



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### Propuesta para la extracción de los bancos finales de material pétreo en una Mina del Estado de México, para iniciar las actividades de cierre

#### TESIS

Que para obtener el título de  
**Ingeniero de Minas y Metalurgista**

#### PRESENTA

Gerardo Elizalde Aranda

#### DIRECTOR DE TESIS

M. en C. José de Jesús Huevo Casillas



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

# AGRADECIMIENTOS

**A mis padres:** Por su apoyo, paciencia, consejos y comprensión para poder lograr este objetivo.

**A mis profesores:** Por su tiempo, dedicación y enseñanza.

Un especial agradecimiento a:

Margarita Puebla Cadena

**A mi director de tesis:** José de Jesús Huevo Casillas

**A mis sinodales:** Por el tiempo invertido en la revisión de este trabajo

**A mis amigos:** Cesar, Martín, Choforo, Israel, Jonathan y el Charly por todos los buenos momentos y por su apoyo y compañía en momentos difíciles.

**A una mujer especial:** María del Rocío Contreras Cruz

**A mi alma mater:** La Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Nacional Autónoma de México

*“Hay que hacer las cosas bien, a la primera y cada vez mejor.”*

Juan José Obregón Andría

*Hagámoslo...*

# ÍNDICE

1	Introducción.....	2
2	Generalidades del proyecto .....	6
2.1	Evaluación de la información disponible .....	6
2.1.1	Ubicación.....	6
2.1.2	Características del yacimiento.....	7
2.1.3	Mineralogía.....	7
2.1.4	Equipos actuales de la planta.....	9
2.1.5	Maquinaria y equipo disponible .....	9
3	Estimación de reservas .....	11
3.1	Datos disponibles .....	11
3.2	Selección del método para calcular las reservas .....	11
4	Método de minado actual y propuesta de modificación.....	21
4.1	Determinación de la forma de minado .....	21
4.2	Capacidad de operación.....	24
4.3	Determinación de la capacidad de rezagado y acarreo.....	56
4.4	Obras de desarrollo.....	70
4.5	Personal .....	70
4.5.1	Número de trabajadores por turno .....	70
5	Planta de trituración.....	72
5.1	Método de preparación mecánica.....	72
5.2	Instalaciones y operación .....	72
5.3	Producción.....	72
5.4	Personal .....	92

6	Infraestructura actual .....	94
7	Lineamientos generales para el cierre .....	100
8	Análisis financiero.....	110
8.1	Ingresos y gastos con proyecto.....	110
8.1.1	Ingresos.....	110
8.1.2	Gastos .....	112
8.2	Ingresos y gastos sin proyecto.....	120
8.3	Análisis de resultados.....	124
9	Conclusiones y recomendaciones.....	126
9.1	Conclusiones .....	126
9.2	Recomendaciones en materia de Seguridad e Higiene.....	127
9.2.1	Seguridad personal .....	127
9.2.2	Transporte de materiales.....	127
9.3	Recomendaciones para reducir efectos por vibración.....	129
9.4	Recomendaciones en materia de aspectos sociales .....	131
	REFERENCIAS .....	132
	APÉNDICE .....	137
	ANEXOS .....	145
I.	Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009.....	145
II.	Formato de Aviso de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes .....	157
III.	Aviso de Inscripción Patronal o de Modificación en su Registro (AFIL – 01)...	164
IV.	Aviso de Baja del Trabajador (AFIL – 04) .....	166



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Vista de aérea de la unidad minera. ....	6
Figura 2.2: Mineralogía de las rocas ígneas comunes y de los magmas a partir de los que se forman (Tomado de Dietrich, Daily y Larsen.). ....	7
Figura 2.3: La unidad minera en estudio se encuentra entre la corriente intermitente “A. Borracho” y la autopista “Cuajimalpa Naulcalpan”, está compuesta por lahar-toba andesítica. <sup>4</sup> .....	8
Figura 2.4: Tractor DR8 CAT .....	9
Figura 2.5: Excavadora 330D CAT .....	9
Figura 2.6: Cargador 966G CAT .....	9
Figura 2.7: Camiones Terex TR35 .....	9
Figura 3.1: Vista lateral (de Sur a Norte) de “Molino 2”. Google Earth.....	11
Figura 3.2: Vista lateral, de NW a SE, de “Molino2”. Fotografía tomada en el año 2016 .	12
Figura 3.3: Vista lateral, desde la planta, de Sur a Norte, de “Molino2”. Fotografía tomada en el año 2016.....	12
Figura 3.4: Imagen para el cálculo de reservas de “Molino 2”, vista de planta. ....	13
Figura 3.5: Esquema para cálculo de reservas de “Molino 2” .....	13
Figura 3.6: Determinación del volumen de Molino 2 con AutoCAD .....	15
Figura 3.7: Vista lateral, fotografía tomada en septiembre 2016 y vista aérea del cuerpo “Lote 4”, Google Earth. ....	16
Figura 3.8: Vista lateral de cuerpo “Lote 4”, desde el cuerpo “Molino2”, Fotografía tomada en septiembre 2016.....	16
Figura 3.9: Topografía de Lote 4 generada en Global Mapper con datos de Google Earth.	17
Figura 3.10: Curvas de nivel en AutoCAD, para calcular el volumen de Lote 4.....	18
Figura 3.11: Volumen de Lota 4 determinado con AutoCAD .....	18

Figura 4.1: Vista de perfil del banco "Molino 2" desde la planta de trituración. Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	21
Figura 4.2: Material altamente deleznable de "Lote 4". Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	22
Figura 4.3: Diversidad de tamaño de roca en "Lote 4". Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	22
Figura 4.4: Vegetación de "Lote 4" y su cercanía a la planta de trituración. Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	23
Figura 4.5: Mala ubicación de los talleres. Septiembre 2016.....	23
Figura 4.6 Trituradora de quijada. Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	24
Figura 4.7: Trituradora de cono. Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	25
Figura 4.8: Esquema de una voladura en banco. ....	27
Figura 4.9: Dirección de desplazamiento en un arreglo en "V" de una plantilla de barrenación .....	28
Figura 4.10: Plantilla de barrenación cuadrada .....	31
Figura 4.11: Plantilla de barrenación tresbolillo .....	31
Figura 4.12: Relación de rigidez H/B, ilustrada hasta una relación igual a tres.....	35
Figura 4.13: Parámetros de barrenación. ....	37
Figura 4.14: Parámetros de voladura.....	39
Figura 4.15: Inclinación de barrenación .....	40
Figura 4.16: Plantilla de barrenación "tresbolillo en V" .....	45
Figura 4.17: Líneas de barrenación para "Molino 2", vista de planta. ....	46
Figura 4.18: Vista de perfil de las líneas de barrenación.....	46
Figura 4.19: Líneas de secuencia de iniciación, vista de planta. ....	47
Figura 4.20: Retardo entre líneas y entre barrenos .....	52

Figura 4.21: Técnica “Decking” .....	53
Figura 4.22: Ejemplo de colocación de retardos en la técnica Decking.....	54
Figura 4.23: Gráfica entre la “Distancia a la estructura” y la “Máxima carga por retardo”	55
Figura 4.24: Distancia entre las instalaciones más cercanas y la voladura. ....	55
Figura 4.25: Excavadora 330D de Caterpillar. Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	59
Figura 4.26: Ruta de acarreo para Molino 2 en el primer banco .....	60
Figura 4.27: Ruta de acarreo para Molino 2 en los bancos 2, 3 y 4 .....	61
Figura 4.28: Factores de corrección según las condiciones de trabajo.....	62
Figura 4.29: % de pendiente vs factor de empuje .....	63
Figura 4.30: Producción calculada para tractor CAT con hoja universal par modelos desde D7G hasta D11R.....	64
Figura 4.31: Ruta de acarreo para Molino 2 en los bancos 2, 3 y 4 .....	68
Figura 4.32: Reflejo de mantenimiento correctivo y/o preventivo por las malas condiciones de los caminos. Fotografía tomada en septiembre del 2016.....	70
Figura 5.1: Diagrama de flujo del proceso de trituración.....	85
Figura 5.2: Gráfica de Factor de corrección M vs porcentaje de sobre-tamaño.....	88
Figura 5.3: Análisis granulométrico de producto quebrado .....	89
Figura 5.4: Gráfica del factor de corrección K vs tamaño medio.....	90
Figura 5.5: Gráfica del factor de corrección “C” .....	91
Figura 6.1: Ubicación de terreros (1), servicios (2) y planta de beneficio (3). Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	95
Figura 6.2: Vista de planta de oficinas (4), taller de mantenimiento (5) y caminos de acceso. ....	96
Figura 6.3: Vista de planta de las más próximas vías de comunicación vial .....	97
Figura 6.4: Vista de planta de la unidad de servicios médicos No. 42 .....	98

Figura 7.1: Vista de la vegetación del cuerpo “Lote 4” Fotografía tomada en septiembre 2016 .....	100
Figura 9.1: Depósito de combustible en mala ubicación, a pies del cuerpo mineral “Lote 4”, con riesgo de ser cubierto por un deslave. Septiembre 2016.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Resistencia de las rocas a la compresión simple .....	29
Tabla 4.2: Resistencias a la Compresión Simple más frecuente de los diferentes tipos de roca .....	29
Tabla 4.3: Relación de Rigidez .....	30
Tabla 4.4: Efecto de las plantillas de barrenación y la relación bordo/espaciamiento, en áreas cubiertas por los círculos de fracturas. ....	31
Tabla 4.5: Selección del tipo de explosivo según la clase de roca .....	32
Tabla 4.6: Parámetros de voladura con fórmulas de ASH. ....	42
Tabla 4.7: Parámetros de voladura con fórmulas de KONYA. ....	43
Tabla 4.8: Parámetros de voladura “propuestos” con fórmulas de ASH.* .....	44
Tabla 4.9: Distancias por máxima carga explosiva por retardo .....	54
Tabla 4.10: Tabla de factores de llenado por tipo de material .....	57
Tabla 4.11: Tiempo de ciclo estimado .....	58
Tabla 4.12: Factores de corrección para el ciclo de cargadores CAT .....	65
Tabla 4.13: Tiempo de viaje cargado y vacío del cargador 966G de Caterpillar .....	66
Tabla 5.1: Velocidad de detonación del ANFO, según su diámetro. ....	76
Tabla 5.2: Carga Circulante.....	86
Tabla 5.3: Factor de corrección “M” .....	88
Tabla 5.4: Factor de corrección “K”.....	90
Tabla 5.5: Factor de corrección “C” .....	91
Tabla 6.1: Coordenadas geográficas.....	94
Tabla 7.1: Programación de actividades durante el cierre, de acuerdo con su duración aproximada. ....	103

Tabla 8.1: Estimación de la recaudación que podrá obtenerse con la venta de equipo y maquinaria. ....	111
Tabla 8.2: Pasivo laboral con proyecto .....	112
Tabla 8.3: Liquidación según la ley con proyecto, primer turno.....	113
Tabla 8.4: Liquidación según la ley con proyecto, segundo turno .....	114
Tabla 8.5: Cálculo de combustible por unidad.....	115
Tabla 8.6: Presupuesto de gasto corriente (con proyecto).....	116
Tabla 8.7: Presupuesto de inversión.....	117
Tabla 8.8: Precio unitario de material para voladura.....	118
Tabla 8.9: Costo del explosivo por barreno.....	119
Tabla 8.10: Pasivo laboral sin proyecto. ....	120
Tabla 8.11: Liquidación según la ley sin proyecto, primer turno.....	121
Tabla 8.12: Liquidación según la ley sin proyecto, segundo turno. ....	122
Tabla 8.13: Presupuesto de gasto corriente (sin proyecto).....	123
Tabla 8.14: Comparación de utilidades con y sin proyecto.....	124

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis, de acuerdo con las necesidades de la empresa y las presiones sociales de la población cercana a la unidad minera, para la posible explotación de las reservas existentes considerando las medidas de seguridad, el cálculo de los tonelajes disponibles, el ritmo de explotación y el análisis financiero comparativo de las utilidades obtenidas si se lleva a cabo la explotación de los bancos restantes o no.

Se propone cambiar el “método de ladera” utilizado actualmente por el “método de banqueo descendente”. El banco Molino 2 se dividirá en cuatro bancos, debido a sus 33 metros de altura, se generará una fragmentación con voladura calculando los parámetros de barrenación con las fórmulas de ASH y con las de KONYA y se elegirán los parámetros más convenientes. Para el banco Lote 4 se propone el banqueo descendente utilizando tractor ya que el cuerpo está compuesto por material muy deleznable.

Se verificaron las instalaciones de la planta de trituración y en función a la capacidad de diseño de la quebradora secundaria se estableció el tonelaje a suministrar en la planta. Con el modelo de fragmentación KUZ-RAM, que emplea la ecuación de *Kuznetsov* y la ecuación de *Rosin-Rammler*, se determinó el tamaño de alimentación producto de la voladura y la carga circulante que se generaría en un circuito continuo estabilizado.

Al término del trabajo se establecen los lineamientos que se deberán considerar para el cierre de la mina de acuerdo con la Norma Técnica Estatal Ambiental vigente No. 002 del Estado de México y se desarrollan las conclusiones del trabajo y las recomendaciones de las actividades a realizar para poder concretar de manera adecuada la propuesta.

Cabe mencionar que la finalización formal con trabajadores, clientes, proveedores e inversionistas, en armonía con los aspectos socio-ambientales, se considera en este trabajo para concluir de manera responsable con la producción.

---

# Capítulo 1

---

Introducción

---

---

## **1 Introducción**

El presente trabajo, *Propuesta para la extracción de los bancos finales de mineral pétreo en una mina del Estado de México, para iniciar las actividades de cierre*, tiene como objetivo analizar el proceso productivo a fin de ofrecer mejoras que permitan la extracción de los bancos Lote 4 y Molino 2, para posteriormente llevar a cabo el cierre de la mina. La unidad en estudio se encuentra en etapa final, el lugar será destinado para un centro educativo, por lo que se ve presionada a extraer el resto de sus reservas antes de que comiencen las obras.

La empresa quiere perfilarse para lo que será su cierre. Sin embargo, aún cuenta con reservas y existen bancos que deben ser extraídos antes del cierre considerando que la operación presenta problemas de irregularidades y fallas operativas que hacen ineficiente su proceso productivo.

Es por ello que se mostrará cómo debería efectuarse el cierre de la unidad minera en estudio, así como las consideraciones operativas (extracción y trituración), ambientales, sociales, de seguridad e higiene, normativas y económicas que deben tomarse en cuenta para dicho objetivo.

El modo de extracción actual de la mina tiene una producción baja y no proporciona un tonelaje regular. Por esto, los equipos de extracción no se aprovechan al máximo, hay tiempos muertos y existe el riesgo de no extraer el total de las reservas. Se propondrá un método de extracción apropiado y recomendaciones para aprovechar al máximo el equipo de extracción con el que actualmente cuenta la mina. Las condiciones físicas de los bancos serán un factor importante para la determinación del método de extracción de cada cuerpo mineral. La estabilidad de los bancos durante la extracción y la de los bancos finales es un aspecto importante para el cierre de mina una vez que se haya concluido con la extracción.

La planta de trituración, por las razones anteriormente expuestas, no tiene una alimentación regular y, al igual que el equipo de extracción, los equipos de la planta, como trituradoras, bandas y cribas no se aprovechan al máximo. La planta se apaga en varias ocasiones a lo largo del día y sufre desabasto mientras está operando, provocando picos en el consumo de energía en los arranques y gasto de energía al operar el equipo en vacío que se traduce en un mayor gasto económico por este insumo.

Actualmente el cuerpo mineral “Lote 4”, que representa cerca de un 80 % de las reservas, presenta vegetación y por decisión de la mina no se ha extraído. Sin embargo, dicho cuerpo mineral tiene el riesgo potencial de deslaves que afectarían a la planta de trituración e instalaciones cercanas a ésta, por lo que en este trabajo se considera su extracción hasta alcanzar el nivel de piso de la planta de trituración.

En varias ocasiones la mina ha sufrido presión por parte de poblaciones cercanas para detener la extracción. La aceleración del cierre con todas las reservas extraídas es elemental para que la mina no se vea afectada por dichas presiones sociales. La correcta operación y el cumplimiento de la normatividad oficial y estatal, en materia ambiental y de seguridad e higiene, es una forma de protegerse ante un cierre obligado.

Se tomarán en cuenta los factores mínimos de seguridad e higiene que serán necesarios durante la operación y hasta el cierre de la mina. Se pondrá especial énfasis para que no se presenten actos inseguros ni condiciones inseguras durante la operación, con la finalidad principal de proteger la integridad y salud de los trabajadores, y evitar afectaciones a equipo y maquinaria por el mal manejo o falta de capacitación por parte de los trabajadores.

Como todo proyecto, debe ser rentable. Se propone realizar una inversión para llevar a cabo la extracción de los bancos finales de la mina de manera segura, eficiente, efectiva y sustentable. Los costos de producción, como energía eléctrica, agua, combustible, mantenimiento preventivo y correctivo y salarios están basados en los datos propios de la mina. Los aspectos de liquidación y prestaciones para el personal serán determinados de acuerdo a la ley y quedarán en función de la antigüedad del trabajador.

### **Objetivos específicos del proyecto**

1. Determinar un método de explotación y beneficio adecuado, buscando alcanzar el óptimo aprovechamiento de los equipos que se encuentran actualmente en operación y considerando una producción regular.
2. Demostrar que se está cumpliendo con la normatividad
3. Indicar los lineamientos básicos para un plan de cierre.

### **Metodología para dar lugar a los objetivos antes planteados.**

- 1.1 Se establecerá la producción regular para cerrar lo más pronto posible la mina en función del equipo existente.
- 1.2 Se contratará, únicamente, el servicio de barrenación y voladura para la disposición continua del material a la planta de beneficio, el acarreo se realizará por parte de la mina.
- 2.1. Se realizarán bancos en proporción 3:1 (tres de alto por uno de ancho) o de acuerdo al ángulo de reposo del material (ángulo de 45°); con la finalidad de que los bancos finales cumplan con la norma **NTEA-002-SMA-DS-2009** del Estado de México.
- 3.1 Se recomendarán actividades para cumplir con los lineamientos básicos de un plan de cierre.

---

# Capítulo 2

---

## Generalidades del proyecto

---

- 2.1. Evaluación de la información disponible
    - 2.1.1. Ubicación
    - 2.1.2. Características del yacimiento
    - 2.1.3. Mineralogía
    - 2.1.4. Condiciones actuales de la mina
    - 2.1.5. Maquinaria y equipo disponible
    - 2.1.6. Precio de los materiales en el mercado
    - 2.1.7. Topografía de la zona
-

## 2 Generalidades del proyecto

### 2.1 Evaluación de la información disponible

#### 2.1.1 Ubicación

La unidad minera estudiada se encuentra localizada en Huixquilucan, Estado de México, Avenida Jesús del Monte, Colonia Jesús del Monte.



**Figura 2.1: Vista de aérea de la unidad minera<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup> Imagen obtenida de Google Earth

### 2.1.2 Características del yacimiento

De origen ígneo

### 2.1.3 Mineralogía

Las rocas ígneas pueden clasificarse en función de la proporción de minerales oscuros y claros (Figura 2.2).

Las rocas con una *composición granítica* (félsica: *feldespato* y *sílice*) son las compuestas fundamentalmente por silicatos de colores claros: cuarzo y feldespatos.

Mientras que las rocas que tienen una *composición basáltica* son las que contienen cantidades sustanciales de silicatos oscuros y plagioclasa rica en calcio.

Las rocas con una *composición intermedia o andesítica* (entre granítica y basáltica) contienen al menos un 25% de silicatos oscuros, principalmente anfíbol, piroxeno y biotita, además de plagioclasa.

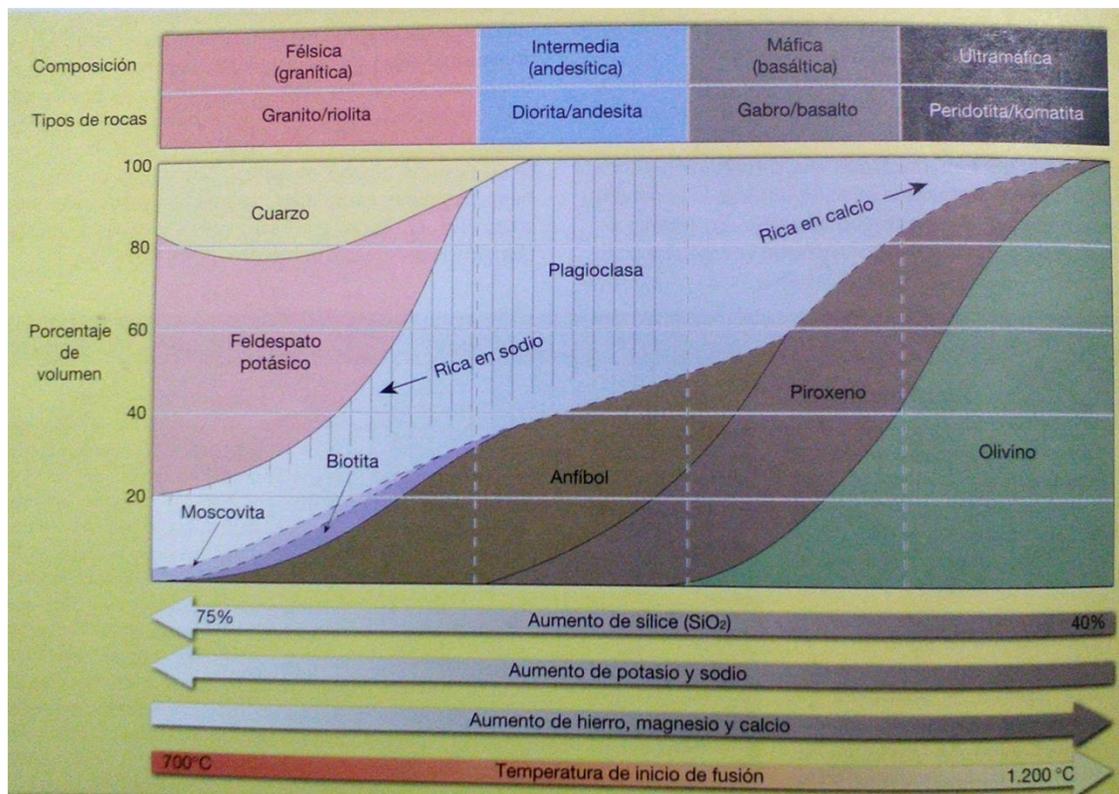


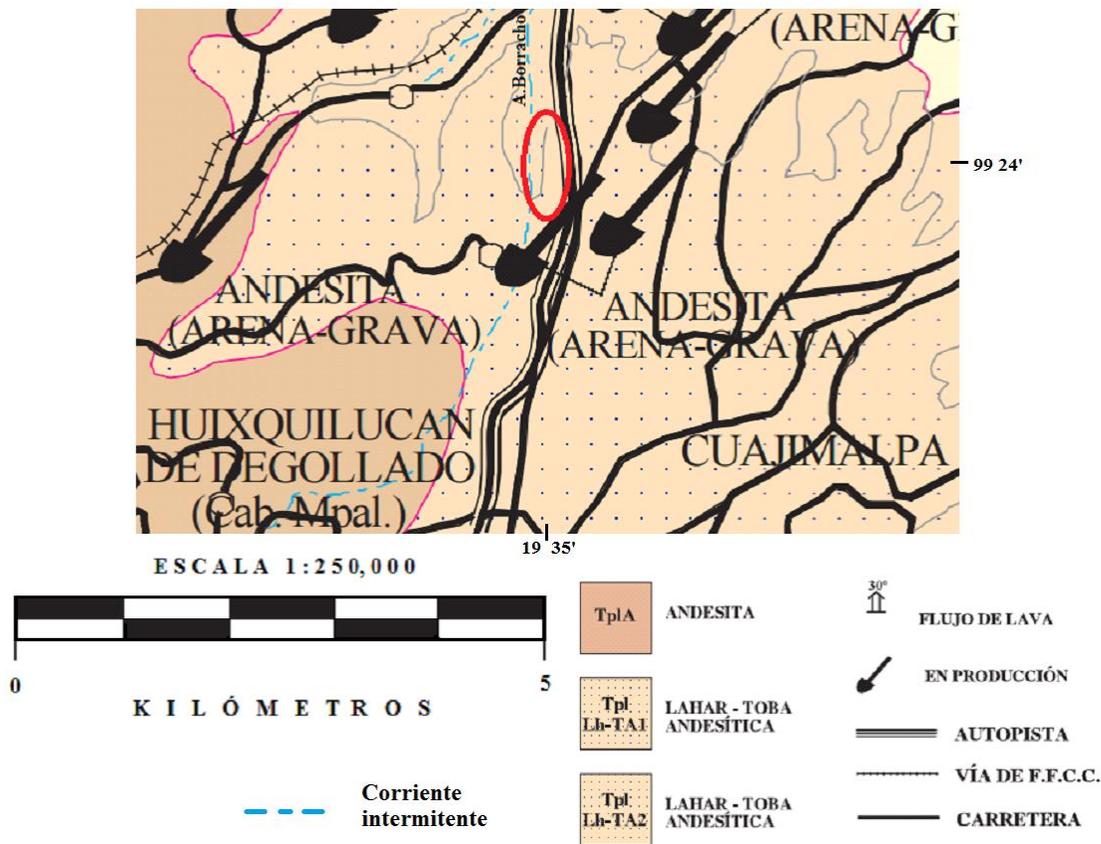
Figura 2.2: Mineralogía de las rocas ígneas comunes y de los magmas a partir de los que se forman (Tomado de Dietrich, Daily y Larsen.)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Tarbuck, E. J.; Lutgens, F. K. y Tasa, D. *Ciencias de la Tierra*, Madrid, Pearson, 2005, p. 110-114, 120.

**Lahar-Toba Andesita.**

El campo volcánico Nevado de Toluca, se ubica en la porción nor-occidental y consta de los volcanes San Antonio y Nevado de Toluca. En el primero se han diferenciado dos unidades principales descritas como secuencia volcánica San Antonio (TplDa-A y Tpl Lh-TA1) la primera forma parte del aparato principal y consiste de una serie de derrames y tobas y la segunda que se extiende en las partes bajas del volcán consiste de lahares y tobas.

Campo volcánico sierra Chichinautzin. Cubre parcialmente a la Sierra de las Cruces, y por esta razón se considera que su base son los lahares y tobas andesíticas (Tpl Lh-TA2).<sup>3</sup>



**Figura 2.3: La unidad minera en estudio se encuentra entre la corriente intermitente “A. Borracho” y la autopista “Cuajimalpa Naulcalpan”, está compuesta por lahar-toba andesítica.<sup>4</sup>**

<sup>3</sup> Carta Geológico-Minera Ciudad de México E14-2. Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Morelos. [https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas\\_Online/geologia/89\\_E14-2\\_GM.pdf](https://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/89_E14-2_GM.pdf)

### 2.1.4 Equipos actuales de la planta

- Planta procesadora
  - Tolva 36 m<sup>3</sup>
  - Quebradora de quijada 30x40 [in]
  - 2 cribas de 8x20 [ft]
  - Bandas transportadoras de 30 [in] de ancho con 8 % de inclinación
  - Trituradora secundaria de cono

### 2.1.5 Maquinaria y equipo disponible

EQUIPO	CANTIDAD	CAPACIDADES
<b>Tractor DR8 CAT</b>	1	8.7 [m <sup>3</sup> ]
<b>Excavadora 330D CAT</b>	1	2.1 [m <sup>3</sup> ]
<b>Cargador 966G CAT</b>	1	3.3 [m <sup>3</sup> ]
<b>Retroexcavadora 416C CAT</b>	1	0.76 [m <sup>3</sup> ]
<b>Camiones Terex TR35</b>	4	15.3 [m <sup>3</sup> ]



**Figura 2.4: Tractor DR8 CAT**



**Figura 2.6: Cargador 966G CAT**



**Figura 2.5: Excavadora 330D CAT**



**Figura 2.7: Camiones Terex TR35**

---

# Capítulo 3

---

## Estimación de reservas

---

3.1. Datos disponibles y selección  
del método para calcular las  
reservas

---

### 3 Estimación de reservas

#### 3.1 Datos disponibles

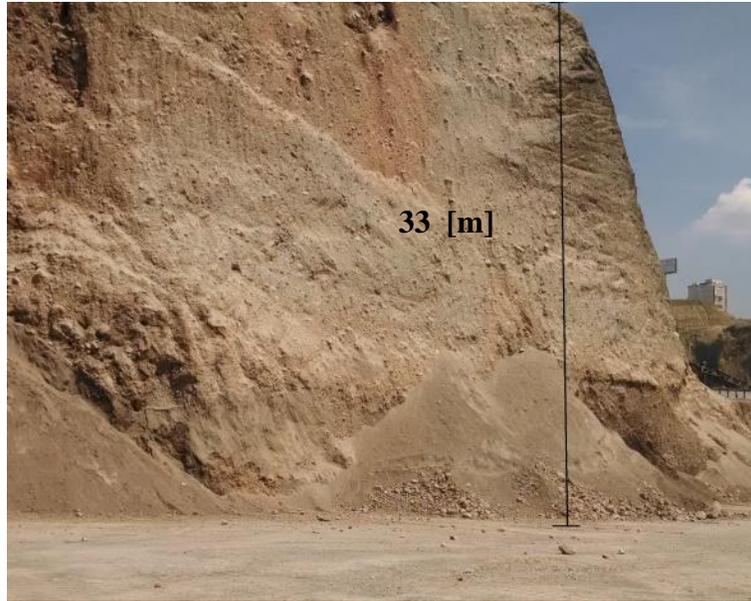
La unidad minera no cuenta con datos para la estimación de reservas por lo que se realizó un cálculo geométrico simple y un cálculo con AutoCAD utilizando datos de longitud arrojados con imágenes satelitales tomadas de Google Earth y fotografías en el sitio

#### 3.2 Selección del método para calcular las reservas

Para el Lote 4 se realizará un método geométrico simple que será comprobado con *AutoCAD*, con datos obtenidos de *Google Earth*.



Figura 3.1: Vista lateral (de Sur a Norte) de “Molino 2”. Google Earth



**Figura 3.2: Vista lateral, de NW a SE, de “Molino2”.**  
**Fotografía tomada en el año 2016**



**Figura 3.3: Vista lateral, desde la planta, de Sur a Norte, de “Molino2”.**  
**Fotografía tomada en el año 2016**



Figura 3.4: Imagen para el cálculo de reservas de “Molino 2”, vista de planta. Google Earth

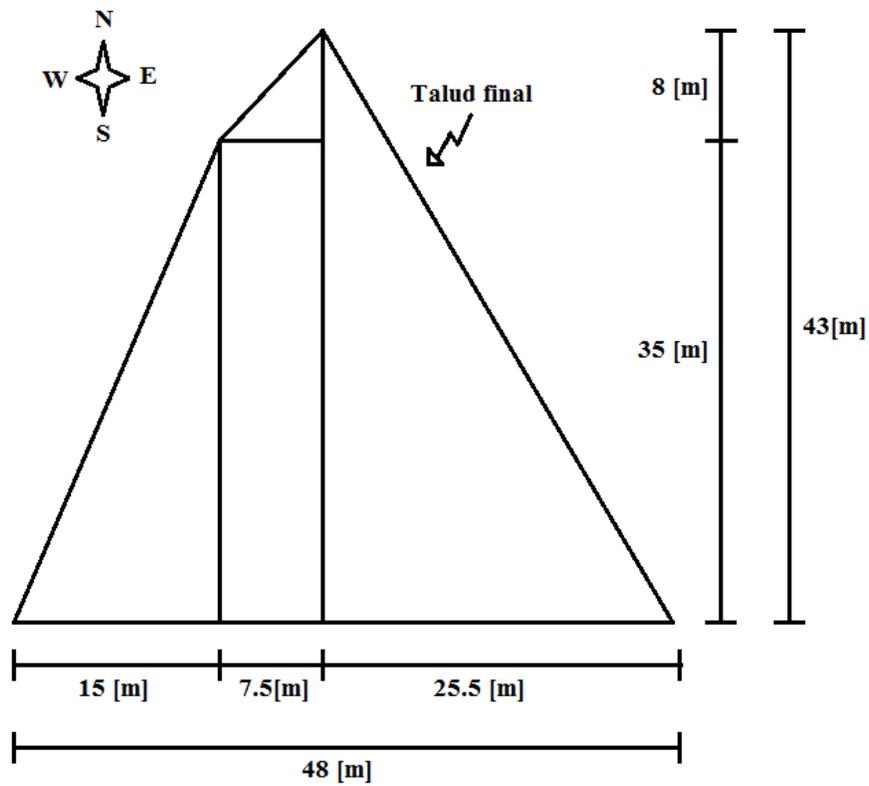


Figura 3.5: Esquema para cálculo de reservas de “Molino 2”

La vista de planta de “Molino 2” se ha descompuesto en 3 triángulos y un rectángulo (Figura 3.4). La suma del área de cada uno de éstos, multiplicada por la altura del cuerpo mineral (33[m]), nos dará el volumen de “Molino 2”.

- Para el triángulo de 7.5 [m] de base y 8[m] de lado, se tiene un área de:  
 $(7.5 [m]) (8[m] / 2) = 30[m^2]$
- Para el triángulo de 15 [m] de base y 35[m] de lado, se tiene un área de:  
 $(15 [m]) (35[m] / 2) = 262.5 [m^2]$
- Para el triángulo de 25.5 [m] de base y 43[m] de lado, se tiene un área de:  
 $(25.5 [m]) (43 [m] / 2) = 548.25 [m^2]$
- Para el área rectangular de 7.5 [m] de base y 35 [m] de lado, se tiene un área de:  
 $(7.5 [m]) (35[m]) = 262.5 [m^2]$

El área total ( $A_T$ ) es de:

$$A_T = 30[m^2] + 262.5[m^2] + 548.25 [m^2] + 262.5 [m^2] = 1,103.25 [m^2]$$

$$A_T = \mathbf{1,103.25 [m^2]}$$

Sólo queda multiplicar el área total, **1,103.25 [m<sup>2</sup>]**, previamente calculada por los **33[m]** de altura del banco.

Realizando los cálculos correspondientes, el volumen del cuerpo mineral “Molino 2” es de:

$$\mathbf{Volumen = 36,407.25 [m^3]}$$

### Calculo con AutoCAD

Las dimensiones del esquema que se muestra en la Figura 3.5, fueron obtenidas con Google Earth y llevadas a AutoCAD, para la determinación y comprobación del volumen antes calculado (Figura 3.6)

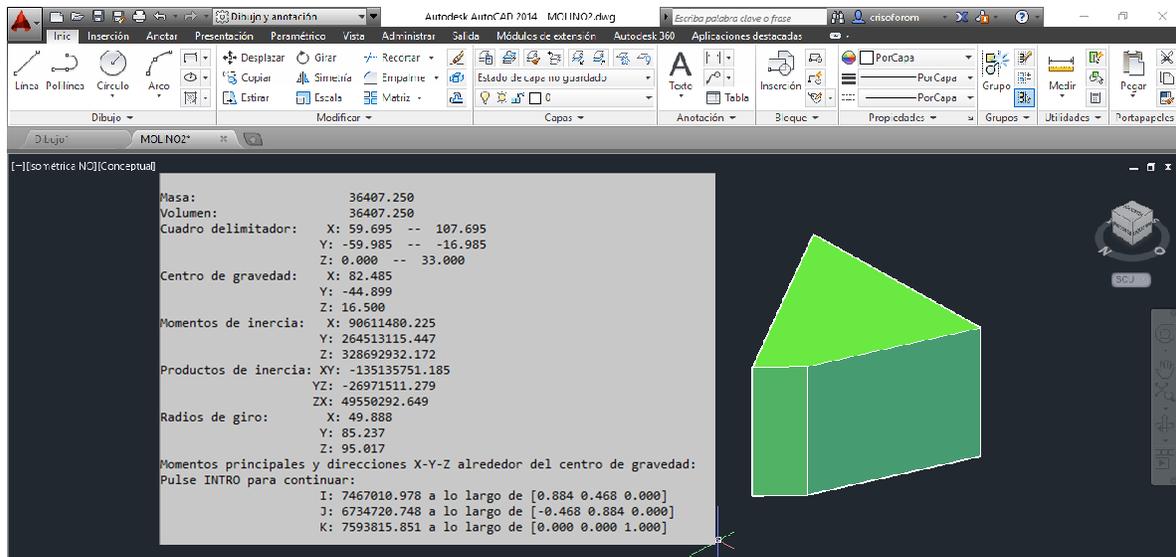


Figura 3.6: Determinación del volumen de Molino 2 con AutoCAD

De acuerdo con AutoCAD el volumen del cuerpo mineral “Molino 2” es de:

$$\text{Volumen} = 36,407.25 \text{ [m}^3\text{]}$$

Determinación de reservas del cuerpo mineral “Lote 4”



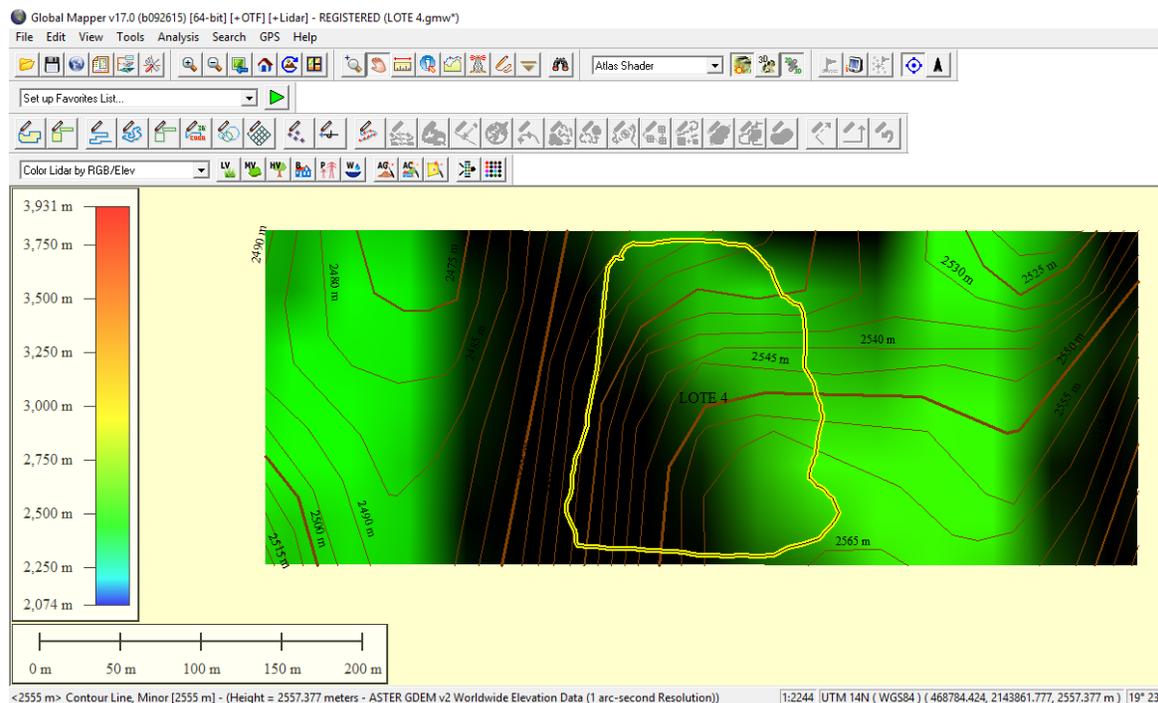
Figura 3.7: Vista lateral, fotografía tomada en septiembre 2016 y vista aérea del cuerpo “Lote 4”, Google Earth.



Figura 3.8: Vista lateral de cuerpo “Lote 4”, desde el cuerpo “Molino2”, Fotografía tomada en septiembre 2016

La determinación del volumen del “Lote 4” por métodos geométricos simples da lugar a un error considerable en sus reservas, por lo que su determinación será mediante varios programas de cómputo en conjunto, estos serán: *Google Earth*, *Global Mapper* y *AutoCAD*.

Para esto se requiere de la topografía, misma que se obtendrá con las coordenadas geográficas que nos proporciona *Google Earth*. Primero se delimitó el área que ocupa el “Lote 4” para después llevar los datos a *Global Mapper*, programa en el cual, con dichos datos, se generaron las curvas de nivel con un espaciamiento de cinco metros cada una. Esta decisión se tomó debido a que, con un espaciamiento menor entre curvas de nivel (de un metro cada una) se generaron errores al presentarse cruzamientos entre las curvas.



**Figura 3.9: Topografía de Lote 4 generada en Global Mapper con datos de Google Earth.**

*Global Mapper* también servirá para transformar los datos de *Google Earth* y que éstos puedan ser leídos por *AutoCAD* para generar un cuerpo sólido del cual se determinará su volumen.

Ya con las curvas de nivel generadas, se procedió a generar un cuerpo sólido para determinar el volumen del “Lote 4”.

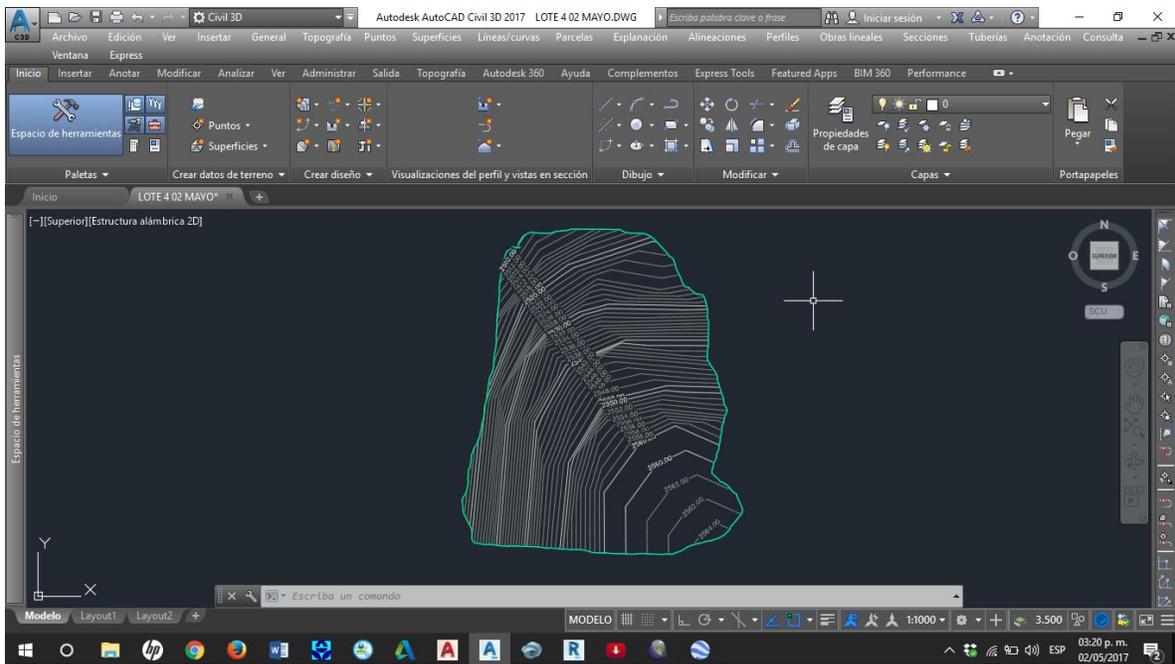


Figura 3.10: Curvas de nivel en AutoCAD, para calcular el volumen del Lote 4

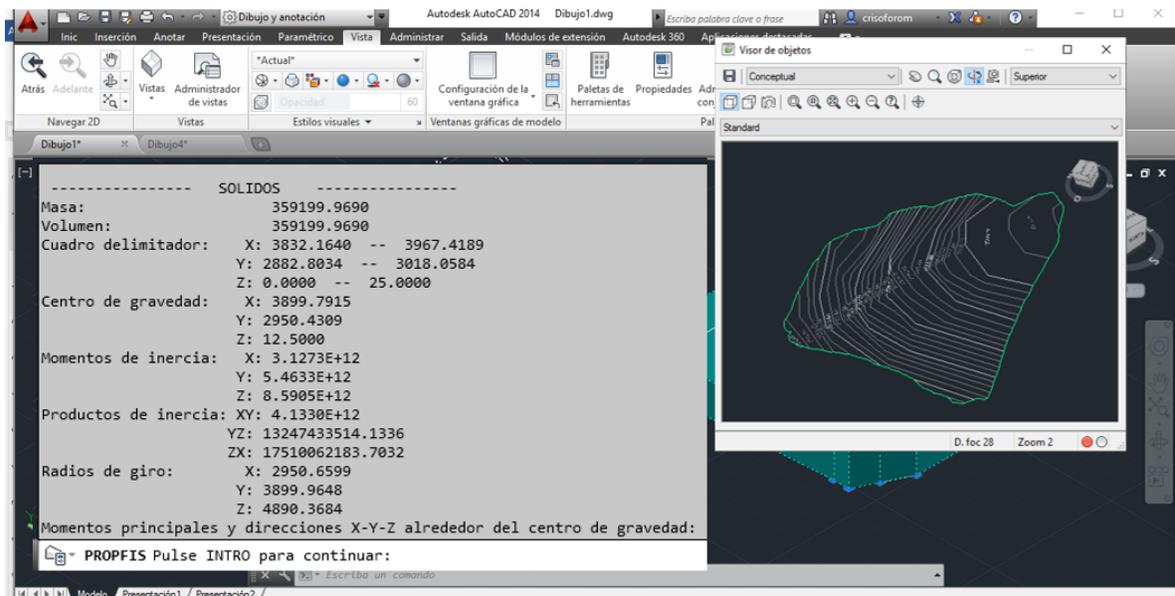


Figura 3.11: Volumen del Lote 4 determinado con AutoCAD

Así, el volumen del cuerpo mineral “Lote 4”, calculado con *AutoCAD*, es de:

$$\mathbf{Volumen = 359,199.969 [m^3]}$$

Por lo tanto, el volumen total a explotar es de:

$$\mathbf{Volumen_T = 36,407.25 [m^3] + 359,199.969 [m^3]}$$

$$\mathbf{Volumen_T = 395,607.219 [m^3]}$$

Con una densidad del material de 2.67 [ton/m<sup>3</sup>] se obtiene el total de toneladas que estarán disponibles para la extracción.

$$\mathbf{Toneladas_T = 1'056,271.275 [ton]}$$

---

# Capítulo 4

---

## Método de minado actual y propuesta de modificación

---

- 4.1. Determinación de la forma de minado
  - 4.2. Capacidad de operación
  - 4.3. Determinación de la capacidad de rezagado y acarreo
  - 4.4. Obras de desarrollo
  - 4.5. Personal
    - 4.5.1. Número de trabajadores por turno
-

## **4 Método de minado actual y propuesta de modificación**

### **4.1 Determinación de la forma de minado**

El método de minado actual en “Molino 2” es el de ladera con un simple “rascado con excavadora” el cual resulta poco productivo.

El método propuesto es el de “banqueo descendente” cuidando que el desarrollo de taludes superiores a los 25 [m] de altura cuenten con un talud en proporción 3:1 (tres unidades verticales por una horizontal) y/o que ello corresponde al ángulo natural de reposo del material suelto del que se trate, esto para obtener un talud final estable y sin riesgos de deslave.



**Figura 4.1: Vista de perfil del banco "Molino 2" desde la planta de trituración. Fotografía tomada en septiembre 2016**

Se nota una gran grieta en el cuerpo mineral denominado “Molino 2” (Figura 4.1); esto podría ocasionar un derrumbe por lo que se le recomienda a la empresa la subcontratación de un servicio al barreno a una empresa especializada.

Para el cuerpo “Lote 4” se recomienda cambiar el método de ladera por el método de banquéo descendente empleando un “rascado con tractor”, debido a que se trata de material altamente deleznable con rocas sueltas desde pequeñas hasta tamaños de gran dimensión (Figura 4.3), mismos que deberán ser quebrados con martillo hidráulico para su cargado y acarreo a la planta de trituración.



**Figura 4.2: Material altamente deleznable de “Lote 4”.  
Fotografía tomada en septiembre 2016**



**Figura 4.3: Diversidad de tamaño de roca en “Lote 4”.  
Fotografía tomada en septiembre 2016**

La vegetación presente en el “Lote 4” (Figura 4.4) deberá ser removida (descapote), para su total extracción, argumentado el riesgo que corren los trabajadores pues se presentan deslaves debido a condiciones morfológicas, granulométricas y climáticas. Se recomienda realizar un Estudio de Línea Base (ELB), el cual proporciona datos que servirán de referencia para comparar la calidad de los elementos ambientales (suelo y vegetación) durante la operación antes y después del cierre (en la página 100).



**Figura 4.4: Vista de la vegetación típica del “Lote 4” y su cercanía a la planta de trituración. Fotografía tomada en septiembre 2016**

Durante su extracción se deberán situar en un lugar seguro los talleres de soldadura, el comedor y el depósito de combustible, pues su ubicación actual representa un alto riesgo de accidentes e incidentes que pueden ir desde pérdidas materiales, de equipo e instalaciones, hasta la pérdida de vidas (en la página 127).



**Figura 4.5: Fotografía que muestra la mala ubicación de los talleres. Septiembre 2016**

### 4.2 Capacidad de operación

La capacidad de operación será de acuerdo al equipo con que cuenta la mina, trabajando un tiempo de 12 horas (uno y medio turnos) que labora la planta y a un 85% de su capacidad.

La planta de la mina cuenta con una trituradora de quijada de 30x40 [in], con una capacidad de 225 m<sup>3</sup>/hora y una trituradora de cono que procesa 200 m<sup>3</sup>/hora.



**Figura 4.6 Trituradora de quijada. Fotografía tomada en septiembre 2016**

Cálculo de la alimentación a la trituradora primaria, tomando un ciclo de *10 horas efectivas*, de las 12 horas que conforman el día laboral. En este caso, cada ciclo corresponde a un día laboral. Es decir, el equipo se arranca después de empezar el día y se detiene antes de concluirlo. De ahí que se puede deducir que *1 ciclo = 1 turno*.

$$\begin{aligned} 225 \text{ [m}^3\text{/hr]} * 10 \text{ [hr/ciclo]} &= 2250 \text{ m}^3\text{/ciclo} = 2250 \text{ m}^3\text{/turno} \\ 2250 \text{ m}^3\text{/turno} * 0.85 \text{ (eficiencia operativa)} &= 1912.5 \text{ m}^3\text{/turno} \end{aligned}$$

Sin embargo, la alimentación máxima la definirá la trituración secundaria, así pues, considerando un tiempo de 10 horas efectivas, una capacidad de 200 m<sup>3</sup>/hora al 85% y una densidad de 2.67 ton/m<sup>3</sup>.

$$200 [m^3/hr] * 10 [hr/turno] * 0.85 = 1700 [m^3/turno]$$

*Se requiere de una producción de 1700 [m<sup>3</sup>/turno]*



**Figura 4.7: Trituradora de cono. Fotografía tomada en septiembre 2016**

Ésta es la cantidad de material que se requiere para el óptimo aprovechamiento del equipo de trituración de la mina y será la cantidad requerida por un turno de 12 horas. Con base en esto se desarrollarán los parámetros de barrenación y voladura.

Con una reserva aproximada de **1'056,271.275 [ton]** y procesando **1700 [m<sup>3</sup>/turno]** (**4539 [ton/turno]**), *se requieren 233 turnos*, de 12 horas cada uno para procesar todas las reservas.

Tomando en cuenta que se trabaja de lunes a viernes, los cuerpos “Molino 2” y “Lote 4” se procesarán en 233 días laborales (47 semanas), aproximadamente 12 meses, esto si se opta por un servicio de “barrenación y voladura” para el cuerpo “Molino 2”, y una extracción por rascado descendente con tractor para el cuerpo “Lote 4”, lo cual es recomendable para tener una producción regular, un mejor aprovechamiento del equipo y un cierre de mina más próximo.

Los **1700 [m<sup>3</sup>/ turno]** (4539 [ton/turno]) se producirán en el cuerpo “Lote 4” con tractor y en el cuerpo “Molino 2” con voladura. El diseño de la plantilla de barrenación, la voladura y la capacidad de operación de los equipos de carga y acarreo para ambos bancos se verá a continuación. Esto para saber si se podrá o no cumplir con dicha alimentación a la planta de beneficio.

**Parámetros de barrenación y voladura**

H = Altura del banco

LV = Longitud de voladura

D = Diámetro del barreno

AV = Anchura de voladura

L = Longitud del barreno

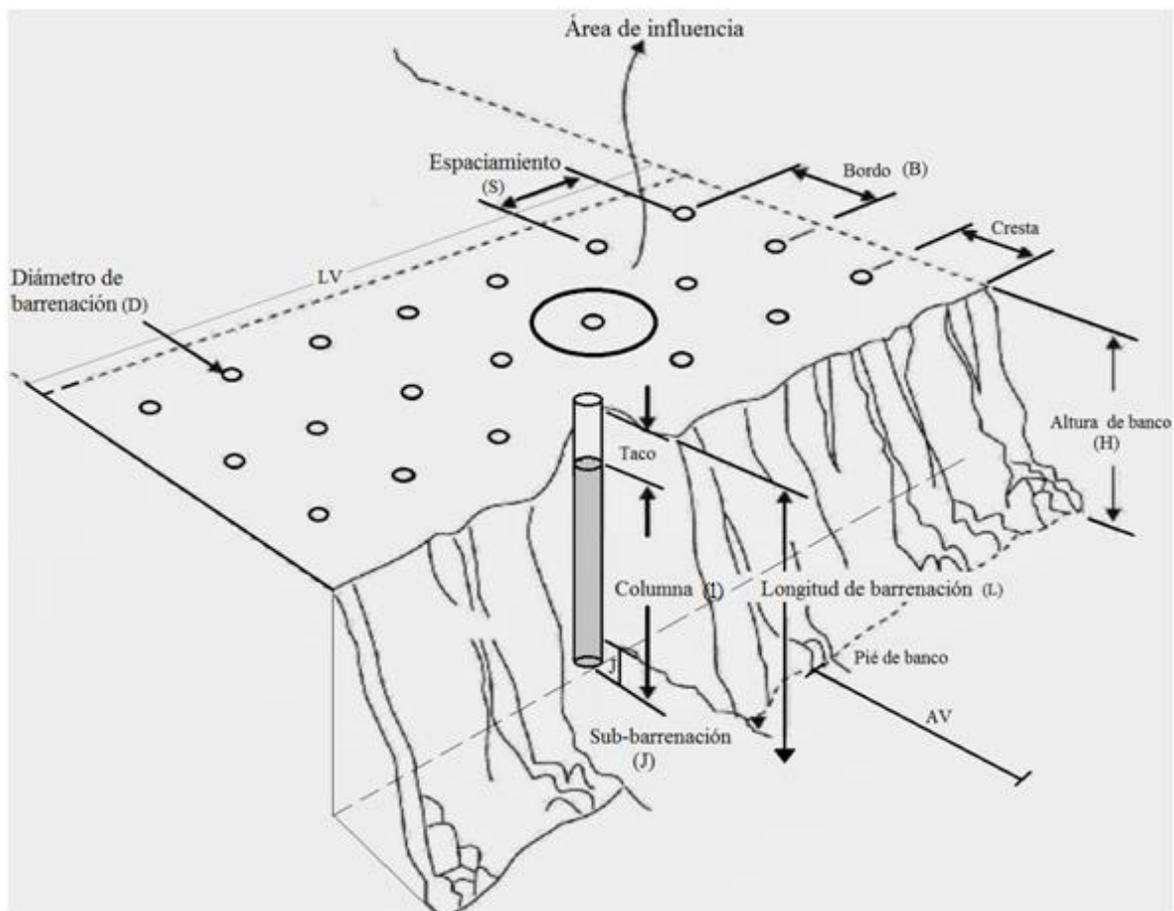
T = Taco

B = Bordo

l = Longitud de la carga (Columna)

S = Espaciamiento

J = Sub-barrenación

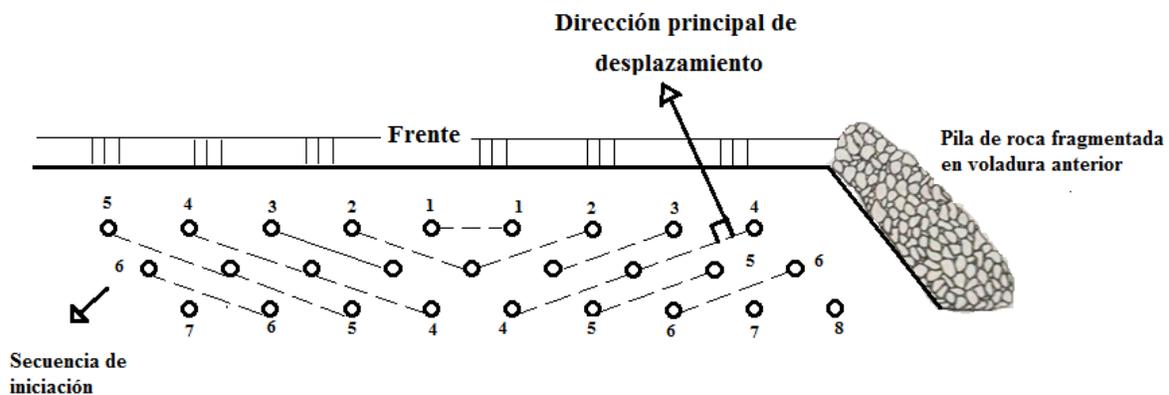


**Figura 4.8: Esquema de una voladura en banco.  
Tomado del Centro Tecnológico Voladura EXSA S.A.,  
2009**

### Diseño de la plantilla de barrenación:

La plantilla de barrenación será diseñada tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- Producción de **4539 [ton / turno]**
- Seguridad; con un nivel bajo de vibración y un arreglo en “V” para un mejor control del material volado
- Económico



**Figura 4.9: Dirección de desplazamiento en un arreglo en “V” de una plantilla de barrenación<sup>4</sup>**

Los cálculos se realizarán considerando un diámetro de barrenación ( $\emptyset$ ) de 3 [in]. (76.2 [mm]) y de acuerdo con las características geotécnicas de la roca, tales como la resistencia a la compresión simple.

<sup>4</sup> LÓPEZ JIMENO, Emilio. “Capítulo 7. Diseño de voladuras”. *ARI-DOS. Manual de prospección, explotación y aplicaciones*. Madrid: LOEMCO, 2003.

## Capítulo 4 | Método de minado y propuesta de modificación

En la tabla se indican los valores de diseño de los parámetros geométricos en función de la resistencia de las rocas.

**Tabla 4.1: Resistencia de las rocas a la compresión simple**

RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE [MPa]			
Blanda <70	Media 70-120	Dura 120-180	Muy dura >180

Se puede observar (

Tabla 4.2) que la resistencia a la compresión simple de la andesita está entre 100 y 150 [MPa].

**Tabla 4.2: Resistencias a la Compresión Simple más frecuente de los diferentes tipos de roca**

RCS Mpa	Rocas Sedimentarias						Rocas Metamórficas				Rocas Ígneas			
< 25													Tobas	
50		Arcillas												
100			Margas					Mármoles						
150				Lutitas					Pizarras					Andesita
200					Calizas - Dolomitas									Basaltos - Dioritas - Granitos
250										Cuarцитов				
300						Areniscas								
350											Gneis - Esquistos			
400							Pedernal						Gabro	Doleritas

Fuente: Instituto Tecnológico Geominero de España (1994)

*El rango de resistencia para la andesita puede llegar a 50 MPa, esto depende de las condiciones en las que se encuentre la roca, en este caso la roca es de baja calidad, por lo que se considerará una roca blanda.*

Existen varias fórmulas para determinar los parámetros de la “plantilla de barrenación”, se utilizarán las fórmulas de “ASH” y “KONYA” y para seleccionar entre los parámetros obtenidos, se utilizarán las siguientes referencias:

**1. Relación de rigidez ( $h/B = 4$ )<sup>5</sup> altura del banco / bordo**

**Tabla 4.3: Relación de Rigidez**

Relación de Rigidez	1	2	3	4
<b>Fragmentación</b>	Pobre	Regular	Buena	Excelente
<b>Sobrepresión de aire</b>	Severa	Regular	Buena	Excelente
<b>Roca en vuelo</b>	Severa	Regular	Buena	Excelente
<b>Vibración del terreno</b>	Severa	Regular	Buena	Excelente
<b>Comentarios</b>	Rompimiento trasero severo y problemas de piso. No se dispare, vuelva a diseñar	Rediseñe si es posible	Buen control y fragmentación	No hay mayores beneficios con el incremento de la relación de rigidez por arriba de 4

**2. Relación bordo-espaciamiento ( $S/B= 1.15$ )<sup>6</sup>**

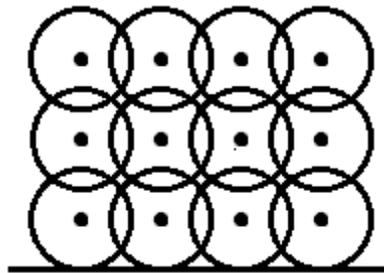
Las plantillas de barrenación “tresbolillo” producen una mejor distribución de los círculos de fracturas, por lo tanto mayor fragmentación, la relación bordo-espaciamiento refleja los efectos en las plantillas de barrenación por los círculos de fracturas.

<sup>5</sup> Konya 1990, <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10912/Capitulo3.pdf>

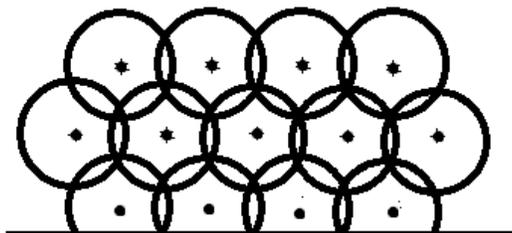
**Tabla 4.4: Efecto de las plantillas de barrenación y la relación bordo/espaciamento, en áreas cubiertas por los círculos de fracturas.**

Relación Bordo/Espaciamento	Plantilla cuadrada	Plantilla tresbolillo
1 : 1	77 %	98.5 %
1 : 1.15	76 %	100 %
1 : 1.25	75 %	99.5 %
1 : 1.5	71 %	94.6 %
1 : 2	62 %	77 %

La mejor distribución de energía para un buen rompimiento con la plantilla más extendida se logra con el uso de una plantilla a tresbolillo teniendo una relación S / B (bordo espaciamento) entre 1 y 1.5. Siendo el rango entre 1.15 y 1.25 el más eficaz<sup>6</sup> (Figura 4.10).



**Figura 4.10: Plantilla de barrenación cuadrada**



**Figura 4.11: Plantilla de barrenación tresbolillo**

<sup>6</sup> ATLAS DE MÉXICO S.A. de C.V. “Uso de explosivos en México”, Junio 1988, México. Páginas 191 -193

**3. Factor de carga (FC = 0.19 [kg/ton])**

Fórmula de *ASH*

$$B[ft] = \frac{Kb (\varnothing [in])}{12[in/ft]}$$

Donde:

B = Bordo [ft]

Ø = Diámetro de barrenación [in]

\**Kb* depende de la clase de roca y tipo de explosivo (Tabla 4.5).

**Tabla 4.5: Selección del tipo de explosivo según la clase de roca<sup>7</sup>**

Tipo de explosivo	Clase de roca		
	Blanda	Media	Dura
Baja densidad (0.8 a 0.9 [g/cm <sup>3</sup> ]) y baja potencia	30	25	20
Densidad media (1.0 a 1.2 [g/cm <sup>3</sup> ]) y potencia media	35	30	25
Alta densidad (1.3 a 1.6 [g/cm <sup>3</sup> ]) y alta potencia	40	35	30

Espaciamiento (S) =  $kS * B$

- $kS = 2$  para una iniciación simultánea
- $kS = 1$  para barrenos secuenciados con mucho retardo
- $kS =$  entre 1.2 y 1.8 para barrenos secuenciados con pequeño retardo

Taco (T) =  $kT * B$

- $kT =$  entre 0.7 y 1

Sub-barrenación (J) =  $kJ * B$

- $kJ =$  entre 0.2 y 0.4

<sup>7</sup> ALTAMIRANO ÁLVAREZ Carlos (Presentación en PowerPoint) "UNIDAD 5: CARGA" Apuntes de clase: Temas selectos de minería / 2012.

Así, con un diámetro de 3[in], una roca blanda, un explosivo de baja densidad y una voladura con retardo, se tiene:

- *Para el Bordo (B);*  $kB = 30$  (Tabla 4.5 en la página 32)

$$B[ft] = \frac{30(3[in])}{12[in/ft]} = 7.5 [ft]$$

$$B = 7.5 [ft]$$

$$B = 2.286 [m]$$

- *Para el Espaciamiento (S);*  $kS = 1.2$

$$S = 1.2 * B = 1.2 (2.286 [m])$$

$$S = 2.7432 [m]$$

- *Para el Taco (T);*  $kT = 0.7$

$$T = 0.7 * B = 0.7 (2.286 [m]) =$$

$$T = 1.6 [m]$$

- *Para la Sub-barrenación (J);*  $kJ = 0.4$

$$J = 0.4 * B = 0.4 (2.286 [m])$$

$$J = 0.9144 [m]$$

### Fórmula de *KONYA*

Para el “Bordo”

$$B[ft] = \emptyset[in] \left( \frac{2\rho_e}{\rho_r} + 1.5 \right)$$

Donde:

B = Bordo [ft]

$\emptyset$  = Diámetro de barrenación [in]

$\rho_e$  = Densidad del explosivo [g / cm<sup>3</sup>]

$\rho_r$  = Densidad de la roca [g / cm<sup>3</sup>]

Para el Espaciamiento:

- Para barrenos de una fila instantáneos y dependiendo de una relación entre altura y bordo, a continuación explicada, se tendrá un espaciamiento (S) de:

- $H < 4B$ ;                       $S = \frac{H+2B}{3}$

- $H \geq 4B$ ;                       $S = 2B$

- Para barrenos de una fila secuenciados y dependiendo de una relación entre altura y bordo, a continuación explicada, se tendrá un espaciamiento (S) de:

- $H < 4B$ ;                       $S = \frac{H+7B}{8}$

- $H \geq 4B$ ;                       $S = 1.4 B$

La altura (**H**) del banco será de  $8 [m]$ , considerando las capacidades del equipo de excavación con que cuenta la mina y siguiendo una relación de rigidez ( $H/B = 4$ ), la cual mediante pruebas de campo se ha comprobado que facilita la fragmentación, y elimina la sobre-excavación (Tabla 4.3 en la página 30).

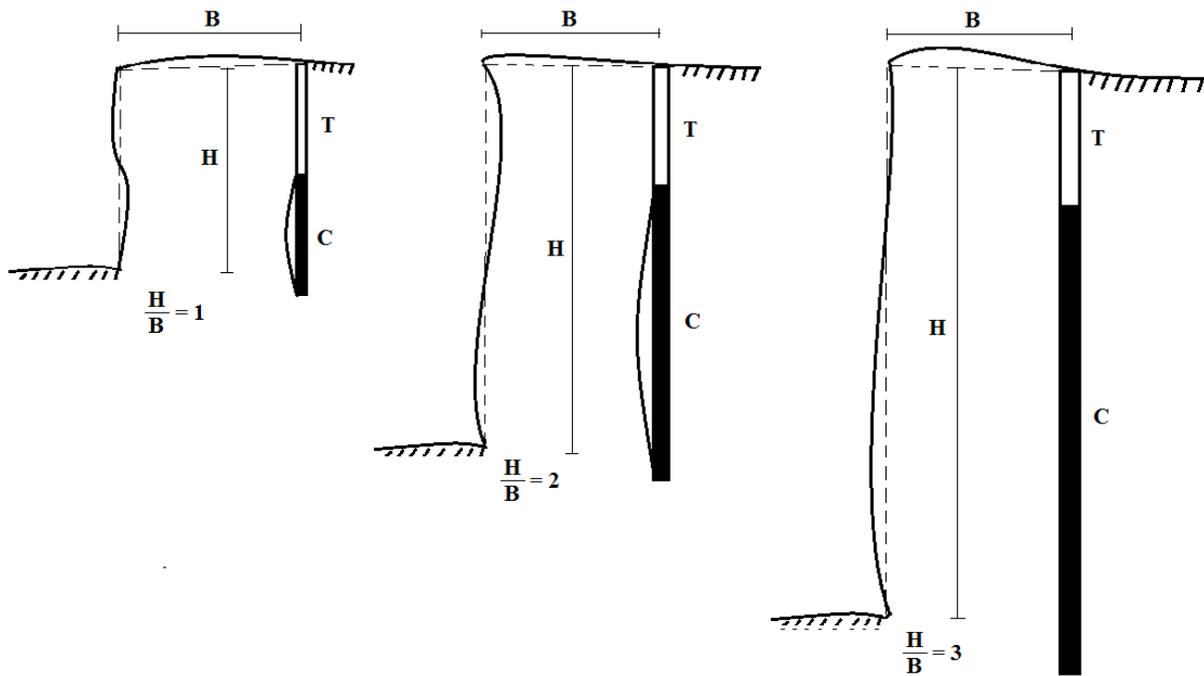


Figura 4.12: Relación de rigidez  $H/B$ <sup>8</sup>, ilustrada hasta una relación igual a tres.

<sup>8</sup> LÓPEZ JIMENO, Emilio. y LÓPEZ JIMENO, Carlos. *ARI-DOS. Manual de prospección, explotación y aplicaciones*. Madrid: LOEMCO, 2003. Capítulo 7. “Diseño de voladuras”

Así, ocupando la fórmula de Konya, con un diámetro de barrenación de 3[in], una altura de banco (H) de 8 [m], una densidad de explosivo ( $\rho_e$ ) de 0.6 [g / cm<sup>3</sup>] y una densidad de roca ( $\rho_r$ ) de 2.67 [g / cm<sup>3</sup>], tenemos que:

$$B[ft] = 3[in] \left( \frac{2(0.6)[g/cm^3]}{2.67 [g/cm^3]} + 1.5 \right)$$

$$B = 5.84 [ft]$$

- **B = 1.78 [m]**

Con una voladura de barrenos secuenciados y sabiendo que  $H \geq 4B$  (8[m]  $\geq$  7.12 [m]), tenemos que:

$$S = 1.4 B$$

$$S = 1.4 (1.78 [m])$$

- **S = 2.5 [m]**

**\*Nota:** Para la determinación del taco (T) y de la sub-barrenación (J) se siguen las mismas fórmulas que ASH.

$$T = 0.7 * B = 0.7 (1.78 [m])$$

- **T = 1.246 [m]**

$$J = 0.4 * B = 0.4 (1.78 [m])$$

- **J = 0.712 [m]**

La longitud de barrenación ( $L$ ) no debe confundirse con la altura del banco ( $H$ ).

El taco debe estar conformado por granzón el cual es un término para referirse a un tamaño de partícula específico, recomendado para el relleno del “taco” en voladuras.

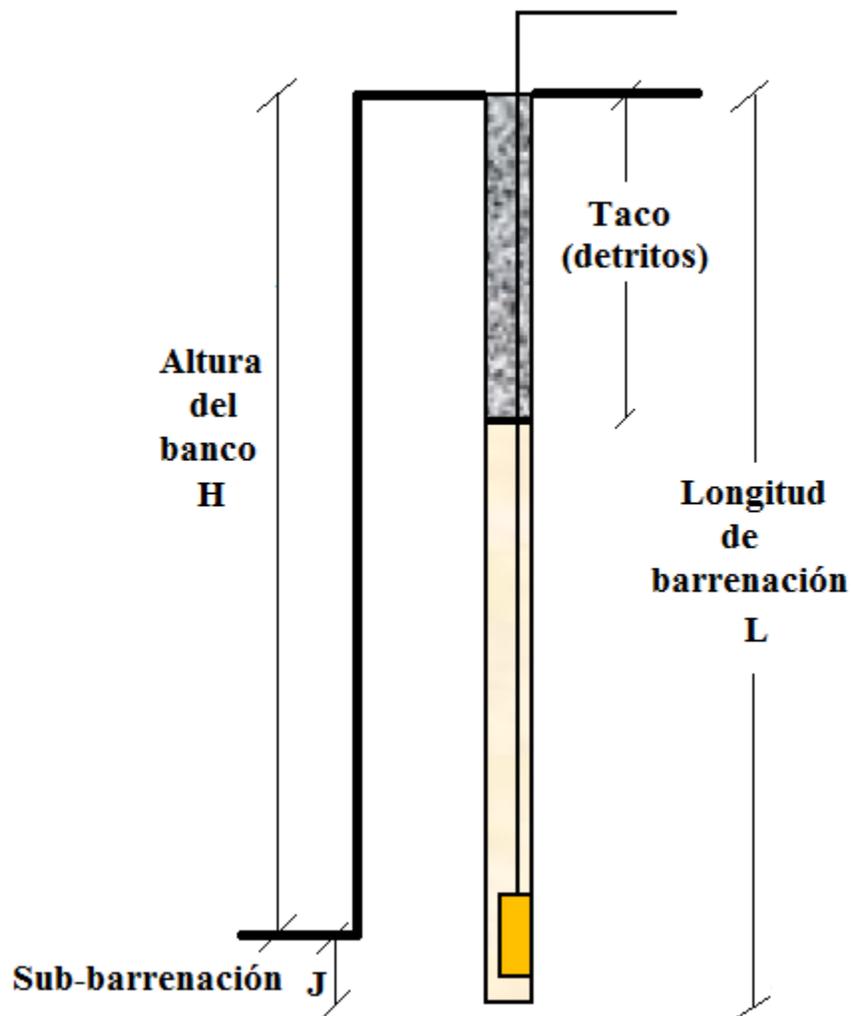


Figura 4.13: Parámetros de barrenación.

Ahora se determinará el “Factor de Carga (FC)” para cada uno de los ejemplos. El factor de carga se define como: “*la cantidad de explosivo que se requiere para obtener una tonelada de material*”.

$$FC = \frac{\text{kilogramos de explosivo [kg]}}{\text{tonelaje [ton]}}$$

El “*tonelaje*” se define como:

$$\text{Tonelaje} = (B) (S) (H) (\rho_r)$$

Donde:

B = bordo [m]

S = espaciamiento [m]

H = altura del banco [m]

$\rho_r$  = densidad de la roca (mineral) [ton/m<sup>3</sup>]

### **Determinación de los *kilogramos de explosivo***

Los kilogramos de explosivo consisten en la cantidad de explosivo que ocupe el volumen de la columna (volumen del barrenado ocupado por el ANFO y el alto explosivo).

$$\text{Columna} = L - T$$

Donde:

L = longitud de barrenación [m]

T = Taco [m]

La longitud de barrenación (L) se determinará de la siguiente forma:

$$L = \frac{H}{\cos \beta} + J$$

Donde:

L = Longitud de barrenación [m]

H = Altura del banco [m]

J = Sub-barrenación [m]

$\beta$  = Ángulo de inclinación del barreno [grados]

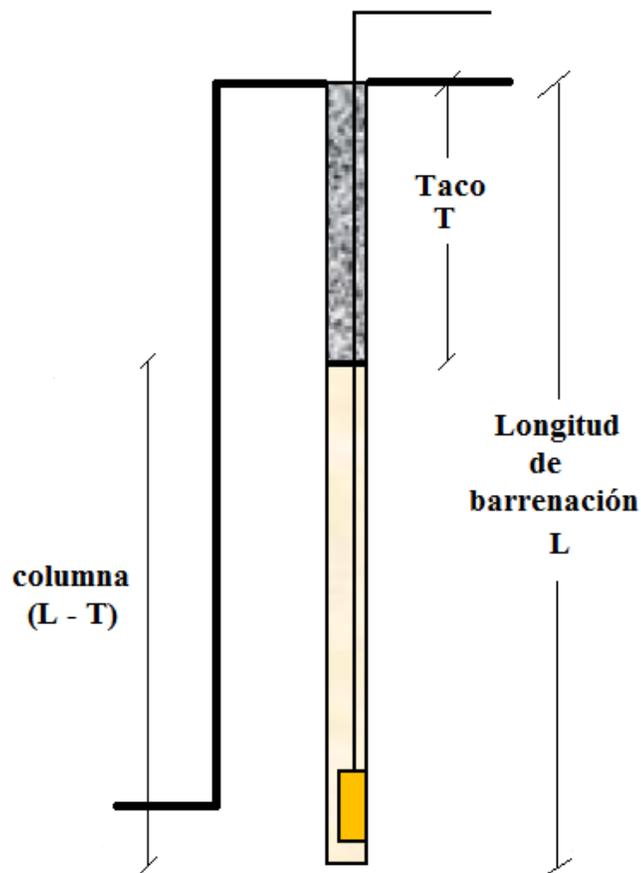


Figura 4.14: Parámetros de voladura

La dirección de barrenación será vertical ( $\beta = 0$ ) hasta llegar a las dos últimas líneas donde se dará la inclinación para el talud final con un ángulo  $45^\circ$ , para obtener las siguientes ventajas:

- Taludes más sanos y seguros en los nuevos bancos.
- Mayor rendimiento de la excavadora.
- Mejor aprovechamiento de la energía del explosivo y **disminución del nivel de vibraciones producido.**

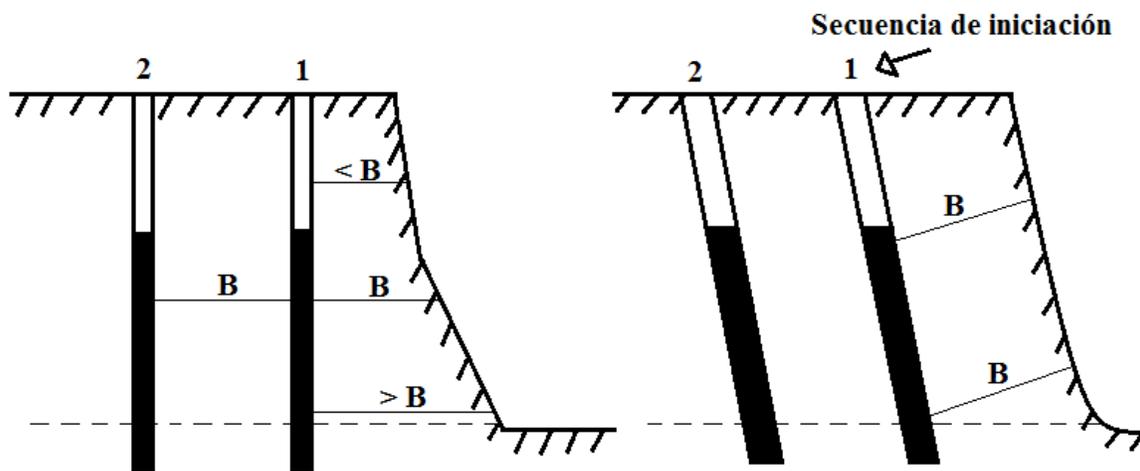
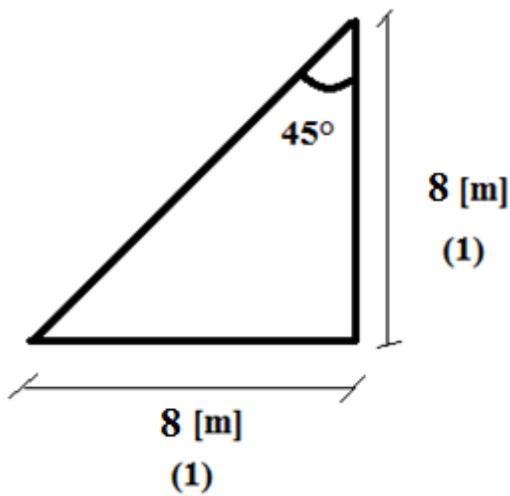


Figura 4.15: Inclinación de barrenación



Para cumplir con la norma NTEA-002-SMA-DS-2009 del Estado de México, el ángulo de inclinación del talud final será mínimo de  $45^\circ$  (ángulo de reposo del material), esto por cuestiones de seguridad, ya que se podrían presentar deslaves durante y fuera de la operación.

### Cálculo del volumen de columna

$$\text{Volumen de columna} = \pi * r^2 * h$$

Donde:

r = radio del barreno [m]

h = altura d columna [m] (va a variar, dependiendo de la longitud de barrenación, teniendo un taco fijo)

### Cálculo de la masa del explosivo por barreno

$$\text{Masa del explosivo [kg]} = (\text{densidad del ANFO [kg / m}^3]) (\text{volumen de columna [m}^3])$$

A la masa de explosivo (ANFO), se le añadirá 0.5 [kg] de “alto explosivo”, para la determinación del “Factor de Carga”, por barreno.

A continuación se muestra un resumen para la determinación del factor de carga con los parámetros de ASH y KONYA, en las tablas se muestran los valores de la columna, longitud de carga y cantidad de explosivo por barreno de acuerdo a su inclinación.

*Se seleccionarán los parámetros más apropiados de acuerdo con las características de la roca, la longitud del cuerpo mineral “Molino 2” que es de 43 [m], la relación de rigidez (H/B), la relación (S/B), el factor de carga y a otros parámetros de referencia en cuanto a estabilidad, producción, seguridad y vibraciones por efecto de la voladura.*

Tabla 4.6: Parámetros de voladura con fórmulas de ASH.

ASH	h [m]= 8	B [m] = 2.286	T [m] = 1.6002	Densidad ANFO = 600 [kg/m3]								
$\phi = 3$ [in]	Radio[m]= 0.0381	S[m] = 2.7432	J [m] = 0.6858	H = longitud de barrenación								
	Banco 1			Banco 2			Banco 3			Banco 4		
Líneas	1 al 14	15	16	1 al 10	11	12	1 al 6	7	8	1 y 2	3	4
Altura (h) [m]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$\beta$ [grados]	0	45	45	0	45	45	0	45	45	0	45	45
H [m]	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00
Columna [m]	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40
Vol.Columna[m3]	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.0201
ANFO [kg]	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0
AE [kg]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Explosivo [kg]	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5
FC [kg/TON]	0.15	0.03	0.09	0.15	0.03	0.09	0.15	0.03	0.09	0.15	0.03	0.09

Con una longitud de banco de 43 [m] y un **bordo de 2.286 [m]** se necesitan 18 líneas de barrenación, para cubrir la superficie de “Molino 2”. Por cuestiones de irregularidad se realizarán **17 líneas de barrenación (Figura 4.17 en la página 46)**.

**Tonelaje = 133.9476 [ton/barreno]**

**Parámetros de comparación:**

Referencias	ASH
S/B = 1.15	1.20
Relación de rigidez (h/B) = 4	3.50
FC [kg/TON] = 0.19	0.03 - 0.15

Tabla 4.7: Parámetros de voladura con fórmulas de KONYA.

KONYA	h [m]= 8	B [m]= 1.78	T [m]= 1.246	Densidad ANFO = 600 [kg/m3]								
$\phi = 3$ [in]	Radio[m]= 0.0381	S[m]= 2.492	J [m]= 0.534	H = longitud de barrenación								
	Banco 1			Banco 2			Banco 3			Banco4		
Líneas	1 al 14	15	16	1 al 10	11	12	1 al 6	7	8	1 y 2	3	4
Altura (h) [m]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$\beta$ [grados]	0	45	45	0	45	45	0	45	45	0	45	45
H [m]	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00
Columna [m]	7.51	1.85	4.75	7.51	1.85	4.75	7.51	1.85	4.75	7.51	1.85	4.75
Vol.Columna[m3]	0.0342	0.0085	0.0217	0.0342	0.0085	0.0217	0.0342	0.0085	0.0217	0.0342	0.0085	0.0217
ANFO [kg]	20.5	5.1	13.0	20.5	5.1	13.0	20.5	5.1	13.0	20.5	5.1	13.0
AE [kg]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Explosivo [kg]	21.0	5.6	13.5	21.0	5.6	13.5	21.0	5.6	13.5	21.0	5.6	13.5
FC [kg/TON]	0.22	0.06	0.14	0.22	0.06	0.14	0.22	0.06	0.14	0.22	0.06	0.14

Con una longitud de banco de 43 [m] y un **bordo de 1.78 [m]** se necesitan **24 líneas de barrenación**, para cubrir la superficie de “Molino 2”

**Tonelaje = 94.7478 [ton/barreno]**

**Parámetros de comparación:**

REFERENCIAS	ASH	KONYA
S/B = 1.15	1.20	1.4
Relación de rigidez (h/B)= 4	3.50	4.49
FC [kg/TON] = 0.19	0.03 - 0.15	0.06 - 0.23

Tabla 4.8: Parámetros de voladura “propuestos” con fórmulas de ASH.\*

PROPUESTA*	h [m]=	8	B [m]=	2.286	T [m]=	1.6002	Densidad ANFO =		600 [kg/m3]			
$\phi = 3$ [in]	Radio [m]=	0.0381	S [m]=	2.63	J [m]=	0.6858	H = longitud de barrenación					
	Banco 1			Banco 2			Banco 3			Banco4		
Líneas	1 al 14	15	16	1 al 10	11	12	1 al 6	7	8	1 y 2	3	4
Altura (h) [m]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
$\beta$ [grados]	0	45	45	0	45	45	0	45	45	0	45	45
H [m]	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00	8.76	3.10	6.00
Columna [m]	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40	7.16	1.50	4.40
Vol. Columna [m3]	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.0201	0.0326	0.0068	0.020
ANFO [kg]	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0	19.6	4.1	12.0
AE [kg]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Explosivo [kg]	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5	20.1	4.6	12.5
FC [kg/TON]	0.16	0.04	0.10	0.16	0.04	0.10	0.16	0.04	0.10	0.16	0.04	0.10

\*Estos parámetros son basados en la determinación del “bordo” con las fórmulas de ASH, pero con una relación S/B = 1.15

Con una longitud de banco de 43 [m] y un **bordo de 2.286 [m]** se necesitan 18 líneas de barrenación, para cubrir la superficie de “Molino 2”. Por cuestiones de irregularidad se realizarán **17 líneas de barrenación (Figura 4.17 en la página 46).**

**Tonelaje = 133.9476 [ton/barreno]**

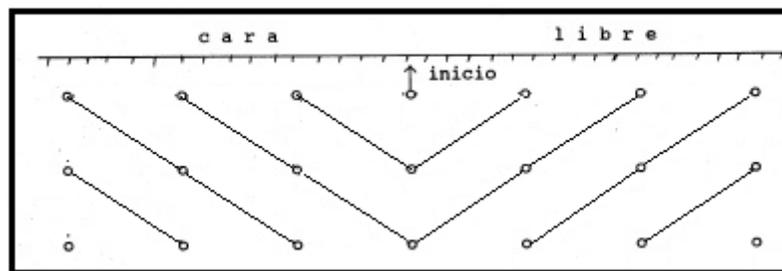
**Parámetros de comparación:**

Referencias	ASH	KONYA	PROPUESTO
S/B = 1.15	1.20	1.40	1.15
Relación de rigidez (h/B) = 4	3.50	4.49	3.50
FC [kg/TON] = 0.19	0.03 - 0.15	0.06 - 0.23	0.04 - 0.16

Los parámetros de voladura propuestos (Tabla 4.8) fueron seleccionados primordialmente porque la relación bordo-espaciamiento (S/B) de 1.15 (PROPUESTO) corresponde a la mejor distribución de energía, esta decisión se tomó basándose en la Tabla 4.4 (en la página 31), además de que con el cambio en la relación S/B se alcanza un factor de carga de 160 [g/ton] que resulta ser mejor de acuerdo al factor de carga recomendado para el tipo de roca, que es de 190 [g/ton].

KONYA queda descartado pues la distribución de energía con sus cálculos sólo tiene el 95%, el factor de carga alcanza los 230 [g/ton], saliéndose de las referencias para el tipo de roca que se tiene y al dar un bordo de 1.78 [m] se requerirían 24 líneas de barrenación, esto representa mayor tiempo para barrenar la plantilla, un mayor requerimiento de material explosivo y un mayor costo de la voladura pues se tendrían que barrenar más metros lineales.

La plantilla de barrenación propuesta es una “tresbolillo en v” (45Figura 4.16), adecuada al caer en una relación “S/B” de entre 1:1 y 1:3, además de tener un desplazamiento menor de la roca, a comparación de un plantilla “en línea” y dejar perímetros de excavación más estables, esto es porque la planta de trituración se encuentra muy cerca de la zona de voladura y el banco inicial tiene un altura aproximada de 30 [m], además de una grieta.



**Figura 4.16: Plantilla de barrenación “tresbolillo en V”**

Para la realización de la plantilla, en la siguiente figura se muestra la dirección de la inclinación y el total de líneas de barrenación que se requerirán para el cuerpo “Molino 2”.

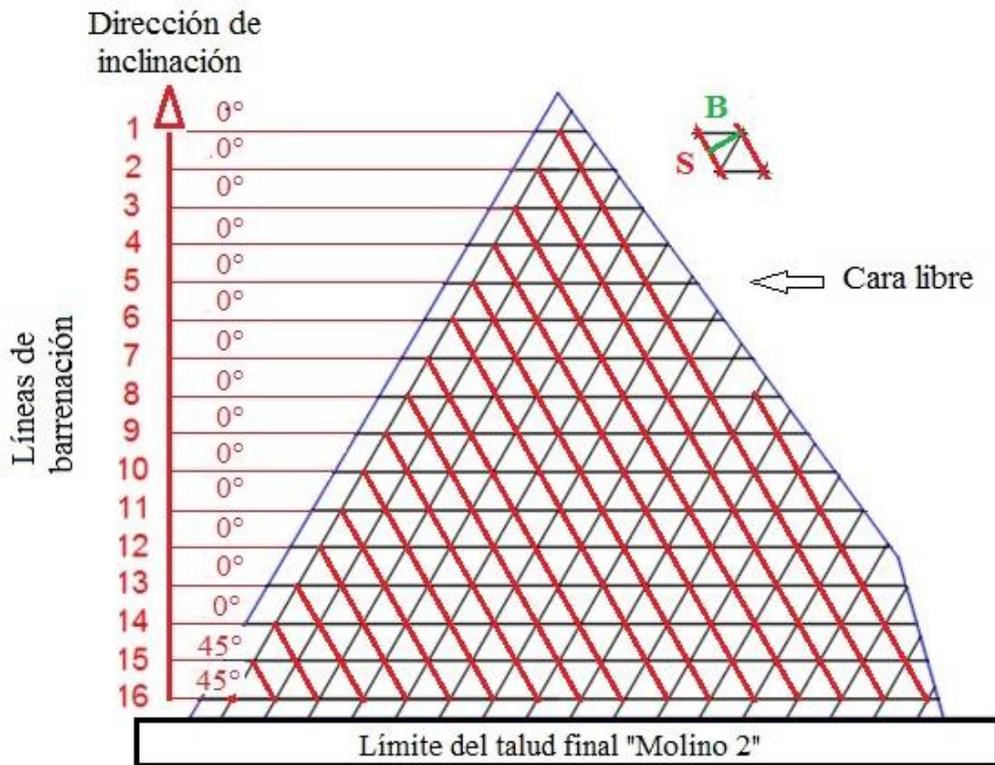


Figura 4.17: Líneas de barrenación para “Molino 2”, vista de planta.

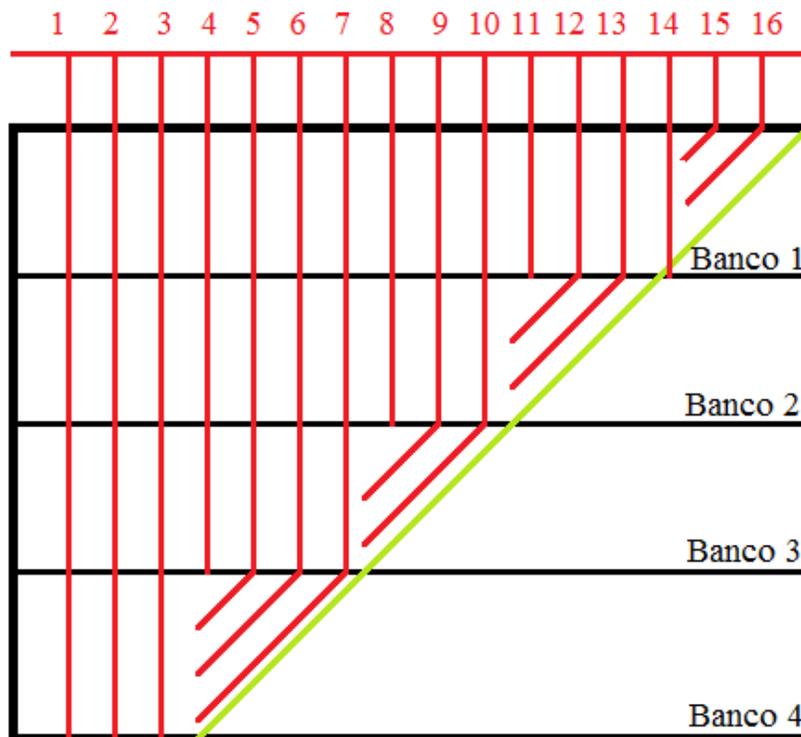


Figura 4.18: Vista de perfil de las líneas de barrenación

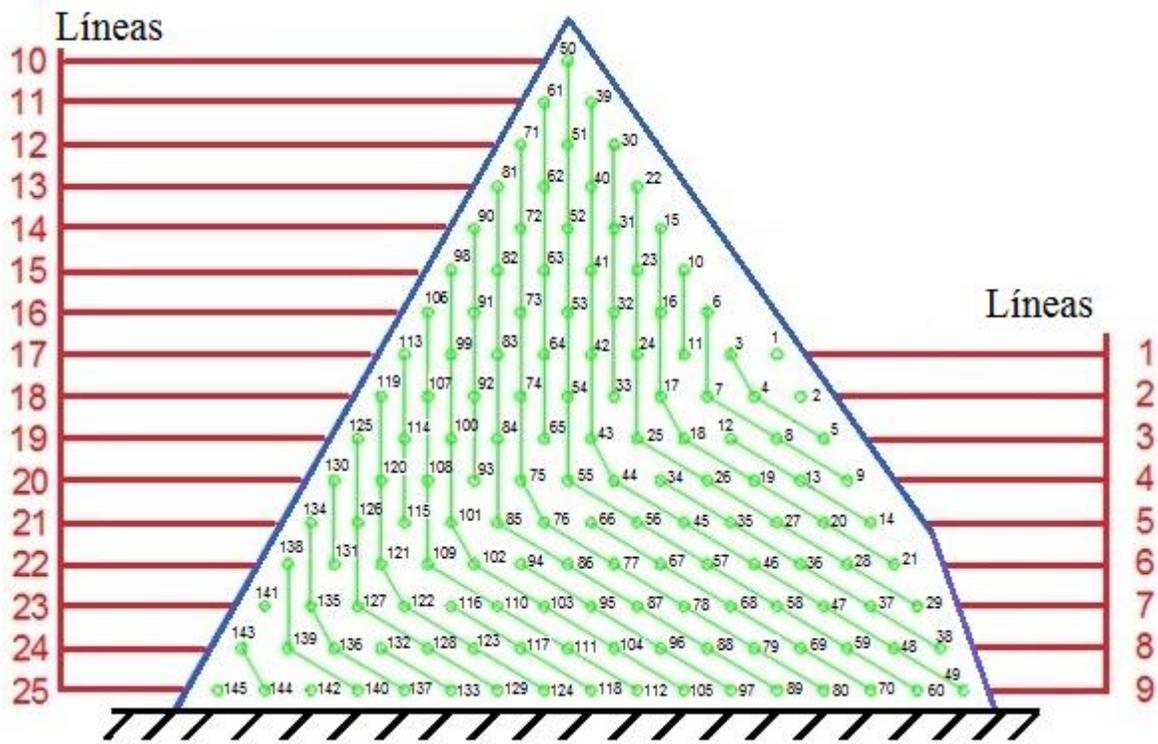


Figura 4.19: Líneas de secuencia de iniciación, vista de planta.

Las líneas de secuencia de iniciación deben ser programadas cuidando que no existan barrenos que detonen al mismo tiempo pues de presentarse, se tendría una mayor índice de vibraciones.. A continuación se da lugar al cálculo de los retardos de iniciación.

**Cálculo de los retardos de iniciación** (*fuentes propia*)

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>1</b>	1	500
	2	517
<b>3</b>	3	525
	4	542
	5	559
<b>4</b>	6	550
	7	567
	8	584
	9	601
<b>5</b>	10	575
	11	592
	12	609
	13	626
	14	643
<b>6</b>	15	600
	16	617
	17	634
	18	651
	19	668
	20	685
	21	702

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>7</b>	22	625
	23	642
	24	659
	25	676
	26	693
	27	710
	28	727
	29	744
	<b>8</b>	30
31		667
32		684
33		701
34		718
35		735
36		752
37		769
38		786

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>9</b>	39	675
	40	692
	41	709
	42	726
	43	743
	44	760
	45	777
	46	794
	47	811
	48	828
	49	845
<b>10</b>	50	734
	51	751
	52	768
	53	785
	54	802
	55	819
	56	836
	57	853
	58	870
	59	887
	60	904

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>11</b>	61	793
	62	810
	63	827
	64	844
	65	861
	66	878
	67	895
	68	912
	69	929
	70	946
	<b>12</b>	71
72		869
73		886
74		903
75		920
76		937
77		954
78		971
79		988
80		1005

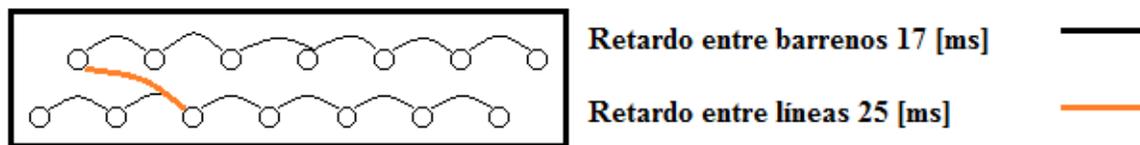
Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>13</b>	81	911
	82	928
	83	945
	84	962
	85	979
	86	996
	87	1013
	88	1030
	89	1047
<b>14</b>	90	970
	91	987
	92	1004
	93	1021
	94	1038
	95	1055
	96	1072
	97	1089

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>15</b>	98	995
	99	1012
	100	1029
	101	1046
	102	1063
	103	1080
	104	1097
	105	1114
<b>16</b>	106	1054
	107	1071
	108	1088
	109	1105
	110	1122
	111	1139
	112	1156
<b>17</b>	113	1113
	114	1130
	115	1147
	116	1164
	117	1181
	118	1198

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>18</b>	119	1172
	120	1189
	121	1206
	122	1223
	123	1240
	124	1257
<b>19</b>	125	1231
	126	1248
	127	1265
	128	1282
	129	1299
<b>20</b>	130	1290
	131	1307
	132	1324
	133	1341

Línea	Barreno	Retardo [ms]
<b>21</b>	134	1349
	135	1366
	136	1383
	137	1400
<b>22</b>	138	1425
	139	1442
	140	1459
<b>23</b>	141	1484
	142	1501
<b>24</b>	143	1526
	144	1543
<b>25</b>	145	1568

Sólo serán requeridas cuatro voladuras, una por banco. La voladura del primer banco constará de 145 barrenos y tendrá una duración de 1.568 segundos, un segundo y medio aproximadamente. Para el diseño de los “retardos de iniciación” de los tres bancos restantes debe existir un retardo de 17 [ms] (diecisiete milisegundos) entre barrenos y un retardo de 25 [ms] (veinticinco milisegundos) entre líneas (Figura 4.20), teniendo cuidado que no existan barrenos que detonen al mismo tiempo o con un intervalo menor a 8 [ms] (ocho milisegundos), la existencia de barrenos detonados al mismo tiempo traen consigo un mayor índice de vibraciones.



**Figura 4.20: Retardo entre líneas y entre barrenos**

Antes de realizar la voladura, se deberán colocar los dispositivos para la medición de las vibraciones, haciendo una triangulación. Esto para demostrar que se están trabajando dentro de los límites de seguridad.

En caso de sobrepasar el límite de vibraciones se recomienda hacer uso de la técnica “Decking” la cual consta de tacos intermedios, esto requerirá de dos cargas.

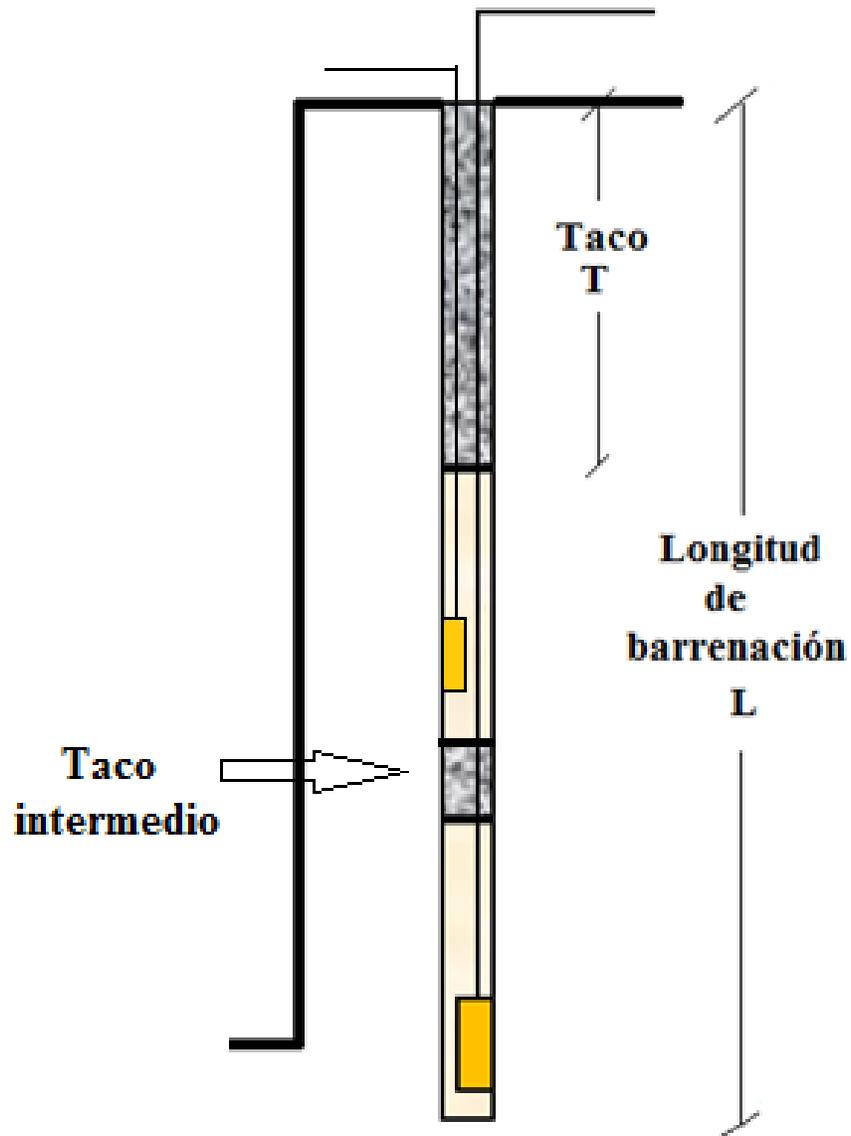


Figura 4.21: Técnica “Decking”

En la “Técnica Decking”<sup>9</sup>, con cargas seccionadas y retardadas entre sí, cada barreno sale de forma secuencial en superficie.

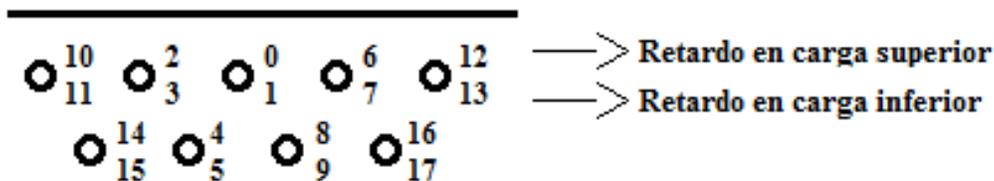


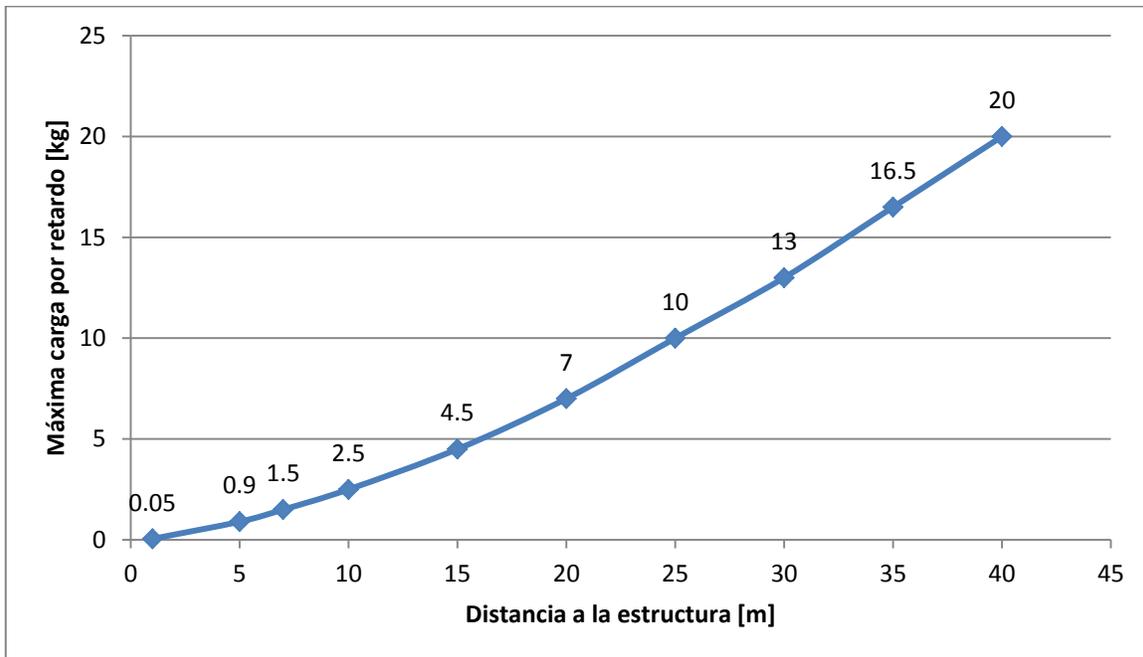
Figura 4.22: Ejemplo de colocación de retardos en la técnica Decking

Como referencia para limitar los efectos de la vibración y evitar la proyección en disparos junto a propiedades se sugieren las siguientes distancias por máxima carga explosiva por retardo<sup>9</sup>:

Tabla 4.9: Distancias por máxima carga explosiva por retardo

Distancia a la estructura [m]	Máxima carga por retardo [kg]
1	0.05
5	0.9
7	1.5
10	2.5
15	4.5
20	7.0
25	10.0
30	13.0

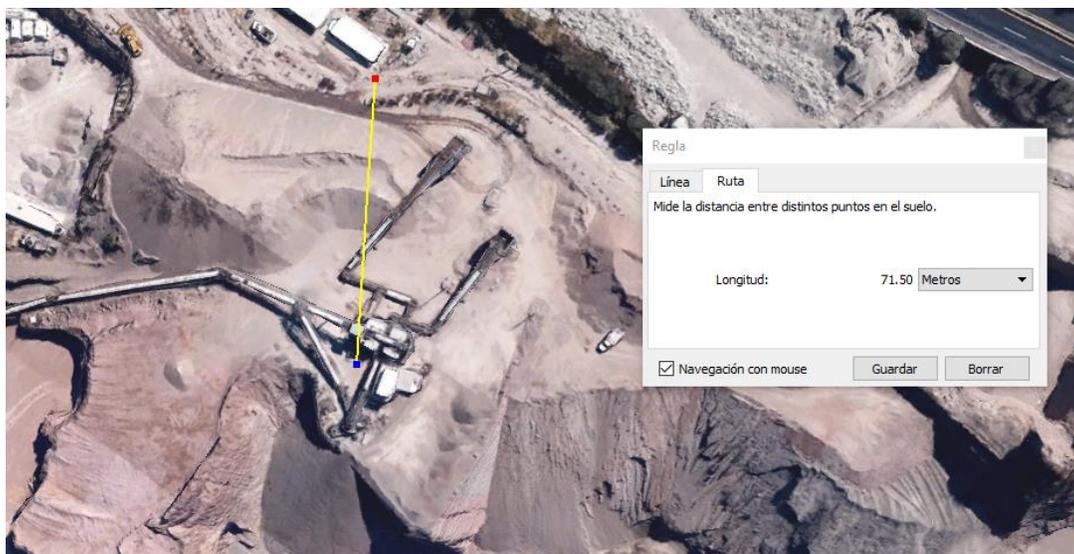
<sup>9</sup> EXSA, “Manual práctico de voladura” capítulo 16.



**Figura 4.23:** Gráfica entre la “Distancia a la estructura” y la “Máxima carga por retardo”

La máxima carga por retardo que se tiene en la plantilla de barrenación diseñada es de 20.1 [kg/ retardo], por lo que la distancia para limitar los efecto de vibración es de 40 [m].

La distancia más cercana a las instalaciones es de 70 metros. La gráfica está basada en una plantilla de 70 barrenos, por lo que el primer banco se deberá hacer en dos disparos.



**Figura 4.24:** Distancia entre las instalaciones más cercanas y la voladura. Google Earth

### 4.3 Determinación de la capacidad de rezagado y acarreo

Un ciclo de rezagado está compuesto por las siguientes etapas:

- Carga del cucharón
- Traslado con cucharón cargado
- Vaciado del cucharón
- Regreso a material a cargar con cucharón vacío

Este ciclo se verá afectado por varios factores tales como:

- Las condiciones del material (seco o con un grado de humedad)
- La habilidad del operador
- El tipo de máquina
- El tamaño para la aplicación deseada

El factor de “habilidad del operador” es un aspecto clave, ya que con una capacitación apropiada se puede lograr un gran aprovechamiento del equipo y reducción en el tiempo de cada ciclo que se traducen en ganancias para la empresa.

A diferencia de la planta de beneficio que trabajará un tiempo efectivo de 10 horas, los equipos de producción (excavadora, tractor, cargador frontal y camiones) sólo contará con **7 horas efectivas**, esto es un 60% de las 12 horas que conforman un turno y medio.

**Para Molino 2, con excavadora y camión**

Una vez conocidos los parámetros que se deben tomar en cuenta, se procede a determinar los factores de operación de la excavadora (Figura 4.25) con la siguiente metodología:

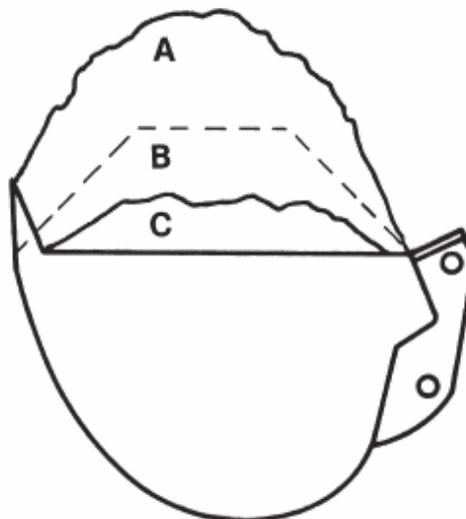
*1. Determinar el tipo de material y factor de llenado del cucharón.*

Ver tabla de factores de llenado por tipo de materiales. Para este caso se considera como material “arena y grava”, la cual corresponde a un factor de llenado de 95-110 %.

**Tabla 4.10: Tabla de factores de llenado por tipo de material**

$$\text{Average Bucket Payload} = (\text{Heaped Bucket Capacity}) \times (\text{Bucket Fill Factor})$$

Material	Fill Factor Range (Percent of heaped bucket capacity)
Moist Loam or Sandy Clay	A — 100-110%
Sand and Gravel	B — 95-110%
Hard, Tough Clay	C — 80-90%
Rock — Well Blasted	60-75%
Rock — Poorly Blasted	40-50%



10

<sup>10</sup> Manual de rendimiento Caterpillar, edición 39

## 2. Determinar el tiempo del ciclo

Para este caso se cuenta con una 330 D en roca dura, por lo que se tiene un tiempo de 0.33 [min].

**Tabla 4.11: Tiempo de ciclo estimado**

CYCLE TIME ESTIMATING CHART														
CYCLE TIME	MACHINE SIZE CLASS													CYCLE TIME
	307C 308D CR 308D CR SB	311D	M312 M313C M313D 312D	M315C M316C M316D 315D L	M318C 319D L 319D LN	M322C M322D 320D 320D RR 321D CR 323D	324D	328D LCR	329D	336D	345D	365C	385C	
10 SEC.								N/A						0.17 min.
15								N/A						0.25 min.
20 SEC.								N/A	■					0.33 min.
25														0.42 min.
30 SEC.														0.50 min.
35														0.58 min.
40 SEC.														0.67 min.
45														0.75 min.
50 SEC.														0.83 min.
55														0.92 min.
60 SEC.														1.0 min.

N/A = Not Applicable

10

## 3. Calcular los ciclos efectivos por hora

Se dividen 60 min entre el tiempo del ciclo y se ajusta con factores de disponibilidad del equipo, habilidad del operador y eficiencia operacional:

$$\text{Tiempo del ciclo} = 0.33 \text{ [min]}$$

$$\frac{60 \text{ min}}{0.33 \text{ min/ciclo}} = 182 \text{ ciclos}$$

$$\text{Habilidad del operador} = 0.9 \text{ (90\%)}$$

$$\text{Disponibilidad del equipo} = 0.75 \text{ (75\%)}$$

$$\text{Eficiencia operacional} = 0.83 \text{ (83\%)}$$

$$\text{Ciclos efectivos por hora} = (182 \text{ ciclos}) (0.9)(0.75)(0.83)$$

$$\text{Ciclos efectivos por hora} = 101 \text{ ciclos}$$

4. Calcular la producción máxima de acuerdo al equipo en operación

Con un cucharón de  $2.1 \text{ [m}^3\text{]}$ , se tiene que:

$$(2.1 \text{ [m}^3\text{/ciclo)}) (101 \text{ [ciclos/hora]}) = 212.1 \text{ [m}^3\text{/ hora]}$$

Considerando una densidad de material de  $2.67 \text{ ton/m}^3$  y un factor de llenado del cucharón del 95 %

$$(2.67 \text{ [ton/m}^3\text{)}) (212.1 \text{ [m}^3\text{/hora]}) (0.95) = 538 \text{ [ton/ hora]}$$

El equipo de carga necesitará de 8 horas con 27 minutos para las 4539 toneladas por cada turno de 12 horas, pero sólo se contará con un tiempo de **7 horas efectivas**, por lo que la *producción máxima* de la excavadora será de:

$$(538 \text{ [ton / hora]}) (7 \text{ horas/ turno}) = 3,766 \text{ [ton/turno]}$$



**Figura 4.25: Excavadora 330D de Caterpillar. Fotografía tomada en septiembre 2016**

**\*Nota:** Se recomienda un adecuado mantenimiento al equipo de carga para subir el índice de disponibilidad del equipo a un 95%, con el cual se alcanzaría, en un turno de 7 horas efectivas, una capacidad de producción de 4810 [ton / día] de las 4,539 [ton/día] que se requieren.

**Acarreo para Molino 2, primer banco**

Capacidad = 15.3 [m<sup>3</sup>]

Distancia = 450 [m]

Velocidad máxima cargado = 20 [km/h]

Velocidad máxima vacío = 30 [km/h]

Tiempo de acomodado = 30 [seg]

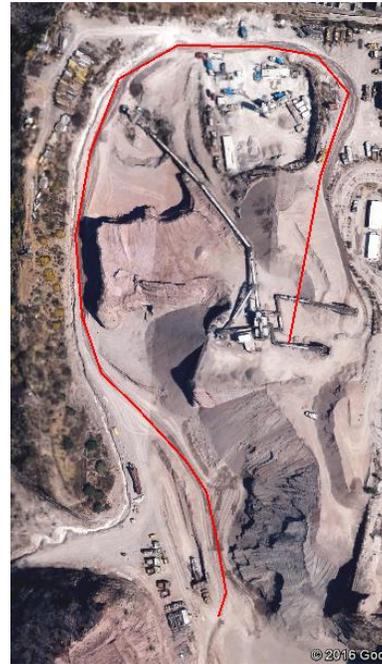
Tiempo de carga = 145 [seg]

Tiempo de tránsito cargado = 81 [seg]

Tiempo de descarga = 45 [seg]

Tiempo de tránsito vacío = 54 [seg]

Tiempo total del ciclo = 355 [seg]



**Figura 4.26: Ruta de acarreo para Molino 2 en el primer banco**

$$Producción/h = \frac{(capacidad\ del\ camión)(densidad)(factor\ de\ operación)(3600)}{tiempo\ del\ ciclo}$$

$$Producción/h = \frac{(15.3 [m^3]) (2.67 [ton/m^3]) (0.85) (3600 [seg/hr])}{355 [seg]}$$

$$Producción = 352.12 [ton/hora] \text{ por unidad}$$

**Producción por unidad por turno de 7 horas efectivas = 2,464.84 [ton/turno]**

Por lo que 2 camiones, capaces de mover en conjunto 4,929.68 [ton/turno], son suficientes para el acarreo de las 3,766 [ton/turno] que producirá la excavadora. El primer banco será extraído en 5 días hábiles de extracción, luego de este periodo se tendrá una nueva ruta de acarreo para los bancos restantes explicada a continuación.

**Acarreo para Molino 2, segundo, tercer y cuarto banco**

Capacidad = 15.3 [m<sup>3</sup>]

Distancia = 190 [m]

Velocidad máxima cargado = 20 [km/h]

Velocidad máxima vacío = 30 [km/h]

Tiempo de acomodado = 30 [seg]

Tiempo de carga = 145 [seg]

Tiempo de tránsito cargado = 35 [seg]

Tiempo de descarga = 45 [seg]

Tiempo de tránsito vacío = 23 [seg]

Tiempo total del ciclo = 278 [seg]



**Figura 4.27: Ruta de acarreo para Molino 2 en los bancos 2, 3 y 4**

$$Producción/h = \frac{(capacidad\ del\ camión)(densidad)(factor\ de\ operación)(3600)}{tiempo\ del\ ciclo}$$

$$Producción/h = \frac{(15.3 [m^3]) (2.67 [ton/m^3])(0.85)(3600 [seg/hr])}{278 [seg]}$$

$$Producción = 449.65 [ton/hora] por\ unidad$$

**Producción por unidad por turno de 7 horas efectivas = 3,147.55 [ton/turno]**

Por lo que 2 camiones, capaces de mover en conjunto **6,295.1 [ton/turno]**, son suficientes para el acarreo de las **3,766 [ton/turno]** que producirá la excavadora, esto es un 82.97% de las 4,539 [ton/turno] que requiere la planta. El resto del banco Molino 2 será extraído en otros 5 días hábiles de extracción.

**Para Lote 4, extracción con tractor, cargador frontal y camión**

La extracción de Lote 4 será con tractor, la mina cuenta con un DR8 de Caterpillar, a continuación, se procederá a determinar los factores de corrección durante la operación.

Los factores de corrección (Figura 4.28)<sup>11</sup> involucran la *eficiencia del operador, el tipo de material, el empuje, la eficiencia de trabajo, el tipo de hoja y la pendiente.*

**FACTORES DE CORRECCION SEGUN LAS CONDICIONES DEL TRABAJO**

	TRACTOR DE CADENAS	TRACTOR DE RUEDAS
<b>OPERADOR: —</b>		
Excelente	1,00	1,00
Bueno	0,75	0,60
Deficiente	0,60	0,50
<b>MATERIAL —</b>		
Suelto y amontonado	1,20	1,20
Difícil de cortar; congelado; —		
con cilindro de inclin. lateral	0,80	0,75
sin cilindro de inclin. lateral	0,70	—
hoja con control de cable	0,60	—
Difícil de empujar; se apelmaza (seco, no cohesivo) o material muy pegajoso.	0,80	0,80
Rocas desgarradas o de voladura	0,60-0,80	—
<b>EMPUJE POR METODO DE ZANJA CON DOS TRACTORES JUNTOS</b>	1,20	1,20
	1,15-1,25	1,15-1,25
<b>VISIBILIDAD:</b>		
Polvo, lluvia, nieve, niebla, obscuridad	0,80	0,70
<b>EFICIENCIA DEL TRABAJO: —</b>		
50 min./hr	0,83	0,83
40 min./hr	0,67	0,67
<b>HOJAS*:</b>		
Ajuste según la capacidad SAE de la hoja básica que se usa en las gráficas de los cálculos de producción.		
<b>PENDIENTES:</b> Vea gráfica sig.		

**Figura 4.28: Factores de corrección según las condiciones de trabajo.**

<sup>11</sup> “Manual de rendimiento de maquinaria pesada Caterpillar. Disponible en: <https://erods.files.wordpress.com/2010/09/49502978-manual-de-rendimiento-caterpillar-edicion-39-en-espanol.pdf>

Factores de corrección según las condiciones de trabajo para el cuerpo Lote4

- Operador: Bueno = 0.75
- Material: Difícil de empujar, seco = 0.8
- Eficiencia de trabajo = 50 [min/hr] = 83% = 0.83
- Empuje (Figura 4.29)<sup>11</sup> = 1

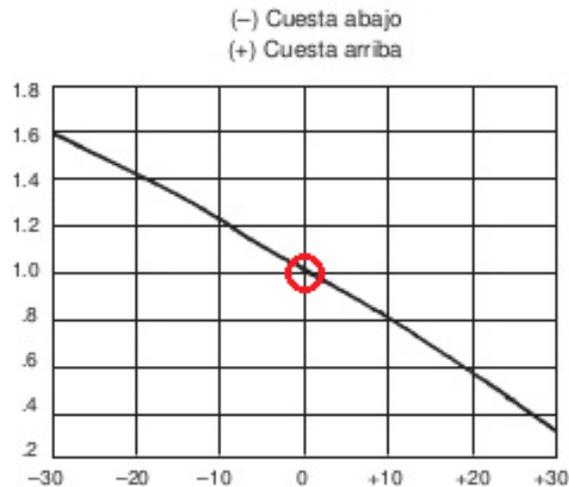


Figura 4.29: % de pendiente vs factor de empuje

Ya con los factores de corrección se procede a calcular la producción del tractor, para esto se necesitan los siguientes datos:

- Densidad del material = 2.67 [ton/m<sup>3</sup>]
- Distancia = 155 [m]
- Pendiente (horizontal) = 1
- Material difícil de empujar = 0.8
- Operador = 0.75
- Eficiencia = 0.83

La producción se determinará tomando en cuenta el tipo de hoja con el uso de graficas del manual de rendimiento de Caterpillar (Figura 4.30)<sup>11</sup>.

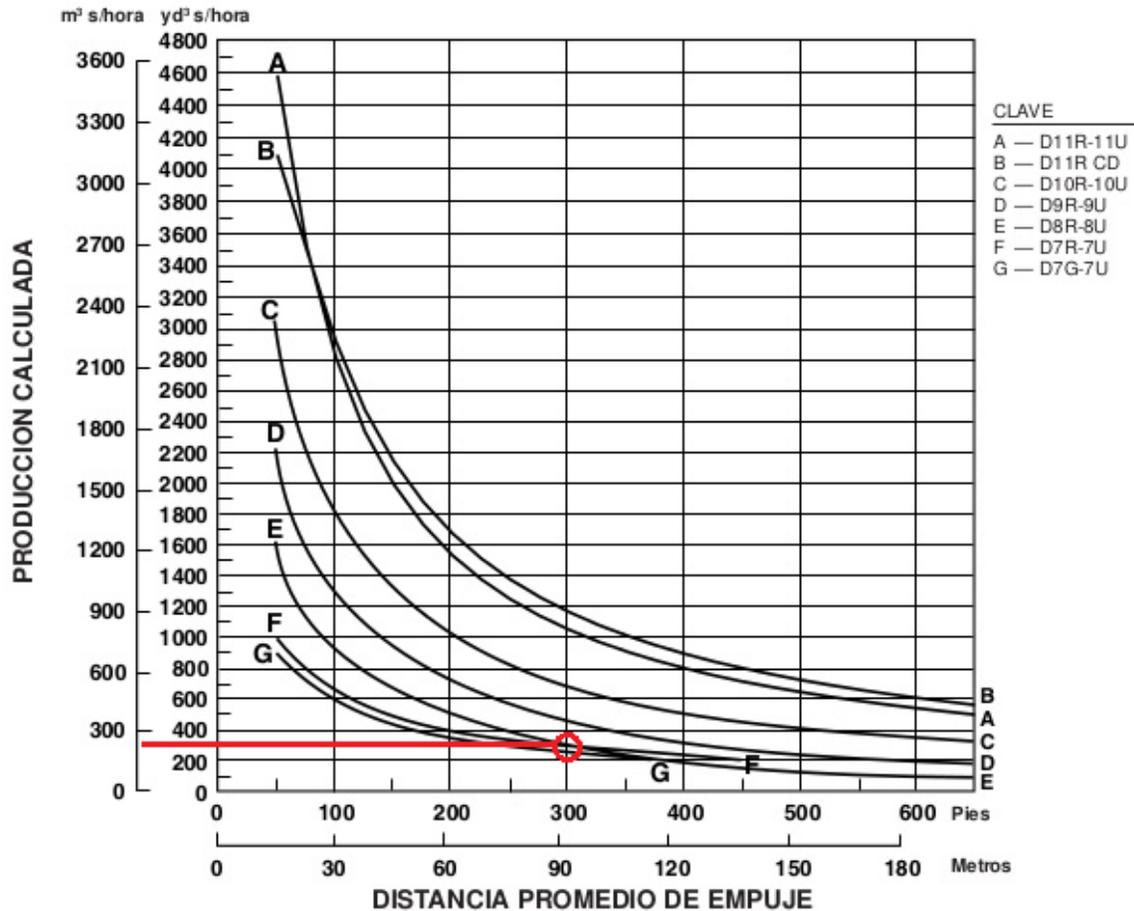


Figura 4.30: Producción calculada para tractor CAT con hoja universal par modelos desde D7G hasta D11R

De acuerdo con la Figura 4.30, con una distancia de 90 metros, se tendrá una producción de **250 [m³/hr]** y tomando en cuenta los factores de corrección se tiene:

$$\text{Producción} = \text{producción calculada} * \text{material} * \text{empuje} * \text{operador} * \text{eficiencia} * \text{densidad}$$

$$\text{Producción} = (250 \text{ [m}^3\text{/hr]})(0.8)(1)(0.75)(0.83)(2.67 \text{ [ton/m}^3\text{)})$$

$$\text{Producción} = 332.415 \text{ [ton / hr]}$$

**Producción por turno de 7 horas efectivas = 2,326.9 [ton/ turno]**

## Rezagado

Para el rezagado de Lote 4 se cuenta con un equipo LHD (cargador frontal) de Caterpillar, modelo 966G, con un cucharón de 3.3 [m<sup>3</sup>] de capacidad.

Se determinará la producción por turno tomando en cuenta factores de corrección (Tabla 4.12: Factores de corrección para el ciclo de cargadores CATTabla 4.12)<sup>11</sup> que ayudarán a determinar el tiempo de ciclo estimado.

**Tabla 4.12: Factores de corrección para el ciclo de cargadores CAT**

	<i>Minutos a sumar (+) o a restar (-) del ciclo básico</i>
<i>Máquina</i>	
— Manipulador de materiales . . . . .	-0,05
<i>Materiales</i>	
— Mezclados . . . . .	+0,02
— Hasta 3 mm (1/8 pulg) . . . . .	+0,02
— De 3 mm (1/8 pulg) a 20 mm (3/4 pulg) . . . . .	-0,02
— De 20 mm (3/4 pulg) a 150 mm (6 pulg) . . . . .	0,00
— Más de 150 mm (6 pulg) . . . . .	+0,03 y más
— Banco o fracturado . . . . .	+0,04 y más
<i>Pila</i>	
— Apilado por Transportador o Topadora a más de 3 m (10 pies) . . . . .	0,00
— Apilado por Transportador o Topadora a menos de 3 m (10 pies) . . . . .	+0,01
— Descargado por camión . . . . .	+0,02
<i>Varios</i>	
— Mismo propietario de camiones y cargadores . . . . .	Hasta - 0,04
— Propietario independiente de camiones . . . . .	Hasta + 0,04
— Operación constante . . . . .	Hasta - 0,04
— Operación intermitente . . . . .	Hasta + 0,04
— Punto de carga pequeño . . . . .	Hasta + 0,04
— Punto de carga frágil . . . . .	Hasta + 0,05
<b>CARGA DE CAMIONES</b>	
<i>Promedios de los ciclos del cargador</i>	
914G-962G . . . . .	0,45-0,50 min
966G-980G . . . . .	0,50-0,55 min
988F-990 . . . . .	0,55-0,60 min
992G-994D . . . . .	0,60-0,70 min

El tiempo de ciclo será dado por:

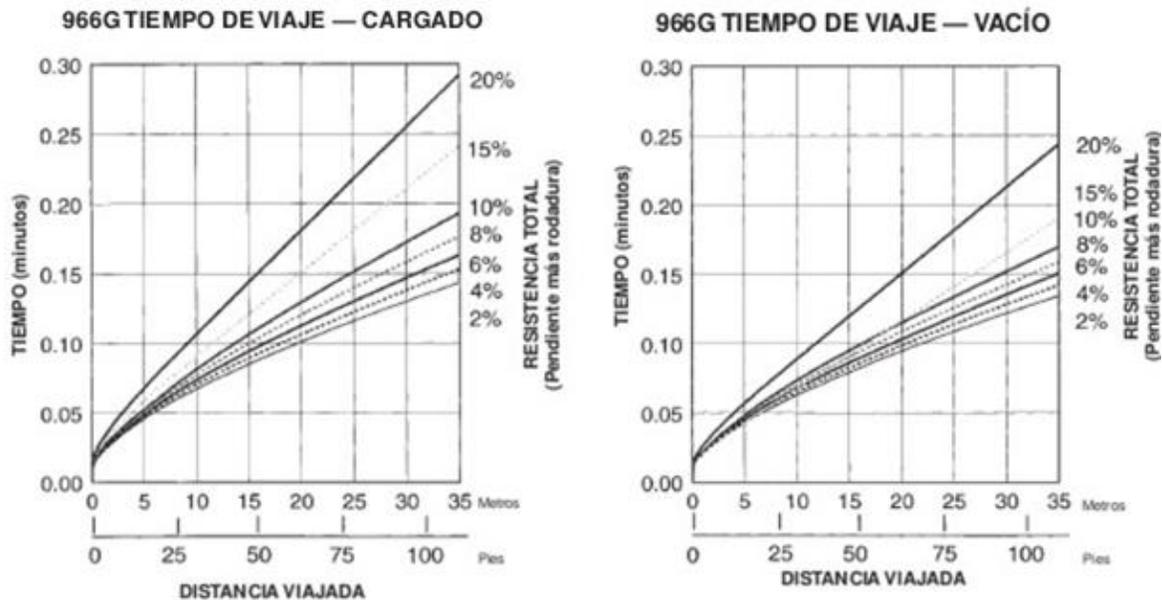
*Promedio del ciclo 0.55 min*

*Material: fracturado + 0.05 min*

*Camiones propios – 04 min*

Debe considerarse además el tiempo de viaje cargado y el tiempo de viaje vacío durante la operación de rezagado, para esto se hará uso de las gráficas del manual de rendimiento de Caterpillar.

**Tabla 4.13: Tiempo de viaje cargado y vacío del cargador 966G de Caterpillar**



Con una distancia de 3 metros se tiene un tiempo aproximado de 0.05 minutos para el viaje del cargador cargado y un tiempo de 0.04 minutos para el viaje del cargador vacío.

Esto nos da el total del ciclo de rezagado que es:

$$0.56 \text{ [min]} + 0.05 \text{ [min]} + 0.04 \text{ [min]} = \mathbf{0.65 \text{ [min]}}$$

El tiempo de ciclo considerándolos factores anteriores será de 0.65 [min], por lo que los ciclos por hora serán:

$$\text{Ciclos/ hora} = \frac{60 [\text{min}]}{0.65 [\text{min/ciclo}]}$$

$$\text{Ciclos / hora} = 92 \text{ ciclos}$$

$$\text{Habilidad del operador} = 0.9 (90\%)$$

$$\text{Disponibilidad del equipo} = 0.75 (75\%)$$

$$\text{Eficiencia operacional} = 50[\text{min}] (83\%)$$

$$\text{Ciclos efectivos por hora} = (92 \text{ ciclos}) (0.9)(0.75)(0.83)$$

$$\text{Ciclos efectivos por hora} = 51 \text{ ciclos}$$

El factor de llenado del cucharón va de acuerdo al tamaño de material a mover, para este caso el **factor de llenado** será de **85% de 3.3 [m<sup>3</sup> / ciclo]**, según el manual de rendimiento de Caterpillar<sup>11</sup>.

Por lo que la producción del cargador será de:

$$\text{Producción} = \text{ciclos efectivos por hora} * \text{tiempo efectivo por día} * \text{capacidad de cucharon} * \text{factor de llenado del cucharon}$$

$$\text{Producción} = (51[\text{ciclos / hr}]) (7 \text{ hrs}) (3.3 [\text{m}^3/\text{ciclo}]) (0.85)$$

$$\text{Producción} = (1001.385 [\text{m}^3/\text{turno}]) (2.67 [\text{ton} / \text{m}^3])$$

$$\text{Producción por turno de 7 horas efectivas} = 2,673.7 [\text{ton} / \text{turno}]$$

Así se comprueba que el cargador podrá rezagar las **2,326.9 [ton/turno]** que producirá el tractor.

**Acarreo para lote 4**

Capacidad = 15.3 [m<sup>3</sup>]

Distancia promedio = 10 0 [m]

Velocidad máxima cargado = 20 [km/h]

Velocidad máxima vacío = 30 [km/h]

Tiempo de acomodado = 30 [seg]

Tiempo de carga = 181 [seg]

Tiempo de tránsito cargado = 18 [seg]

Tiempo de descarga = 45 [seg]

Tiempo de tránsito vacío = 12 [seg]

Tiempo total del ciclo = 272 [seg]



**Figura 4.31: Ruta de acarreo para Molino 2 en los bancos 2, 3 y 4**

$$Producción/h = \frac{(capacidad\ del\ camión)(densidad)(factor\ de\ operación)(3600)}{tiempo\ del\ ciclo}$$

$$Producción/h = \frac{(15.3 [m3]) (2.67 [ton/m3])(0.85)(3600 [seg/hr])}{272 [seg]}$$

$$Producción = 459.57 [ton/hora] por\ unidad$$

**Producción por unidad por turno de 7 horas efectivas = 3,217 [ton/turno]**

Por lo que 1 camión será suficiente para el acarreo de las **2,326.9 [ton/turno]** que producirá el tractor.

La producción total que se puede alcanzar en conjunto entre el tractor D8R y la excavadora 330D es de **6,093 [ton / turno]**, 2,329 [ton /turno] y 3,766 [ton/turno] respectivamente. El equipo de rezagado y acarreo también son suficientes para mover este tonelaje.

Esta producción dará un tonelaje extra de **1,554 [ton / turno]**. Por lo que en una semana (cinco días) se tendrán **7,770 [ton]**, equivalente a **1.7 días de producción**, tiempo suficiente para dar mantenimiento preventivo a alguno de los equipos de extracción (excavadora o tractor) sin afectar la alimentación requerida a la planta.

De los 4 camiones con que cuenta la mina, sólo dos son requeridos para la extracción con excavadora y uno para la extracción con tractor, por lo que el cuarto camión estará en mantenimiento.

Hay recordar que las 7 horas efectivas consideradas en la propuesta no serán continuas, estas se desarrollarán en dos turnos. Para el primer turno de ocho horas sólo se trabajarán 5 horas, de las 7 efectivas y para el medio turno sólo se trabajarán 2 horas. Con esto se tiene tiempo suficiente en cada turno para abastecimiento de combustible y demás aspectos mecánicos para los equipos.

Una pregunta por responder, si el equipo de extracción, rezagado y acarreo puede cumplir con el tonelaje de la planta, es *¿por qué no se logra la producción con el método actual?* y es debido a que los equipos no se están aprovechando al máximo. Las características geológicas, pues es un cuerpo compacto y con poca meteorización, de Molino 2 no permiten un buen rezagado, este cuerpo necesita ser “rascado” para poder desprender el material y resulta poco productivo, esta es una causa por la cual se propuso fracturar el cuerpo con voladura y así aumentar la producción de la excavadora. En el caso de Lote 4 se tiene un cuerpo afectado por la meteorización presentando fragmentos de diferente granulometría, debido a estas características se propuso la extracción de Lote 4 utilizando tractor.

### 4.4 Obras de desarrollo

Las únicas obras de desarrollo requeridas son las rampas de acceso para el transporte de material hacia la planta de trituración, cuidando que no superen una pendiente de 13% (12 grados) para evitar un desgaste mayor del motor y neumáticos, por lo mismo, un requerimiento de mantenimiento preventivo y correctivo más frecuente (Figura 4.32), todo esto se reflejaría en mayores gastos para la empresa.



**Figura 4.32: Reflejo de mantenimiento correctivo y/o preventivo por las malas condiciones de los caminos. Fotografía tomada en septiembre del 2016.**

### 4.5 Personal

#### 4.5.1 Número de trabajadores por turno

- 3 personas para mantenimiento (mecánico-eléctrico)
- 1 operador de tractor
- 3 operadores de camiones
- 1 operador de excavadora
- 1 operador de retroexcavadora

---

# Capítulo 5

---

## Planta de trituración

---

- 5.1. Método de preparación  
mecánica
  - 5.2. Instalaciones y operación
  - 5.3. Producción
  - 5.4. Personal
    - 5.4.1. Número de trabajadores  
por turno
-

## 5 Planta de trituración

### 5.1 Método de preparación mecánica

El material a tratar sólo necesita de una preparación mecánica (trituración y clasificación granulométrica) para obtener el producto final:

- Grava de  $\frac{3}{4}$  [in]
- Arena, malla 100

### 5.2 Instalaciones y operación

La planta cuenta con:

- Tolva de 25 [m<sup>3</sup>] de capacidad
- Trituradora de quijada de 30x40 [in]
  - Potencia de 75-120 [hp]
  - Capacidad de 140-225 [m<sup>3</sup> / hr]
- 6 bandas transportadoras de 30 [in] de ancho con 8 % de inclinación
- Quebradora secundaria de cono
  - Potencia de 75 a 100 [hp]
  - Capacidad 140 – 200 [m<sup>3</sup> / hr]
- 2 cribas de 8x20 [ft] a 18° de inclinación

### 5.3 Producción

La producción de la planta es el 100% de la producción de minado es decir 395,607.219 [m<sup>3</sup>], 40% de grava y 60% de arena, así la producción de material es de:

- Arena: 237,364.3314 [ m<sup>3</sup>]
- Grava: 158,242.8876 [m<sup>3</sup>]

Los ingresos con un precio de la **arena de \$50/m<sup>3</sup> y \$100/m<sup>3</sup> de la grava** serán de:

- **Arena = \$11'868,216.57**
- **Grava = \$15'824,288.76**

### Relación de trituración

La relación de trituración se define como el cociente entre el tamaño de alimentación (F) y el tamaño de descarga (P), el tamaño de alimentación será el tamaño resultante de la voladura, para su determinación se ha hecho uso del “modelo de fragmentación *KUZ-RAM*”, tomando en cuenta su modificación por la introducción de detonadores con retardo electrónico.<sup>12</sup>

El modelo de fragmentación KUZ-RAM, es llamado así por la ecuación de *Kuznetsov* y la ecuación de *Rosin-Rammler*, las cuales darán el “tamaño promedio de partícula ( $X_m$ )” y la fracción de masa retenida en la apertura (x) de la criba ( $R_x$ )”, respectivamente.

#### Ecuación 5.1: Ecuación de Kuznetsov

$$X_m = A A_T K^{-0.8} Q^{1/6} \left(\frac{115}{RWS}\right)^{19/20} C(A)$$

Dónde:

**Factor A** (Tipo de roca) = 0.06 (RMD + RDI + HF)

Donde:

RMD (Descripción del macizo rocoso), es según las condiciones de la roca

- Polvo / deleznable = 10
- Formación maciza (grietas mas separadas que los barrenos) = 50
- Grietas verticales = JF
  - JF = (JCF \* JPS) + JPA

Donde:

JCF = Factor de Condición de Grieta

- Grietas cerradas = 1
  - Grietas separadas = 1.5
  - \*Salbanda / grietas rellenas (intrusivos) = 2
- \*término geológico

<sup>12</sup> “The Kuz-Ram fragmentation Model -20 years old.”, C.V.B. Cunningham, African Explosives Limited, Modderfontein, South Africa; Brighthon Conference Proceedings 2005, R. Holmberg et al 2005 European Federation of Explosives Engineers, ISBN 0-9550290-0-7

JPS = Factor de Espaciamiento entre Grietas

- Si el espaciamento  $< 0.1$  [m]; JPS = 10
- Si el espaciamento  $0.1 < 0.3$  [m]; JPS = 20
- Si el espaciamento = 3 [m] ó 95% de P\*; JPS = 80  
\*P =  $(B*S)^{0.5}$
- Si el espaciamento  $> P$ ; JPS = 50

JPA = Factor de Inclinación de Grietas

- $> 30^\circ$  fuera de la cara = 40
- Inclinación fuera de la cara
- $> 30^\circ$  dentro de la cara

RDI (Densidad de influencia)

- $RDI = 25 * RD - 50$ 
  - RD = Densidad en  $\text{ton/m}^3$

HF (Dureza)

- Si  $Y < 50$ ; HF =  $Y/3$
- Si  $Y > 50$ ; HF =  $UCS/5$

Donde:

$Y$  = Módulo elástico [GPa]

$UCS$  = Libre de Resistencia a la compresión

Para este caso, la determinación de A será:

$$A = 0.06 (RMD + RDI + HF) * C(A)$$

Para el RMD se tienen grietas verticales, por lo tanto

$$RMD = JF = (JCF * JPS) + JPA$$

$$RMD = (1.5 * 50) + 20 = 165$$

$$\mathbf{RMD = 165}$$

Para el RDI se tiene una densidad del mineral (RD)<sup>13</sup> de 2.67 [ton/m<sup>3</sup>]

$$RDI = 25 * RD - 50$$

$$RDI = 25 * 2.67 - 50$$

$$\mathbf{RDI = 16.75}$$

Para el HF, para la andesita se tiene un módulo elástico de 2175 [PSI]<sup>14</sup>

$$Y = 2175 [PSI] = 15 [MPa] = 0.015 [GPa]$$

$$Y = 0.015 [GPa] < 50 ; HF = Y/3$$

$$HF = 0.015 [GPa] / 3$$

$$\mathbf{HF = 0.005}$$

$C(A)$  es un factor de corrección, en nuestro caso será de **0.8 (se tomará en cuenta hasta la determinación de  $X_m$ )**.

Por lo tanto:

$$A = 0.06 (165 + 16.75 + 0.005)$$

$$\mathbf{A = 10.9}$$

---

<sup>13</sup> ORELLANA E. Luis Felipe, PAREDES M. Pablo; “Ejercicio Fragmentación”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/148468565/Ejercicio-Fragmentaci-n>

<sup>14</sup> Dato obtenido de la página: <https://es.scribd.com/document/141742581/ANDESITA>

**Factor  $A_T = 0.9 + 0.1 [(T/T_{MAX}) - 1]$**

Donde:

$T_{MAX} = (15.6 / C_x) B$

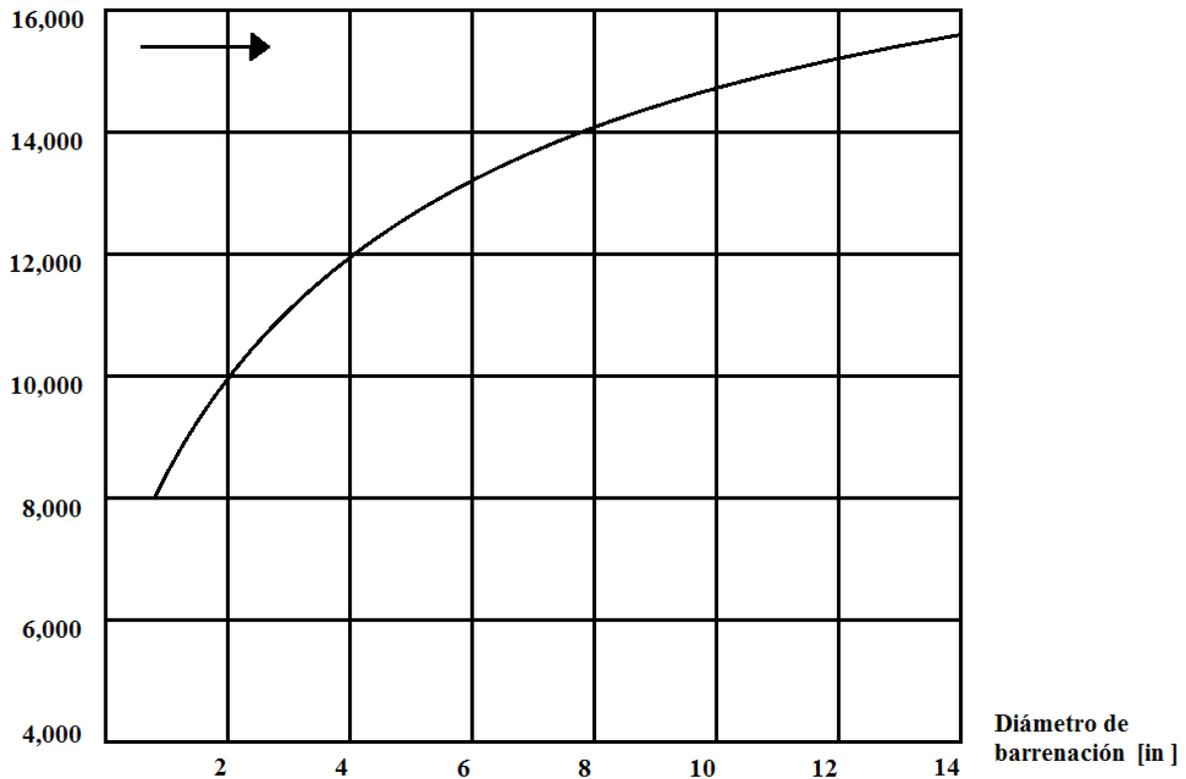
$C_x =$  Velocidad de detonación [km/s]

$B =$  Bordo [m]

En este caso, con un diámetro de barrenación de 3 [in] se tendrá una **velocidad de detonación ( $C_x$ )** de 11000 [ft/s] = **3.3528 [km/s]** (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y un **Bordo** de **2.286 [m]**.

**Tabla 5.1: Velocidad de detonación del ANFO, según su diámetro.<sup>15</sup>**

Velocidad de detonación [ft / seg]



Así  $T_{MAX} = (15.6 / 3.3528 \text{ [km/s]}) (2.286 \text{ [m]})$

**$T_{MAX} = 10.63 \text{ [ms]}$**

<sup>15</sup> DUPONT, “Manual para el uso de explosivos”, trad. DU PONT, S.A. de C.V. México, E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY, INC. 3ª edición en español. 1987. página 76.

Por lo tanto:

$$A_T = 0.9 + 0.1 [(17 \text{ [ms]}/10.63 \text{ [ms]}) - 1]$$

$$A_T = \mathbf{0.96}$$

**Factor K** (factor de carga [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ])

$$K = 0.16 \text{ [kg/ton]} * 2.67 \text{ (ton}/\text{m}^3)$$

$$K = \mathbf{0.4272 \text{ [kg}/\text{m}^3]}$$

**Factor Q** (masa del explosivo en el barreno [kg])

$$Q = \mathbf{20.1 \text{ [kg]}}$$

**Factor RWS** (para el ANFO)<sup>16</sup>

$$\mathbf{RWS = 100}$$

Por lo tanto el tamaño medio de partícula ( $X_m$ ) quedará de la siguiente manera:

$$X_m = A A_T K^{-0.8} Q^{1/6} \left( \frac{115}{RWS} \right)^{19/20} C(A)$$

$$X_m = (10.9) (0.96) (0.4272)^{-0.8} (20.1)^{1/6} \left( \frac{115}{100} \right)^{19/20} (0.8)$$

$$X_m = \mathbf{31.12 \text{ [cm]}}$$

$X_m$  será el tamaño de alimentación (F) a la quebradora que se tomará en cuenta para la determinación de la Relación de Trituración (RT).

<sup>16</sup> HOWARD L. Hartman, "Introductory Mining Engineering", EUA, 1987. Página 131.

## Relación de trituración

$$\mathbf{RT = F / P}$$

Donde:

RT = Relación de Trituración

F = Tamaño de alimentación de la quebradora [ $\mu\text{m}$ ] al 80% del acumulado

P = Tamaño de descarga [ $\mu\text{m}$ ] al 80% del acumulado

Se determinará la relación de trituración para ambas trituradoras

### *Trituradora de Quijada*

$$F = X_m = 31.12 \text{ [cm]}$$

Que expresado en micrómetros y al 80 % del acumulado

$$F = (311,200 \text{ [}\mu\text{m]}) (0.8) = 248,960.0 \text{ [}\mu\text{m]}$$

$$\mathbf{F = 248,960.0 [}\mu\text{m]}$$

$$P = (4.5 \text{ [in]})(2,54 \text{ [cm/in]}) = 11.43 \text{ [cm]}$$

Que expresado en micrómetros y al 80 % del acumulado

$$P = (91,440 \text{ [}\mu\text{m]}) (0.8) = 91,440 \text{ [}\mu\text{m]}$$

$$\mathbf{P = 91,440 [}\mu\text{m]}$$

Por lo tanto la relación de trituración en la Trituradora de Quijada es de

$$RT = \frac{248,960 \text{ [}\mu\text{m]}}{91,440 \text{ [}\mu\text{m]}}$$

$$\mathbf{RT = 2.72}$$

*Trituradora de Cono*

Con un tamaño de alimentación de 4.5 pulgadas y una relación de reducción de 6:1 se tiene:

$$F = (4.5 \text{ [in]})(2.54 \text{ [cm/in]}) = 11.43 \text{ [cm]}$$

Que expresado en micrómetros y al 80 % del acumulado obtenemos:

$$F = (114,300.0 \text{ [}\mu\text{m]}) (0.8) = 91,440.0 \text{ [}\mu\text{m]}$$

$$\mathbf{F = 91,440 \text{ [}\mu\text{m]}}$$

$$P = (0.75 \text{ [in]})(2.54 \text{ [cm/in]}) = 1.905 \text{ [cm]}$$

Que expresado en micrómetros y al 80 % del acumulado

$$P = (19,050.0 \text{ [}\mu\text{m]}) (0.8) = 15,240.0 \text{ [}\mu\text{m]}$$

$$\mathbf{P = 15,240 \text{ [}\mu\text{m]}}$$

Por lo tanto la relación de trituración en la Trituradora de Cono es:

$$RT = \frac{91,440 \text{ [}\mu\text{m]}}{15,240 \text{ [}\mu\text{m]}}$$

$$\mathbf{RT = 6}$$

**Determinación de la potencia en la etapa de trituración con unidades en kW.<sup>17</sup>**

$$P = \frac{\sqrt{3} (I_c - I_v)V}{1000}$$

Donde:

P = potencia [kW]

I<sub>C</sub> = Intensidad de corriente cargada [A] = 587.04 [A]

I<sub>v</sub> = Intensidad de corriente vacío [A] = 489.2 [A]

V = Voltaje [V] = 440 [V]

Con esto se tiene:

$$P = \frac{\sqrt{3} (587.04 - 489.2)440}{1000}$$

$$P = 74.564 \text{ [kW]} = 99.992 \text{ [Hp]}$$

La cantidad de material que será retenida en la criba (*fracción de masa retenida*), está en función del tamaño de roca promedio de la voladura (X<sub>m</sub>) y de parámetros de la plantilla de barrenación. Éstos y otros factores son tomados en cuenta en la ecuación de Rosin Rammler, la cual determinará la fracción de masa retenida durante el primer ciclo de la carga circulante.

---

<sup>17</sup> ERROL G. Kelly, DAVID J. Spottiswood, "Introducción al procesamiento de minerales" Noriega Limusa, 1ª edición, 1990. Páginas: 154, 184-188, 208, 508-510

**Ecuación 5.2: Ecuación de Rosin-Rammler<sup>12</sup>**

$$R_x = \exp [-0.693 (X/X_m)^n]$$

Donde:

$R_x$  = Fracción de masa retenida en la apertura de la criba

$X$  = Apertura de la criba

$X_m$  = Tamaño de roca promedio de la voladura (alimentación a la quebradora)

$n$  = Índice de uniformidad, generalmente entre 0.7 y 2

El *índice de uniformidad* ( $n$ ) se determina con la siguiente fórmula:

\*Nota: las unidades de  $X$  y  $X_m$  deben ser las mismas, pues el cociente  $X / X_m$  es adimensional.

**Ecuación 5.3: Ecuación de Índice de uniformidad ( $n$ )<sup>12</sup>**

$$n = [2.2 - (14B / d)] \sqrt{\left(1 + \frac{S}{B}\right) / 2} (1 - W / B) \{ \text{abs}[(BCL - CCL) / L] + 0.1 \}^{0.1} (L/H)$$

Donde:

$d$  = Diámetro del barreno [mm]

$B$  = Bordo [m]

$S$  = Espaciamiento [m]

$W$  = Desviación estándar de la precisión de barrenación [m]

$L$  = Longitud de la carga [m]

$BCL$  = Longitud de la carga de fondo [m]

$CCL$  = Longitud de carga de columna (sólo ANFO) [m]

$H$  = Altura de banco [m]

Para este caso, se tienen los valores:

$$\text{Diámetro del barreno (d)} = 3 \text{ [in]} = \mathbf{76.2 \text{ [mm]}}$$

$$\text{Bordo (B)} = \mathbf{2.286 \text{ [m]}}$$

$$\text{Espaciamiento (S)} = \mathbf{2.63 \text{ [m]}}$$

$$\text{Desviación estándar de la precisión de barrenación (W)} = 5 \text{ [mm]} = \mathbf{0.005 \text{ [m]}}$$

$$\text{Longitud de la carga (L)} = \mathbf{7.16 \text{ [m]}}$$

$$\text{Longitud de la carga de fondo (BCL)} = \mathbf{0.16 \text{ [m]}}$$

$$\text{Longitud de carga de columna (sólo ANFO) (CCL)} = \mathbf{7 \text{ [m]}}$$

$$\text{Altura de banco (H)} = \mathbf{8 \text{ [m]}}$$

Por lo tanto la determinación del *índice de uniformidad (d)* será:

$$n = \left( 2.2 - \frac{14(2.286)}{76.2} \right) * \sqrt{\frac{1 + \left( \frac{2.63}{2.286} \right)}{2}} * \left( 1 - \frac{0.005}{2.286} \right) * \\ * \left( \text{abs} \left( \frac{0.16 - 7}{7.16} \right) + 0.1 \right)^{0.1} * \left( \frac{7.16}{8} \right)$$

$$n = (2.2 - 0.42) \left( \sqrt{2.15/2} \right) (1 - 2.1872 \times 10^{-3}) (\text{abs} (-0.955) + 0.1)^{0.1} (0.89)$$

$$n = (1.78) (1.0368) (0.9978) (0.955 + 0.1)^{0.1} (0.89)$$

$$\mathbf{n = 1.64768}$$

*Resultado que cae dentro del rango 0.7 y 2 (Ecuación 5.2, en la página 81)*

Ya con el *índice de uniformidad* ( $n$ ) calculado, se determinará la Fracción de masa retenida ( $R_x$ ).

Para este caso se tienen los valores:

$$\text{Apertura de la criba (X)} = 4 \text{ [in]} = \mathbf{10.16 \text{ [cm]}}$$

$$\text{Tamaño de roca promedio de la voladura (alimentación a la criba)} = \mathbf{31.12 \text{ [cm]}}$$

$$\text{Índice de uniformidad (n)} = \mathbf{1.64768}$$

Por lo tanto la determinación de la Fracción masa retenida ( $R_x$ ) será:

$$R_x = \exp(-0.693 (10.16/31.12)^{1.64768})$$

$$R_x = \exp(-0.693 (0.32648)^{1.64768})$$

$$R_x = \exp(-0.693 (0.15812))$$

$$R_x = \exp(-0.10958)$$

$$\mathbf{R_x = 0.8962}$$

**\*Nota:** Debe tenerse cuidado con las “cifras significativas”, ya que puede existir un rango de variabilidad dependiendo del número de cifras utilizadas para el cálculo, ya sea todas las cifras de la calculadora o, en este caso, sólo se consideraron las cuatro primeras.

**Determinación del índice de trabajo (W) de la trituración**

$$W = \text{Potencia [kW]} / \text{capacidad de trituración [ton/hr]}$$

***Trituradora de quijada***

Con una capacidad de trituración de 225 [m<sup>3</sup>/ hr], una densidad de roca de 2.67 [ton/m<sup>3</sup>] y una potencia de 74.564 [kW], se tiene un índice de trabajo (W) de:

$$(225 \text{ [m}^3\text{/hr)}) (2.67 \text{ [Ton/m}^3\text{)}) = 600.75 \text{ [ton / hr]}$$

$$W = 74.564 \text{ [kW]} / 600.75 \text{ [ton/hr]}$$

$$\mathbf{W= 0.1241 \text{ [kWh / ton]}}$$

***Trituradora de cono***

Con una capacidad de trituración de 200 [m<sup>3</sup>/ hr], una densidad de roca de 2.67 [ton/m<sup>3</sup>] y una potencia de 74.564 [kW], se tiene un índice de trabajo (W) de:

$$(200 \text{ [m}^3\text{/hr)}) (2.67 \text{ [Ton/m}^3\text{)}) = 534 \text{ [ton / hr]}$$

$$W = 74.564 \text{ [kW]} / 534 \text{ [ton/hr]}$$

$$\mathbf{W= 0.1396 \text{ [kWh / ton]}}$$

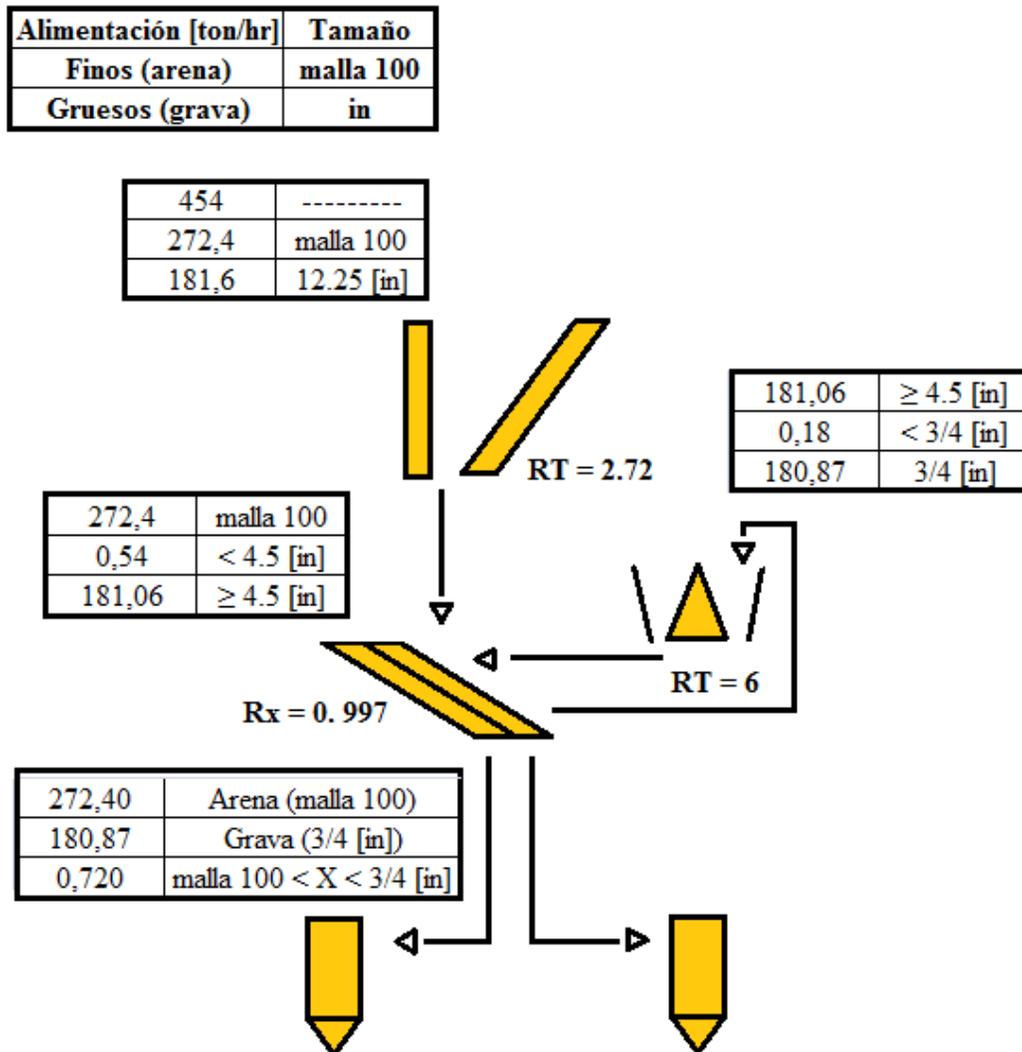


Figura 5.1: Diagrama de flujo del proceso de trituración

El tamaño de alimentación inicial ha sido el de  $X_m = 31.12$  [cm] = 12.25 [in], que con una relación de trituración (RT) de 2.27 da un tamaño de 4.5 [in], con una Fracción de Masa Retenida (Rx) de 0.997, da una alimentación a la trituradora secundaria (de cono) de 180.87 [ton/hr] que por la relación de trituración de la misma (RT) = 6 da un tamaño de 3/4 [in]. Se tienen 0.72 [ton/hr] con un rango de tamaño entre mallá 100 y 3/4 de pulgada, de los cuales aproximadamente 95% serán gruesos y un 5% arena, esto es un extra de 0.684 [ton/h] de grava y 0.036 de arena que se tomarán en cuenta para la determinación de la carga circulante, (Tabla 5.2; Error! Marcador no definido. en la página 86; Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Tabla 5.2: Carga Circulante

Ciclo	Alimentación a la criba [ton/hr]	Descarga de arena [ton/hr]	Descarga de grava [ton/hr]	Descarga de gruesos [ton/hr]	¿Qué pasa? [%]
0	454	217.92	0.17	235.91	48.04
1	689.91	227.36	179.46	283.09	58.97
2	737.09	229.24	219.49	288.36	60.88
3	742.36	229.45	223.49	289.41	61.01
4	743.41	229.50	224.29	289.62	61.04
5	743.62	229.50	224.45	289.66	61.05
6	743.66	229.51	224.48	289.67	61.05
7	743.67	229.51	224.49	289.67	61.05
8	743.67	229.51	224.49	289.67	61.05

Estos cálculos, fueron realizados para verificar el tonelaje real que se va a alimentar a los equipos cuando el circuito esté estabilizado y verificar si las dimensiones de las cribas son suficientes para procesar el tonelaje real de alimentación de **7343.67 [ton/hr]**

Para la determinación de la *Carga Circulante* se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: eficiencia de equipo del 85%, el “tamaño de roca resultante de la voladura” (Xm), “Relaciones de Trituración” (RT) y la “Fracción de masa retenida” (Rx).

**Cálculo del “área de cribado (A)”**

$$A = \frac{F}{M K C Q}$$

Donde:

A = Área de la criba [ft<sup>2</sup>]

F = Alimentación a la criba [ton / hr]

M = Factor de sobre-tamaño

K = Factor de tamaño medio

C = Capacidad básica de cribas vibratorias

Q = Factor comparativo de gravedad específica

$$Q = 1 \text{ para } 1.6 \text{ [ton / m}^3\text{]}$$

El factor de sobre-tamaño (M), es un factor que se refiere que tan grande es el tamaño de roca que llega a la criba, este es el tamaño de descarga de la quebradora de quijada, respecto al tamaño de apertura.

El factor de tamaño medio se refiere al factor que se tendrá al definir el porcentaje de tamaño medio, este porcentaje se obtendrá con una gráfica de análisis granulométrico del manual de

Para los factores M, K, y C, se hará uso de las tablas de Boliden Allis<sup>18</sup>, mostradas a continuación.

---

<sup>18</sup> Cedarapids, “Manual de operaciones y mantenimiento”, Iowa Manufacturing Company, 1996, Iowa U.S.A., Sección para quebradoras de quijada, pag. 3-14, sección para cribas vibratorias, pags. 3-15.

Para factor *M*

Tabla 5.3: Factor de corrección "M"

% de sobretamaño	Factor	% de sobretamaño	Factor
0	0.915	55	1.235
5	0.928	60	1.305
10	0.94	65	1.42
15	0.955	70	1.54
20	0.965	75	1.755
25	0.995	80	2
30	1.025	85	2.68
35	1.05	90	3.7
40	1.095	91	4
45	1.13	100	4
50	1.175		

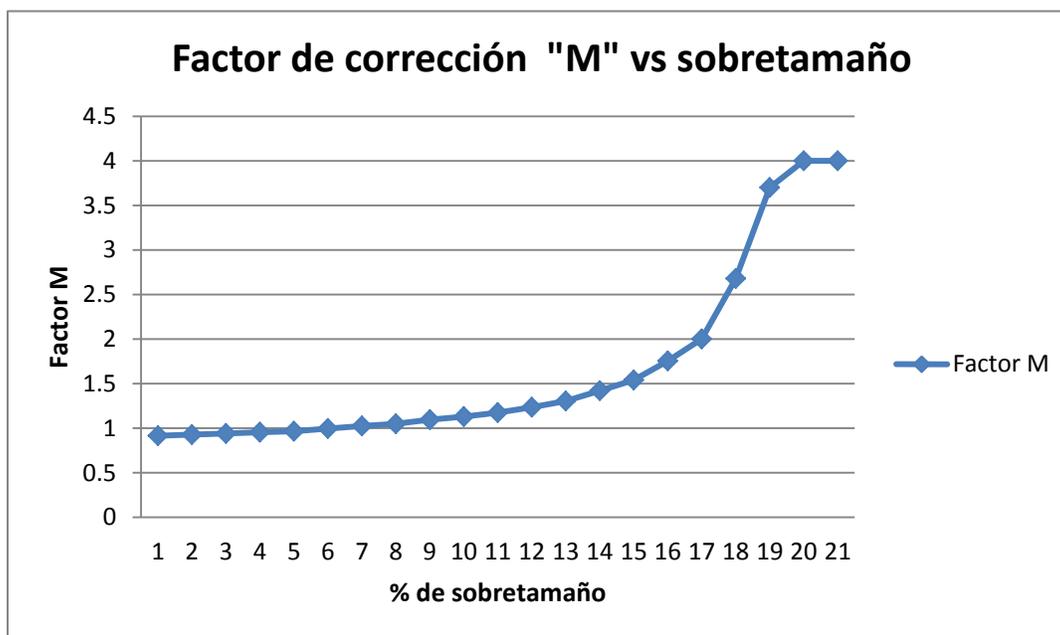
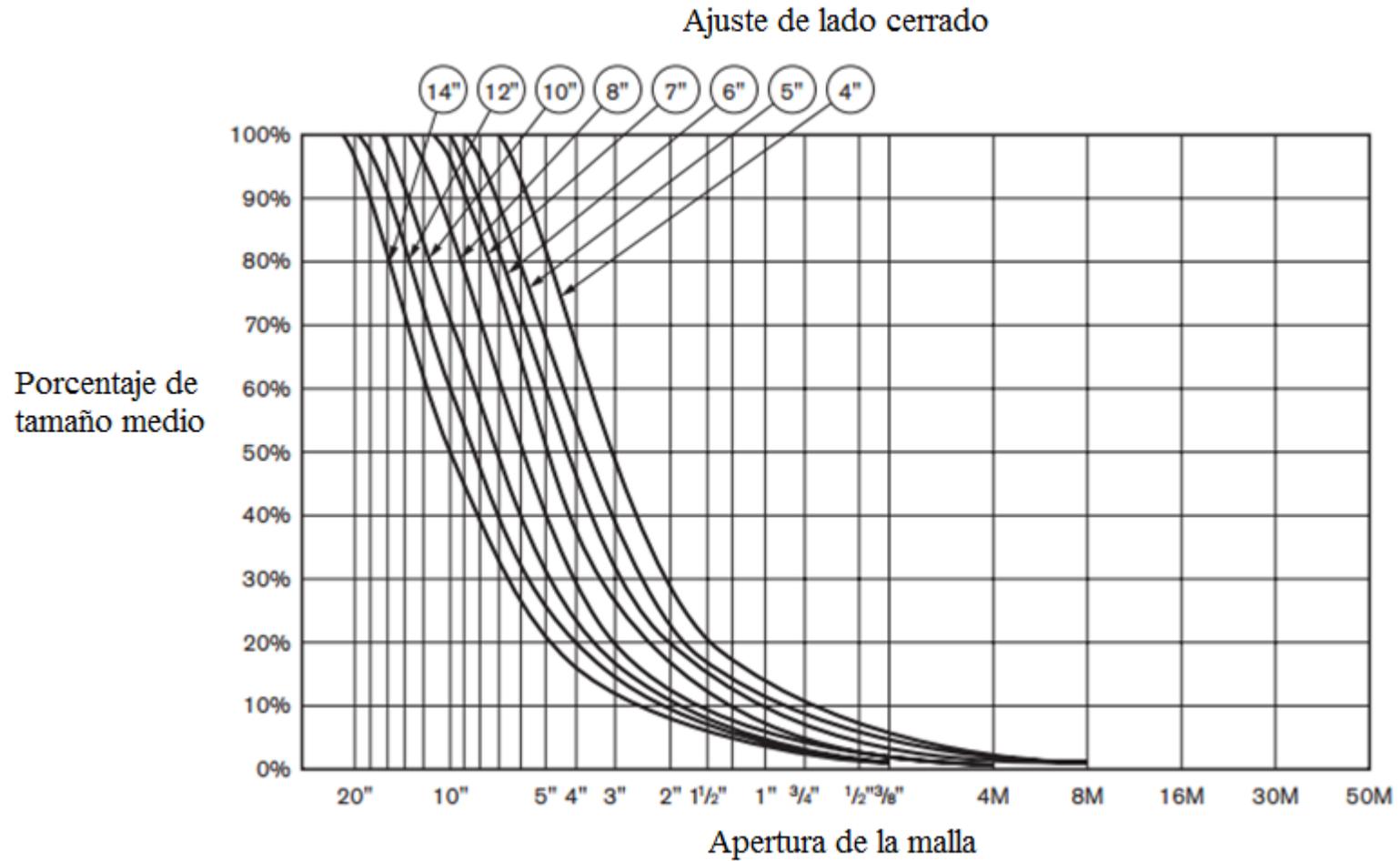


Figura 5.2: Gráfica de Factor de corrección M vs porcentaje de sobre-tamaño

*Para factor K*



19

**Figura 5.3: Análisis granulométrico de producto quebrado**

<sup>19</sup> TELSMITH, “Manual de procesamiento mineral”, 10ª edición, E.U.A., página 30.

Para factor K

Tabla 5.4: Factor de corrección "K"

% tamaño medio	Factor K	% tamaño medio	Factor K
0	0.4	55	1.3
5	0.45	60	1.4
10	0.5	65	1.5
15	0.55	70	1.6
20	0.61	75	1.7
25	0.7	80	1.8
30	0.8	85	1.9
35	0.9	90	2
40	1	95	2
45	1.1	100	2
50	1.2		

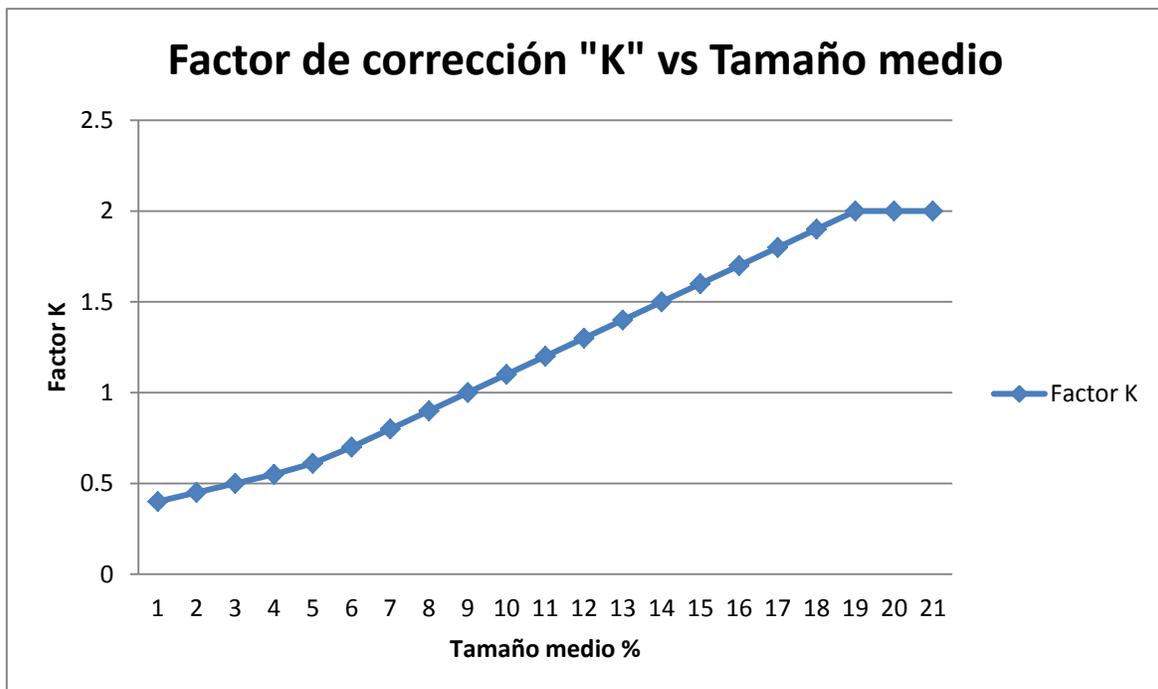


Figura 5.4: Gráfica del factor de corrección K vs tamaño medio

Para factor C

Tabla 5.5: Factor de corrección “C”

Abertura cuadrada [in]	ton / ft <sup>2</sup> / hr	Abertura cuadrada [in]	ton / ft <sup>2</sup> / hr
1	5.5	5	13
3/2	6.1	11/2	13.7
2	7.2	6	14.6
5/2	8.1	13/2	15.6
3	9.1	7	16.6
7/2	10.3	15/2	17.4
4	11	8	18.6
9/2	12		

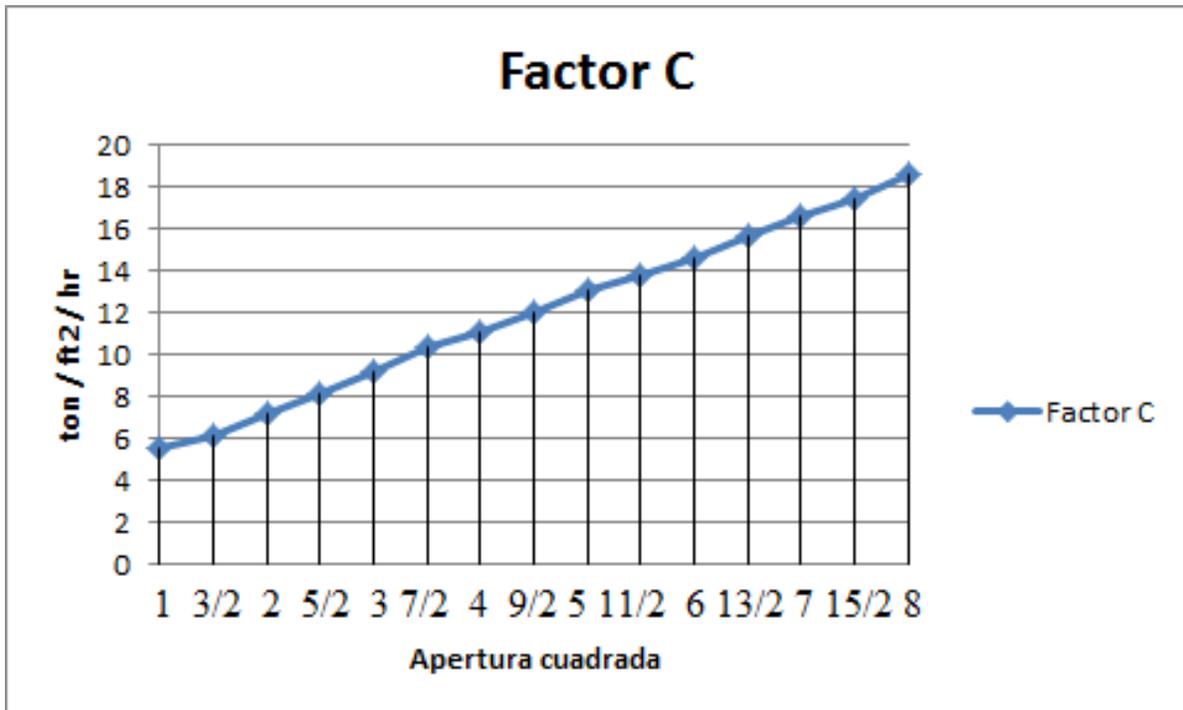


Figura 5.5: Gráfica del factor de corrección “C”

Para la primera cama con malla de 4 [in] se tienen los siguientes valores:

$$F = 744 \text{ [ton/hr]} \quad \text{Tabla 5.2 en la página 86}$$

$$M = 0.948 \quad \text{Tabla 5.3 en la página 88}$$

$$K = 0.8 \text{ para un 30\%} \quad \text{Tabla 5.4 en la página 90}$$

$$C = 11 \text{ [ton / ft}^2 \text{ / hr]} \text{ para una apertura 4 [in]} \quad \text{Tabla 5.5 en la página 91}$$

$$Q = 1.668, \text{ para una densidad de } 2.67 \text{ [ton/m}^3\text{]}$$

Sustituyendo se tiene:

$$A = 744 \text{ [ton]} / (0.948 * 08 * 11 \text{ [ton/ ft}^2 \text{ / hr]} * 1.668)$$

$$A = 53.467 \text{ [ft}^2\text{]}$$

La planta cuenta con dos cribas de 8 [ft] x 20 [ft], cada una tiene 160 [ft<sup>2</sup>], con ambas se tiene un **área de cribado total de 320 [ft<sup>2</sup>]**, por lo que la criba podrá cumplir con el tonelaje de la carga circulante, **744 [ton/hr]**, sin complicación.

## 5.4 Personal

### Número de trabajadores por turno

- 1 en controles
- 2 en planta de beneficio
- 1 despacho de material (cargador frontal)

Todos estos trabajadores son relevados al terminar el turno para el ingreso de los que laboran el medio turno restante del día.

Aquel que está en controles cuenta con un salario de \$320 por día, los dos que están en la “planta de beneficio” son los encargados de dar aviso al controlador del llenado de las tolvas y de la limpieza de bandas y cribas, ambos tienen un salario de \$240 por día, el trabajador designado al despacho del material surte a los clientes el material que se encuentra en los patios, su salario es de \$240 por día.

---

# Capítulo 6

---

Infraestructura  
actual

---

---

## 6 Infraestructura actual

### *Delimitación del área de minado*

El área de minado es como tal un rectángulo, cuyas coordenadas geográficas se muestran a continuación:

**Tabla 6.1: Coordenadas geográficas<sup>20</sup>**

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1	19° 23' 35.23" N	99° 17' 46.14" W	2535
2	19° 23' 17.02" N	99° 17' 44.00" W	2579
3	19° 23' 14.68" N	99° 17' 56.39" W	2509
4	19° 23' 33.09" N	99° 17' 57.70" W	2492

### *Ubicación de terreros*

Los terreros se encuentran ubicados al norte de la planta, es donde se coloca el material cuando las tolvas se encuentran llenas. (Figura 6.1 en la página 95).

### *Instalaciones de servicio*

Las instalaciones de servicio como lo son:

- El comedor
- El taller de soldadura y
- El depósito de combustible

Y se encuentran actualmente ubicadas justo a un costado del cuerpo mineral “Lote 4”, el personal de la mina argumenta que es por facilidad en cuanto a distancia para el mantenimiento del equipo y la maquinaria, (Figura 6.1 en la página 95).

<sup>20</sup> Datos obtenidos de Google Earth

*Ubicación de la planta de trituración*

La planta de beneficio actualmente se encuentra localizada a un costado del cuerpo mineral “Lote 4”. Es hasta este nivel donde se despacha el material a los clientes, y será el nivel final para el cierre de la mina. (Figura 6.1).



**Figura 6.1: Ubicación de terreros (1), servicios (2) y planta de beneficio (3).  
Fotografía tomada en septiembre 2016**

*Oficinas*

Las oficinas se encuentran localizadas en el nivel superior de la unidad minera, además de un segundo taller de mantenimiento, éstos se encuentran en paralelo y a un costado de la carretera (Figura 6.2 en la página 96).

*Caminos de acceso*

El camino de acceso a la unidad minera es desde la Avenida Jesús del Monte, pasando por debajo de la carretera. (Figura 6.2).



**Figura 6.2: Vista de planta de oficinas (4), taller de mantenimiento (5) y caminos de acceso.**

*\*La ubicación de la planta en esta imagen NO es la actual.<sup>21</sup>*

<sup>21</sup> Imagen obtenida de Google Earth

*Servicios*

*Vías de comunicación*

Aquí se muestran las principales vías de comunicación vial que rodean la mina.



**Figura 6.3: Vista de planta de las más próximas vías de comunicación vial<sup>22</sup>**

*Medios de transporte*

Los trabajadores llegan a la mina en transporte público y transporte propio.

*Suministro de energía eléctrica*

La mina se abastece de energía eléctrica del servicio de la *CFE*.

*Suministro de agua*

El agua se abastece con pipas de 10,000 litros.

<sup>22</sup> Imagen obtenida de Google Earth; <https://www.google.com.mx/maps/@19.3892255,-99.295732,784m/data=!3m1!1e3>

***Seguridad social***

La unidad de servicios médicos de IMSS más cercana es la U.M.F. No. 42 Cuajimalpa (288), dirección: Av. Jesús del Monte, esq. Monte Alto, Col. Cuajimalpa, Código Postal 05260, Delegación Cuajimalpa, México, D.F.



**Figura 6.4: Vista de planta de la unidad de servicios médicos No. 42<sup>23</sup>**

***Gastos por servicios***

- Los gastos actuales por el servicio de energía eléctrica oscilan entre \$50,000 y \$80,000 mensuales
- Cada pipa de 10,000 litros tiene un costo de \$2,500.00 y se requieren 4 por mes.

---

<sup>23</sup> Imagen obtenida de Google Earth;  
<https://www.google.com.mx/maps/place/Avenida+Jes%C3%BAs+del+Monte+%26+Monte+Alto,+Jes%C3%BAs+del+Monte,+05260+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.3657991,-99.2943321,784m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x85d2073b2637b199:0xec1e042f61647429!8m2!3d19.365588!4d-99.2926976!6m1!1e1>

---

# Capítulo 7

---

Lineamientos  
generales para  
el cierre

---

---

## 7 Lineamientos generales para el cierre

La extracción total del cuerpo mineral “Lote 4” se justifica con los siguientes puntos:

- Más del 80% de las reservas están en el “Lote 4”
- El “Lote 4” es un cuerpo mineral inestable, existe un gran riesgo de deslave

Por lo cual se recomienda la remoción total del suelo y la vegetación de dicho lote.

Para minimizar el daño por la remoción de la vegetación ante la SEMARNAT, se recomienda la reforestación de, al menos, una parte de la zona de extracción. El suelo debe mantenerse fértil y en buen estado para su reutilización desde su remoción hasta que vuelva a ser colocado para la reforestación. Para esto es recomendable hacer un “Estudio de Línea Base” (ELB), el ruido, el aspecto social y el visual también deben incluirse en este estudio.



**Figura 7.1: Vista de la vegetación del cuerpo “Lote 4” Fotografía tomada en septiembre 2016**

Los lineamientos generales, recomendados para el cierre de la mina en estudio son los siguientes:

- **Caracterización de la vegetación**

Se deberá identificar a las especies así como su distribución y densidad.

Aspectos del clima como la temperatura, la humedad, la radiación solar y la precipitación deben ser considerados para la caracterización.

- **Caracterización del suelo**

Su clasificación debe hacerse de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de la UNESCO para el uso de suelo de la zona.

La textura (% de humedad) y la composición (calidad) del suelo, entendiendo por composición lo que son nutrientes, micronutrientes, pH, microorganismos, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, temperatura, profundidad y espesor deben determinarse para la caracterización.

- **Reforestación y restitución de suelo y vegetación**

Esto en función de la caracterización del suelo y la vegetación.

“La capa superficial de suelo fértil que se almacenó (en el caso de que exista) deberá emplearse para el recubrimiento de las bermas y del piso de la mina, de tal forma que los recubra una capa de espesor similar y no menor a la preexistente en el sitio, conforme avance la explotación de la mina y según lo permita su operación”.<sup>24</sup>

“Se deberá evitar la utilización de especies exóticas, como las conocidas comúnmente como casuarina, eucalipto y pirul. La plantación de árboles debe llevarse a cabo preferentemente al inicio de la temporada de lluvias, con técnicas específicas de plantación que garanticen la supervivencia de los individuos plantados y reemplazando aquellos que perezcan”.<sup>24</sup>

- **Estabilización de taludes**

La estabilización se logrará durante la extracción, tal y como se explicó en el capítulo 4.

---

<sup>24</sup> PUNTO 5.4.4 y 5.4.5 de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009.

- **Retiro de instalaciones**

Esta medida será aplicada por el titular a cualquier mina que haya finalizado su actividad de explotación y quedará como responsable el propietario o poseedor del predio, ver punto 5.5.1 de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, (en la página 145).

- **Desmantelamiento total de la planta de trituración**

Esta medida será aplicada por el titular a cualquier mina que haya finalizado su actividad de explotación y quedará como responsable el propietario o poseedor del predio, ver punto 5.5.2 de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, (en la página 145).

- **Reconfiguración del terreno**

“Se deberá realizar una nivelación general del piso de la mina en la zona explotada hasta ese momento, dejando una pendiente general máxima de cinco grados, evitando dejar montículos, rampas, ondulaciones, pozos ni cárcavas (zanjas que suelen hacer las corrientes de agua al erosionar un terreno) en las zonas rehabilitadas, con excepción de agua pluvial. Las bermas deberán ser cubiertas con una capa de suelo fértil”.<sup>25</sup>

- **Limpieza y retiro de los residuos sólidos**

Ver punto 5.5.2 de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, (en la página 145).

- **Disposición de grasas y aceites**

Ver punto 5.3.2 de la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, (en la página 145).

- **Venta de equipo y maquinaria**

Ubicar a los posibles compradores para dejar el área disponible después del cierre.

---

<sup>25</sup> PUNTO 5.4.3, de la, Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009

**PLAN DE CIERRE**

**Tabla 7.1: Programación de actividades durante el cierre, de acuerdo con su duración aproximada.**

Actividades	Duración en semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 – 43	44	45	46	47	48	49	50
Caracterización de vegetación	■	■	■													
Caracterización del suelo	■	■	■													
Reforestación y restitución de suelo y vegetación											■	■	■	■	■	
Estabilización de taludes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Retiro de instalaciones																■
Desmantelamiento total de la planta de trituración											■	■	■	■	■	
Reconfiguración del terreno											■	■	■	■	■	■
Limpieza y retiro de los residuos sólidos											■					
Disposición de grasas y aceites											■					
Trámite ante el SAT											■					
Trámite ante el IMSS											■					
Venta de maquinaria y equipo												■	■	■	■	
Cierre de la mina																■

### “Programa de Cierre y Restauración ambiental para las actividades mineras”

“Sistematizar y estructurar las acciones y actividades tendientes a que los sitios que entren en fase de post-operación recuperen, al menos en parte, los servicios ambientales que ofrecían antes del desarrollo del proyecto. Debe contener plazos, actividades, técnicas, costos, etc., que se contemplan para garantizar la restauración de los sitios afectados. El Programa considerará que los trabajos de restauración se realicen desde el inicio del proyecto, con actividades tales como el rescate de suelo y de ejemplares de flora aplicables desde la etapa de preparación del sitio, asimismo, las áreas que dejen de ser necesarias (campamento provisional, áreas agotadas y los caminos que conducen a éstas) deberán sujetarse a las acciones consideradas en el Programa.”<sup>26</sup>

Para el cierre de mina se tendrá que dar aviso a varias secretarías, entre ellas:

#### **1. Gobierno de Estado de México, PROPAEM, en materia ambiental**

Dado que el mineral a extraer se trata de un agregado pétreo, la normatividad ambiental federal no aplica, por éste aspecto, para este caso se debe tomar en cuenta la normatividad estatal, “*Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en México*”, (Anexo 1 en la página 145)

---

<sup>26</sup> Ing. FLORES Ramírez Alfonso, “*Lineamientos para la verificación del cumplimiento de condicionantes de Impacto Ambiental para actividades industriales*”, PROFEPA, SEMARNAT, 2015. Disponible en: [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126716/Condicionantes\\_de\\_impacto\\_ambiental\\_para\\_actividades\\_industriales\\_lineamientos\\_.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/126716/Condicionantes_de_impacto_ambiental_para_actividades_industriales_lineamientos_.pdf)

### 2. Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Se deberá realizar un *“Aviso de cancelación en el RFC por cese total de operaciones”* ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT). Esto para obtener la siguiente documentación:<sup>27</sup>

- Forma Oficial RX, "Formato de Avisos de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes", sellada como acuse de recibo.
- Acuse de movimientos de actualización de situación fiscal, que contiene número de folio, lugar y fecha de emisión, datos del contribuyente, tipo de movimiento, datos de ubicación, sello digital y código de barras bidimensional (QR).

#### Cuándo se presenta

- Dentro del mes siguiente a aquél en el que se haya presentado la última declaración a que se esté obligado.
- Tratándose de cambio de residencia fiscal, se presentará dentro de los dos meses anteriores al día en que realice el cambio.

#### Requisitos

- *“Formato de Avisos de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes”* (en dos tantos), (Anexo 2, en la página 157)
- Documento notarial en donde conste el cese total de operaciones (copia simple y copia certificada para cotejo).
- Identificación oficial vigente del representante legal.

---

<sup>27</sup> SAT, *“Aviso de cancelación en el RFC por cese total de operaciones”*. Disponible en: [http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tramites/avisos\\_rfc/Paginas/ficha\\_81\\_cff.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tramites/avisos_rfc/Paginas/ficha_81_cff.aspx)

- Poder notarial para acreditar la personalidad del representante legal (copia certificada y copia simple para cotejo) o carta poder en original firmada ante dos testigos y ratificadas las firmas ante las autoridades fiscales o Fedatario Público (original y copia simple para cotejo).
- Documento notarial con el que se haya designado el representante legal para efectos fiscales, tratándose de residentes en el extranjero o de extranjeros residentes en México (copia simple y copia certificada para cotejo).

### **Condiciones**

- Haber presentado la última declaración a la que se hubiera estado obligado antes de la cancelación.
- Contar con opinión de cumplimiento positiva de la persona moral a cancelar, al momento de la presentación del trámite.
- La persona moral no debe estar sujeta al ejercicio de facultades de comprobación, ni tener créditos fiscales firmes.

### **Pasos para realizar el trámite**

1. Agenda una cita y acude con la documentación del trámite a la oficina del SAT de tu preferencia.
2. Entrega la documentación a la autoridad fiscal que atenderá tu trámite.
3. Recibe y guarda tu Aviso de actualización o modificación de situación fiscal, Acuse de actualización al RFC y forma oficial sellada.

### **Disposiciones jurídicas aplicables**

Artículos 29 y 30 del Reglamento del Código Fiscal de la Federación; 82, 82-Bis de la Ley del Impuesto sobre la Renta; reglas 2.5.16., 3.10.22 de la Resolución Miscelánea Fiscal.

*\*Nota: Cada uno de los puntos anteriores ha sido tomada de la página de internet del SAT*

### 3. Instituto Mexicano del Seguro Social

Ante el Seguro Social se tendrá que tramitar un “*Aviso de modificación por suspensión o término de actividades ante el IMSS*”<sup>28</sup>, el cual es gratuito y podrá realizarlo el patrón, sujeto obligado o un representante legal, de manera presencial en la *subdelegación que corresponda de acuerdo al domicilio del centro de trabajo*<sup>29</sup>, de lunes a viernes en días hábiles del IMSS, de 8:00 a 15:00 horas.

Antes de realizar el trámite se necesita conocer:

El plazo para la presentación del Registro Patronal de la baja por suspensión o término de actividades, será dentro de los cinco días hábiles, contados a partir de que ocurra el supuesto respectivo.

El Aviso de Inscripción Patronal o de Modificación en su Registro (AFIL-01), deberá ser firmado por el patrón, sujeto obligado o representante legal acreditado ante el IMSS, en caso de que el representante legal no se encuentre acreditado deberá presentar:

1. Poder notarial donde acredite el carácter del representante legal para actos de administración, dominio o poder especial en donde se especifique que puede realizar toda clase de trámites y firma de documentos ante el Instituto Mexicano del Seguro Social. (1 original, 1 copia).
2. Identificación oficial:
3. Registro Federal de Contribuyentes. Documento expedido por el Servicio de Administración Tributaria.
4. Clave Única de Registro de Población. Documento expedido por Registro Nacional de Población.

---

<sup>28</sup> IMSS, “*Acta de modificación por suspensión o término de actividades ante el IMSS*”. Disponible en: <http://www.imss.gob.mx/tramites/imss02002k>

<sup>29</sup> Disponible en <http://www.imss.gob.mx/directorio>

### **Documentación necesaria y sus características**

1. Aviso presentado ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT). Copia
2. Tarjeta de identificación patronal (TIP). Original
3. *Aviso de Inscripción Patronal o de Modificación en su Registro, Formato AFIL-01*. Original y dos copias.
4. *Aviso de baja de Trabajador o Asegurado, Formato AFIL- 04*, sólo en caso de contar con trabajadores vigentes. Original y dos copias.

---

# Capítulo 8

---

## Análisis financiero

---

8.1. Ingresos y gastos  
con proyecto

8.1.1. Ingresos

8.1.2. Gastos

8.2. Ingresos y gastos  
sin proyecto

8.3. Análisis de resultados

---

## 8 Análisis financiero

En este capítulo se verá la diferencia de utilidades que se tendría de llevar a cabo el proyecto que se propone en este trabajo (con proyecto) y aquél que se tendría llevando a cabo el método de extracción actual (sin proyecto).

### 8.1 Ingresos y gastos con proyecto

**Los ingresos provienen de la recaudación de:**

- 1) La cantidad de material que será vendido
- 2) La venta de equipo y maquinaria

**Los gastos serán los siguientes:**

- 1) Salarios al fin de las reservas (pasivo laboral)
- 2) Liquidación según la ley
- 3) Costos de operación
- 4) Inversión en el servicio de barrenación y voladura

#### 8.1.1 Ingresos

Sólo se tienen reservas para 47 semanas laborales (12 meses, de lunes a viernes, turno y medio). Se tienen 1'056,271.275 [ton] de material, de estas un 40% de grava y un 60% de arena, lo que arroja un total de:

- Arena (60%) = 633,762.76 [ton]
- Grava (40%) = 422,508.52 [ton]

con una densidad de 2.67 [ton/m<sup>3</sup>] se tiene:

- Arena = 237,364.33 [m<sup>3</sup>]
- Grava = 158,242.89 [m<sup>3</sup>]

Los ingresos por la venta del material, con un precio para la **arena de \$50/m<sup>3</sup>** y **\$100/m<sup>3</sup> de la grava** serán de:

- **Arena = \$11'868,216.57**
- **Grava = \$15'824,288.76**

Dando un total de **\$27'692,505.33**

Tabla 8.1: Estimación de la recaudación que podrá obtenerse con la venta de equipo<sup>30</sup> y maquinaria.<sup>31</sup>

Inventario de equipo	Unidades	Antigüedad del equipo	Valor de depreciación	Precio por unidad en el mercado
<b>Tractor DR8 CAT</b>	1	más de 12 años	0	\$ 1'100,000.00
<b>Excavadora 330D CAT</b>	1	más de 12 años	0	\$ 1'000,000.00
<b>Cargador 966G CAT</b>	1	más de 12 años	0	\$ 1'100,000.00
<b>Retroexcavadora 416C CAT</b>	1	más de 12 años	0	\$ 550,000.00
<b>Camión Terex TR35</b>	4	más de 12 años	0	\$ 760,000.00
<b>Trituradora de quijada</b>	1	más de 12 años	0	\$ 1'700,000.00
<b>Trituradora de cono</b>	1	más de 12 años	0	\$ 1'700,000.00
<b>Criba</b>	2	más de 12 años	0	\$ 550,000.00
<b>Bandas</b>	7 (72[m])	más de 12 años	0	\$ 750,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 9'210,000.00</b>

Estas cotizaciones son datos basados en precios actualmente en el mercado para cada equipo y en condiciones de buen funcionamiento, se recomienda consultar un valuador para una valoración del equipo y maquinaria más precisa.

<sup>30</sup> Cotización obtenida de “The Machinery Pro”, página de facebook.

<sup>31</sup> Cotización obtenida de la página de internet “Segunda mano”

8.1.2 Gastos

*Salarios al final de las reservas (47 semanas)*

**Tabla 8.2: Pasivo laboral con proyecto**

Puesto	Trabajadores por turno	Turnos		Sueldo diario/trabajador	Salario SEMANAL a pagar	A pagar al fin de reservas
<b>Controles</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$157,920
<b>Ayudante</b>	2	1	0.5	\$240	\$5,040	\$236,880
<b>Despacho de material</b>	1	1	0.5	\$240	\$2,520	\$118,440
<b>Mantenimiento</b>	3	1.5	0	\$360	\$11,340	\$532,980
<b>Operador de tractor</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$157,920
<b>Operador de camión</b>	3	1	0.5	\$320	\$10,080	\$473,760
<b>Operador de excavadora</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$157,920
<b>Operador de retroexcavadora</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$157,920
<b>Operador de cargador frontal</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$157,920
<b>Bascula</b>	1	1.5	0	\$360	\$3,780	\$177,660
<b>Secretaria</b>	1	1.5	0	\$420	\$4,410	\$207,270
<b>Administrativo</b>	1	1.5	0	\$420	\$4,410	\$207,270
<b>Ingenieros</b>	2	1.5	0	\$540	\$11,340	\$532,980
<b>TOTAL</b>					<b>\$69,720</b>	<b>\$3,276,840</b>

*Liquidación*

Tabla 8.3: Liquidación según la ley con proyecto, primer turno

<i>PRIMER TURNO</i>			
<b>Puesto</b>	<b>Antigüedad</b>	<b>Sueldo diario M.N.</b>	<b>Liquidación</b>
<b>Controles</b>	3	\$320	\$48,000
<b>Ayudante</b>	3	\$240	\$36,000
	7	\$240	\$55,200
<b>Despacho de material</b>	4	\$240	\$40,800
<b>Mantenimiento</b>	7	\$320	\$73,600
	5	\$320	\$60,800
	6	\$320	\$67,200
<b>Operador de tractor</b>	8	\$320	\$80,000
<b>Operador de camión</b>	8	\$320	\$80,000
	8	\$320	\$80,000
	5	\$320	\$60,800
<b>Operador de excavadora</b>	9	\$320	\$86,400
<b>Operador de retroexcavadora</b>	8	\$320	\$80,000
<b>Operador de cargador frontal</b>	6	\$320	\$67,200
<b>Bascula</b>	9	\$240	\$64,800
<b>Secretaria</b>	15	\$280	\$109,200
<b>Administrativo</b>	10	\$280	\$81,200
<b>Ingenieros</b>	15	\$400	\$156,000
	15	\$400	\$156,000
<b>Sub-Total</b>			<b>\$1'483,200</b>

Tabla 8.4: Liquidación según la ley con proyecto, segundo turno

<i>SEGUNDO TURNO</i>			
Puesto	Antigüedad	Sueldo diario M.N.	Liquidación
<b>Controles</b>	4	\$320	\$27,200
<b>Ayudante</b>	6	\$240	\$25,200
	3	\$240	\$18,000
<b>Despacho de material</b>	7	\$240	\$27,600
<b>Operador de tractor</b>	8	\$320	\$40,000
<b>Operador de camión</b>	9	\$320	\$43,200
	7	\$320	\$36,800
	4	\$320	\$27,200
<b>Operador de excavadora</b>	8	\$320	\$40,000
<b>Operador de retroexcavadora</b>	5	\$320	\$30,400
<b>Operador de cargador frontal</b>	3	\$320	\$24,000
<b>Sub-Total</b>			<b>\$339,600</b>

La liquidación se determinó y deberá hacerse como lo marca la Ley Federal del Trabajo (LFT) esto es:

**3 meses + 20 días por año + parte proporcional de vacaciones y aguinaldo**

Esto será ante la “Junta de Conciliación y Arbitraje” en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

Así, el monto total por liquidación laboral según lo estima la ley será de \$1'483,200.00 del primer turno, más \$339,600.00 del segundo turno, teniendo un **total de \$1'822,800.00**

*Costos de operación*

**Tabla 8.5: Cálculo de combustible por unidad**

Equipo	Unidades	Consumo [lt/hr/unidad]	Horas efectivas	Consumo diario [lt]	Diesel [\$/lt]	Costo diario	Costo semanal	Costo por mes
<b>Excavadora 330D</b>	1	8.2	9	73.8	17	\$1,254.6		
<b>Tractor DR8</b>	1	10.5	9	94.5	17	\$1,606.5		
<b>Retroexcavadora 416 C</b>	1	5.8	9	52.2	17	\$887.4		
<b>Cargador frontal</b>	1	8.6	9	77.4	17	\$1,315.8		
<b>Camión Terex TR35</b>	3	9.1	9	81.9	17	\$4,176.9		
<b>TOTAL</b>						<b>\$9,241.2</b>	<b>\$46,206</b>	<b>\$184,824</b>

*\*Para el cálculo de combustible sólo se consideraron tres camiones, ya que uno de ellos estaría siempre en mantenimiento.*

Tabla 8.6: Presupuesto de gasto corriente (con proyecto)

<i>Concepto</i>	<b>Mes</b>	<b>Fin de proyecto</b>
<b>PRESUPUESTO DE GASTO CORRIENTE</b>	<b>1</b>	<b>12 meses</b>
<b>Mantenimiento</b>	\$13,000.00	\$156,000.00
<b>Gastos variables</b>	\$5,000.00	\$60,000.00
<b>Energía eléctrica</b>	\$91,000.00	\$1'092,000.00
<b>Agua</b>	\$10,834.00	\$130,008.00
<b>Salarios</b>	\$278,880.00	\$3'276,840.00
<b>Diesel</b>	\$184,824.00	\$2'217,888.00
<b>Total</b>		<b>\$6'932,736.00</b>

***Inversión***

Se requiere hacer inversión en los siguientes aspectos:

- Servicio de barrenación y voladura. **\$240 el metro lineal**

La inversión por el servicio de barrenación y voladura tendrá un costo de **\$240 por metro lineal**, el precio involucra los costos por:

- Barrenación
- Explosivos
- Fletes
- Escoltas
- Pueblo
- Trámite de la SEDENA para la ampliación de permiso\*

\* Para la aplicación de explosivos en la obra se necesita un permiso por parte de la SEDENA, éste ya lo tiene el contratista que dio la cotización, sólo se requiere de una ampliación para poder trabajar, la cual ya se incluyó en el costo.

- Realización del estudio de línea base (ELB). **\$500,000.00**
- Equipo de protección personal (EPP). **\$1,000/persona**
- Alarmas de reversa para equipo de carga, acarreo y traslado interno **\$500/unidad**
- Dispositivo para medición de vibraciones. (3 sensores más dreamplung). **\$6,000**

**Tabla 8.7: Presupuesto de inversión**

Inversión	Costo por unidad	Unidades	Suma
<b>Barrenación y voladura</b>	\$240 por metro	2,212 [m]	\$530,880
<b>E L B</b>	\$500,000	1	\$500,000
<b>E P P</b>	\$1,000	16	\$16,000
<b>Alarmas de reversa</b>	\$500	8	\$4,000
<b>Dispositivo para medición de vibraciones</b>	\$6,000	1	\$6,000
<b>Total</b>			<b>\$1'056,880</b>

Se calculará el costo de la voladura por barreno, para dar una idea del costo que tiene el aspecto del flete, las escoltas, el pueble y los trámites ante la SEDENA.

**Tabla 8.8: Precio unitario de material para voladura**

<sup>32</sup> Producto	Presentación	Precio unitario 2014	
<b>ANFO</b>	Bulto de 25 [kg]	\$391.5	
<b>Alto Explosivo</b>	Caja con 26 piezas	\$1,377.74	\$53 / pieza
<b>Detonador</b>	Caja con 66 piezas	\$270.91	\$4.1 / pieza
<b>Rollo</b>	Rollo de 400 [m]	\$1,928	

El cálculo del costo de explosivo por barreno se hará de acuerdo al volumen de columna antes calculado y a las longitudes de la plantilla de barrenación propuesta.

El costo total del explosivo por barrenoTabla 8.8 (Tabla 8.9) fue obtenido con datos del 2014, por lo que será actualizado de acuerdo a la inflación anual máxima que se ha presentado, la cuál es de 2.3%.

---

<sup>32</sup> SÁNCHEZ HUITZIL José Alfredo, “Análisis técnico y económico entre dos plantillas de barrenación, en una cantera del estado de Hidalgo”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 2016.

Tabla 8.9: Costo del explosivo por barreno

<sup>32</sup> Producto	Material	Costo
<b>ANFO</b>	19.6 [kg]	\$307
<b>Alto explosivo</b>	1 pieza	\$53
<b>Detonador</b>	1 pieza	\$4.1
<b>Rollo</b>	7.27 [m]	\$35.04
<b>Total</b>		<b>\$399.14</b>

La actualización se realizó de la siguiente manera:

- $\$399.14 + (\$399.14 * 2.3\%) = \$408.32$       precio para el 2015
- $\$408.32 + (\$408.32 * 2.3\%) = \$417.71$       precio para el 2016
- $\$417.71 + (\$417.71 * 2.3\%) = \$427.32$       **precio para el 2017**

**Este es el costo que tendría la voladura por cada barreno de la plantilla.**

Con la cotización que se tiene de \$240 por metro lineal el barreno tiene un costo de \$2,102.4. La diferencia entre el costo de voladura por barreno y el costo que da el contratista es de \$1,675.08 los cuales equivalen al costo de la barrenación, los fletes, las escoltas, el pueblo y el trámite ante la SEDENA.

## 8.2 Ingresos y gastos sin proyecto

Los ingresos son los mismos que sin proyecto, la diferencia radica en los egresos.

*Salarios al final de reservas sin proyecto (94 semanas)*

**Tabla 8.10: Pasivo laboral sin proyecto.**

Puesto	Trabajadores por turno	Turnos		Sueldo diario/trabajador	Salario SEMANAL a pagar	A pagar al fin de reservas
<b>Controles</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$332,640
<b>Ayudante</b>	2	1	0.5	\$240	\$5,040	\$498,960
<b>Despacho de material</b>	1	1	0.5	\$240	\$2,520	\$249,480
<b>Mantenimiento</b>	3	1.5	0	\$360	\$11,340	\$1'122,600
<b>Operador de tractor</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$332,640
<b>Operador de camión</b>	3	1	0.5	\$320	\$10,080	\$997,920
<b>Operador de excavadora</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$332,640
<b>Operador de retroexcavadora</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$332,640
<b>Operador de cargador frontal</b>	1	1	0.5	\$320	\$3,360	\$332,640
<b>Bascula</b>	1	1.5	0	\$360	\$3,780	\$374,220
<b>Secretaria</b>	1	1.5	0	\$420	\$4,410	\$436,220
<b>Administrativo</b>	1	1.5	0	\$420	\$4,410	\$436,220
<b>Ingenieros</b>	2	1.5	0	\$540	\$11,340	\$1'122,600
<b>TOTAL</b>					<b>\$69,720</b>	<b>\$6'902,280</b>

*Liquidación sin proyecto (94 semanas)***Tabla 8.11: Liquidación según la ley sin proyecto, primer turno.**

<i>PRIMER TURNO</i>			
<b>Puesto</b>	<b>Antigüedad</b>	<b>Sueldo diario M.N.</b>	<b>Liquidación</b>
<b>Controles</b>	4	\$320	\$54,400
<b>Ayudante</b>	4	\$240	\$40,800
	8	\$240	\$60,000
<b>Despacho de material</b>	5	\$240	\$45,600
<b>Mantenimiento</b>	8	\$320	\$80,000
	6	\$320	\$67,200
	7	\$320	\$73,600
<b>Operador de tractor</b>	9	\$320	\$86,400
<b>Operador de camión</b>	9	\$320	\$86,400
	9	\$320	\$86,400
	6	\$320	\$67,200
<b>Operador de excavadora</b>	10	\$320	\$92,800
<b>Operador de retroexcavadora</b>	9	\$320	\$86,400
<b>Operador de cargador frontal</b>	7	\$320	\$73,600
<b>Bascula</b>	10	\$240	\$69,600
<b>Secretaria</b>	16	\$280	\$114,800
<b>Administrativo</b>	11	\$280	\$86,800
<b>Ingenieros</b>	16	\$400	\$164,000
	16	\$400	\$164,000
<b>Sub-Total</b>			<b>\$1'600,000</b>

Tabla 8.12: Liquidación según la ley sin proyecto, segundo turno.

<i>SEGUNDO TURNO</i>			
Puesto	Antigüedad	Sueldo diario M.N.	Liquidación
<b>Controles</b>	5	\$320	\$30,400
<b>Ayudante</b>	7	\$240	\$27,600
	4	\$240	\$20,400
<b>Despacho de material</b>	8	\$240	\$30,000
<b>Operador de tractor</b>	9	\$320	\$43,200
<b>Operador de camión</b>	10	\$320	\$46,400
	8	\$320	\$40,000
	5	\$320	\$30,400
<b>Operador de excavadora</b>	9	\$320	\$43,200
<b>Operador de retroexcavadora</b>	6	\$320	\$33,600
<b>Operador de cargador frontal</b>	4	\$320	\$27,200
<b>Sub-Total</b>			<b>\$372,400</b>

La liquidación sin proyecto sería de un año extra.

Así, el monto total por liquidación laboral según lo estima la ley será de \$1'600,000.00 del primer turno, más \$372,400.00 del segundo turno, teniendo un **total de \$1'972,400.00**.

**Tabla 8.13: Presupuesto de gasto corriente (sin proyecto)**

<i>Concepto</i>	<b>Mes</b>	<b>Fin de proyecto</b>
<b>PRESUPUESTO DE GASTO CORRIENTE</b>	<b>1</b>	<b>25 meses</b>
<b>Mantenimiento</b>	\$10,000.00	\$250,000.00
<b>Gastos variables</b>	\$5,000.00	\$125,000.00
<b>Energía eléctrica</b>	\$70,000.00	\$1'750,000.00
<b>Agua</b>	\$10,834.00	\$270,850.00
<b>Salarios</b>	\$278,880.00	\$6'902,280.00
<b>Diesel</b>	\$80,000.00	\$2'000,000.00
<b>Total</b>		<b>\$11'298,130.0 0</b>

*\*Los datos de esta tabla son los proporcionados por la mina*

El pasivo laboral más los costos de operación conforman el presupuesto de gasto corriente.

**8.3 Análisis de resultados**

**Tabla 8.14: Comparación de utilidades con y sin proyecto.**

INGRESOS		INGRESOS	
<b>Por mineral</b>	27'692,505.33	<b>Por mineral</b>	27'692,505.33
<b>Venta de equipo</b>	9'210,000.00	<b>Venta de equipo</b>	9'210,000.00
<b>Total</b>	<b>36'902,505.33</b>	<b>Total</b>	<b>36'902,505.33</b>
EGRESOS		EGRESOS	
<b>Pasivo laboral</b>	3'276,840	<b>Pasivo laboral</b>	6'902,280.00
<b>Liquidación</b>	1'822,800.00	<b>Liquidación</b>	1'972,400.00
<b>Costos de operación</b>	3'655,896.00	<b>Costos de operación</b>	4'395,850.00
<b>Inversión</b>	1'056,880.00	<b>Total</b>	<b>13'270,530.00</b>
<b>Total</b>	<b>9'812,416.00</b>	<b>Utilidad</b>	<b>23'631,975.33</b>
<b>Utilidad</b>	<b>27'090,089.33</b>		

Dar lugar al proyecto nos da una diferencia en utilidad de **\$3'458,114**

---

# Capítulo 9

---

## Conclusiones y Recomendaciones

---

- 9.1. Conclusiones
  - 9.2. Recomendaciones en  
materia de Seguridad e  
Higiene
    - 9.2.1. Seguridad Personal
    - 9.2.2. Transporte de materiales
  - 9.3. Recomendaciones para  
reducir efectos por vibración
  - 9.4. Recomendaciones en  
materia de Aspecto Social
-

## 9 Conclusiones y recomendaciones

### 9.1 Conclusiones

- El equipo extracción, rezagado y acarreo con el que cuenta la mina es suficiente para la alimentación diaria requerida a la planta de beneficio, incluso puede producir lo necesario para dar mantenimiento semanal sin sacrificar la producción.
- El cierre de la mina se dará con o sin el proyecto propuesto, el realizarlo con el proyecto implicará menores problemas ambientales, económicos y el posible daño generado por el deslizamiento del talud del Lote 4.
- El desconocimiento de datos y conceptos tales como los kilowatts por hora por tonelada, el porcentaje de carga circulante, entre otros, hace que las empresas pequeñas no puedan hacer mejoras en su producción ni aprovechar al máximo sus equipos.
- La falta de planeación y desconocimiento de las etapas en la vida de una mina trae consigo gastos extras en la operación y problemas socio-ambientales que se reflejan en la economía de las pequeñas empresas mineras.
- En la pequeña minería no es común la contratación de Ingenieros de Minas y Metalurgistas, por lo que ésta es un área de oportunidad para el desarrollo de proyectos integrales como el que se mostró en este trabajo.
- La falta de comunicación y vínculo con empresas mineras pequeñas por parte de la División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra es un área de oportunidad, pues de existir se verían beneficiadas ambas partes en la mejora de las operaciones de explotación y tratamiento; así como en el involucramiento de los estudiantes con problemas reales a solucionar.

### 9.2 Recomendaciones en materia de Seguridad e Higiene

#### 9.2.1 Seguridad personal

El uso de equipo de protección personal es de carácter obligatorio, según la NOM-023-STPS-2012.

“**10.1** Toda persona que ingrese a zonas de exploración y explotación de las minas subterráneas o a cielo abierto, deberán portar el equipo de protección personal siguiente:”

- a) Casco de protección personal
- b) Calzado de protección con puntera
- c) Tapones o protección auditiva
- d) Guantes
- e) Lentes de seguridad
- f) Respirador contra partículas
- g) Ropa de trabajo de algodón o de materiales que no generen electricidad estática

#### 9.2.2 Transporte de materiales

En cuanto a los vehículos para el transporte de materiales la NOM-023-STPS-2012, indica lo siguiente:

“**9.8.6.** Todos los vehículos de transporte de materiales, los motorizados sobre neumáticos y sobre orugas deberán cumplir con lo siguiente:”

- a) Poseer un sistema de frenado que garantice que el vehículo se detenga y se mantenga inmóvil con la carga máxima y en cualquier otra condición de operación;
- b) Tener luces delanteras, traseras y de advertencia claramente visibles;
- c) *Contar con una señal de advertencia, audible, que se active automáticamente cuando el vehículo se mueva en reversa;*

- d) Contar con la caja para el transporte de materiales reforzada de tal forma que resista la carga y el impacto de rocas o materiales;
- e) Brindar buena visibilidad al conductor, aun cuando se modifique o equipe la cabina;
- f) Contar con asiento confortable que reduzca las vibraciones del equipo para el conductor, controles de mando con dispositivos adecuados y entradas de acceso;
- g) Tener la salida del escape del motor lejos del operario y, en su caso, de la toma del aire acondicionado, cuando se utilicen equipos con motores diesel.
- h) Contar con al menos un extintor tipo ABC de 4.5 kg.

Estos, al igual que otros puntos de la NOM-023-STPS-2012 como el remanente de las cláusulas 9 y 10, así como las cláusulas 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se deben llevar a cabo para la correcta operación bajo condiciones aceptables de seguridad e higiene.



**Figura 9.1: Depósito de combustible en mala ubicación, a pies del cuerpo mineral “Lote 4”, con riesgo de ser cubierto por un deslave. Septiembre 2016**

### 9.3 Recomendaciones para reducir efectos por vibración

Para reducir el nivel de vibración del terreno por voladura se recomienda<sup>33</sup>:

1. Minimizar la carga de explosivo por unidad de microretardo
  - a. Reduciendo el diámetro de barrenación
  - b. Acortando la longitud de los barrenos
  - c. Seccionando y espaciando las cargas dentro de los barrenos e iniciándolos en tiempos escalonados.
  - d. Utilizando el mayor número de detonadores o tiempos de retardos.
2. Reducir el número de barrenos con detonadores instantáneos, ya que estos producen mayor impacto.
3. Elegir un tiempo de retardo entre barrenos y filas efectivas que evite una fuerte superposición de ondas y permita un buen desplazamiento de la roca disparada.
4. Disponer la secuencia de iniciación de modo que esta progrese desde el extremo más próximo a la estructura a proteger alejándose de la misma.
5. Utilizar el consumo específico adecuado, ya que un consumo excesivo da lugar a una sobrecarga innecesaria acompañada de grandes efectos perturbadores.
6. Disponer del esquema de barrenación con una relación “ $B/H > 2$ ”.
7. Controlar la barrenación para que la plantilla real coincida con las nominales.
8. Emplear sub-barrenaciones con las longitudes mínimas necesarias para un buen arranque.
9. Disponer los frentes con la mayor cara libre posible.
10. Crear pantallas o discontinuidades entre las estructuras a proteger y las voladuras, por ejemplo con una cortina de barrenos precorte.

Para reducir el nivel de onda sónica se recomienda<sup>33</sup>:

- Evitar el empleo de cordón detonante expuesto, cubrirlo con unos 10 cm de tierra suelta
- No dejar barrenos sin taco
- ***No disparar la voladura cuando la dirección del viento sea crítica hacia la zona a proteger***
- No se recomienda disparar muy temprano o en la noche, por la temperatura ambiente que favorece su desplazamiento

---

<sup>33</sup> EXSA, “Manual práctico de voladuras”, capítulo 16 inciso “g”.  
Disponible en: <http://exsa.net/wp-content/publicacion/manual-de-voladura.pdf>

#### 9.4 Recomendaciones en materia de aspectos sociales

Se recomienda a la cantera tomar en cuenta el aspecto social, pues se han presentado amenazas de cierre por parte de la población debido al crecimiento urbano.

De igual forma, es recomendable negociar con la sociedad el uso de explosivos argumentando que:

- Se tendrá un cierre de mina más cercano
- Los niveles de vibración serán controlados
- Existirá reforestación
- Se cumplirá con Normas y Reglamentos de Seguridad e Higiene

Para esto se realizará un cuestionario a la población del municipio de Huixquilucan, Estado de México que rodea la cantera, presentado a continuación:

#### Cuestionario

1) ¿Qué opinas de tener una mina tan cerca?

2) ¿Te gustaría que la mina cerrara?

Si No ¿Por qué?

3) ¿En cuánto tiempo te gustaría que cerrara?

4) ¿Sabías que el uso adecuado de los explosivos aceleraría el cierre de la mina?

Si No

5) ¿Qué opinas de que se usen explosivos para tal fin?

6) ¿Participarías en eventos ante autoridades para el cierre de la mina?

Si No ¿Por qué?

7) ¿Sabías que un cierre forzado por parte de las autoridades, por motivo de quejas de la población, tiene consecuencias negativas para el ambiente y la salud?

Si No

8) ¿Consideras que las autoridades han hecho cumplir a la empresa con el impacto ambiental?

Si No ¿Por qué?

### REFERENCIAS

#### BIBLIOGRAFÍA:

ALTAMIRANO ÁLVAREZ Carlos. Tesis: “*Análisis Técnico-Económico para definir la viabilidad del uso de iniciadores electrónicos para sustituir los iniciadores pirotécnicos en una cantera de caliza*”, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 2010

ALTAMIRANO ÁLVAREZ Carlos (Presentación en PowerPoint) “*UNIDAD 5: CARGA*”  
*Apuntes de clase: Temas selectos de minería / 2012*

ALTAMIRANO ÁLVAREZ Carlos (Presentación en PowerPoint), “*UNIDAD 3 BARRENACIÓN*”, *Apuntes de clase: Temas selectos de minería / 2012*

*ARI-DOS. Manual de prospección, explotación y aplicaciones.* Madrid: LOEMCO, 2003.

*Atlas ilustrado de los minerales,* Susaeta, Madrid, 2005

ATLAS DE MÉXICO S.A. de C.V. “Uso de explosivos en México”, Junio 1988, México.

BOLÍVAR VILLAGÓMEZ, Héctor. *Elementos para la evaluación de proyectos de inversión*, “Capítulo 5, Análisis Financiero”. 2ª edición, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2005.

C.V.B. Cunningham, “*The Kuz-Ram fragmentation Model -20 yaers old.*”, African Explosives Limited, Modderfontein, South Africa; Brighthon Conference Proceedings 2005, R. Holmberg et al 2005 European Feredation of Explosives Engineers, ISBN 0-9550290-0-7.

## REFERENCIAS

---

Cámara Minera de la Industria de la Construcción, “*Catálogo de costos horarios de maquinaria*”, Febrero 2006.

Disponible en: <https://miningandblasting.files.wordpress.com/2009/09/the-kuz-ram-fragmentation-model-e28093-20-years-on.pdf>

CASTILLO HERRERA Martín. Tesis “*Explotación de roca caliza y fabricación de agregados pétreos en trituradora de piedra Huajojutla, Guerrero*”, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 1996.

CEDARAPIDS, “*Manual de operaciones y mantenimiento*”, Iowa Manufacturing Company, 1996, Iowa U.S.A., Sección para quebradoras de quijada, pag. 3-14, sección para cribas vibratorias, pags. 3-15.

DUPONT, “*Manual para el uso de explosivos*, trad. DU PONT, S.A. de C.V. México, E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY, INC. 3ª edición en español. 1987.

ERROL G. Kelly, DAVID J. Spottiswood, “*Introducción al procesamiento de minerales*” Noriega Limusa, 1ª edición, 1990. Páginas: 154, 184-188, 208, 508-510

HOWARD L. Hartman, “*Introductory Mining Engineering*”, EUA, 1987.

JETHRO Michael Adebola, OBGODO David Ajayi, PETER Elijah O. “*Rock Fragmentation Prediction using Kuz-Ram Model*”, Department of Minerals and Petroleum Engineering, School of Engineering, Kogi State Polytechnic, Lokoja Nigeria, Journal of Environment and Earth Science. Disponible en: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/viewFile/30610/31442>

“Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”, DOF-5/JUL/2007

LÓPEZ JIMENO, Emilio. “Capítulo 7. Diseño de voladuras” y LÓPEZ JIMENO, Carlos. “Capítulo 8. Carga y transporte”, en LÓPEZ JIMENO, Carlos (editor).

## REFERENCIAS

---

LOUIS A. Robb “Diccionario para Ingenieros” Inglés/Español – Español/Inglés, Tercera Edición, Editorial Patria S.A. de C.V., México 2011.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, “*Minas Subterráneas y minas a cielo abierto -Condiciones de seguridad y salud en el trabajo*”.

Disponible en:

<http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-023.pdf>

Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, “*Que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México*”.

Disponible en:

<http://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gc/t/2010/nov121.PDF>

ORELLANA E. Luis Felipe, PAREDES M. Pablo; “*Ejercicio Fragmentación*”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/148468565/Ejercicio-Fragmentaci-n>

SÁNCHEZ HUITZIL José Alfredo, “*Análisis técnico y económico entre dos plantillas de barrenación, en una cantera del estado de Hidalgo*”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 2016.

Tarback, E. J.; Lutgens, F. K. y Tasa, D. *Ciencias de la tierra*, Madrid, Pearson, 2005.

TEREX TRUCKS, Rigid Dump Trucks

Universidad Politécnica del Valle de México. Departamento de control escolar. Unidades Médico Familiar, Estado de México. Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2007.

Disponible en:

<http://upvm.edomex.gob.mx/sites/upvm.edomex.gob.mx/files/files/PDF/imss.pdf>

## REFERENCIAS

---

### FUENTES DE INTERNET

- [http://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment.html](http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment.html)
- [http://www.cat.com/es\\_MX/products/new/attachments/buckets-excavator/general-duty/18190466.html](http://www.cat.com/es_MX/products/new/attachments/buckets-excavator/general-duty/18190466.html)
- <http://www.terex.com/construction/es/products/new-equipment/trucks/off-highway-rigid-frame-trucks/tr35/index.htm>
- <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>
- [http://ifcextapps.ifc.org/ifcext/spiwebsite1.nsf/0/00DB06A86B84D253852576BA000E2AF0/\\$File/Quarry%20ESIA%20Vol%202%20%202.2.3%20Anexo%20Propiedades%20Geomec%C3%A1nicas.pdf](http://ifcextapps.ifc.org/ifcext/spiwebsite1.nsf/0/00DB06A86B84D253852576BA000E2AF0/$File/Quarry%20ESIA%20Vol%202%20%202.2.3%20Anexo%20Propiedades%20Geomec%C3%A1nicas.pdf)
- [http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/marco\\_juridico/noms.html](http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/conoce/marco_juridico/noms.html)
- Carta Geológico-Minera, Ciudad de México E14-2. Estado. De México, Tlaxcala, Distrito Federal, Puebla, Hidalgo y Morelos.  
Disponible en: [http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas\\_Online/geologia/89\\_E14-2\\_GM.pdf](http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas_Online/geologia/89_E14-2_GM.pdf)
- <https://es.scribd.com/document/141742581/ANDESITA>
- Atlas+ de rocas ígneas,  
Disponible en: <https://petroignea.wordpress.com/rocas-volcanicas/andesita/>
- Representación de recursos naturales y culturales del territorio Nacional a escala 1:250,000, basado en imágenes de satélite del 2002 y trabajo de campo realizado en 2003.  
<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE5LjM4ODIzLGxvbjotOTkuMjk5NDgsEjoxMixsOmM0MTZ8Y2JhbnF1ZXRhcnw==>
- Konya 1990, <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10912/Capitulo3.pdf>
- Ficha técnica del Tractor CAT DR8. Disponible en:  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-4089/caterpillar/d8r.html>
- Ficha técnica del Cargador frontal CAT 966G. Disponible en:  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-7617/caterpillar/966g.html>

## REFERENCIAS

---

- Ficha técnica de Retroexcavadora CAT 416C. Disponible en:  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-5828/caterpillar/416c.html>
- Ficha técnica de Excavadora 330D CAT. Disponible en:  
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-4768/caterpillar/330d-1.html>
- EXSA, “*Manual práctico de voladura*”. Disponible en : <http://exsa.net/wp-content/publicacion/manual-de-voladura.pdf>
- “Manual de rendimiento de maquinaria pesada Caterpillar. Disponible en:  
<https://erods.files.wordpress.com/2010/09/49502978-manual-de-rendimiento-caterpillar-edicion-39-en-espanol.pdf>

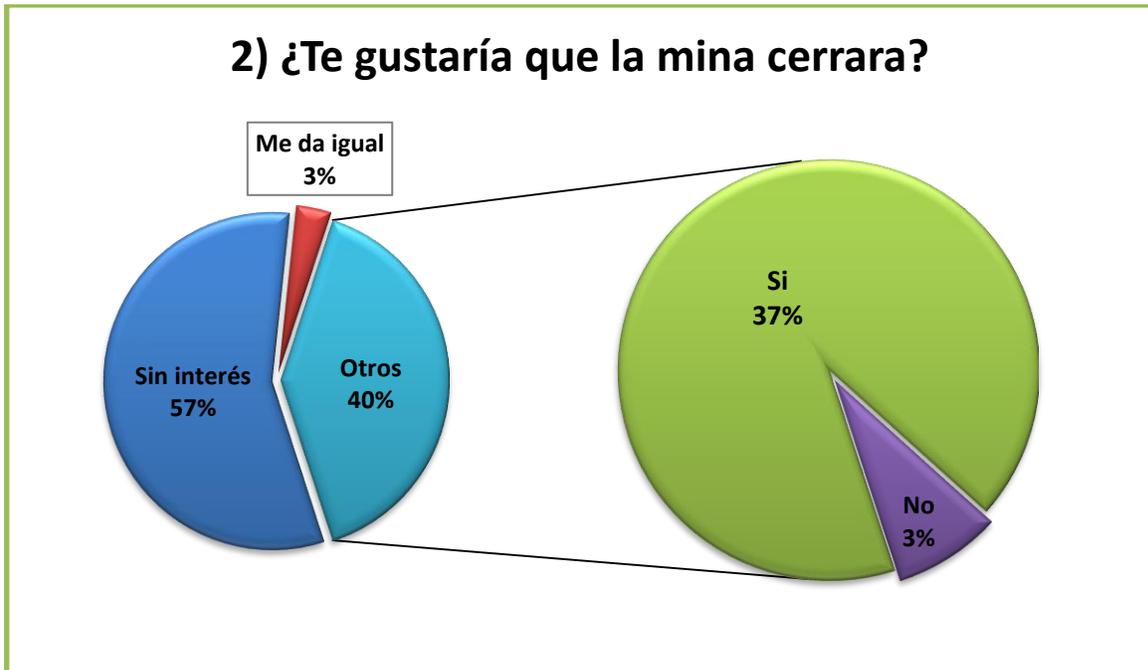
APÉNDICE

Cuestionario aplicado a la población del municipio de Huixquilucan, Estado de México que rodea la cantera, en diciembre del 2016.

1) *¿Qué opinas de tener una mina tan cerca?*

- a) Es tedioso por los caminos
- b) No me gusta
- c) Me da igual
- d) Sólo es malo por los polvos
- e) Está bien, sólo por tener material para construcción cerca
- f) No me gusta
- g) No me afecta
- h) No me agrada
- i) Está mal
- j) No me afecta en nada
- k) No está bien
- l) No me incomoda
- m) No me afecta





Sin interés	17
Me da igual	1
Si	11
No	1

¿Por qué?

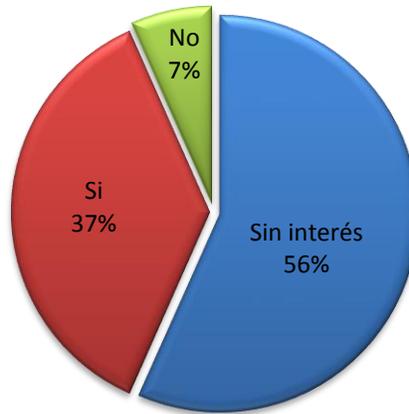
- Si; Dejarían de transitar camiones
- Sí; Creo que ayudaría a no tener tanto camión
- Sí; Habría menos polvo
- No; Aumentaría el material de precio
- Sí; Afecta las calles con sus camiones
- Me da igual

3) *¿En cuánto tiempo te gustaría que cerrara?*

- a) Lo más pronto posible
- b) Un año
- c) Lo antes posible
- d) Lo más rápido posible
- e) Lo más pronto posible
- f) Hoy
- g) Lo más pronto posible
- h) Ya
- i) No sé
- j) Lo antes posible
- k) Un año
- l) Lo más pronto posible



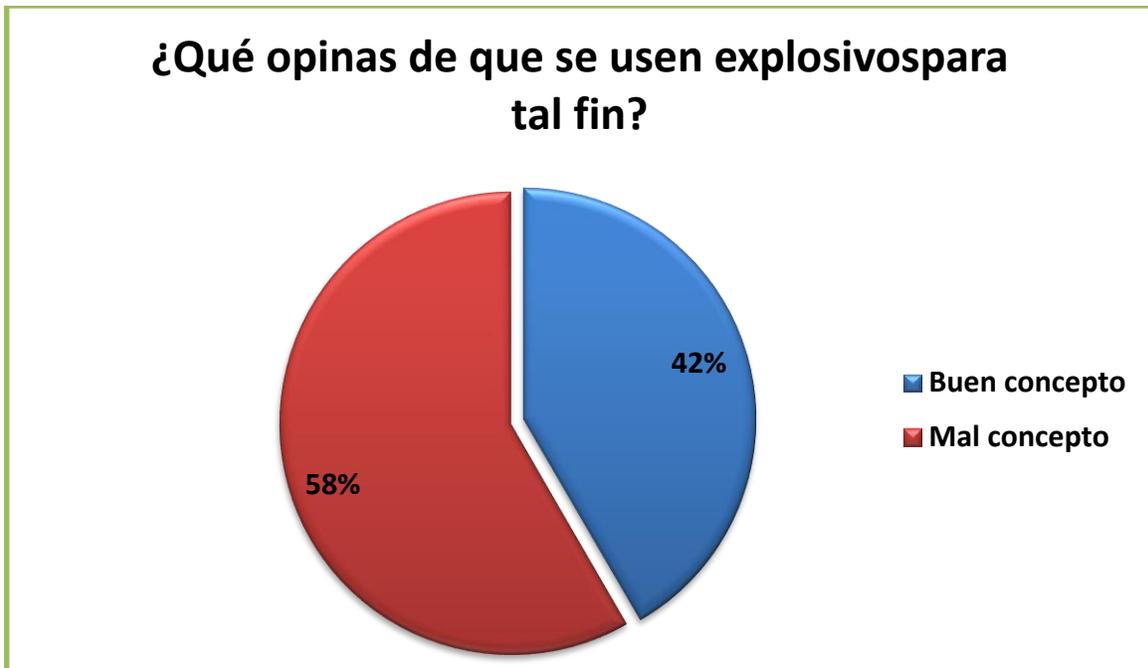
**4) ¿Sabías que el uso adecuado de los explosivos aceleraría el cierre de la mina?**



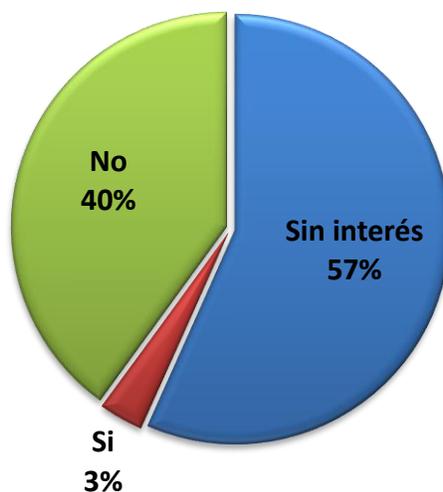
<b>Sin interés</b>	17
<b>Si</b>	11
<b>No</b>	2

### 5) *¿Qué opinas de que se usen explosivos para tal fin?*

- a) Con que cierren está bien
- b) Está bien si se hace con la seguridad necesaria
- c) Está bien
- d) Es peligroso
- e) No usan explosivos
- f) Está mal, es peligroso
- g) Creo que resulta peligroso
- h) Me daría miedo
- i) Creo que está bien
- j) Si es para un pronto cierre estaría de acuerdo
- k) Está bien
- l) Sería peligroso



**6) ¿Participarías en eventos ante autoridades para el cierre de la mina?**

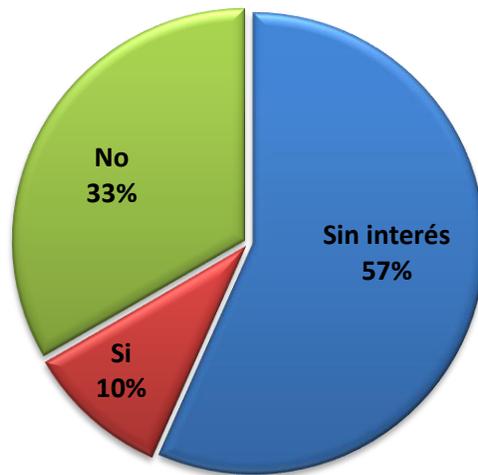


<b>Sin interés</b>	17
<b>Si</b>	1
<b>No</b>	12

¿Por qué?

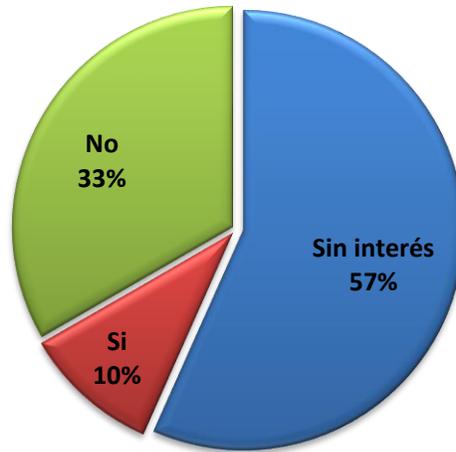
- a) No; Quita tiempo
- b) Sí; Para que se vayan
- c) No; Me beneficia tenerla cerca
- d) No; Me da flojera
- e) No; No se organizan
- f) No; Por tiempo

**7) ¿Sabías que un cierre forzado por parte de las autoridades, por motivo de quejas de la población, tiene consecuencias negativas para el ambiente y la salud?**



Sin interés	17
Si	3
No	10

**8) ¿Consideras que la autoridades han hecho cumplir a la empresa con el impacto ambiental?**



<b>Sin interés</b>	17
<b>Si</b>	3
<b>No</b>	10

¿Por qué?

- a) No; Hay mucho polvo
- b) No; Hay mucha basura

ANEXOS

I. Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009



# GACETA DEL GOBIERNO

ESTADO DE MÉXICO

Periódico Oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de México  
REGISTRO DGC NUM. 001 1021 CARACTERÍSTICAS 113282801

Mariano Matamoros Sur No. 308 C.P. 50130  
Tomo CXC A:202/3/001/02  
Número de ejemplares impresos: 500

Toluca de Lerdo, Méx., viernes 12 de noviembre de 2010  
No. 90

**SUMARIO:**

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

NORMA TÉCNICA ESTATAL AMBIENTAL NTEA-002-SMA-DS-2009, QUE REGULA LA EXPLORACION, EXPLOTACION Y TRANSPORTE DE MINERALES NO CONCESIONABLES EN EL ESTADO DE MÉXICO.

AVISOS JUDICIALES: 3906, 3758, 1239-A1, 744-B1, 767-B1, 3761, 789-B1, 1274-A1, 3891, 3900, 3880, 3891, 3982, 3745, 1288-A1, 3932, 3933, 3925, 3924, 3928, 3938, 3945, 1312-A1, 4024, 4025, 4022, 1309-A1, 1287-A1, 1273-A1 y 4026.

AVISOS ADMINISTRATIVOS Y GENERALES: 3972, 4038, 1264-A1, 3948, 1298-A1, 1264-A1 y 4077.

HEROES DEL BICENTENARIO: "ANTONIO LOPEZ DE SANTA ANNA"

"2010. AÑO DEL BICENTENARIO DE LA INDEPENDENCIA DE MEXICO"



1810-2010

SECCION PRIMERA

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

**NORMA TÉCNICA ESTATAL AMBIENTAL NTEA-002-SMA-DS-2009, QUE REGULA LA EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE DE MINERALES NO CONCESIONABLES EN EL ESTADO DE MÉXICO**

L.A.E. Oscar Gustavo Cárdenas Monroy, Secretario del Medio Ambiente y Presidente del Comité Estatal de Normalización Ambiental, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 18 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México; 5 fracciones IV y V de la Ley Minera; 7 fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; 15, 19 fracción XVI y 32 Bis fracciones I, IV, VII y XXVI de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México; 1.6 fracción IV, 2.2 fracción XIII, 2.7 fracción III inciso f, 2.8 fracción VIII y XVIII, 2.190 y 2.271 del Código para la Biodiversidad del Estado de México; 2 fracciones XCI y CXLVIII, 246, 316 fracción XI, 320, 321, 322 y 323 del Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México; y 6 fracción IV del Reglamento Interior de la Secretaría del Medio Ambiente, y

## CONSIDERANDO

Que en el Estado de México, la explotación de sustancias minerales no concesionables por el Gobierno Federal, especialmente la de materiales para construcción, es una actividad prioritaria para el desarrollo de la infraestructura de la entidad.

Que no obstante su importancia económica y estratégica, la actividad de explotación de minerales no concesionables en el Estado de México, se ha venido desarrollando de manera irregular, generando impactos ambientales adversos y terrenos minados abandonados, a los cuales se les ha dado un uso clandestino para diversas actividades negativas hacia su entorno.

Que el 8 de marzo del 2004 se publicó en el periódico oficial Gaceta del Gobierno la norma técnica estatal ambiental NTEA-002-SEGEM-AE-2004, que regula la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos en el Estado de México.

Que en la 13ª Sesión Ordinaria del Comité Estatal de Normalización Ambiental, celebrada el 15 de diciembre del 2005, se acordó cambiar las siglas SEGEM por SMA en la nomenclatura de las normas técnicas estatales ambientales, cambiando el nombre de la NTEA-002-SEGEM-AE-2004 a NTEA-002-SMA-AE-2004.

Que la actualización de la presente norma tiene como fin preponderante la protección al medio ambiente, cuya acción fundamentalmente atiende al interés social y orden público.

Que del análisis de los comentarios y sugerencias realizado por la Secretaría de Desarrollo Económico y diversas áreas del Gobierno del Estado de México, así como por la Cámara Regional de la Industria Arenera del D.F. y el Estado de México, se incluyeron modificaciones al proyecto de norma.

Que se analizaron los mecanismos de certeza y seguridad para la explotación y transporte de minerales no concesionables.

Que los predios sujetos a explotación de minerales no concesionables tienen una función natural y social.

Que con el afán de proteger el ambiente, se crea la figura de garantía mediante el fideicomiso, misma que podrá darse a través de instituciones especializadas o personas morales de solvencia, que garanticen la rehabilitación ambiental de los terrenos explotados.

Que con la finalidad de conocer y controlar las actividades de explotación de minerales no concesionables dentro del territorio del Estado de México, las minas autorizadas, al momento de expender minerales no concesionables, otorgarán un documento que avale el origen lícito de los mismos.

Que con el propósito de promover la protección al ambiente y distinguir a los mineros que llevan a cabo un óptimo desempeño ambiental se crea el Certificado de Cumplimiento Ambiental.

Que en el desarrollo de la presente Norma Técnica Estatal Ambiental participaron la Cámara Regional de la Industria Arenera del D.F. y el Estado de México, la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de México, la Dirección General de Protección Civil del Gobierno del Estado de México, la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de México, la Universidad Autónoma del Estado de México y por parte de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, la Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental y la Coordinación jurídica.

Que habiéndose cumplido con el procedimiento establecido en el Título Sexto del Libro Primero del Código Administrativo del Estado de México denominado "de las normas técnicas", el Comité Estatal de Normalización Ambiental en sesión del 11 de noviembre del 2009, aprobó el Proyecto de Norma Técnica Estatal Ambiental PROY-NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesibles en el Estado de México.

Que con fundamento en el artículo 39 del Reglamento Interior del Comité Estatal de Normalización Ambiental, el 02 de febrero del 2010, se publicó en el Periódico Oficial "Gaceta de Gobierno" para consulta pública el Proyecto de Norma Técnica Estatal Ambiental PROY- NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesibles en el Estado de México, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios ante el Comité Estatal de Normalización Ambiental.

Que derivado de los comentarios recibidos en el plazo de 60 días antes mencionado, se incorporaron modificaciones a la norma propuesta.

Que el Grupo Estatal de Mejora Regulatoria, emitió el dictamen favorable sobre el PROY- NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesibles en el Estado de México.

Que en sesión ordinaria de fecha 08 de septiembre del 2010, el Comité Estatal de Normalización Ambiental, aprobó la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009 que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México, por lo que se ha tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA TÉCNICA ESTATAL AMBIENTAL NTEA-002-SMA-DS-2009, QUE REGULA LA EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y TRANSPORTE DE MINERALES NO CONCESIONABLES EN EL ESTADO DE MÉXICO**

**ÍNDICE**

1. Introducción
2. Objetivo y campo de aplicación
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Procedimientos
6. Grado de concordancia con otras normas
7. Bibliografía
8. Observancia de esta norma

**I. INTRODUCCIÓN**

Los sitios destinados a la exploración y explotación de sustancias minerales no concesionables por el Gobierno Federal que puedan generar riesgos o contaminantes o afectar acuíferos, masas forestales, suelos, flora, fauna o causar impactos ambientales, deberán de circunscribirse a la aplicación de esta norma, que permitirá proteger el ambiente y preservar el equilibrio ecológico, minimizando sus efectos adversos al medio ambiente.

## 2. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las especificaciones de protección ambiental para realizar las actividades de exploración, explotación y transporte de sustancias minerales no concesionables por el Gobierno Federal, en el territorio estatal y es de observancia obligatoria para aquellos que tienen la responsabilidad de la propiedad o posesión del sitio de extracción o transportación de minerales no concesionables, así como para el titular de la autorización de explotación de minerales no concesibles en materia de impacto ambiental y en lo que corresponda a los responsables de los depósitos de minerales no concesionables ubicados dentro del territorio del Estado de México.

## 3. DEFINICIONES

Para efectos de la presente Norma Técnica Estatal Ambiental se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el Código para la Biodiversidad del Estado de México, sus reglamentos, y las siguientes:

**3.1 Acciones no previstas.** Aquellas actividades que no fueron contempladas inicialmente en el desarrollo de un proyecto minero.

**3.2 Acuífero.** Es cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

**3.3 Ampliación.** Superficie de terreno adyacente a una o más obras mineras activas o inactivas, que se solicita para realizar labores de explotación minera.

**3.4 Berma.** Franja de terreno al pie de los taludes, para la estabilización.

**3.5 Código.** El Código para la Biodiversidad del Estado de México.

**3.6 Exploración.** Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar, cuantificar y evaluar depósitos de minerales no concesionables económicamente aprovechables.

**3.7 Explotación de materiales.** Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los minerales no concesionables existentes en el mismo.

**3.8 Falla.** Desplazamientos relativos de una parte de la roca o masa del terreno con respecto a la otra, como resultados de los esfuerzos que se generan en la corteza terrestre.

**3.9 Fractura.** Discontinuidad en las rocas producida por un sistema de esfuerzos.

**3.10 Frente de explotación.** Pared expuesta sobre la que se realiza la explotación del material.

**3.11 IFOMEGEM.** Instituto de Fomento Minero y Estudios Geológicos del Estado de México.

**3.12 Mina o banco.** Sitio donde se pueden extraer minerales no concesionables.

**3.13 Minerales no concesionables.** Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción, ornamento de obras o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto y que no son concesionables por el Gobierno Federal.

**3.14 Nivel freático.** La superficie de agua que se encuentra en el subsuelo bajo el efecto de la fuerza de gravitación y que delimita la zona de aireación de la de saturación.

**3.15 Programa de restauración o rehabilitación.** Documento técnico de planeación de las actividades necesarias para la rehabilitación o restauración de los terrenos degradados o impactados, por la explotación de materiales.

**3.16 Roca masiva.** Roca ígnea, metamórfica o sedimentaria, que no se presenta disgregada o granular, misma que puede extraerse en bloques.

**3.17 Secretaría.** Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.

**3.18 Sitio de almacenamiento.** Lugar que se destina al acopio de minerales no concesionables no comercializables o de la capa de suelo, en la etapa de despalle de terreno, que será utilizado en labores posteriores de rehabilitación del terreno explotado.

**3.19 Suelo fértil.** Es un cuerpo natural y dinámico constituido por varias capas, que sostienen la vegetación y otro tipo de organismos.

**3.20 Talud.** Es la inclinación natural o artificial formada por la acumulación de fragmentos del suelo con un ángulo de reposo del material del terreno del que se trate.

**3.21 Titular.** Persona física o jurídica colectiva que posee la autorización en materia de impacto ambiental, para la explotación de minerales no concesionables .

**3.22 Zona de amortiguamiento.** Es la porción del sitio, cuyo objetivo es el de proporcionar el espacio necesario para establecer un sistema para el monitoreo oportuno de acciones no previstas, permitir la aplicación de las acciones requeridas para su mitigación y servir como área de transición, a fin de evitar su impacto fuera de las fronteras del sitio.

**3.23 ZMVT.** Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que integra 7 municipios del Estado de México: Toluca, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Xonacatlán y Zinacantepec.

**3.24 ZMVM.** Zona Metropolitana del Valle de México, que integra el Distrito Federal y 18 municipios conurbados del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Chalco, Chimalhuacán, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad.

#### 4. ESPECIFICACIONES

Con el fin de cumplir con las diferentes especificaciones de ubicación que debe satisfacer un sitio para la exploración, extracción y transportación de minerales no concesionables y facilitar la toma de decisiones en las diferentes etapas de los estudios y proyectos que se describen en el numeral 5.0 de esta Norma Técnica Estatal Ambiental, debe ser considerado lo siguiente:

##### 4.1 Aspectos Generales

**4.1.1** Para la autorización de apertura o exploración de nuevas minas, se estará a lo que determine la autoridad, con base en lo establecido en el Código, sus Reglamentos e Instrumentos de Política Ambiental y la presente Norma, sin perjuicio de las facultades que le confiere a los municipios el Libro

Quinto del Código Administrativo del Estado de México, para autorizar la explotación de minas de materiales.

**4.1.2** Se prohíbe la apertura de minas o su ampliación en áreas naturales protegidas, salvo las excepciones que establezca la Secretaría, con base a lo estipulado en los decretos de creación, programas de manejo y a lo que determine la evaluación del impacto ambiental.

Los aprovechamientos mineros que se autoricen en estas áreas, invariablemente serán para proyectos llevados a cabo con la participación de las comunidades que en ellas habitan (y que así lo demuestren) siempre y cuando se eviten y reduzcan al mínimo sus efectos negativos en el equilibrio ecológico o el ambiente en el área natural protegida.

La explotación de minas de minerales no concesionables se deberá ubicar en zonas compatibles con el uso de suelo que determine el Plan de Desarrollo Urbano Municipal.

**4.1.3** En los terrenos donde se convengan nuevos aprovechamientos la explotación será únicamente a cielo abierto, en terrenos de 3 hectáreas o mayores. Para el caso de ampliaciones, éstas podrán llevarse a cabo en una superficie menor, que dé continuidad a aprovechamientos existentes.

Para explotaciones y/o aprovechamientos de rocas masivas con fines artesanales, o para explotaciones de tepejal y arcilla común (para elaboración de tabiques) en donde la profundidad de las minas no exceda de 3 metros se definirá la superficie mínima a explotar, de acuerdo con las características del medio donde se localice el proyecto y las técnicas de extracción, tomando en cuenta que se disponga de terreno suficiente, al dejar libre de explotación la de amortiguamiento marcada en el numeral 4.1.4 de esta norma.

**4.1.4** Respetar los límites con terrenos colindantes y el derecho de vía de autopistas, ferrocarriles, caminos principales, caminos secundarios, acueductos, oleoductos, gasoductos, poliductos, líneas de transmisión de energía eléctrica y obras públicas federales, estatales y municipales, dejando libre de explotación una franja de amortiguamiento de por lo menos 20 metros del límite del derecho de vía de los mismos o del límite con los terrenos vecinos, o mayor según fueren las características del material. El ancho de la citada franja podrá disminuirse hasta un mínimo de 10 metros, siempre y cuando se demuestre la estabilidad y seguridad del talud límite, a través de los estudios técnicos correspondientes.

**4.1.5** Los taludes finales con alturas superiores a 15 metros deberán contar con una berma en proporción 3:1 (tres unidades verticales por una horizontal) y/o con taludes que correspondan al ángulo natural de reposo del material suelto del que se trate.

**4.1.6** Los sitios ubicados en la colindancia con un área natural protegida deberán respetar una franja de amortiguamiento mínima de 20 metros a partir del límite del polígono del área.

**4.1.7** Se prohíbe la exploración y explotación de minas ubicadas dentro de zonas arqueológicas y su área de influencia.

**4.1.8** En los sitios que se encuentren con un nivel freático somero y/o inmediato a zonas urbanas, la Secretaría determinará los niveles máximos de explotación, de acuerdo a los estudios solicitados para la evaluación de Impacto Ambiental.

**4.1.9** La Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México emitirá un Certificado de Cumplimiento Ambiental, a los titulares que demuestren un óptimo desempeño ambiental, de acuerdo a los criterios establecidos por la propia Secretaría, en observancia y cumplimiento a la presente norma, mismo que servirá para promover la protección al ambiente y como incentivo para las empresas del ramo.

## **4.2 Aspectos Hidrológicos y Geológicos**

**4.2.1** Las minas se deben localizar fuera de zonas de inundación. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no existe la obstrucción de flujo en las áreas de escurrimiento o inundación y las posibilidades de deslaves o erosión.

**4.2.2** Las minas deben estar a una distancia mínima de 60 metros de una falla activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.

**4.2.3** El sitio de explotación se debe localizar fuera de zonas que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos, para lo cual se deberán realizar los estudios de mecánica de suelos y de estabilidad de taludes que garanticen que se cumplirá con lo anterior.

**4.2.4** Se debe evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que provoquen fallas o fracturas del terreno.

**4.2.5** No se podrá desviar el curso original en cauces y lechos de los cuerpos de aguas permanentes e intermitentes, con depósitos artificiales en la zona federal o estatal a menos que se tenga la autorización de la Comisión Nacional del Agua.

## **4.3 Consideraciones legales para la Operación**

**4.3.1** De la obtención de Resoluciones, Autorizaciones, Dictámenes, Permisos y Licencias.

**4.3.1.1** La propiedad del predio podrá comprobarse en términos del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México y de conformidad con el artículo 9 del Reglamento del Libro Quinto del Código.

**4.3.1.2** De considerarse necesario para las nuevas minas de materiales no concesionables, esta Secretaría podrá solicitar la opinión técnica del IFOMEGEM y/o del organismo que adopte estas funciones, con relación a los aspectos geológico-mineros del proyecto, presentando los estudios correspondientes que demuestren el tipo de materiales a explotar, potencial, calidad, técnicas de explotación, profundidad de las minas de minerales no concesionables, entre otras.

**4.3.1.3** Obtener la resolución positiva en materia de impacto ambiental, que otorga la Secretaría.

**4.3.1.4** Pagar los derechos correspondientes por la expedición de las resoluciones de impacto ambiental, en términos de lo dispuesto en el artículo 99 del Código Financiero del Estado de México y Municipios.

## **4.4 Condiciones mínimas que deberán reunirse para la exploración y/o explotación de una mina**

**4.4.1** Llevar a cabo las medidas de ingeniería necesarias para no afectar la dinámica de los escurrimientos de aguas pluviales.

**4.4.2** Almacenar el suelo fértil, producto del despalme, en el sitio de almacenamiento existente dentro del predio, para posteriormente utilizarlo en las actividades de rehabilitación del terreno, quedando estrictamente prohibida su venta o donación.

**4.4.3** Construir una barrera física en los frentes y partes laterales con materiales propios de la mina conforme ésta avanza, a efecto de prevenir el aproximarse al voladero o frente de explotación, evitar que se depositen residuos sólidos urbanos de forma clandestina y reducir el riesgo de accidentes.

**4.4.4** Para el uso de explosivos en la explotación de la mina, deberán contar con el permiso de la Secretaría de la Defensa Nacional.

**4.4.5** El patio de mantenimiento de la maquinaria deberá contar con un piso de concreto no menor a 10 centímetros de espesor y con una superficie mínima que garantice la permanencia del equipo pesado, para evitar la infiltración de aceites y grasas al subsuelo.

**4.4.6** Se deberán aplicar medidas de ingeniería para evitar o disminuir los procesos erosivos existentes en los taludes terminales, dependiendo de las características geológicas.

**4.4.7** No se permitirá la apertura de minas para la explotación de minerales no concesionables, en predios ubicados en barrancas, cañadas o zonas clasificadas como de alta fragilidad, según el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, o cuando así lo determine la evaluación de impacto ambiental.

**4.4.8** Para garantizar el cumplimiento del programa de restauración o rehabilitación ambiental establecido por la Secretaría, una vez iniciadas las actividades, el titular deberá realizar las aportaciones respectivas al fideicomiso establecido para tal efecto, de acuerdo a las Reglas de Operación emitidas por la Secretaría.

## **5. PROCEDIMIENTOS**

### **5.1 Recursos hídricos**

**5.1.1** Durante la explotación se deberá impedir la afectación a cauces de ríos, arroyos o manantiales, cuerpos de agua, así como a zonas de derecho federal estatal o municipal.

**5.1.2** La disposición de los residuos y materiales no comercializables, por ningún motivo podrá realizarse temporal o permanentemente sobre derechos o cauces de los cuerpos de agua, invariablemente se destinarán al sitio que se establezca en la resolución en materia de impacto ambiental o en el que determine el ayuntamiento correspondiente, de conformidad con los artículos 110, 117 y 122 del Reglamento del Libro Segundo del Código.

**5.1.3** Se deberá construir una barrera física que impida el arrastre de material disgregado hacia el cauce o lecho del cuerpo de agua, la cual deberá de ser de material consolidado, preferentemente no derivado de la mina, con trampas de sólidos. También se deberá contar con programas periódicos de limpia y desazolve de cuerpos de agua.

**5.1.4** Cuando el tipo de suelo lo permita, se deberán construir sistemas de cunetas, contra cunetas y conducción de agua de lluvia hacia el exterior de la mina, que impidan el arrastre de minerales no concesionables particulados a cauces o cuerpos de agua

**5.1.5** Los sistemas de desagüe de la mina deberán desembocar en la fosa de recepción ubicada en la parte más baja de la mina, con objeto de propiciar la infiltración.

**5.1.6** Las excavaciones invariablemente evitarán llegar al nivel freático, dejando como mínimo 3 metros de la zona no saturada, con el fin de evitar la posible contaminación del acuífero.

**5.1.7** Queda prohibido depositar minerales no concesionables, en cauces y zonas de escurrimientos. En caso de que por cualquier motivo, se encontrarán este tipo de materiales en zonas aledañas al predio, el

titular de la mina estará obligado a realizar las obras de limpieza y desazolve correspondientes, antes del inicio de la temporada de lluvias.

## **5.2 Infraestructura**

**5.2.1** Para el caso de instalaciones fijas, por razones de seguridad y prevención de accidentes, la estructura de la cribadora deberá estar firmemente asentada.

**5.2.2** Para el caso de las minas ubicadas en la ZMVM y ZMVT, se deberá evaluar la necesidad de contar con sistemas cubre polvos en los procesos que lo requieran, a fin de evitar fuga y dispersión de material particulado.

**5.2.3** En el caso de contar con tanque de almacenamiento de combustible, el suministro se realizará en un sitio predeterminado en el que se evite cualquier tipo de derrame o fuga, que pudiese provocar siniestros o contaminación del suelo y subsuelo.

El almacenamiento de combustible deberá realizarse en un sitio ventilado, cubierto con piso de concreto, que tenga un dique de contención de una altura que no exceda de un metro y que sea suficiente para captar un 10% adicional del volumen total a almacenar. Además, los tanques de almacenamiento deberán estar conectados a tierra, con el fin de evitar cargas estáticas.

**5.2.4** Se deberá contar con instalaciones sanitarias que eviten las descargas directas a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

**5.2.5** En los casos que existiesen minas cercanas a zonas de asentamientos humanos, el titular deberá garantizar a través de obras de ingeniería, la estabilidad de los taludes existentes y la no afectación de las construcciones vecinas.

**5.2.6** Además de lo señalado en el punto anterior, se deberá obtener la resolución del estudio de riesgo ambiental de manera favorable; de conformidad con los artículos 2.67 del Código y 123, 126 y 139 del Reglamento del Libro Segundo del Código, en caso de ser negativo, el titular deberá realizar las obras de clausura y rehabilitación del sitio.

## **5.3 Residuos sólidos o líquidos**

**5.3.1** Se impedirá que la mina sea empleada como área de disposición final de residuos sólidos o líquidos, con las excepciones que establezca la Secretaría.

**5.3.2** Los residuos peligrosos generados por actividades de mantenimiento deberán disponerse temporalmente en tambos tapados y clasificados; el transporte y disposición final se realizará a través de empresas especializadas, conforme a la reglamentación ambiental vigente.

## **5.4 Rehabilitación Ecológica**

**5.4.1** Queda condicionada la autorización de explotación de un nuevo frente a la presentación de un Informe Previo a la Secretaría, cuando éste no fue contemplado en la superficie del proyecto autorizado, de conformidad con el artículo 128 del Reglamento del Libro Segundo del Código.

**5.4.2** El titular deberá realizar las actividades de rehabilitación, de acuerdo a la vocación natural del terreno y conforme al programa de restauración o rehabilitación acreditado por la Secretaría.

**5.4.3** Una vez que se haya concluido la explotación, se deberá realizar una nivelación general del piso de la mina en la zona explotada hasta ese momento, dejando una pendiente general máxima de cinco grados, evitando dejar montículos, rampas, ondulaciones, pozos ni cárcavas en las zonas rehabilitadas, con excepción de agua pluvial. Las bermas deberán ser cubiertas con una capa de suelo fértil.

En caso de que el titular pretenda darle un uso distinto al predio, deberá obtener la autorización previa de la Secretaría, en materia de impacto ambiental.

**5.4.4** Restituir con una cubierta vegetal las bermas y las superficies que hayan sido sometidas a explotación, plantando especies propias de la zona, en el caso de árboles se deberá evitar la utilización de especies exóticas, como las conocidas comúnmente como casuarina, eucalipto y pirul. La plantación de árboles deberá llevarse a cabo preferentemente al inicio de la temporada de lluvias, con técnicas específicas de plantación que garanticen la supervivencia de los individuos plantados y reemplazando aquellos que perezcan.

**5.4.5** La capa superficial de suelo fértil que se almacenó (en el caso de que exista) deberá emplearse para el recubrimiento de las bermas y del piso de la mina, de tal forma que los recubra una capa de espesor similar y no menor a la preexistente en el sitio, conforme avance la explotación de la mina y según lo permita su operación.

**5.4.6** Quedará prohibida la explotación de minas en los predios en los que se hayan realizado actividades de rehabilitación final.

**5.4.7** Se prohíbe la realización de actividades de roza, quema o utilización de productos químicos para la limpieza del terreno.

**5.4.8** En caso de que la mina colinde con otra debidamente autorizada, los titulares podrán extraer de común acuerdo los materiales que corresponden a las franjas de amortiguamiento que se localicen exclusivamente entre las dos minas, con responsabilidad compartida en las labores de nivelación y restauración de dicha franja y con la autorización previa de la Secretaría, tomando en consideración los derechos de vías.

**5.4.9** Entregar anualmente al IFOMEGEM, en el mes de enero, un reporte de las actividades realizadas, que incluya el volumen explotado de minerales no concesionables.

**5.4.10** Entregar a la Secretaría un reporte anual del avance del programa de rehabilitación del sitio, con el anexo fotográfico correspondiente.

Los reportes a que se refieren los numerales 5.4.9 y 5.4.10 serán empleados únicamente con fines estadísticos y como seguimiento de la autorización en materia de impacto ambiental.

## **5.5 Finalización de la actividad minera**

Las siguientes medidas ambientales serán aplicadas por el titular a cualquier mina que haya finalizado su actividad de explotación y quedará como corresponsable el propietario o poseedor del predio.

**5.5.1** Una vez finalizada la explotación, se deberá iniciar el retiro de las instalaciones que fueron ocupadas durante la operación, así como el desmantelamiento y demolición de la tolva, la cribadora, su basamento y cualquier otro dispositivo. El piso de la mina deberá ser uniforme, plano y libre de cualquier obstáculo.

**5.5.2** Los residuos sólidos, producto de la limpieza, desmantelamiento o demolición de las instalaciones, deberán ser depositados en el lugar que para ello designe la autoridad correspondiente.

## **5.6 De la transportación de minerales no concesionables**

**5.6.1** Los camiones que transporten minerales no concesionables, deberán hacerlo con la caja tapada con una lona, que impida el derrame de éstos en los caminos y conforme a lo marcado en la normatividad correspondiente.

El titular de la mina o responsable del depósito de minerales no concesionables, estará obligado a expender materiales únicamente a camiones que cuenten con una lona, que impida el derrame de materiales y a colocar anuncios en los puntos de venta para informar a los compradores de esta disposición.

**5.6.2** Al momento de expender minerales no concesionables, se deberá proporcionar una factura y/o nota de remisión, la cual deberá tener los siguientes datos:

**5.6.2.1** Nombre del producto que se vendió.

**5.6.2.2** Cantidad del producto que se vendió.

**5.6.2.3** Número de placas del vehículo que va a transportar el material fuera de la mina.

**5.6.2.4** Fecha en la que se vendió el producto.

**5.6.2.5** Número de autorización en materia de impacto ambiental.

**5.6.2.6** Sello de la mina o depósito de minerales no concesionables.

Este documento ampara y acredita el origen lícito del material, con la finalidad de que el transportista pueda circular por las carreteras del Estado de México.

**5.6.3** El titular de la mina deberá rehabilitar y tener en buenas condiciones de circulación los caminos de acceso a ésta.

## **6. GRADO DE CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS**

No hay normas equivalentes. Las disposiciones que existen en otros ordenamientos no son equivalentes con los elementos de orden técnico que se integran en esta Norma Técnica Estatal Ambiental.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

**7.1** Código para la Biodiversidad del Estado de México, publicado en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" el 13 de mayo de 2005.

**7.2** Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

**7.3** Ley Minera, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de junio de 1992.

**7.4** Reglamento de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.

**7.5** Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México, publicado en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" el 22 de mayo de 2007.

**7.6** Reglamento del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, publicado en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" el 13 de marzo de 2002.

**7.7** Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México, publicado en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" el 19 de diciembre de 2006.

## **8. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA**

**8.1** La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Técnica Estatal Ambiental, corresponde al Poder Ejecutivo del Gobierno del Estado de México, a través de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, cuyo personal realizará los trabajos de verificación que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos del Código y el Reglamento del Libro Segundo del Código y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

**8.2** El cumplimiento de la presente Norma Técnica Estatal Ambiental no exime del cumplimiento de otras disposiciones jurídicas aplicables a la materia, que sean requisito para el desarrollo del proyecto de interés.

## **TRANSITORIOS**

**PRIMERO.-** La presente Norma Técnica Estatal Ambiental, entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" del Estado de México.

**SEGUNDO.-** Los sitios de explotación ya existentes, ubicados cerca de áreas urbanas o urbanizables, deberán implementar medidas para minimizar la generación de ruido evitando el uso, en lo posible, de bandas metálicas y los motores contarán con dispositivos especiales.

**TERCERO.-** Las minas que actualmente explotan minerales no concesionables, tendrán un plazo de 90 días naturales, a partir de su publicación en la "Gaceta del Gobierno" del Estado de México, para regularizar su situación de acuerdo a sus preceptos.

**CUARTO.-** Las personas físicas o jurídicas colectivas que actualmente se encuentren explotando minas, deberán aplicar los criterios técnicos y ambientales, señalados en la presente norma, según sea el caso. Asimismo, deberán presentar a la Secretaría, un programa de restauración o rehabilitación del área afectada para su revisión y validación.

**QUINTO.-** La presente Norma Técnica Estatal Ambiental abroga a su similar NTEA-002-SMA-AE-2004, que regula la exploración, explotación y transporte de materiales pétreos en el Estado de México, publicada en el periódico oficial "Gaceta del Gobierno" el 8 de marzo del 2004.

Dado en la Ciudad de Metepec, México, a los 08 días del mes de septiembre del 2010.

**L.A.E. GUSTAVO CARDENAS MONROY**  
**SECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE**  
**(RUBRICA).**

## ANEXO II

### II. Formato de Aviso de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes

gob.mx

Servicio de Administración Tributaria

Formato de Avisos de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes RX

Marque con una "X" si acompaña
 

Cuestionario	Listado(s) RFC
--------------	----------------

Fecha de publicación del formato en el DOF
 

--

Acuse de recibido por certificación o reloj flanqueador (para uso exclusivo de la autoridad).

1. Folio (Si se trata de solicitud o aviso complementario, indicar número de folio asignado por la autoridad en la solicitud o aviso que se complementa)
 

--

Antes de iniciar el llenado de esta forma oficial, lea las instrucciones

2. Datos de identificación del contribuyente

2.1 Clave Única de Registro de Población		2.1.1 Registro Federal de Contribuyentes	
--	--	--	--

2.2 Personas físicas

Nombre(s):
Primer apellido:
Segundo apellido:

2.3 Personas morales

Denominación o razón social:
Régimen de capital:

2.4 Nombre Comercial o de Identificación al Público (Persona Física o Moral):
 

--

3. Tipo de movimiento

3.1. Inscripción

<input type="checkbox"/> 3.1.1 Tipo de Solicitud (ver instrucciones)	3.1.2 Fecha de Firma de la Escritura Constitutiva	Día	Mes	Año	3.1.3 Fecha de inicio de operaciones	Día	Mes	Año

3.2. Avisos (Ver instrucciones)

<input type="checkbox"/> 3.2.1 Identificación del aviso.	Día	Mes	Año	<input type="checkbox"/> 3.2.2 Identificación del aviso.	Día	Mes	Año	<input type="checkbox"/> 3.2.3 Identificación del aviso.	Día	Mes	Año

Se presenta por duplicado

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

COFOMER  
Comisión de México

Contacto:  
Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc,  
C.P. 06300, Ciudad de México. Marca SAT (01  
55) 627 22 728

## ANEXO II

**gob mx**

Servicio de Administración Tributaria

### 4. Contribuyentes Residentes en el Extranjero

4.1 País de Residencia Fiscal:		<input type="checkbox"/> 4.3 Marque con una "X" si cuenta con establecimiento permanente en México
4.2 Número de Identificación fiscal asignado en el país de residencia:		

### 5. Socios o Accionistas

5.1 Si se trata de persona moral indique:	
5.1.1 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.2 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.3 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.4 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.5 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.6 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.7 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.8 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.9 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:
5.1.10 RFC del Socio o Accionista:	CURP del Socio o Accionista:

### 6. Fusión, Escisión y Liquidación de Sociedades (Ver instrucciones)

En movimientos de Inscripción o Actualización de Datos, Derivados de Fusión, Escisión y Liquidación de Sociedades señale:

6.1 Fusión	6.1.1 Indicar el RFC de la(s) Sociedad(es) Fusionada(s) (De ser necesario acompañar listado)	
6.2 Escisión	6.2.1 Indicar el RFC de la Sociedad Escidente	<input type="checkbox"/> Marque con una "X" si se extingue
6.2.2 Indicar el RFC de la(s) Sociedad(es) Escindida(s) (De ser necesario acompañar listado)		

Marque con una "X" si no cuenta con todos los RFC de las Sociedades Escindidas

Se presenta por duplicado

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



COFOMER  
Comisión  
de México Española

Contacto:

Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc,  
C.P. 06300, Ciudad de México. Marca SAT (01  
55) 627 22 728

Página 2 de 7

## ANEXO II

<b>gob mx</b>
Servicio de Administración Tributaria

6.2.3 En caso de Extinción de la Sociedad Escidente, Indicar el RFC y Denominación o Razón Social de la Sociedad Escindida Designada	
RFC	Denominación o Razón Social

Marque con una "X" si no cuenta con el RFC de la sociedad escindida designada

6.3 Liquidación	Indicar RFC del Liquidador
-----------------	----------------------------

7. Datos del Documento protocolizado (Sólo para personas morales)
---

7.1 Número de Escritura	7.2 RFC del Fedatario Público
-------------------------	-------------------------------

7.3 Datos de Inscripción en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio	Fecha	Día	Mes	Año	Libro	Foja

8. Datos de Ubicación (Ver instrucciones)
---

8.1 Domicilio
---------------

<input type="checkbox"/> 8.1.1 Indique con qué tipo de movimiento se relaciona este domicilio	<input type="checkbox"/> 8.1.2 Tipo de domicilio	<input type="checkbox"/> 8.1.3 Características del domicilio
---	--	--

8.1.3.1 En caso de haber elegido "otro" en el apartado 8.1.3. Señale la característica del domicilio	Tipo de vialidad
--	------------------

Código postal:	Calle:	<small>(Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Avila Camacho, Calzada, Corredor, etc.)</small>					
Número exterior:	Número interior:						
Colonia:	<small>(Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)</small>			Localidad:			
Municipio o Demarcación:			Estado o Ciudad de México:				
Entre que calles:			Calle posterior:				
Descripción de la ubicación:		Teléfono 1:	Lada:	Número:	Teléfono 2:	Lada:	Número:
Correo Electrónico 1:				Correo Electrónico 2:			

Se presenta por duplicado

 	Contacto: Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc, C.P. 06300, Ciudad de México Tel. Marca SAT (01 55) 627 22 728
---	---

## ANEXO II

<b>gob mx</b>
Servicio de Administración Tributaria

### 8.2 Domicilio

<input type="checkbox"/> 8.2.1 Indique con qué tipo de movimiento se relaciona este domicilio	<input type="checkbox"/> 8.2.2 Tipo de domicilio	<input type="checkbox"/> 8.2.3 Características del domicilio
---	--	--

8.2.3.1 En caso de haber elegido "otro" en el apartado 8.2.3. Señale la característica del domicilio	Tipo de vialidad
--	------------------

Código postal:		Calle:	(Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Carrucho, Calzada, Corredor, etc.)				
Número exterior:		Número interior:					
Colonia:	(Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)		Localidad:				
Municipio o Demarcación:			Estado o Ciudad de México:				
Entre que calles:			Calle posterior:				
Descripción de la ubicación:		Teléfono 1:	Lada:	Número:	Teléfono 2:	Lada:	Número:
Correo Electrónico 1:			Correo Electrónico 2:				

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #ccc;">9. Datos del representante legal</td> </tr> <tr> <td>Clave Única de Registro de Población:</td> </tr> <tr> <td>Registro Federal de Contribuyentes:</td> </tr> <tr> <td>Nombre(s):</td> </tr> <tr> <td>Primer apellido:</td> </tr> <tr> <td>Segundo apellido:</td> </tr> </table>	9. Datos del representante legal	Clave Única de Registro de Población:	Registro Federal de Contribuyentes:	Nombre(s):	Primer apellido:	Segundo apellido:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #ccc;">10. Declaro bajo protesta decir verdad que los datos contenidos en esta forma oficial son ciertos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; height: 100px; border: 1px dashed gray;">  </td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Firma o huella digital del contribuyente o bien, del representante legal quien manifiesta bajo protesta de decir verdad, que a esta fecha el mandato con el que se ostenta no le ha sido modificado o revocado.</td> </tr> </table>	10. Declaro bajo protesta decir verdad que los datos contenidos en esta forma oficial son ciertos		Firma o huella digital del contribuyente o bien, del representante legal quien manifiesta bajo protesta de decir verdad, que a esta fecha el mandato con el que se ostenta no le ha sido modificado o revocado.
9. Datos del representante legal										
Clave Única de Registro de Población:										
Registro Federal de Contribuyentes:										
Nombre(s):										
Primer apellido:										
Segundo apellido:										
10. Declaro bajo protesta decir verdad que los datos contenidos en esta forma oficial son ciertos										
										
Firma o huella digital del contribuyente o bien, del representante legal quien manifiesta bajo protesta de decir verdad, que a esta fecha el mandato con el que se ostenta no le ha sido modificado o revocado.										

### 11. Documentos que deben acompañar a la forma oficial RX

Los documentos que debe acompañar a la Forma Oficial RX "Formato de Avisos de Liquidación, Fusión, Escisión y Cancelación al Registro Federal de Contribuyentes" la puede consultar en el Portal del SAT ([www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx)) o en la Administración Desconcentrada de Servicios al Contribuyente más cercana a su domicilio.

Se presenta por duplicado

	Contacto: Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc, C.P. 06300, Ciudad de México Tel. Marca SAT (01 55) 627 22 728
---	---

**gob mx**

Servicio de Administración Tributaria

## 12. Instrucciones

- La solicitud de inscripción, así como los avisos, pueden presentarse en cualquier Administración Desconcentrada de Servicios al Contribuyente independientemente que corresponda o no a la ubicación del domicilio fiscal.

- Esta forma oficial puede ser llenada a máquina. Únicamente se hacen anotaciones dentro de los campos para ello establecidos. En caso de llenado a mano, se usa letra de molde, empleando mayúsculas, continta negra o azul.

- Esta forma oficial se tendrá por no presentada en el caso de que no esté debidamente llenada, no se acompañe la documentación correspondiente o por la ausencia de la firma del contribuyente o en su caso, por la firma y datos del representante legal

- Las fechas se deben anotar con los dos dígitos para el día, dos  
Ejemplo: 1 de enero de 2008.

DÍA	MES	AÑO
01	01	2008

### Rubro 1. Folio

- Cuando se presente un nuevo formato para corregir errores, omisiones o complementar la información de llenado, indique el número de FOLIO asignado por la Autoridad en la solicitud o aviso que se corrige o complementa. En este caso, debe llenar la totalidad de esta forma oficial así como el cuestionario cuando corresponda inclusive con los datos que no se modifican.

### Rubro 2. Datos de identificación del contribuyente

-Apartado 2.1 Clave Única de Registro de Población.  
Las personas físicas que cuenten con la Clave Única de Registro de Población (CURP), la anotarán a 18 posiciones en este campo.

- Apartado 2.1.1 Registro Federal de Contribuyentes.  
Este campo sólo se utiliza tratándose de avisos. Anotar la clave del RFC a doce o trece posiciones, según se trate de persona moral o persona física, respectivamente. En caso de sucesión, se escribe el RFC del contribuyente fallecido.

Apartado 2.2 Personas Físicas.  
Las personas físicas deben anotar su(s) nombre(s) completo(s) como aparece(n) en el acta de nacimiento expedida por el Registro Civil, respetando en su caso las abreviaturas que dicho documento contenga. Tratándose de personas físicas residentes en el extranjero con o sin establecimiento permanente en México, deben anotar su(s) nombre(s) completo(s) como aparece en el pasaporte vigente.

-Apartado 2.3 Personas Morales.

Las personas morales residentes en México, deben anotar la denominación o razón social tal como aparece en el documento con el que acrediten la personalidad jurídica, mismo que deben acompañar a esta forma oficial.

Régimen de capital: este campo solo lo llenan las personas morales anotando las siglas correspondientes al régimen de que se trate.

- Apartado 2.4 Nombre comercial o de identificación al público de personas físicas o morales. Anote el nombre utilizado para la promoción de sus productos al público. Este campo debe llenarse aun cuando el nombre comercial sea idéntico al nombre, tratándose de personas físicas, o a la denominación razón social en el caso de personas morales.

### Rubro 3. Tipo de movimiento

- Apartado 3.1 Inscripción

- Apartado 3.1.1 Tipo de solicitud de inscripción

De acuerdo al tipo de solicitud de inscripción anote el número que corresponda según el siguiente listado.

1. Inscripción y cancelación por fusión de sociedades.
2. Inscripción por escisión de sociedades.
3. Inscripción y cancelación por escisión de sociedades.

Tratándose de solicitudes de inscripción al RFC, se acompaña a esta forma oficial, el cuestionario de actividades económicas y obligaciones de personas morales.

- Apartado 3.1.2 Fecha de firma de la escritura constitutiva.

Señalar la fecha de firma de la escritura constitutiva que les otorga personalidad jurídica.

- Apartado 3.1.3 Fecha de inicio de operaciones.  
Tratándose de personas morales constituidas en territorio nacional, se considera como fecha de inicio de operaciones la misma fecha en que se constituyó.

- Apartado 3.2 Avisos (En caso de solicitud de inscripción remitirse al apartado 3.1)

Se presenta por duplicado

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



**COFOMER**  
Comisión  
de México Representativa

Contacto:  
Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc, C.P.  
06300, Ciudad de México. Marca SAT (01 55)  
627 22 728

- Apartado 3.2 .1, 3.2.2 y 3.2.3 Por cada aviso anote dentro del campo identificación del aviso, el número que le corresponda de acuerdo al siguiente listado:

- 1.Cancelación por fusión de sociedades.
- 2.Apertura de sucesión.
- 3.Inicio de liquidación.
- 4.Cancelación por cesación total de operaciones.
- 5.Cancelación por defunción.
- 6.Cancelación por liquidación de la sucesión.
- 7.Cancelación por liquidación total del activo.

Se entiende como fecha del aviso aquella en la que se hayan presentado las situaciones jurídicas o de hecho previstas en las disposiciones fiscales, que den lugar a la presentación de avisos al RFC.

#### Rubro 4. Contribuyentes residentes en el extranjero

- Este rubro se requisita tratándose de los avisos de inicio y liquidación total del activo de personas morales que tributen conforme al Título II de la LISR, así como de la cesación total de operaciones de personas morales que tributen conforme al Título III de dicha Ley, por motivos de cambio de país de residencia fiscal.

- Apartado 4.1 Anotar el país de residencia fiscal.

- Apartado 4.2 Anotar el número de identificación fiscal asignado en el país de residencia, cuando esté obligado a tenerlo.

- Apartado 4.3 Marque "X" si es persona moral residente en el extranjero, que cuenta con establecimiento permanente en México.

#### Rubro 5. Socios o accionistas

- Este rubro se requisita únicamente tratándose de personas morales. (En caso de ser necesario acompañar listado).

- Apartado 5.1 RFC y CURP del socio. Anotar la clave del RFC a doce o trece posiciones, según se trate de persona moral o persona física, respectivamente. Las personas físicas que cuenten con la Clave Única de Registro de Población (CURP), la anotarán a 18 posiciones en este campo.

#### Rubro 6. Fusión, escisión y liquidación de sociedades

- Este rubro se requisita únicamente tratándose de:

1. Solicitud de inscripción y cancelación por fusión. Cuando por motivo de la fusión surja una nueva empresa, esta última debe

presentar una "solicitud de inscripción y cancelación por fusión de sociedades" manifestando para su inscripción sus datos en los rubros 2.3, 3.1, 7, 8, 9 y 10 en el apartado 6.1 el RFC de las sociedades fusionadas que se cancelan.

En caso de que se trate de más de dos sociedades fusionadas, debe acompañar listado en el que relacione las claves del RFC de aquellas sociedades fusionadas que no pudo incluir en el formato.

2. Solicitud de inscripción y cancelación por escisión. En el caso de que la sociedad escidente se extinga, la sociedad escindida designada para el cumplimiento de las obligaciones fiscales de la sociedad que se extingue debe presentar la solicitud de "inscripción y cancelación por escisión de sociedades", manifestando para su inscripción sus datos en los rubros 2.3, 3.1, 7, 8, 9 y 10 y para la cancelación en el apartado 6.2.1 el RFC de la sociedad escidente marcando con "X" que se extingue. En el apartado 6.2.2 debe indicar el RFC de las otras sociedades escindidas.

De no contar con el RFC de las sociedades escindidas, debe marcar con "X" en el recuadro correspondiente y acompañar a esta forma oficial, listado en el que se señale la denominación o razón social de dichas sociedades.

Tratándose de las sociedades escindidas no designadas, deben presentar la "Solicitud de inscripción por escisión de sociedades", manifestando para su inscripción sus datos en los rubros 2.3, 3.1, 7, 8, 9, y 10, en el apartado 6.2.1 el RFC de la sociedad escidente marcando con "X" que se extingue, en el rubro 6.2.3 los datos de la sociedad escindida designada y en el apartado 6.2.2 el RFC de las otras sociedades escindidas, en su caso.

3. Inscripción por escisión de sociedades. En los casos en que la sociedad escidente no se extinga, cada una de las sociedades escindidas debe presentar la "Solicitud de inscripción por escisión", manifestando para su inscripción sus datos en los rubros 2.3, 3.1, 7, 8, 9 y 19, el RFC de la sociedad escidente en el apartado 6.2.1 y el RFC de las otras sociedades escindidas, en su caso, en el apartado 6.2.2.

4. Inicio de liquidación y de liquidación total del activo. Tratándose de aviso de "inicio de liquidación" y de "Cancelación por liquidación total del activo", anotar la clave del RFC del liquidador.

5. Cancelación por fusión de sociedades. En caso de que como resultado de la fusión subsista una persona moral que con anterioridad ya estuviera inscrita en el RFC, ésta debe presentar el aviso de "Cancelación por fusión de sociedades" y manifestar en el apartado 6.1 el RFC de cada una de las sociedades fusionadas que se cancelan, a 12 posiciones.

Se presenta por duplicado

**gob mx**

## Servicio de Administración Tributaria

### Rubro 7. Datos del documento protocolizado

(Solo para personas morales en todos los tramites en que se requiera documento protocolizado).

- Apartado 7.1 Anotar el número de la escritura que consta en el acta correspondiente.
- Apartado 7.2 Anotar la clave del RFC del fedatario público.
- Apartado 7.3 Este campo es opcional, en caso de contar con estos datos anotarlos.

### Rubro 8. Datos de ubicación

- Apartado 8.1 y 8.2 domicilio
- Apartados 8.1.1 y 8.2.1 Tipo de movimiento con el que se relaciona este domicilio. Anotar el número que corresponda al tipo de movimiento conforme a las instrucciones contenidas en el apartado 3.1 ó 3.2.

Apartados 8.1.2 y 8.2.2 Tipo de domicilio

- Anotar el número que corresponda, conforme a lo siguiente:

1. Fiscal.
2. Establecimiento o sucursal.
3. Del representante legal de persona residente en el extranjero.
4. Para conservar la contabilidad.

- Apartados 8.1.3 y 8.2.3 Características del domicilio.

Anotar el número que corresponda a las características del domicilio, conforme a lo siguiente:

1. Casa habitación.
2. Local comercial.
3. Puesto semijo o informal.
4. Almacén o bodega.
5. Oficina administrativa
6. Finca
7. Otro

- Apartado 8.1.3.1 y 8.2.3.1 En caso de haber elegido la opción "Otro", especificar la característica del domicilio.

En el campo tipo de vialidad, anotar si el domicilio se encuentra ubicado en una calle, avenida, calzada, boulevard, cerrada, callejón, circuito, retorno, autopista, carretera, camino, etc.

El campo de correo electrónico contiene una estructura de datos válida para este servicio, ejemplo: asisnet@sat.gob.mx.

Cuando en una forma oficial, deba asentar tanto el domicilio fiscal como otro tipo de domicilio, indicar el domicilio fiscal en el apartado 8.1 y el otro domicilio en el apartado 8.2

### Rubro 9. Datos del representante legal

- Se deben anotar los datos del Representante Legal en los siguientes casos:  
Tratándose de personas físicas, se proporcionan los datos solicitados en este rubro, solo cuando tengan representante legal y éste actúe por cuenta del contribuyente.

Tratándose de los avisos de apertura de sucesión o cancelación por liquidación de la sucesión, se deben anotar los datos del albacea o representante de la sucesión.

Tratándose de personas morales, en todos los casos se deben anotar los datos de su representante legal.

Tratándose de aviso motivado por cambio de residencia fiscal, debe anotar los datos de su representante legal.

Los sujetos antes mencionados se identifican y, en su caso, acreditan su personalidad con los documentos que acompañen a esta forma oficial, de conformidad con lo señalado en el Portal del SAT ([www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx)).

### Rubro 10. Firma o huella digital del contribuyente o del representante legal

- Esta forma oficial debe ser firmada por el representante legal del contribuyente. En el caso de que no sepan o no puedan firmar, imprimir su huella digital.

- Para cualquier aclaración en el llenado de esta forma oficial, puede obtener información de Internet en la siguiente dirección: [www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx) o comunicarse a Marca SAT 01 55 627 22 728, de cualquier parte del país, sin costo. Denuncias sobre posibles actos de corrupción: 8852-2222 o bien a la dirección de correo electrónico: [denuncias@sat.gob.mx](mailto:denuncias@sat.gob.mx) o en su caso, acudir a los Módulos de las Administraciones Desconcentradas de Servicios al Contribuyente.

Se presenta por duplicado

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



COFOMER  
Comisión  
de Bancos y Seguros

Contacto:

Av. Hidalgo 77, Col. Guerrero, Cuauhtémoc,  
C.P. 06300, Ciudad de México. Marca SAT (01  
55) 627 22 728

Página 7 de 7

## ANEXO III

### III. Aviso de Inscripción Patronal o de Modificación en su Registro (AFIL – 01)

<b>gob.mx</b>																									
Instituto Mexicano del Seguro Social - Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores																									
Aviso de Inscripción Patronal o de Modificación en su Registro (AFIL-01)																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Fecha de publicación del formato en el DOF</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;"> <table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">31</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">07</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">2015</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Fecha de publicación del formato en el DOF	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">31</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">07</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">2015</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table>	31	/	07	/	2015	DD		MM		AAAA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Fecha de solicitud del trámite</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;"> <table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> <p style="text-align: right; font-size: 8px;">(*) Datos Opcionales</p>	Fecha de solicitud del trámite	<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table>		/		/		DD		MM		AAAA
Fecha de publicación del formato en el DOF																									
<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">31</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">07</td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;">2015</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table>	31	/	07	/	2015	DD		MM		AAAA															
31	/	07	/	2015																					
DD		MM		AAAA																					
Fecha de solicitud del trámite																									
<table style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> <td style="padding: 2px;">/</td> <td style="padding: 2px;"> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">DD</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">MM</td> <td></td> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">AAAA</td> </tr> </table>		/		/		DD		MM		AAAA															
	/		/																						
DD		MM		AAAA																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">Exclusivo IMSS</th> </tr> <tr> <td style="width: 20%; padding: 2px;">Tipo de</td> <td style="padding: 2px;">Clave Municipio:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Movimiento:</td> <td style="padding: 2px;">Argumento:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Causa:</td> <td></td> </tr> </table>	Exclusivo IMSS		Tipo de	Clave Municipio:	Movimiento:	Argumento:	Causa:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">Marque con una "X" la causa de presentación de este aviso</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;"> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;">A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal</td> <td style="padding: 2px;">B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción</td> <td style="padding: 2px;">D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal</td> <td style="padding: 2px;">F <input type="checkbox"/> Duplicidad</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">G <input type="checkbox"/> Baja</td> <td style="padding: 2px;">H <input type="checkbox"/> Huelga</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 50%; padding: 2px;"> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inicio</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Terminó</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Legal</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inexistente</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Marque con una "X" la causa de presentación de este aviso		<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;">A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal</td> <td style="padding: 2px;">B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción</td> <td style="padding: 2px;">D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal</td> <td style="padding: 2px;">F <input type="checkbox"/> Duplicidad</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">G <input type="checkbox"/> Baja</td> <td style="padding: 2px;">H <input type="checkbox"/> Huelga</td> </tr> </table>	A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal	B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades	C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción	D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social	E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal	F <input type="checkbox"/> Duplicidad	G <input type="checkbox"/> Baja	H <input type="checkbox"/> Huelga	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inicio</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Terminó</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Legal</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inexistente</td> </tr> </table>	<input type="radio"/> Inicio	<input type="radio"/> Terminó	<input type="radio"/> Legal	<input type="radio"/> Inexistente
Exclusivo IMSS																									
Tipo de	Clave Municipio:																								
Movimiento:	Argumento:																								
Causa:																									
Marque con una "X" la causa de presentación de este aviso																									
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;">A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal</td> <td style="padding: 2px;">B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción</td> <td style="padding: 2px;">D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal</td> <td style="padding: 2px;">F <input type="checkbox"/> Duplicidad</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">G <input type="checkbox"/> Baja</td> <td style="padding: 2px;">H <input type="checkbox"/> Huelga</td> </tr> </table>	A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal	B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades	C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción	D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social	E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal	F <input type="checkbox"/> Duplicidad	G <input type="checkbox"/> Baja	H <input type="checkbox"/> Huelga	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inicio</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Terminó</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Legal</td> <td style="padding: 2px;"><input type="radio"/> Inexistente</td> </tr> </table>	<input type="radio"/> Inicio	<input type="radio"/> Terminó	<input type="radio"/> Legal	<input type="radio"/> Inexistente												
A <input checked="" type="checkbox"/> Alta Patronal	B <input type="checkbox"/> Reanudación de actividades																								
C <input type="checkbox"/> Cambio domicilio o circunscripción	D <input type="checkbox"/> Cambio nombre o Razón Social																								
E <input type="checkbox"/> Sustitución Patronal	F <input type="checkbox"/> Duplicidad																								
G <input type="checkbox"/> Baja	H <input type="checkbox"/> Huelga																								
<input type="radio"/> Inicio	<input type="radio"/> Terminó																								
<input type="radio"/> Legal	<input type="radio"/> Inexistente																								
Datos generales del Patrón o Sujeto Obligado																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Nombre, denominación o razón social:</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">En caso de persona física (sin abreviaturas):</td> <td style="width: 35%; padding: 2px;">Nombre(s)</td> <td style="width: 35%; padding: 2px;">Primer Apellido</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">RFC:</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">CURP</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Clase de riesgo manifestada por el patrón:</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Número de Registro Patronal:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fracción:</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Actividad o Giro de la Empresa:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Prima:</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Fecha de la causa del aviso:</td> </tr> </table>		Nombre, denominación o razón social:			En caso de persona física (sin abreviaturas):	Nombre(s)	Primer Apellido	RFC:	CURP		Clase de riesgo manifestada por el patrón:	Número de Registro Patronal:		Fracción:	Actividad o Giro de la Empresa:		Prima:	Fecha de la causa del aviso:							
Nombre, denominación o razón social:																									
En caso de persona física (sin abreviaturas):	Nombre(s)	Primer Apellido																							
RFC:	CURP																								
Clase de riesgo manifestada por el patrón:	Número de Registro Patronal:																								
Fracción:	Actividad o Giro de la Empresa:																								
Prima:	Fecha de la causa del aviso:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Domicilio del Patrón o Sujeto Obligado</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Código postal:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Calle:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">(Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada, Corredor, etc.)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Número exterior:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Número interior:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Colonia:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">(Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">*Localidad:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Municipio o Delegación:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Estado o Distrito Federal:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">*Teléfono fijo (lada y número):</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">*Correo electrónico:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px; font-size: 8px;">Los movimientos que ampara este formato surten efecto tanto para el IMSS como para el INFONAVIT conforme a sus respectivas leyes. Conserve este documento para cualquier aclaración.</td> </tr> </table>	Domicilio del Patrón o Sujeto Obligado	Código postal:	Calle:	(Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada, Corredor, etc.)	Número exterior:	Número interior:	Colonia:	(Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)	*Localidad:	Municipio o Delegación:	Estado o Distrito Federal:	*Teléfono fijo (lada y número):	*Correo electrónico:	Los movimientos que ampara este formato surten efecto tanto para el IMSS como para el INFONAVIT conforme a sus respectivas leyes. Conserve este documento para cualquier aclaración.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 20px;"> <p style="margin: 0;">Nombre y firma del patrón, sujeto obligado o su representante legal</p> </td> </tr> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Exclusivo IMSS</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fecha y hora de recepción de este aviso en el IMSS:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Delegación:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Subdelegación:</td> </tr> </table>	<p style="margin: 0;">Nombre y firma del patrón, sujeto obligado o su representante legal</p>	Exclusivo IMSS	Fecha y hora de recepción de este aviso en el IMSS:	Delegación:	Subdelegación:					
Domicilio del Patrón o Sujeto Obligado																									
Código postal:																									
Calle:																									
(Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada, Corredor, etc.)																									
Número exterior:																									
Número interior:																									
Colonia:																									
(Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.)																									
*Localidad:																									
Municipio o Delegación:																									
Estado o Distrito Federal:																									
*Teléfono fijo (lada y número):																									
*Correo electrónico:																									
Los movimientos que ampara este formato surten efecto tanto para el IMSS como para el INFONAVIT conforme a sus respectivas leyes. Conserve este documento para cualquier aclaración.																									
<p style="margin: 0;">Nombre y firma del patrón, sujeto obligado o su representante legal</p>																									
Exclusivo IMSS																									
Fecha y hora de recepción de este aviso en el IMSS:																									
Delegación:																									
Subdelegación:																									
<p style="font-size: 8px;">*De conformidad con los artículos 4 y 69-M, fracción V de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, los formatos para solicitar trámites y servicios deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación (DOF)*</p>																									
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%; text-align: center;"> </td> <td style="width: 30%; text-align: center;"> </td> <td style="width: 30%; text-align: center;"> </td> </tr> </table>																									
<p style="font-size: 8px;"> <b>Contacto:</b>                  Paseo de la Reforma 476, P.B.                  Col. Juárez, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06600 D.F.                  Tel. 01 800 623 23 23  <a href="http://atencion.contactoimss.com.mx">http://atencion.contactoimss.com.mx</a> </p>																									

# ANEXO III

**gob.mx**

Instituto Mexicano del Seguro Social - Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

Exclusivo IMSS para las causas A,B,D y E anote los datos del acta constitutiva o de otros documentos afines

No. de notaria:	No. de acta:
No. de libro:	No. de foja:
Registro Público de la Propiedad y Comercio:	Información adicional:
Lugar y fecha de constitución:	

### Instrucciones para el patrón

<b>Causa A</b> Alta Patronal	Presente los avisos de inscripción de todos sus trabajadores
<b>Causa B</b> Reanudación actividades	Anote los datos registrados anteriormente en el IMSS, presentando además los avisos de inscripción de sus trabajadores: Nombre, Denominación o Razón Social del Patrón o Sujeto Obligado      Número de Registro Patronal
<b>Causa C</b> Cambio de domicilio o Circunscripción	Anote el domicilio anterior: En cambios de circunscripción presente en la nueva circunscripción los avisos conforme causa "A" (Excepto D.F.) Código postal    Calle    Número exterior e interior    Colonia    Municipio o Delegación    Estado o Distrito Federal
<b>Causa D</b> Cambio nombre o razón social	Anote el nombre, denominación o razón social anterior:
<b>Causa E</b> Sustitución patronal	Anote el nombre y número de registro del patrón sustituido (Solicite información adicional): Nombre, Denominación, Razón Social del Patrón Sujeto Obligado      Número de Registro Patronal
<b>Causa F</b> Duplicidad	Anote los números de registro patronal aplicados y solicite información adicional: Registro 1      Registro 2
<b>Causa G</b> Baja	Anote el motivo de la baja: NOTA: En caso de que la baja corresponda a uno de los centros de trabajo o filiales de una empresa controlados por un mismo registro patronal, presente únicamente los avisos de baja de los trabajadores adscritos a ese centro o filial.
<b>Causa H</b> Huelga	Las empresas en estado de huelga no presentan avisos de baja sólo deben informar los nombres y Números de Seguridad Social de los trabajadores que no están en huelga

**NOTA**

- Para las causas **A, B, D y E** adjunte copia del acta constitutiva de la empresa, debidamente protocolizada y copia del registro ante el SAT u otra dependencia que autorice el ejercicio, además del formato AM-SRT "Aviso de modificación de las empresas para el seguro de riesgo de trabajo" (esta última excepto en causa "D")
- Para la causa **C** adjunte copia del aviso presentado ante el SAT.

Homoclave en el Registro Federal de Trámites y Servicios:

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> IMSS-02-010-A | <input type="radio"/> IMSS-02-002-C |
| <input type="radio"/> IMSS-02-010-B            | <input type="radio"/> IMSS-02-002-D |
| <input type="radio"/> IMSS-02-002-A            | <input type="radio"/> IMSS-02-002-E |
| <input type="radio"/> IMSS-02-002-B            | <input type="radio"/> IMSS-02-002-J |
|  | <input type="radio"/> IMSS-02-002-K |

Homoclave del formato

AFIL-01

**Se presenta por triplicado**

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



COFOMER  
de México Registrados



Contacto:  
Paseo de la Reforma 476, P.B.  
Col. Juárez, Delegación  
Cuauhtémoc C.P. 06600 D.F.  
Tel. 01 800 623 23 23  
<http://atencion.contactoimss.com.mx>

## ANEXO IV

### IV. Aviso de Baja del Trabajador (AFIL – 04)

gob.mx

Instituto Mexicano del Seguro Social - Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

**Aviso de Baja del Trabajador (AFIL-04)**

<b>Fecha de publicación del formato en el DOF</b> <div style="text-align: center; font-weight: bold;">31 / 07 / 2015</div> <div style="text-align: center; font-size: 0.8em;">DD / MM / AAAA</div>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%;">UMF</th> <th style="width: 80%;">Fecha de solicitud del trámite</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center; font-weight: bold;">DD / MM / AAAA</td> </tr> </table> <div style="text-align: right; font-size: 0.8em;">(*) Datos Opcionales</div>	UMF	Fecha de solicitud del trámite		DD / MM / AAAA
UMF	Fecha de solicitud del trámite				
	DD / MM / AAAA				

Datos generales del trabajador o asegurado	Datos del patrón
Número de Seguridad Social: CURP: *RFC: Nombre(s): <small>Sin abreviaturas</small> Primer apellido: <small>Sin abreviaturas</small> Segundo apellido: <small>Sin abreviaturas</small> Sexo: <input checked="" type="radio"/> 1 Hombre <input type="radio"/> 2 Mujer Fecha de baja del trabajador asegurado: <small>Último día de salario devengado</small> DD / MM / AAAA Causa de la baja:          <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; padding-top: 5px;">                     Firma del patrón sujeto obligado o su representante legal                 </div> <p style="font-size: 0.8em;">Los movimientos que ampara este formato surten efecto tanto para el IMSS como para el INFONAVIT conforme a sus respectivas leyes. Conserve este documento para cualquier aclaración.</p>	Número de Registro Patronal: CURP (Sólo en caso de Patrón Persona Física): RFC: Nombre, denominación, razón social del patrón o sujeto obligado: <small>En caso de persona física (sin abreviaturas): Nombre(s) Primer Apellido Segundo Apellido</small> <b style="text-align: center;">Ubicación del centro de trabajo</b> Código postal: Calle: <small>Por ejemplo: Avenida Insurgentes Sur, Boulevard Ávila Camacho, Calzada, Corredor, etc.</small> Número exterior:      Número Interior: Colonia: <small>Por ejemplo: Ampliación Juárez, Residencial Hidalgo, Fraccionamiento, Sección, etc.</small> *Localidad: Municipio o Delegación: Estado o Distrito Federal:  <b style="text-align: center;">Exclusivo del IMSS</b> Fecha y hora de recepción de este aviso en el IMSS:     Extemporáneo: <input type="radio"/> 1      Clave de argumento:

Importante para el patrón

Durante el estado de huelga no procederá el aviso de baja, salvo en caso de que el trabajador reúna los requisitos para obtener una pensión.

El aviso de baja no surtirá efecto legal o administrativo alguno cuando se presente en el periodo en que el trabajador se encuentre incapacitado temporalmente para el trabajo.

Si el aviso de baja es presentado extemporáneamente surtirá efectos a partir de la fecha de su presentación (Artículo 37 de la Ley del Seguro Social y artículo 57 del Reglamento de la Ley del Seguro Social en materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización).

Homoclave en el Registro Federal de Trámites y Servicios:

IMSS-02-002-J
 IMSS-02-002-K
 IMSS-02-009

IMSS-02-038-C
 IMSS-02-013

Homoclave del formato
AFIL-04

Se presenta por triplicado

\*De conformidad con los artículos 4 y 69-M, fracción V de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, los formatos para solicitar trámites y servicios deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación (DOF)\*

Contacto:  
 Paseo de la Reforma 476, P.B.  
 Col. Juárez, Delegación  
 Cuauhtémoc C.P. 06600 D.F.  
 Tel. 01 800 623 23 23  
<http://atencion.contactoimss.com.mx>