



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

T E S I S

**“PROPUESTA DE UN NUEVO DISEÑO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE UNA CANTERA DE
AGREGADOS UBICADA EN EL ESTADO DE MÉXICO.”**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA**

P R E S E N T A :

DIEGO GARCIA RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS :

ING. MAURICIO MAZARI HIRIART



MÉXICO, D.F 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Agradecimientos.....	V
Resumen.....	VI
Lista de Figuras.....	VII
Lista de Tablas.....	VIII

CAPITULO 1

1. Análisis de la información y formulación del proyecto.....	10
1.1. Evaluación de la información disponible.....	10
1.1.1. Ubicación de la cantera.....	11
1.1.2. Aspectos Legales.....	11
1.1.3. Clima.....	13
1.1.4. Orografía.....	13
1.1.5. Flora.....	13
1.1.6. Condiciones actuales de la mina.....	14
1.1.7. Maquinaria y equipo disponible.....	15
1.1.8. Fuentes de inversión.....	20

1.1.9. Precio del material.....	20
1.1.10. Características del entorno físico.....	21
1.1.11. Características del entorno social.....	22
1.2. Formulación del proyecto.....	22
1.3. Reservas y tiempo de vida de la mina.....	23

CAPITULO 2

2. Selección del método de minado y capacidad de producción.....	24
2.1. Elementos de una cantera.....	24
2.2. Métodos y sistemas de explotación aplicables al yacimiento.....	25
2.3. Selección del método de minado.....	26
2.4. Capacidad de producción.....	26
2.4.1. Obras de desarrollo.....	27
2.4.2. Diseño de plantilla de barrenación.....	28
2.5. Determinación preliminar del equipo a utilizar.....	37
2.6. Número de personal y categoría.....	44

CAPITULO 3

3. Planta de trituración.....	46
3.1. Equipo de trituración.....	46
3.2. Diseño del nivel de trituración.....	46
3.3. Costos de inversión y operación.....	47

CAPITULO 4

4. Distribución de la infraestructura y servicios.....	48
4.1 Distribución de la infraestructura y servicios.....	48
4.2. Oficinas.....	49
4.3. Caminos de acceso.....	49

CAPITULO 5

5. Análisis Financiero.....	50
5.1. Costo de equipo nuevo	50
5.2. Costos de producción.....	50

5.3. Depreciación de equipo.....	52
5.4. Estado de resultados de nuevo diseño	53
5.5. Comparación de estados de resultados (con y sin proyecto).....	56

CAPITULO 6

6. Conclusiones y Recomendaciones.....	57
6.1. Conclusiones.....	57
6.2. Recomendaciones.....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	57

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar un amplio agradecimiento a todas aquellas personas que están detrás de la culminación de esta etapa de mi vida.

Este éxito no solo es mío, este éxito es de todos los seres queridos que se encuentran conmigo y que han estado conmigo acompañándome en momentos buenos como en momentos malos.

A mis padres, Eva Rodríguez Rivera y Serafin García Tinajero, quienes fueron y han sido mis profesores en la escuela de la vida, todo el apoyo de su parte no ha caído en saco roto, me ha ayudado mucho en este arduo camino para hacer mi mayor esfuerzo, hasta en los momentos más difíciles. El día de hoy se presentan los resultados.

A mi hermana, Adriana García Rodríguez, desde que tengo memoria nunca me ha dejado andar solo, me ha enseñado el camino.

A mis entrañables amigos que hicieron de la escuela un hogar, con quienes he vivido momentos memorables en mi paso por la universidad.

A mis profesores, todos y cada uno, desde la primaria hasta la actualidad, esto es de ustedes también.

RESUMEN

Este trabajo tiene el objetivo de apoyar a la pequeña minería, en este caso en específico, el sector de la minería social, las canteras que producen la materia prima de la industria de la construcción.

En la mayoría de los casos, las canteras son explotadas por la misma gente del lugar, sin conocimiento alguno de diseño y operación, no es adecuado ni acorde con las condiciones óptimas de seguridad y el recurso no se aprovecha al máximo como debería si llevara un plan de explotación, con diseño de barrenación y cálculo de equipos.

Se muestra a continuación una propuesta de incremento en la producción de una cantera de caliza ubicada en el Estado de México. Se tiene planeado llevar a cabo un nuevo diseño de plantilla de barrenación y reinversión en la compra de equipo de carga y acarreo.

De la misma forma, este trabajo puede tomarse como base y ejemplo para otras explotaciones aledañas que estén pensando en llevar un orden en la explotación de sus ejidos, puesto que las condiciones que hicieron optima la presencia de roca caliza aquí, también lo fueron optimas en zonas contiguas.

Lista de Figuras

Figura 1.1. Ubicación, municipio de Apaxco Estado de México.....	11
Figura 1.2. Vista panorámica del lugar de la explotación.....	14
Figura 1.3. Track Drill Stenuik.....	15
Figura 1.4. Compresor, Accesorio de Track Drill.....	15
Figura 1.5. Hidrotrack.....	16
Figura 1.6. Camión materialista, 14 m ³	17
Figura 1.7. Excavadora.....	18
Figura 1.8. Cargador Frontal.....	18
Figura 2.1. Elementos de una cantera.....	25
Figura 2.2. Topografía del lugar.....	28
Figura 4.1. Delimitación de las partes de la cantera.....	48

Lista de Tablas

Tabla 2.1. Comparación entre las diversas plantillas aplicables.....	28
Tabla 2.2. Selección de equipo extra para nueva producción.....	37
Tabla 2.3. Selección de flotilla de equipo de carga.....	37
Tabla 2.4. Calculo total de camiones requeridos en cada banco.....	41
Tabla 2.5. Ampliación de ruta de acarreo.....	43
Tabla 2.6. Personal actual en la cantera.....	44
Tabla 2.7. Personal requerido para la nueva maquinaria.....	45
Tabla 3.1. Control de consumo de energía eléctrica.....	47
Tabla 3.2. Costos por energía eléctrica.....	47
Tabla 5.1. Inversión en los equipos a conseguir.....	50
Tabla 5.2. Control de costos de mantenimiento.....	51
Tabla 5.3. Depreciación anual de cada uno de los equipos.....	52
Tabla 5.4. Estado de Resultados.....	54
Tabla 5.5. Estado de resultados anual de diseño actual.....	55
Tabla 5.6. Estado de resultados anual proyectado.....	55

CAPITULO 1

1. Análisis de la información y formulación del proyecto.

1.1. Evaluación de la información disponible.

La información acerca de la situación actual de la cantera, así como de la maquinaria con la que ahí se opera, fue facilitada por el propietario, que permitió visitar la unidad y proporcionó datos con los cuales se ha conseguido desarrollar un ejercicio financiero actual con el propósito de poder compararlo con uno que sea resultado de la modificación en la operación y aumento de producción, como se presentará en esta tesis.

Este ejercicio financiero se plantea para poder tomar una decisión tanto de la ampliación como del aumento de la producción en la cantera, teniendo en cuenta los costos de reinversión en equipo, número de insumos, cantidad de consumibles, energía eléctrica para abastecer la maquinaria y equipo en la explotación de la roca caliza.

1.1.1. Ubicación de la cantera

La cantera se encuentra ubicada en el límite entre el municipio de Apaxco, Estado de México, y el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo. El cerro que se encuentra en explotación es justamente la división entre ambos estados; la operación se encuentra del lado del municipio de Apaxco, Estado de México.

Es uno de los 7 municipios que integra la Región Zumpango, se ubica al norte de la Ciudad de México, colinda con el municipio de Atotonilco de Tula y Ajacuba, en el Estado de Hidalgo. En este municipio inicia la cuenca del Valle del Mezquital.

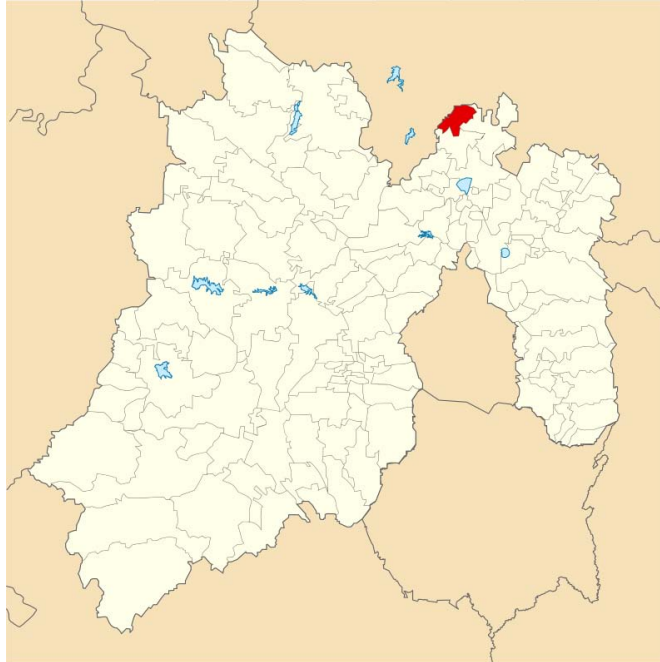


Figura 1.1 Municipio de Apaxco, Estado de México

Por motivos personales del propietario de la cantera, los datos de ubicación exacta se mantendrán confidenciales; no se facilitaron datos de coordenadas, sólo se aseguraron reservas suficientes para el consumo del cerro. A lo largo de esta región se tiene una amplia reserva de roca caliza, debido a la formación “El Doctor” que surge directamente en los límites de los municipios de Tula en Hidalgo y Apaxco en el Estado de México.

Es por ello que toda esta región presenta grandes cantidades de reservas de roca caliza, por lo que tanto el Estado de México como el Estado de Hidalgo tienen una gran variedad de canteras productoras.

1.1.2. Aspectos Legales

En todo el país la actividad minera se regula de acuerdo con el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley Minera.

Es en estos documentos donde se establecen los derechos y obligaciones que asume el particular al conseguir una concesión minera por un determinado tiempo sobre territorio mexicano. Los minerales se encuentran divididos en minerales concesibles y minerales no concesibles.

Para poder explotar los minerales concesibles se requiere contar con un permiso para su extracción y beneficio. Los minerales no concesibles pueden ser extraídos y beneficiados sin que requieran una concesión, lo que facilita el proceso de extracción pues no se necesita contar con el permiso del gobierno. Entre los minerales no concesibles más comunes se encuentran los agregados pétreos para la construcción: arena, grava, calizas, piedras de mampostería, tezontle, barro.

Asimismo, en el lugar de la operación se cuenta con los permisos por parte de la SEDENA (Secretaría de la Defensa Nacional), que es la reguladora en el manejo de explosivos, autoriza la compra, el almacenamiento y el transporte de los mismos.

Los permisos que se manejan son: un permiso general por parte de la SEDENA, un permiso trimestral para autorizar la compra venta, consumo, transporte y almacenamiento de los mismos; este permiso debe renovarse periódicamente.

1.1.3. Clima

Tula tiene un clima templado y frío, registrando una temperatura promedio anual de 17,6 °C, una precipitación pluvial de 699 mm por año y su periodo de lluvias es de mayo a septiembre, lo cual propicia una operación adecuada y no problemática por efectos meteorológicos.

1.1.4. Orografía

Las altitudes del lugar en cuestión varían bastante de acuerdo a un rango establecido de la siguiente manera. La altura máxima de la localidad es de unos 2850 msnm, pertenece al Cerro del Estudiante.

El punto más bajo se ubica en el río Tula a 2100 msnm. La mayor parte del municipio está formado por conjuntos de cerros y lomas, que se atenúan formar llanos hacia el norte del municipio.

1.1.5. Flora

La vegetación consiste en matorrales y en cactus principalmente, que predominan en las zonas más áridas de la región pues a diferencia de otras, no requieren agua en abundancia para subsistir. Entre otras está el nopal, maguey, orégano, biznaga, nopalillo.



Figura 1.2 Vista panorámica del lugar de la explotación, se aprecia la vegetación del lugar.

El mezquite, el pirúl y el huizache son los más comunes, habiendo otros tipos de árboles en poco número. Esta zona se está proyectada para que al finalizar la explotación ser reforeste nuevamente.

1.1.6. Condiciones actuales de la mina

La mina actualmente se encuentra en operación por un periodo aproximado de 8 años, se han explotado 4 bancos con una altura de 10 m. para lo cual se ha utilizado un minado de bancos múltiples.

Hoy en día, la cantera se encuentra explotando una producción de 265 t/h. Además, se cuenta con una serie de equipos con los que se permite el trabajo; en su mayoría el equipo es propio, únicamente uno de los equipos de carga es rentado.

Esto permite tener un margen mayor de ganancia al no tener que estar pagando renta por uso de equipo; aunque los costos de inversión se elevan al tener que comprar equipo propio, se tendrá un costo menor de esta forma.

Las condiciones actuales de la mina no reflejan un óptimo desarrollo de explotación, pues se produce roca de gran tamaño y ello ralentiza la operación, ya que obliga a dedicar más recursos y tiempo para disminuir el tamaño de la roca y poder continuar con el avance en la explotación del banco.

Este proyecto busca ordenar la operación desde una nueva inversión en la cantidad de equipo, una modificación general de la barrenación a fin de disminuir el sobre tamaño y el número de barrenos, coadyuvar al ahorro de tiempo, recursos e implementación de una trituradora con mayor capacidad para así incrementar la producción con la mejor relación de costo-beneficio.

1.1.7. Maquinaria y equipo disponible

La maquinaria disponible en la cantera es perfectamente competitiva y capaz de desarrollar las operaciones de la cantera: el equipo de barrenación, cargado, acarreo, así como el de trituración. A continuación se enlistan los equipos disponibles en la actualidad de la cantera:



Figura 1.3
Track Drill
Stenuick. Equipo
Propio.



Figura 1.4
Compresor, Accesorio de la Track Drill.

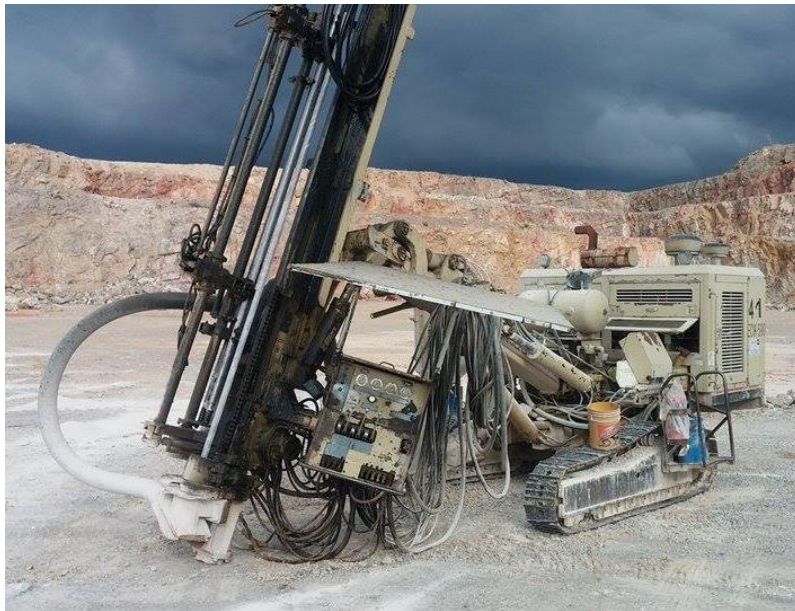


Figura 1.5 Hidrotrack, Equipo Propio.



Figura 1.6 Camiones. Materialista 14 m³.



Figura 1.7 Excavadora. Equipo Rentado



Figura 1.8 Cargador Frontal. Cucharón de 3.3 m³

Entre los equipos de perforación se cuenta con una perforadora Stenuik y un Hidrotrack para realizar el total de barrenos necesarios en la operación. La máquina Stenuik trae un compresor, mientras que la Hidrotrack trae el compresor integrado.

Estas máquinas son relativamente lentas en sus índices de perforación, se les considera maquinaria chica en la industria y son comúnmente utilizadas en explotaciones de este tipo: construcción de carreteras y control de taludes. Aunque el tiempo de perforación de ambas maquinarias es lento, no es un problema pues la explotación no está basada en la velocidad de barrenación.

Los procesos y el tiempo estarán dados de acuerdo con las capacidades de los equipos de trituración, los cuales deben estar operando el 100% del tiempo para aprovechar al máximo el equipo y la energía eléctrica que se destina, mientras la trituradora está operando.

Los equipos de trituración marcan el ritmo de la explotación debido a que se procura que siempre tengan material por triturar; de lo contrario, al permanecer encendida una trituradora, consumiendo energía y sin material para triturar, no estará haciendo su trabajo, pues no habrá camiones que la abastezcan.

Por otro lado, si hay camiones abasteciendo, con una explotación más rápida que la capacidad de la trituradora, únicamente se conseguirá tener fila de camiones esperando a descargar, con lo cual se desperdiciará tiempo de ciclo de acarreo.

Una de las desventajas de los equipos de trituración es que no pueden encenderse y apagarse como un equipo de carga o acarreo, es por este motivo que, al tener que estar siempre encendida los demás equipos son los que se acomodan al de trituración. Los camiones son

de 14 m³ comunes, con la única diferencia de que tienen caja adaptada, reforzada y modificada para permitir un ciclo de carga y descarga más rápido.

Los equipos de carga son un cargador propio y una excavadora rentada. Se plantea adquirir más equipo para abastecer la trituradora con el nuevo ritmo de producción incrementado.

1.1.8. Fuentes de inversión

Las fuentes de inversión de la cantera son únicamente provistas por el capital del propietario. El propósito de este proyecto es evaluar la posibilidad de aumentar la producción al agregar una cantidad mayor de equipo, ya sea nuevo o usado a las operaciones de la cantera con el fin de lograr un reordenamiento de la plantilla de barrenación basada en cálculos de plantilla de diversos autores a continuación mencionados.

Se necesitará de una reinversión de actividades; de la misma manera, al conseguir el aumento de producción esperado, las ventas se incrementarán, con lo que las utilidades automáticamente subirán. Esto es precisamente la relación de costo-beneficio que queremos obtener.

1.1.9. Precio del material

No se cuenta con el precio de venta por tonelada del producto terminado. Únicamente se cuenta con la información de que el producto terminado se vende directamente a la cementera Cementos Fortaleza.

Al no contar con el precio de venta directamente en el contrato de exclusividad, se considerará un precio promedio de \$85.00 por tonelada de material, sólo para dar pie al ejercicio económico que se plantea al final del proyecto. Este precio de venta se obtuvo al preguntar en las casas de materiales del lugar a precio de mayoreo. El producto terminado es llevado mediante banda transportadora a la planta cementera, a un tamaño de 3 ½”.

Hay una gran ventaja de ubicación entre la cementera y la cantera en cuestión, ya que ambas se encuentran alejadas una de otra tan sólo 1500 m., el uso de la banda transportadora es una ventaja ya que no se debe hacer trabajo de re manejo para transportar el material terminado hasta la cementera, lo cual representa un ahorro considerable de recursos al evitar esas acciones.

Cabe mencionar que no existe la venta al público como se maneja en otras canteras. Una ventaja con el hecho de aumentar la producción es que todo material producido por la explotación de la cantera es directamente vendido a la cementera. El material está destinado únicamente para la cementera, por lo que la venta estará siempre asegurada.

1.1.10. Características del entorno físico

La explotación de este tipo de material se ha convertido en una de las mayores fuentes de ingreso para los pobladores de la región.

El entorno físico se caracteriza por una amplia zona de cerros y lomas de piedra caliza y de material para la construcción. Es una zona propicia para la explotación de este material.

1.1.11. Características del entorno social

Casi en su mayoría, en este municipio y municipios vecinos, se está explotando la roca caliza, tanto para la producción de materia prima para la elaboración de cemento, así como también para la industria de la construcción.

1.2. Formulación del proyecto

- Este proyecto consistirá básicamente en hacer un análisis que incluirá la adquisición de una mayor cantidad de equipo, ya sea nuevo o usado, para conseguir un aumento de producción de la cantera. Este incremento de producción está planteado con el objetivo de aumentar las utilidades por la venta de caliza, todo debido a la construcción del nuevo aeropuerto.
- Se buscará también reducir la cantidad requerida de explosivos por medio del cálculo de una nueva plantilla de barrenación que a su vez genere tanto la necesidad de menor cantidad de barrenos por voladura como la disminución de tamaño de la roca caliza resultante de la voladura.
- Asimismo, se considera una disminución del nivel de trituración para tener en cuenta el aumento de camino de acarreo que se creará al reacomodar la trituradora. Ésta descenderá con el paso del tiempo alrededor de 50 m. al irse consumiendo la cantera.
- Se calculará la cantidad de equipos de acarreo necesarios de acuerdo con las condiciones actuales de la mina y con las condiciones siguientes, con la

implementación de la rampa consecuente, lo cual trae consigo un aumento en la distancia a cubrir por parte de los equipos de acarreo e incluirá un rediseño de los mismos en un futuro.

1.3. Reservas y tiempo de vida de la cantera.

Existen varias restricciones hacia algunos datos, entre ellos la ubicación exacta de las reservas, la escala de los planos, costos de consumibles y equipos, entre otras cosas. Con información, resultado de un consultor, se sabe que las reservas de la cantera rondan los 75 años, de acuerdo con estudios de barrenación realizados previos al inicio de la explotación de la cantera, hace ya más de 8 años.

Esta información es muy útil, ya que nos permite planear sin tanto riesgo un aumento en la producción. Se cuenta con una amplia vida de la cantera al ritmo actual de producción; aun así, se tiene planeado terminar la explotación de la cantera cuando la operación llegue a las faldas del cerro en cuestión, lo que sucederá antes de alcanzar a consumir todas las reservas.

Se piensa dejar un terreno plano con el mismo ángulo de la ladera, se contempla concluir aquí y continuar la explotación en un cerro contiguo.

CAPITULO 2

2. Selección del método de minado y capacidad de producción

2.1. Elementos de una cantera

Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas, minerales industriales, ornamentales o agregados.

Las canteras suelen ser explotaciones de pequeño tamaño, aunque el conjunto de ellas a nivel nacional representa probablemente el mayor volumen de la minería mundial.

Los productos obtenidos en las canteras, a diferencia del resto de las explotaciones mineras, no requieren ser sometidos a procesos de concentración, únicamente a procesos de clasificación, lo cual representa un ahorro considerable.

Se evitan gastos por reactivos y procesos de separación de minerales de valor de tepetate; en este caso, con agregados pétreos únicamente se requiere disminuir el tamaño del material para poder transportarlos y venderlos.

De igual forma, las partes de una cantera en óptimas condiciones de explotación son una gran variedad, como se muestran en la siguiente imagen.

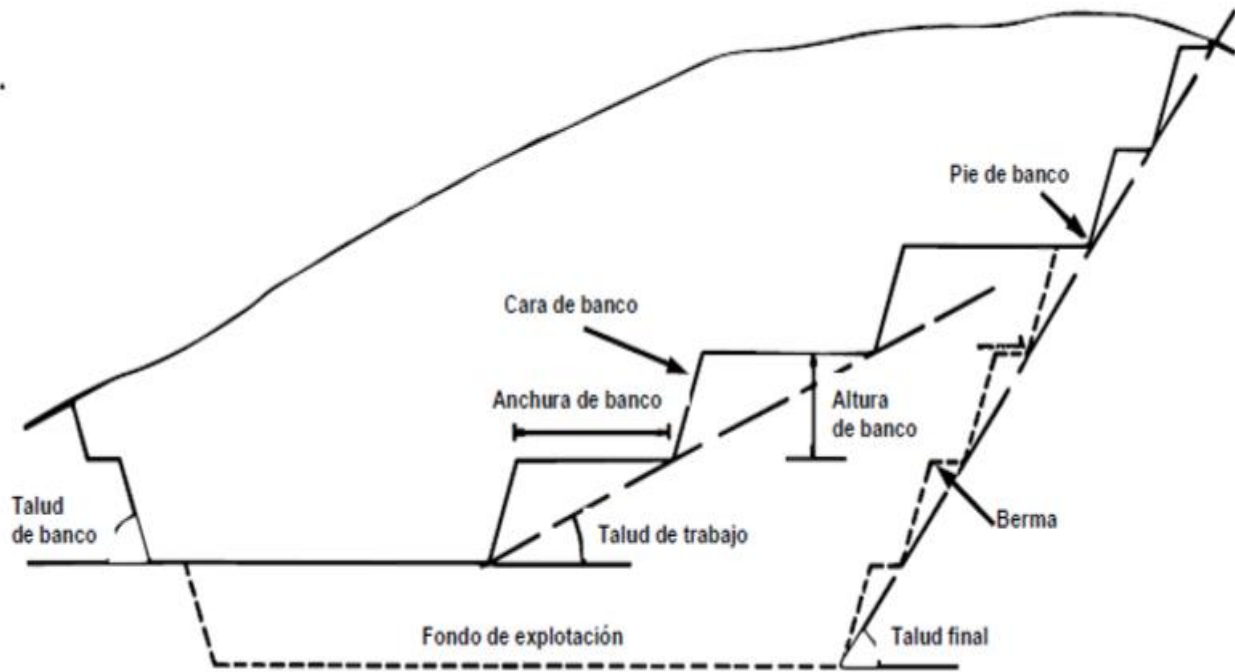


Figura 2.1 Elementos de una cantera.

2.2. Métodos y sistemas de explotación aplicables al yacimiento

Existen una variedad de métodos que son aplicables a la minería de cantera.

Entre esta variedad, se debe elegir uno de acuerdo a las condiciones del lugar.

Tales condiciones a las que son aplicables son, por nombrar algunas, la morfología del lugar, la topografía, el producto a explotar, las condiciones económicas para la explotación, entre otras cosas. Los diversos tipos de explotación aplicables a la explotación de canteras son:

- Minado de laderas.
- Bancos individuales.
- **Bancos múltiples.**
- Canteras horizontales.

2.3. Selección del método de minado

En este caso, el método aplicado a esta explotación es el minado por bancos múltiples, éste se ha aplicado por poco más de 8 años consecutivos. Este método es óptimo para extraer agregados casi en la totalidad de las canteras, aunque no debemos olvidar las condiciones topográficas que se pueden presentar y que nos obliguen a aplicar otro de los métodos anteriormente enunciados.

En este caso, la cantera ya se comenzó a explotar con el método de bancos múltiples. Tiene hasta ahora 4 bancos explotados con una altura de 10 m. cada uno, teniendo en cuenta que se comenzó desde lo más alto del cerro de manera descendente.

Este proyecto tiene planeado continuar con este método de explotación como se ha hecho durante la vida de la cantera, la altura de banco se mantiene igual, únicamente buscaremos el nuevo diseño de la plantilla de barrenación para conseguir más tonelaje por barreno y disminuir el número de barrenos posibles por plantilla que hay en las actuales.

2.4. Capacidad de producción

La cantera actualmente está diseñada para conseguir una producción de 265 t/h. utilizando todo el equipo descrito en la parte de condiciones de la mina. Se busca rediseñar la cantera para incluir más equipo e incrementar la producción como se tiene proyectado a 900 t/h. Este incremento en la producción está diseñado debido a que la cementera Cementos Fortaleza,

que es la compradora del producto terminado, ha solicitado abastecer su planta con 900 t/h como se proyectó.

Al incrementar la producción, tenemos la ventaja de que todo material producido está vendido a la cementera; ello nos ahorra tiempo al estar buscando compradores.

Este incremento solicitado ha beneficiado mucho a la cantera.

Todo esto involucra una propuesta de modificación en la plantilla de barrenación, cantidad y dimensiones de equipo nuevo, con condiciones específicas de tamaño y capacidad, todo esto para conseguir la producción deseada y optimizar los costos en la medida de lo posible.

2.4.1. Obras de desarrollo

Como desarrollo se tiene la rampa principal de acceso que pasa por el nivel de trituración.

Este único acceso a la cantera, está diseñado para mantener una pendiente de 10% tanto en rectas y curvas, rodeando la ladera del cerro lo cual genera un camino de 900 m de longitud.

Considerando la ampliación y el descenso del nivel de trituración, el camino de acarreo aumentara 500 m adicionales de longitud.

Se debe calcular una nueva flotilla de camiones materialistas con caja adaptada, requerirá de una tercera inversión de alrededor de 2 o 3 camiones más, según los cálculos presentados a continuación.

Considerando la ampliación y el descenso del nivel de trituración, el camino de acarreo aumentara de 500 m adicionales de longitud.

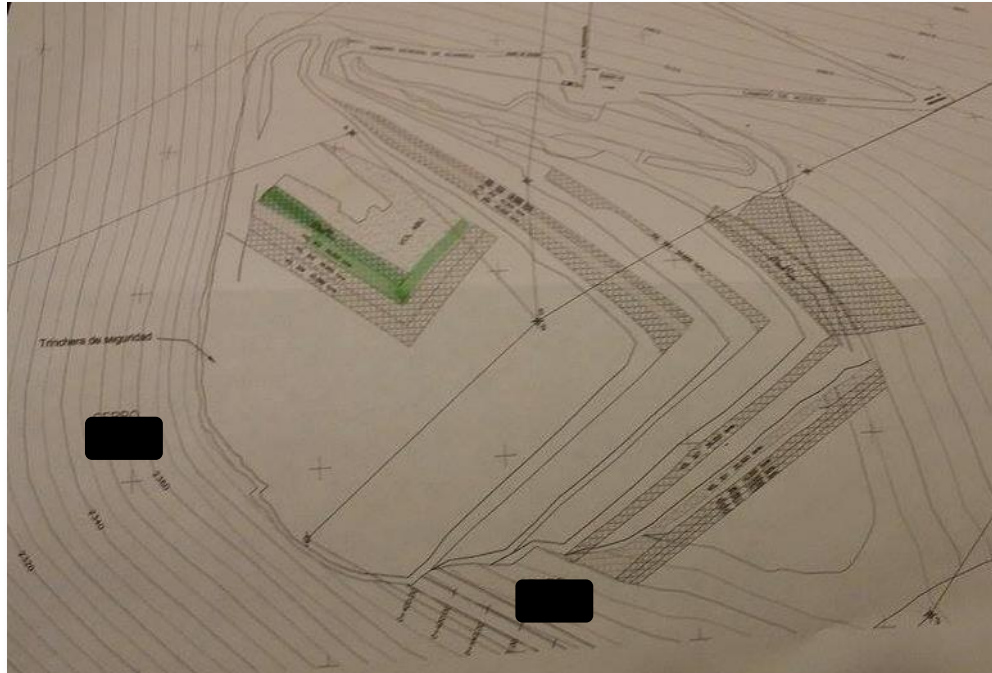


Figura 2.2 Topografía del lugar, al norte de la imagen se puede observar la ubicación actual del nivel de trituración.

2.4.2 Diseño de plantilla de barrenación

Considerando el tonelaje solicitado por la cementera Cementos Fortaleza, de 900 t/h. no se debe olvidar que el total del material que pase por la trituradora no será el mismo tonelaje que salga con tamaño de grava, ya que también sale determinada cantidad de material como finos. Este tipo de material tiene su mercado propio, ya que como agregado no nos sirve. Como tiene un precio de venta mucho más bajo no lo consideraremos.

La cantidad real de material que debemos tener en cuenta como producto terminado para vender como grava será la eficiencia de trituración que es igual al 80%, así que de las 900 t/h

que pasan por la trituradora, únicamente 720 toneladas serán las que tendremos como producto a vender.

La eficiencia de las trituradoras de impacto como la que se planea comprar ronda entre 75% y 85%, por lo que proyectaremos la media de 80% como eficiencia de nuestra trituradora. Para poder dar los 900 t/h reales, debe ser una trituradora con un nominal de 1100 t/h.

En términos de barrenación, la plantilla de barrenación utilizada actualmente tiene las siguientes características.

Es una plantilla de barrenación de tipo tresbolillo:

- Ø Barrenación = 3½"
- Bordo = 2.8 m.
- Espaciamiento = 3.2 m.
- Sub-barrenación = 1.0 m.
- Taco = 2.30 m.
- F.C. = 220 g/t

Con este diseño de plantilla se está generando una producción de 265 t/h en solo 2 turnos, matutino y vespertino. Únicamente se trabaja en estos 2 turnos.

Esto es importante considerarlo para poder calcular las horas de trabajo tanto de los equipos como de la maquinaria. Se trabaja en estos 2 turnos para evitar gastos de iluminación, además

de que es peligroso trabajar de noche, con poca o nula iluminación; por esto no se tomarán días de 24 h., sino de 16 h. para los cálculos.

Cálculo de la nueva plantilla de barrenación propuesta.

Debido a que se busca incrementar la producción, optimizar los costos y el tiempo de barrenación al mismo tiempo, se comparó una serie de plantillas de diferentes autores para evaluar la que mejor se adecue a nuestras necesidades.

	ASH	KONYA	ANDERSEN	FOLDESI
B	2,5	2,7	3,5	3,0
S	3,0	3,6	4,0	3,7
s/B (1.15)	1,2	1,3	1,15	1,2
t/b	193,5	237,6	350,5	277,5
J	0,8	0,8	1,0	0,9
T	1,8	1,9	2,4	2,1
F.C.	0,357	0,277	0,274	0,255
Bnos/d	5	4	3	4
Columna	61,9	61,5	59,2	60,6
KgANFO	290,7	233,8	154,0	257,1
KgANFO	300	225	225	275
Emu.	25	25	25	25

Tabla 2.1 Comparación entre las diversas plantillas

De acuerdo con la tabla, de las posibles plantillas mostradas, la plantilla de Andersen es la que más se acerca a las especificaciones que se necesitan.

Basándonos tanto en el F.C. como en el número de barrenos necesarios, ya que se toma como referencia el F.C. = 180 g/t para piedra caliza como óptimo, y el menor número de barrenos al día que se necesita, el menor en los 4 casos.

Cabe señalar que el nuevo diámetro de barrenación es de 4". Se busca implementar un diámetro mayor para poder abrir la plantilla un poco más, sin dejar de lado el índice de S/B, que a su vez resultó exactamente el ideal (de 1.15)¹ para las plantilla tresbolillo.

2.5 Determinación preliminar del equipo a utilizar

El equipo de barrenación idea para el nuevo diseño de plantilla estará sujeto a las especificaciones nuevas de producción. Al incrementar la producción aumentara también el número de máquinas perforadoras ya sea del mismo tipo o maquinas más grandes y de mayor capacidad. En esta parte se presentará una propuesta de equipo nuevo a raíz de un cálculo presentado a continuación, tomando como referencia la diversidad en el mercado local.

El equipo a adquirir no necesariamente tiene que ser nuevo, puede ser de la misma forma usado. En tanto a los diferentes apartados en el proceso de minado de la cantera se divide de la siguiente manera.

- a. Barrenación
- b. Cargado de barrenos
- c. Voladura
- d. Cargado
- e. Acarreo
- f. Trituración

¹ Relación Espaciamento/Bordo (S/B), acuerdo como dato ideal para plantillas de tipo tresbolillo en voladura de ladera. S/B = 1.15

▪ **Equipos de Barrenación**

De acuerdo con la selección de la plantilla de barrenación, cada barreno detonado tumbará una cantidad de 350.5 ton. Con esta información, podemos hacer el nuevo cálculo de velocidad de barrenación que se necesitará con unidades de m/h totales.

Para dar el tiempo de perforación calculado, se tendrán contempladas las perforadoras actuales, únicamente se agregarán a la operación las perforadoras necesarias extra a las existentes.

Datos de Barrenación:

- Producción deseada: 900 t/h.
- En 2 turnos tenemos: 14400 t/d.
- Tonelaje por barreno: 350,5 t
- Barrenos diarios: 42 barrenos.
- Metros lineales: 462 m
- Velocidad de Barrenación = $\frac{462 \text{ m}}{16 \text{ h}} \approx 30 \frac{\text{m}}{\text{h}}$ ²

² Se redondea el valor de velocidad de barrenación resultante para no tener los equipos siempre al máximo de su capacidad. $\frac{462}{16} = 28.9 \approx 30 \text{ m/h}$

Como no hay una única perforadora que cumpla con este requisito de perforación, se tomará la decisión de incluir más de un equipo.

	<i>Perforadora</i>	<i>Velocidad</i>		<i>Consumo</i>
		<i>Nominal (m/h)</i>	<i>Real (m/h)</i>	<i>Diesel (l/h)</i>
Actuales	Hidrotrack	20	15	400
	Stenuick	7	5	150
Nuevos	Hidrotrack	20	15	400
		Total	35	950

Tabla 2.2 Selección de equipo extra para dar la nueva producción.

Se recomienda la adquisición de una nueva máquina Hidrotrack, por diversos motivos, los cuales se describen a continuación:

- La máquina incluye el compresor y colector de polvos en un mismo equipo.
- Ahorro de personal (un solo operador).
- Ajuste de velocidad requerida (maquinaria global sobrada).

Como comparación, esta perforadora es más costosa que la Stenuick, pero las condiciones que buscamos se adecuan más a este tipo de perforadora.

Debemos tener en cuenta que los alcances en la explotación de esta cantera están por encima de otras explotaciones menores; por otra parte, el propietario ha manifestado su deseo de continuar explotando lugares aledaños en el futuro, por lo que tener equipo propio y hacer el

gasto fuerte desde el principio es más recomendable que hacer varios gastos de menor magnitud y que en el futuro provoquen un mayor gasto.

De la misma manera, se debe considerar que las reservas de la cantera son de 75 años, por lo que resultará más económico haber adquirido dos máquinas Stenuick con sus respectivos compresores extra, uno para cada una y el salario extra de los operadores, tanto del turno matutino como del vespertino. (La máquina Stenuick requiere 2 operadores).

Este juego de equipos está sobrado de la velocidad que necesitamos.

Así pues, dispondremos de un lapso de tiempo para la solución de problemas en la barrenación, acomodo del equipo para los siguientes barrenos, ya que en la explotación se cuenta con la presencia de imprevistos que no se tienen contemplados, como por ejemplo: cavernas, rotura de brocas, desvío de barrenos que hacen menos eficiente la barrenación del equipo, por ello la velocidad de barrenación y número de barrenos por turno que atrasarían la explotación.

Debemos mencionar también la ausencia de equipo programado para mantenimiento preventivo y correctivo si es que llegara a necesitarse.

- **Equipo de Carga**

El apartado de equipos de carga se hace de la misma manera: un cálculo de equipos de carga para ajustar la producción de la ampliación. Basándonos en la alimentación para la nueva

trituradora, alimentación de 900 t/h.; se calcula el equipo de carga para mantener esa alimentación en ambos turnos.

La trituradora representa uno de los mayores gastos por energía eléctrica.

Por este motivo la trituradora se debe aprovechar todo el tiempo que esté encendida, ya que tenerla así y sin alimentarla representaría pérdidas.

Datos de Carga.

- Producción deseada: 900 t/h.
- ρ de roca in-situ: 2.5 kg/m³
- ρ de roca abundado: 1.6 kg/m³
- Factor de Llenado: 60% – 70% (Voladura Well Blasted: 67.5%)
- Ciclo de cargado estimado de 20 s.

$$\text{Ciclos por hora} = \frac{60 \text{ min}}{0.33 \text{ min}} = 182 \text{ ciclos} \frac{\text{ciclos}}{h}$$

- Factor de operación:
 1. Habilidad del Operador = 90%
 2. Disponibilidad de Equipo = 95%
 3. Eficiencia de Operador = Horas de 50 min.

$$F.O. = (0.9)(0.95)(0.83) = 0.71$$

$$\text{Ciclos Reales} = (182 \text{ Ciclos})(0.71) = 130 \text{ ciclos por hora}$$

- Cucharon.

$$\text{Toneladas por ciclo} = \frac{900 \frac{\text{t}}{\text{h}}}{130 \text{ Ciclos}} = 6.92 \text{ t/ciclo}$$

Como la roca ya está fragmentada, se considera la nueva densidad, la ρ de abundado, de 1.6 kg/m³.

$$\text{Toneladas por ciclo} = \frac{6.92 \text{ t/ciclo}}{1.6 \text{ kg/m}^3} = 4.32 \text{ m}^3 \text{ de cucharon.}$$

Debido al factor de llenado por una Well Blasted de 67.5%

$$\text{Capacidad de cucharon real} = \frac{4.32 \text{ m}^3}{0.6} = 7.2 \text{ m}^3 \text{ de cucharon.}^3$$

Con esta información del cálculo de equipo de carga, además de considerar que se pretende tener más de un punto de cargado, se recomienda la adquisición de los siguientes equipos de carga: debido a que ya se cuenta con el cargador frontal, sólo queda dejar de utilizar la excavadora rentada y adquirir dos para contar con equipo propio.

³ Se solicitan 7.2 m³ de cucharon para abastecer la nueva producción, pero se recomienda cubrir 7.9 m³ para permitir la movilidad del equipo que se mueve muy lento, como es el caso de las excavadoras. En cada voladura se debe retroceder el equipo y debe ser reacomodado nuevamente para comenzar el cargado de material fragmentado.

Carga			
	Equipo	Capacidad (m³)	Situación de equipo
Actuales	Excavadora		Rentado
	Frontal		Propio
Nuevos	Frontal	3,1	Propio
	Excavadora	2,4	Propio
	Excavadora	2,4	Propio
	TOTAL	7,9	

Tabla 2.3 Selección de flotilla de equipos de carga.

A diferencia de la cantidad de material que es cargado en una mina metálica, en las canteras se trabaja con cantidades menores, por lo que el uso de excavadoras es suficiente para el cargado de material fragmentado. La implementación de un cargador frontal está en función de la movilidad que se necesite alrededor de los diversos puntos de cargado.

A diferencia de la situación actual, se busca tener dos o más de un punto de cargado para dar la producción; los equipos de carga estarán divididos en estos dos puntos de cargado, dos excavadoras en uno y el cargador frontal en el otro, por su movilidad y capacidad de cucharón es que operará solo.

De esta forma, mientras dos excavadoras se encuentran alimentando uno de ellos, el cargador, por su movilidad y mayor capacidad, abastecerá el otro.

▪ *Equipos de Acarreo*

En los equipos de acarreo se manejará de la misma manera, únicamente un camión materialista de 14 m³ con caja adaptada.

Se busca mantener las mismas características de los camiones tanto por ser un equipo bastante común en la operación de canteras de caliza como por las dimensiones que presentan, para las cuales se ha hecho el diseño de los caminos de acarreo.

En esta parte hay que considerar la prolongación del camino que sufrirá la rampa por la reubicación de la nueva trituradora.

De esta forma, no sólo se elevará el número de camiones debido al aumento de producción, sino también debido al incremento de distancia para la descarga a la trituradora.

Datos de Acarreo:

- Camiones: 14 m³.
- Distancia actual: 900 m.
- Velocidad: 30 km/h.
- Tiempo Acomodo: 30 s.
- Tiempo Descarga: 45 s.
- Cargado: 3 ciclos/minuto

Para cargado con excavadora:⁴

$$Ciclos = \frac{14 \text{ m}^3}{2.4 \text{ m}^3} = 5.8 \approx 6 \text{ ciclos}$$

$$Tiempo \text{ de trayecto} = \frac{0.9 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0.03 \text{ h} = 108 \text{ s}$$

$$Tiempo \text{ de Cargado} = \frac{6 \text{ ciclos}}{3 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}}} (60) = 120 \text{ s}$$

$$Produccion \text{ Horaria} = \frac{(14 \text{ m}^3) \left(1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.85)(3600)}{411 \text{ s}} = 166.7 \text{ t/h}$$

Producción horaria de cada camión cargado con excavadora = 166.7 t/h

Para cargado con cargador:

$$Ciclos = \frac{14 \text{ m}^3}{3.1 \text{ m}^3} = 4.5 \approx 5 \text{ ciclos}$$

⁴ Debe especificarse que los cargados serán diferentes tanto por excavadora como por cargador frontal, por lo tanto los tiempos serán diferentes. Debe tomarse en cuenta esa diferencia para poder hacer los cálculos correspondientes.

$$\textit{T tiempo de trayecto} = \frac{0.9 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0.03 \text{ h} = 108 \text{ s}$$

$$\textit{T tiempo de Cargado} = \frac{5 \text{ ciclos}}{3 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}}} (60) = 100 \text{ s}$$

$$\textit{Produccion Horaria} = \frac{(14 \text{ m}^3) \left(1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.85)(3600)}{391 \text{ s}} = 175.3 \text{ t/h}$$

Producción horaria de cada camión cargado con cargador = 175.3 t/h

Para los dos puntos de carga se usarán las dos excavadoras en uno y el cargador en el otro. A continuación presento la producción que deberá hacer cada punto de carga con sus respectivos cargadores.

2 Puntos de Carga.		
Cargado cada banco.	2 Excavadoras.	1 Cargador.
Cucharón (m³).	2.4	3.1
Cucharón (m³).	2.4	
Total (m³).	4.8	3.1
% Producción de cada banco.	65%	35%
Ton.	585	315
Prod. Horaria.	166,7	175,3
Total camiones.	3,5	1,8
Camiones para cada banco.	4	2

Tabla 2.4 Para calcular el total de camiones requeridos en cada banco, resulta un total de 6 camiones.

Para considerar el incremento de camino de acarreo, éste se agrega al cálculo de tiempo de acarreo de las operaciones anteriores y se hace el mismo juego de producción para cada banco, la única variante será el tiempo de acarreo, el cual será mayor para cada caso.

Para cargado con excavadora:

$$\text{Ciclos} = \frac{14 \text{ m}^3}{2.4 \text{ m}^3} = 5.8 \approx 6 \text{ ciclos}$$

$$\text{Tiempo de trayecto} = \frac{1.4 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0.46 \text{ h} = 168 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo de Cargado} = \frac{6 \text{ ciclos}}{3 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}}} (60) = 120 \text{ s}$$

$$\text{Produccion Horaria} = \frac{(14 \text{ m}^3) \left(1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.85)(3600)}{531 \text{ s}} = 129.1 \text{ t/h}$$

Producción horaria de cada camión cargado con excavadora = 129.1 t/h

Para cargado con cargador:

$$\text{Ciclos} = \frac{14 \text{ m}^3}{3.1 \text{ m}^3} = 4.5 \approx 5 \text{ ciclos}$$

$$\text{Tiempo de trayecto} = \frac{1.4 \text{ km}}{30 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0.46 \text{ h} = 168 \text{ s}$$

$$\text{Tiempo de Cargado} = \frac{5 \text{ ciclos}}{3 \frac{\text{ciclos}}{\text{min}}} (60) = 100 \text{ s}$$

$$\text{Produccion Horaria} = \frac{(14 \text{ m}^3) \left(1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (0.85)(3600)}{511 \text{ s}} = 134.1 \text{ t/h}$$

Producción horaria de cada camión cargado con cargador = 134.1 t/h

Con estos nuevos tiempos de acarreo, la producción horaria de cada camión disminuye, pues recorre una distancia mayor.

Con este nuevo cálculo, aumentará el número de camiones en la operación de la cantera. A continuación se presentan los nuevos camiones.

2 Puntos de Carga. Camino aumentado.		
Cargado cada banco.	2 Excavadoras.	1 Cargador.
Cucharón (m³).	2.4	3.1
Cucharón (m³).	2.4	
Total (m³).	4.8	3.1
% Producción de cada banco.	65%	35%
Ton.	585	315
Prod. Horaria.	129.1	134.1
Total camiones.	4.5	2.3
Camiones para cada banco.	5	2

Tabla 2.5 Número de camiones materialistas de 14 m³ incrementado en 1 unidad con respecto al camino de acarreo anterior.

Se muestra como incrementa la flotilla de camiones cuando el camino por recorrer es mayor. Debemos tener cuidado con los decimales que nos resultan en el ejercicio, saber

distinguir cuándo debemos redondear y cuándo debemos truncar los valores, ya que ello representa hacer gasto de camiones en el caso que falten o sobren.⁵

2.6. Número de personal y categoría

En la actualidad se cuenta con un número de operadores, supervisores y mecánicos destinados a la maquinaria y operación actual; se cuenta con un total de 26 empleados en cantera, como se muestra de la siguiente manera:

<i>Clasificación</i>	<i>Cantidad/Turno</i>	<i>Ambos Turnos</i>
Supervisor	1	2
Operador A	6	12
Operador	3	6
Ayudante	1	2
Mecánicos	2	4
	Total	26

Tabla 2.6 Personal Actual en la cantera

⁵ En este caso ambos valores en los 2 puntos de cargado seleccionados nos resultan valores decimales, obviamente no podemos tener mitades de camiones ni mucho menos, así que debemos distinguir cuando redondeamos un número y cuando lo debemos truncar. Es sencillo, sumando ambos valores tenemos 6.8 unidades de acarreo. De esta forma sabemos que son suficientes 7 equipos, se redondea en el punto 1 y truncamos en el punto 2.

Con la implementación de la nueva maquinaria para la ampliación de producción, crecerá el número de los operadores, por lo que habrá que contratar ocho más.

La contratación de 20 operadores actuales representa un total de 40% más en gastos de salarios en esta rama.

<i>Personal requerido</i>		<i>Ambos turnos</i>
Perforadora	1/Turno	2
Excavadora	1/Turno	2
Camion	1/Turno	2
Camion	1/Turno	2
	Total	8

Tabla 2.7 Personal Requerido para nueva maquinaria

La única diferencia entre operadores A con operadores normales es la antigüedad que tienen trabajando en la cantera, por lo que la inclusión de operadores nuevos no representa un salario como el de un Operador A, sino como uno normal, por lo que disminuye empíricamente el porcentaje anterior.

CAPITULO 3

3 Planta de Trituración

3.1 Equipo de trituración

La trituración consiste únicamente en una trituradora móvil que fue adaptada a fija, con una capacidad real de 265 t/h. La inclusión de una nueva trituradora que produzca 900 t/h requiere de una trituradora de impacto con una capacidad nominal de 1100 t/h, para poder considerar una eficiencia del 80% de ella.

Esta trituradora está apalabrada con el dueño de la cantera, de ahí se iniciaron los cálculos de todo el equipo requerido para dar esta producción real de trituración de 900 t/h. por lo que sólo consideraremos su costo de compra en los costos de producción y su consumo de energía eléctrica.

3.2 Diseño del nivel de trituración

Se colocará la nueva trituradora en donde se encuentra localizada la trituradora actual, solo se procederá a sustituir una por otra, con el avance de la explotación descenderá el nivel de la trituración. El descenso del nivel de trituración corresponde a 50 m. de acuerdo con el 10% de pendiente tanto en curva con en recta. La trituradora seleccionada será una de impacto con una producción nominal de 1100 t/h para que resulte una producción real de 900 t/h; se considera una eficiencia de trituración del 80%.

3.3 Costos de inversión y operación

El consumo de energía eléctrica por parte de la trituradora y las luces para el trabajo nocturno se consideran dentro de los costos de operación y producción, por lo que se deben valorar en las tablas de costos de consumibles aparte del costo de la nueva trituradora. A continuación tenemos desglosado el consumo de energía eléctrica:

Consumo de energía				
Concepto	Ton	kWh/t	Horas	kW
Trituradora	900	0.8	16	45
Iluminación		150	4	600
			Total kW/d	645
			Total kW/mes	16125

Tabla 3.1 Control de consumo de energía eléctrica.

Con el precio de la energía eléctrica se calcula el costo en \$ de su consumo, como se muestra en la siguiente tabla:

Costo por energía eléctrica				
\$	Concepto	\$	kWh	
Fijo	Renta	\$ 51.87	0	
\$ 2.27	Primeros 50 kWh	\$ 113.60	50	
\$ 2.74	Segundos 50 kWh	\$ 137.15	50	
\$ 3.02	Siguientes	\$ 50,343.4	16670	
	Total Mensual	\$ 50,646.0		
	Total Anual	\$ 607,752.2		

Tabla 3.2 Costos por energía eléctrica.

CAPITULO 4

4.1 Distribución de la infraestructura y servicios

La cantera cuenta con una zona de oficinas pequeña de tres cuartos en los que se lleva el control administrativo y un pequeño comedor, además de que se controla la asistencia y se guarda el equipo de seguridad para abastecer a los trabajadores.

La zona de explotación se encuentra del otro lado del cerro, donde sólo se puede tener acceso previo paso por las oficinas. El acceso desde carretera se encuentra del lado de oficinas, por lo que no hay sendero o caminos para entrar a la explotación por otro lado. A continuación se muestra la distribución de caminos y lugares principales de la cantera.

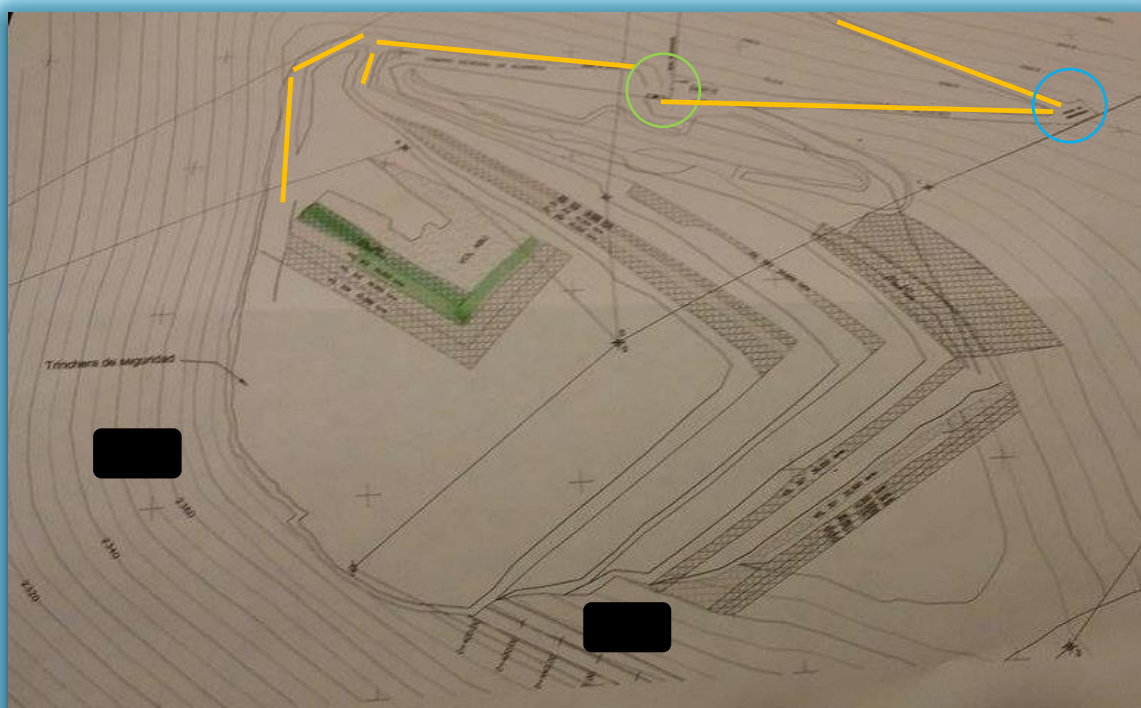


Figura 4.1 Delimitación de las partes de la cantera.

4.2 Oficinas

Las oficinas están ubicadas fuera del cerro, a una distancia de 1.5 km de la operación. A las faldas del cerro, si tienen edificaciones de 3 oficinas, un comedor, y cuentan con transporte de camioneta de caja para desplazarse de las oficinas a la cantera.

La planta de trituración como se puede ver en la imagen está ubicada a 900 m. de la zona de explotación.

4.3 Caminos de acceso

El único camino de acceso está señalado de color amarillo en la imagen anterior, es un camino de 2 carriles, con borde de seguridad, y una pendiente de 10% tanto en rectas como en curvas.

CAPITULO 5

5 Análisis Financiero

5.1 Costos de equipo nuevo

En el siguiente listado se muestra el costo total por los equipos que se proponen adquirir necesarios para la ampliación de producción.

<i>Costo de nuevos equipos.</i>			
Equipo	Año	Marca	Precio
Hidrotrack	1999	Ingersoll Rand Ecm 370	\$ 450.000,00
Excavadora	2004	Cat 345 BL	\$ 1.700.000,00
Excavadora	2000	Cat 345 BL	\$ 1.100.000,00
Camión	1991	Dina Torton	\$ 160.000,00
Camión	1993	Famsa	\$ 114.000,00
		Total	\$ 3.524.000,00

Tabla 5.1 Inversión en los equipos a conseguir.

5.2 Costos de Producción

Los costos de producción están desglosados a continuación.

En general están considerados los costos por combustibles, por energía eléctrica, por mantenimiento de equipos y por salarios a operadores.

En la siguiente tabla se muestra los costos que representara la producción requerida por parte de la maquinaria adquirida.

Esta tabla solo muestra los costos por producción al mes desglosado mensualmente y el cálculo de lo que resultaría anualmente.

Solo vienen los costos de insumos, energía eléctrica, combustibles, mantenimiento y salarios, no vienen incluidos los costos de inversión de equipos, ya que para eso está otro apartado diferente.

Costos de Producción Mensual PROYECTADO				Total
Combustibles				
<i>Cantidad</i>	<i>Equipo</i>	<i>(l/d)</i>	<i>(l/mes)</i>	
6	Camión	112	11200	\$ 803,125.00
2	Excavadora	336	16800	
1	Frontal	350	8750	
2	Stenuik	150	7500	
2	Hidrotrack	400	20000	
Mantenimiento				
Promedio		En general		\$ 50,000.00
Energía Eléctrica				
Trituradora e Iluminación		kW	16770	\$ 50,646.02
Salarios				
<i>Semana</i>	<i>IMSS 1.8% +</i>	<i>Empleados</i>	<i>Semanas</i>	
\$1,300	\$3,640.0	34	4	\$ 495,040.00
Total				\$ 1,398,811.02
Costos de Producción Anual				\$ 16,785,732.24

Tabla 5.2 Control de costos de mantenimiento, consumibles y salarios.

5.3. Depreciación de equipo

La pérdida del valor de un equipo o maquinaria sufrido con el paso de los años.

Esta depreciación está en función de las horas que se usó el equipo o maquinaria y del mantenimiento al que fue sometido.

Utilizaremos una depreciación, para 10 años en el caso de los equipos en general y de 6 años para los equipos de acarreo.

Recordando que todos los cálculos están basados en la maquinaria y equipo recomendado para la ampliación. Y los equipos que ya están trabajando en la actualidad

Depreciación			
Equipo	Precio	Años	Anual
Hidrotrack	\$ 450,000.00	10	\$ 45,000.00
Hidrotrack	\$ 110,000.00	10	\$ 11,000.00
Stenuik	\$ 90,000.00	10	\$ 9,000.00
Excavadora	\$ 1,700,000.00	10	\$ 170,000.00
Excavadora	\$ 1,100,000.00	10	\$ 110,000.00
Frontal	\$ 1,000,000.00	10	\$ 100,000.00
Camion	\$ 160,000.00	10	\$ 16,000.00
Camion	\$ 110,000.00	10	\$ 11,000.00
Camion	\$ 150,000.00	8	\$ 18,750.00
4 Camiones	\$ 150,000.00	10	\$ 15,000.00
		Total	\$ 505,750.00

Tabla 5.3 Depreciación anual de cada uno de los equipos recomendados en la ampliación de la mina.

5.4 Estado de Resultados de Nuevo diseño

Desgraciadamente no contamos con un precio de venta de producto terminado, ya que es información confidencial del dueño. En el Estado de México, la competencia por la venta de materia prima de piedra caliza es tan grande que hay mucho cuidado con el manejo de información; hubo mucha desconfianza, incluso molestia en alguna toma de datos.

Por otro lado, para poder realizar el ejercicio, se propone un precio de venta teórico con el propósito de realizar el estado de resultados concerniente tanto al incremento de maquinaria como al aumento de producción en la explotación de la cantera. Se asume un precio de venta de \$85,00 MN por tonelada producida

De esta manera podemos tener conocimiento de la situación económica de la cantera con el aumento de producción, con motivo de la construcción del nuevo aeropuerto. Si bien no podemos hacer una comparación directa con el estado de resultados anterior, el de equipo y maquinaria ya existente, al menos podemos sacar nuestras propias conclusiones.

El teórico estado de resultados anterior lo podremos hacer con datos de gastos de producción e ingresos, no podremos hacerlo desde el inicio ya que no contamos con los datos de compra de equipo y explosivos. Se hará la comparación con el año en cuestión

y se cotejará con un año regular promedio del nuevo estado de resultados proyectado, de esta forma tendremos la comparación más equilibrada.

Claramente podemos observar que, con una inversión representativa comparada con las utilidades netas actuales, se puede conseguir utilidades realmente grandes del 200% a las actuales. A continuación se presenta el estado de resultados:

Tabla 5.4

Estado de Resultados.

Estado de Resultados NUEVO DISEÑO											
Años de Operación	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ -	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000
Inversión	\$ 3,524,000	\$ -	\$ -	\$ 274,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos de Operación	\$ -	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732
Utilidad de Operación	-\$ 3,524,000	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,700,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268
Depreciación	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Antes de Impuestos	-\$ 4,029,750	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,194,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518
ISR 30%	\$ -	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,858,355	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555
RUT 10%	\$ -	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,619,452	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852	\$ 27,646,852
Utilidad Neta	-\$ 4,029,750	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,716,711	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111	\$ 165,881,111

5.5 Comparación de estados de resultados (con y sin proyecto)

La comparación de estado de resultados se presenta a continuación. Sólo con una inversión de 3.5 millones de pesos podemos elevar las utilidades de ⁶\$48, 675,150 hasta \$165, 881,111, por lo que es un diseño que representa una utilidad mayor de la que tiene.

Años de Operación	0	1	2
Ingresos	\$ -	\$ 86,496,000	\$ 86,496,000
Inversión	\$ -	\$ -	\$ -
Costos de Operación	\$ -	\$ 5,000,083	\$ 5,000,083
Utilidad de Operación	\$ -	\$ 81,495,917	\$ 81,495,917
Depreciación	\$ 370,667	\$ 370,667	\$ 370,667
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Antes de Impuestos	-\$ 370,667	\$ 81,125,250	\$ 81,125,250
ISR 30%	\$ -	\$ 24,337,575	\$ 24,337,575

Tabla 5.5 Estado de Resultados anual del diseño actual de la explotación.

Años de Operación	0	1	2
Ingresos	\$ -	\$ 293,760,000	\$ 293,760,000
Inversión	\$ 3,524,000	\$ -	\$ -
Costos de Operación	\$ -	\$ 16,785,732	\$ 16,785,732
Utilidad de Operación	-\$ 3,524,000	\$ 276,974,268	\$ 276,974,268
Depreciación	\$ 505,750	\$ 505,750	\$ 505,750
Intereses	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Antes de Impuestos	-\$ 4,029,750	\$ 276,468,518	\$ 276,468,518
ISR 30%	\$ -	\$ 82,940,555	\$ 82,940,555

Tabla 5.6 Estado de Resultados anual del diseño de la explotación del nuevo diseño propuesto.

⁶ Todos los valores mencionados están dados en Moneda Nacional (M.N.)

CAPITULO 6

6 Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Con motivo de la construcción del nuevo aeropuerto se han abierto muchas puertas para los productores de materia prima, en este caso piedra caliza. Es una gran oportunidad para la ampliación de canteras, como en este caso, así como también para la apertura de nuevas explotaciones.

Aunque las inversiones son fuertes, las ventas son mayores e incluso queda un gran monto de utilidad neta. Si bien no se incluyen los precios por explosivos, ya que no fueron proporcionados, esto se compensa al haber reducido los costos de éstos, pues hubo que calcular una nueva plantilla de barrenación que disminuye la cantidad de explosivo por barreno.

6.2 Recomendaciones

Esperando una puesta en marcha inmediata, solo queda esperar la aprobación por parte del dueño.

Aunque los costos por mantenimiento no sean tan grandes como el resto de los costos, no quiere decir que no sean importantes. Debe haber una serie de programas de mantenimiento que a la larga ahorraran costos por equipo parado y refacciones.

Bibliografía:

- López V. Manuel, Fundamentos para la explotación de minas, UNAM, México, 2003.
- Hustrulid, William, Open pit planning and design volume 1 Fundamentals, Rotterdam, Brookfield 1995.
- Diseño de explotaciones de cantera, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Juan Herrera Herbert, 2007.
- Blast Design Dr. Calvin J. Konya Precision Blasting Services Montville, Ohio 1994.
- Caterpillar Performance Handbook Ed. 39 Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, U.S.A, 2007.

Mesografía:

- http://www.cat.com/es_MX/products/product-comparison.html?productId=17844667,17517225,17449801
- <http://www.puopesado.com/camiones-perforadores/perforadora-wagon-drill-stenuick.html>