

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas**



**“PLANIFICACIÓN LOGÍSTICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL  
USO Y CONTROL DE EXPLOSIVOS MEDIANTE  
INDICADORES EN UNA EMPRESA MINERA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

Para optar el Título Profesional de

**Ingeniero Industrial**

**José Israel Vargas Ttica**

**Lima – Perú**

**2013**

## **DEDICATORIA:**

- A mis padres, que fueron un ejemplo de dedicación y perseverancia, quienes dieron su vida a la crianza de mis hermanos y la mía y siempre nos impulsó y nos dio los medios para estudiar y superarnos.

- A mi hija Elizabeth Miranda Vargas Escalante que llena de alegría mi vida y es fuente de motivación constante.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Gerencia de Logística, por su consentimiento y apoyo en el desarrollo de este informe.

- A los Jefes de las diferentes áreas Mina, Planeamiento, Operaciones por brindarme sus opiniones y observaciones para completar los requerimientos que se presentaron para detallar este informe.

- A mi Alma Mater, porque es quien me dio los conocimientos que han sido y serán la base para mis logros profesionales.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE.....	III
RESUMEN EJECUTIVO.....	VII
DESCRIPTORES TEMATICOS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
<u>CAPÍTULO I: PENSAMIENTO ESTRATÉGICO</u>	
1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL.....	4
1.1.1. ORGANIZACIÓN.....	4
1.1.2. CLIENTES.....	9
1.1.3. PROVEEDORES.....	9
1.1.4. PROCESOS.....	10
1.1.5. OTRA INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA DE LA ORGANIZACIÓN.....	16
1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO.....	17
1.2.1. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA.....	17
1.2.2. VALORES DE LA EMPRESA.....	17

1.2.3. ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO.....	18
--	----

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS Y DE TESIS.....	22
2.1.1. DISEÑO DE MALLAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA UTILIZANDO LA ENERGIA PRODUCIDA POR LAS MEZCLAS EXPLOSIVAS.....	22
2.1.2. INDICADORES DE GESTIÓN EN CONSORCIO MINERO HORIZONTE.....	22
2.1.3. INDICADORES DE EXPLOTACIÓN EN MINA HUARON....	23
2.1.4. MANUAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS...24	
2.1.5. OPERACIONES MINERAS UNITARIAS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.....	25
2.1.6. LA GEOMECÁNICA EN LA PERFORACIÓN Y VOLADURA DE ROCAS.....	26
2.2. TEORÍA Y METODOLOGIA DE LA REFERENCIA.....	27
2.2.1. EXPLOSIVOS.....	27
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	28
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS.....	29
2.2.4. CARACTERISTICAS DE LA ROCA.....	30
2.2.5. TIPOS DE ROCAS.....	32
2.2.6. PERFORACIÓN DE ROCAS.....	33
2.2.7. PREPARACION CONVENCIONAL.....	34
2.2.8. CEBADO O PRIMADO DE EXPLOSIVOS.....	35
2.2.9. CEBO.....	35
2.2.10. METODOS DE INICIACIÓN.....	36
2.2.11. VOLADURA DE ROCAS.....	37
2.2.12. VOLADURA CONTROLADA.....	38
2.2.13. PLANIFICACIÓN LOGÍSTICA.....	40
2.2.14. TIPOS DE PLANIFICACIÓN.....	41
2.2.15. PRONOSTICO DE REQUERIMIENTOS.....	42

### CAPITULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	44
3.1.1. SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.....	44
3.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	46
3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION.....	46
3.3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCION.....	48
3.3.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD.....	48
3.3.2. CRITERIOS DE EVALUACION CUANTITATIVA.....	49
3.3.3. ELECCION DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	51
3.4. PLAN DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN PLANTEADA.....	51
3.4.1. ANALISIS DE VOLADURA.....	51
3.4.2. PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE EXPLOSIVOS.....	55
3.4.3. PROCESO DE PLANIFICACION PARA EL REQUERIMIENTO DE EXPLOSIVOS.....	56

### CAPÍTULO IV: ANÁLISIS BENEFICIO / COSTO

4.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	58
4.1.1. PRODUCCION DE MINERAL MINA.....	58
4.1.2. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	59
4.1.3. COBERTURAS DE EXPLOSIVOS.....	59
4.2. INFORMACIÓN DE LA SITUACION ECONÓMICA ACTUAL.....	59
4.2.1. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	61
4.2.2. RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.....	61
4.2.3. ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO.....	63
4.2.4. ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS.....	64
4.2.5. EVALUACIÓN DEL FLUJO DE INVERSIÓN.....	65
4.2.6. FLUJO DE INVERSIÓN.....	66
4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA.....	67
4.3.1. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.....	67

4.3.2. ACERCAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN REAL A LA PRODUCCIÓN ESTIMADA.....	67
4.3.3. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE INVENTARIO Y COBERTURAS.....	69
 <b><u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b>	
5.1. CONCLUSIONES.....	70
5.2. RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	72
ANEXOS.....	74

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo principal del presente informe es proponer una planificación logística adecuada para el uso y control de explosivos en las actividades mineras con el fin de optimizar los recursos utilizados, basados en las proyecciones de labores (producción y avance) a trabajar del área de Planeamiento Mina y la utilización de indicadores para el control.

Este objetivo se debe gracias a la problemática de no tener un adecuado control en el uso de explosivos sabiendo ciertas características que se tienen en una voladura (Performance del terreno o macizo rocoso).

Para plantear la solución del problema se tuvo analizar ciertas alternativas como: Tener explosivos en consignación (A), Planificar el uso y control de explosivos mediante indicadores (B) y, Eliminar la gama de explosivos a utilizar a unos mínimos necesarios (C).

Con las alternativas descritas se tomaron ciertos criterios de evaluación para ver la mejor alternativa, resultando que tener que planificar y controlar el uso de explosivos es la alternativa más óptima.

Mediante indicadores financieros se muestra como es el rendimiento de la solución.

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

- Explosivos
- Minería Subterránea
- Perforación de Roca
- Frentes de Voladura
- Planificación Logística
- Indicadores de control logísticos

## INTRODUCCIÓN

Desde la época de la prehistoria, la minería ha sido esencial e integral en la existencia del hombre, usamos termino minería a la extracción de todas las sustancias de origen natural – solidas, liquidas o gaseosas – de la tierra para su utilización.

Puede demostrarse que la minería y los minerales han estado asociados con el engrandecimiento de grandes civilizaciones a través de la historia.

Al pasar con el tiempo los procesos de extracción minera han venido cambiando y con ello los riesgos asociados, ahora se ven extracciones por voladuras, gases provenientes de la roca y de los equipos de extracción, además de procesos de concentrado de minerales.

Por esto toda empresa minera sea metálica como no metálica, subterráneo como a cielo abierto vela por la seguridad de los trabajadores y la eficiente producción de concentrado de minerales, esto va desde los procesos de Exploración, Desarrollo, Preparación y Explotación en Mina y Chancado, Molienda, Lixiviación, Flotación, Espesador y Concentrado en la Planta.

Hoy en día la extracción de los minerales y su venta hace que cada día seamos más sofisticados nuestros procesos y optimizados nuestros recursos para poder llegar al cliente. Por esta razón cada material sea explosivo, reactivo, implemento de seguridad, etc. requiere de un abastecimiento oportuno para no afectar las operaciones.

El presente trabajo plantea como realizar una planificación adecuada en uno de los productos más importantes y de alto riesgo en las labores mineras, el explosivo.

Todos hemos oído hablar de los explosivos; sustancias químicas capaces de explotar, es decir, liberar en una fracción de tiempo muy breve una gran cantidad energía. Sin embargo, más allá de esto, los conocimientos que tenemos son muy limitados.

Los explosivos, más allá de su uso militar o delictivo tienen una gran importancia en el ámbito de la minería, siendo unas herramientas muy útiles para la extracción de minerales, perforación de túneles y avances mineros.

El explosivo está presente en la vida del minero y su poder lo hace muy peligroso si no se usan de acuerdo a normas establecidas. Su uso indebido ha causado muchos accidentes muy graves y mortales.

En el presente informe se comenzara un primer capítulo describiendo el pensamiento estratégico de la empresa, su misión, visión, organigrama y el proceso productivo, clientes y proveedores. Además analizaremos la matriz FODA de le empresa.

En un segundo capítulo desarrollaremos el marco teórico que envuelve el presente informe, hablaremos de los frentes de perforación y las mallas de voladura; así mismo hablaremos de los explosivos en uso y la planificación de materiales.

El tercer capítulo se centrará en el proceso de toma de decisiones, identificaremos al deficiente control del uso de explosivos como problema para el no cumplimiento de programas de voladura y la determinación en los costos improductivos y como una adecuada planificación basada en programas de trabajo a largo plazo ayuda a tener óptimo los costos.

El cuarto capítulo comentaremos sobre los resultados obtenidos, bajo un Análisis Beneficio – Costo y la situación como estaría envolviéndose la empresa bajo este enfoque.

Después en los demás acápite, mostraremos las Conclusiones y Recomendaciones, en los anexos y tablas se divulgarán de manera sucinta más temas base que enmarcan el tema de voladura de rocas.

## **CAPÍTULO I**

### **PENSAMIENTO ESTRATÉGICO**

#### **1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL**

##### **1.1.1. ORGANIZACIÓN**

###### **Historia**

El inicio de la Historia de Volcan, se remonta al año 1943, en las alturas del abra de Ticlio, donde se iniciaron las primeras labores mineras que a la fecha, después de más de medio siglo de aporte para la minería, siguen en franco crecimiento operativo. La mina Ticlio estuvo conformada por un grupo de 30 concesiones mineras que fueron otorgadas por el Estado Peruano para que las trabaje su titular, Volcán Mines Co. En 1944 Volcán inició la producción de la mina Ticlio y el mineral fue vendido a la concentradora Mahr Túnel, en ese entonces de Cerro de Pasco Copper Corporation.

En 1997 Volcán Compañía Minera S.A. adquirió en subasta pública la Empresa Minera Mahr Túnel S.A., propietaria de las minas San Cristóbal y Andaychagua, por la suma de US\$ 127'777,777 de pago en efectivo más un compromiso de inversión de US\$ 60 millones, que se cumplió al tercer año.

En 1998 se llevó adelante un proceso de fusión entre ambas compañías, creándose Volcan Compañía Minera S.A.A. Previo y para facilitar la subasta, se ejecutó con Centro min un canje de concesiones mineras en el área de San Cristóbal, Andaychagua y Carahuacra.

En 1999 Volcan Compañía Minera S.A.A. adquirió en subasta pública Cerro de Pasco, esto es la Empresa Minera Paragsha S.A.C. por US\$ 62 millones de pago en efectivo más una inversión ejecutada de US\$ 70 millones del compromiso de privatización.

En el año 2000 adquirió Empresa Administradora Chungar S.A.C. y Empresa Explotadora de Vinchos Ltda. S.A.C. que comprenden las minas Animón y Vinchos, respectivamente. Ambas por un precio de US\$ 20 millones en efectivo más 16 millones de acciones Clase B de Volcán.

En el año 2004 se inician las operaciones en la mina de plata Vinchos, llegando a producir hasta el 31 de diciembre de 2009 más de 6 millones de onzas finas de plata.

En el año 2006 adquiere la mina Zoraida, de Minera Santa Clara y Llacsacocha S.A. En el año 2007 adquiere el 100% de Compañía Minera El Pilar, propietaria de la mina El Pilar contigua a la mina y tajo de Cerro de Pasco. En ese mismo año, inicia exploraciones en el proyecto de cobre Rondoní de Compañía Minera Vichaycocha.

Volcán Compañía Minera S.A.A. es una empresa minera que se constituyó por escritura pública el 1º de febrero de 1998, extendida ante el Notario Dr. Abraham Velarde Álvarez, proveniente de la fusión de Volcan Compañía Minera S.A. y Empresa Minera Mahr Túnel S.A. inscrita ante el Registro Público de Minería en el asiento uno, ficha 41074 en la partida 11363057 del Registro de Personas Jurídicas de Lima.

La compañía se dedica a la exploración, explotación y beneficio de minerales por cuenta propia y de subsidiarias, correspondiéndole la

extracción, concentración y tratamiento. La comercialización de todos los productos y concentrados es hecha por Volcán. Sus actividades están enmarcadas en el código CIUU No 1320 – Extracción de minerales metalíferos no ferrosos. La duración de la empresa es de carácter indefinido, limitado a la disposición de reservas de mineral, lo cual a su vez puede variar en función de las inversiones que la compañía efectúe en exploraciones y a los resultados de éstas.

La empresa posee cinco centros mineros: la Unidad Minera de Yauli, la Unidad Minera de Cerro de Pasco, la Unidad Minera Chungar, la Unidad Minera Vinchos y la Unidad Minera Alpamarca. La Unidad Minera de Yauli está conformada por las minas Carahuacra, San Cristóbal, Andaychagua, Ticlio y Zoraida, ubicadas en la provincia de Yauli, departamento de Junín. Adquirió la mina Zoraida, ubicada en el distrito de Suitucancho, próxima a la mina Andaychagua.

La Unidad Minera de Cerro de Pasco está conformada por la mina subterránea, el tajo abierto Raúl Rojas y la mina El Pilar tanto en su operación tajo abierto como mina subterránea.

Cabe mencionar que el 27 de enero de 2011, la Junta General de Accionistas de Volcán Compañía Minera aprobó la “reorganización simple” de la Unidad Minera de Cerro de Pasco. Como resultado, dicha unidad pasó a llamarse “Empresa Administradora Cerro SAC”, convirtiéndose en una subsidiaria de Volcán Compañía Minera. El objetivo de la reorganización es conseguir que cada unidad minera gestione de forma independiente las mejoras en sus resultados operativos a través de la reducción de costos y la búsqueda del crecimiento.

Volcan Compañía Minera S.A.A. es propietaria del 99.99% del capital de Empresa Administradora Chungar S.A.C. y del 99.99% del capital de Empresa Explotadora de Vinchos Ltda. S.A.C. La Unidad Minera Chungar está compuesta por la mina Animón ubicada en el distrito de

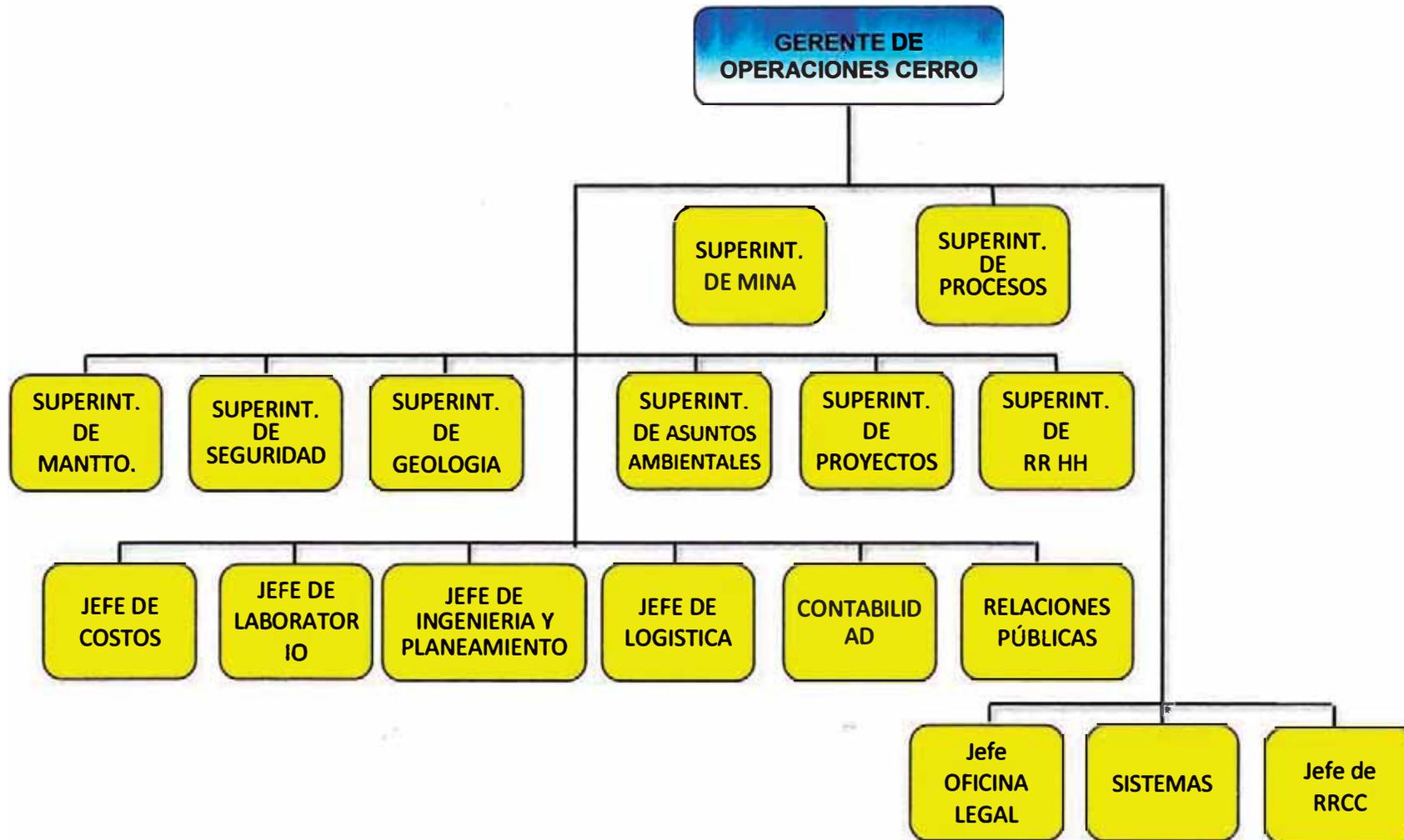
Huayllay, provincia de Cerro de Pasco, departamento de Pasco, así como de las minas Islay, Shalca, Alpamarca y del sistema de Hidroeléctricas.

Empresa Administradora Chungar S.A.C. tiene un capital pagado de S/. 338'339,829. Empresa Explotadora de Vinchos Ltda. S.A.C. tiene un capital pagado de S/.45'216,786 y comprende la mina Vinchos ubicada en el distrito de Pallanchacra, provincia de Cerro de Pasco, departamento de Pasco.

Volcan Compañía Minera S.A.A. es asimismo propietaria del 99.99% del capital de Empresa Minera Paragsha S.A.C. e indirectamente de igual porcentaje de Compañía Minera Vichaycocha S.A.C, también es propietaria del 92.89% de Compañía Industrial Limitada de Huacho S.A. y del 100% de Compañía Minera Santa Clara y Llacsacocha S.A. (mina Zoraida).

La Empresa Minera Paragsha S.A.C. es propietaria del 100% de Compañía Minera El Pilar S.A., del 100% de Compañía Minera Huascarán S.A.A., del 99.9% de Compañía Minera Alpamarca S.A.C., del 99.9% de Shalca Compañía Minera S.A.C. y del 80% de Minera Aurífera Toruna S.A.C.

**GRÁFICO N° 1: ORGANIGRAMA GENERAL EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO**



Fuente: Organigrama Empresa Administradora Cerro

### 1.1.2. CLIENTES

- Mercado Europeo
- Población Sierra Central

### 1.1.3. PROVEEDORES

Se desarrolla la actividad minera en sus procesos de extracción y preparación de concentrado gracias a nuestros proveedores el cual se tiene una exigencia de atención y oportunidad de abastecimientos.

La empresa maneja diversidad de proveedores tanto internacionales como nacionales y de la localidad. Entre ellos tenemos:

- EXSA S.A.



- CEMENTOS PACASMAYO S.A.



- PETROPERÚ S.A.A.



- SYRSA PERU S.A.



**syrsa Perú**

- PRAXAIR S.A.



- SANDVIK



#### **1.1.4. PROCESOS**

Se desarrolla el proceso de atención del concentrado, siendo este producto principal y razón de tantos esfuerzos hacia el mercado europeo.

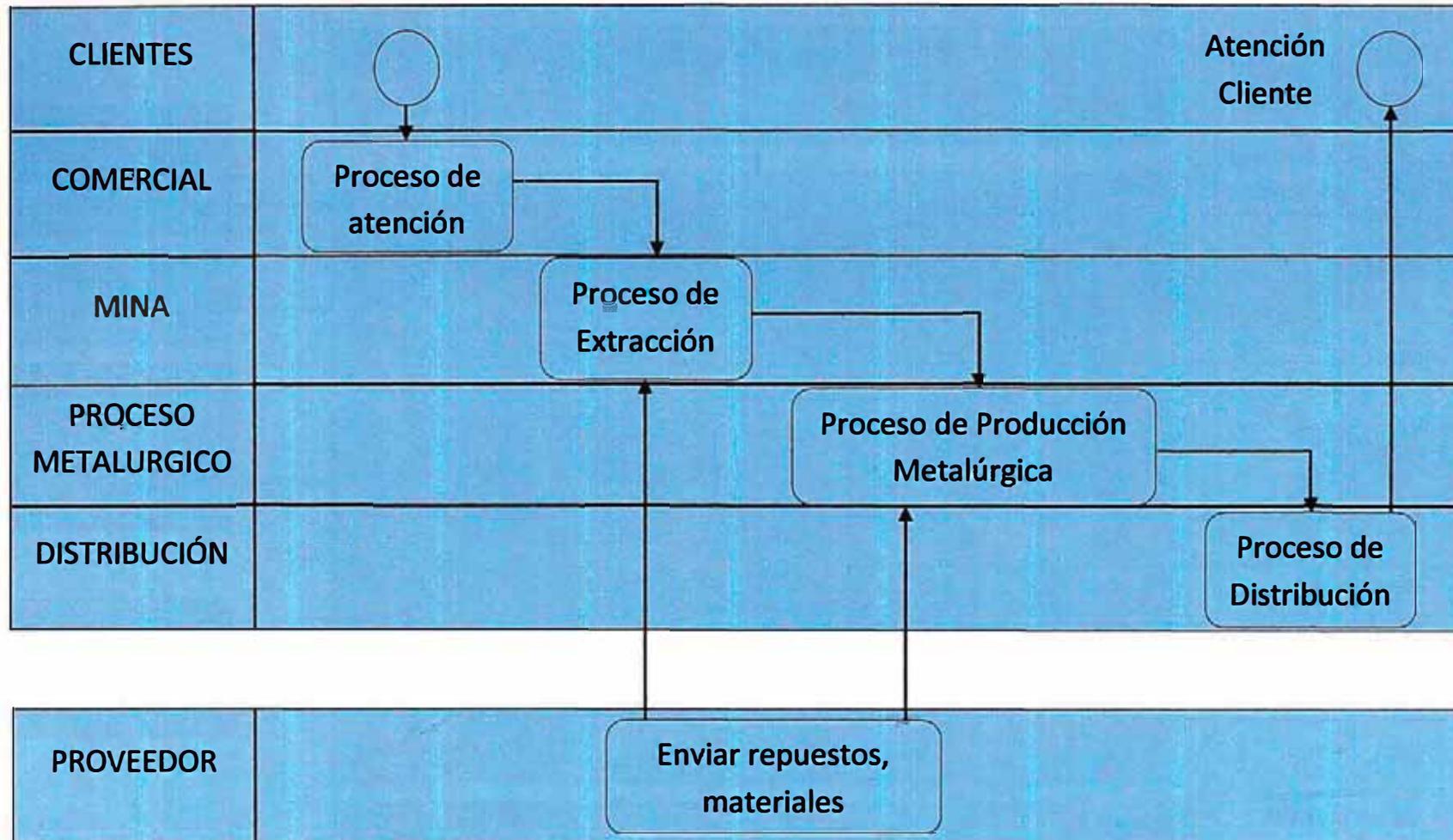
## **DIAGRAMA DE PROCESO**

### **CONCENTRADO DE MINERAL: PROCESO ATENCIÓN**

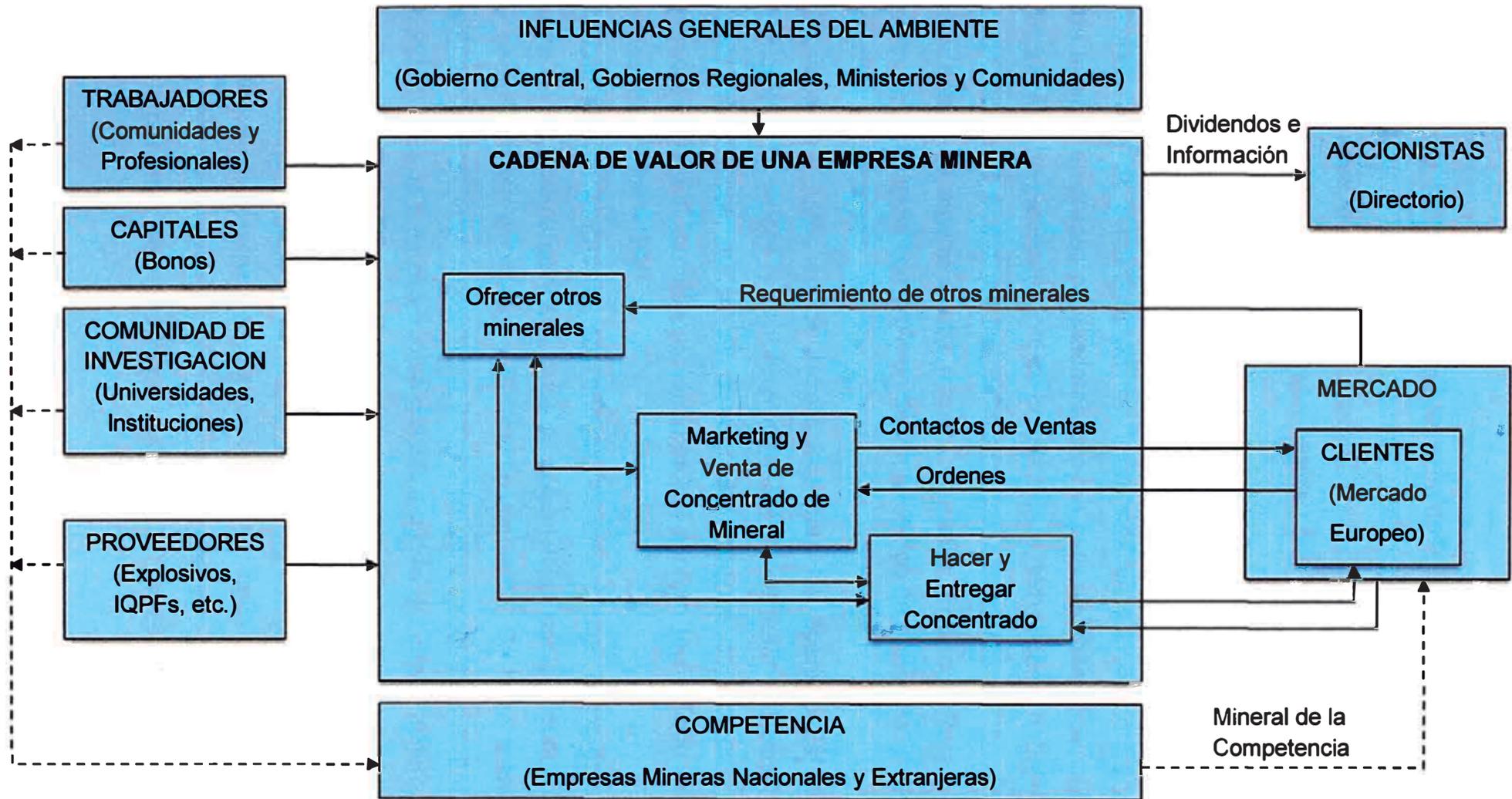
El proceso de atención del concentrado implica el desarrollo de varias áreas. El Departamento de Comercial desarrolla el proceso administrativo de atención el cual se mantiene definido bajo contrato con el cliente europeo, el área de Mina realiza el proceso de extracción del mineral utilizando mecanismo de avance y explotación del macizo rocoso mediante las voladuras.

El área de Procesos Metalúrgicos desarrolla el proceso de producción metalúrgica el cual realiza la concentración del mineral, apoyado de logística que suministra tanto a Mina como a Procesos Metalúrgicos de materiales, repuestos y demás con el fin de sacar el concentrado. El área de Distribución, realiza el proceso de Distribución llenando en Góndolas el concentrado que puede ser Zinc, Plomo, Cobre o Piritita de Plata. El cual se envía al cliente

**GRÁFICO Nº 2: DIAGRAMA DE PROCESOS DE LA EMPRESA**



**GRAFICO N° 3: DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESA ADMINISTRADORA CERRO**



- **Trabajadores**, se tiene el recurso humano de las comunidades de la zona, convenios de prácticas, además profesionales y técnicos de diversas partes del país. Las fuentes institucionales del cual se cuenta como base destacan trabajadores para las diversas zonas mineras y de construcción.
- **Capital**, el empresa esta listada en la bolsa de Nueva York y cuenta con auditoria permanente para así tener el respaldo de bonos.
- **Comunidad de Investigación**, las universidades e instituciones y las mismas empresas proveedoras apoyan para ser más eficientes los trabajos de procesamiento de concentrados, temas como trabajar con Cianuro de Sodio, productos fiscalizados, explosivos, etc. hacen que afecte de alguna u otra manera el medio ambiente. Para el personal, empresas que proveen de implementos de protección más efectiva al personal.
- **Proveedores**, como socios estratégicos para las operaciones de explotación, avances y procesamiento del concentrado utilizando insumos químicos, materiales de repuesto, equipos de protección personal, etc. Así también proveedores del servicio tecnológico de redes (telefónica e IBM).
- **Influencia del Ambiente**, se tiene al Gobierno central como ente para las fiscalizaciones y auditorias en el cual velan por la seguridad y estabilidad del trabajador y del medio ambiente. Se tiene a los gobiernos regionales que emiten proyectos para mejorar las zonas donde trabaja la empresa minera gracias a través del canon minero. Las comunidades que realizan convenios para mejorar las zonas rurales en las cuales viven y velan el cuidado de su entorno.
- **Competencia**, el auge de la minería en el Perú es cada vez mayor, se observan proyectos mineros en ejecución, tanto en empresas nacionales como extranjeras, las cuales pusieron sus ojos en el territorio peruano. Se ven mineras que explotan minerales metálicos

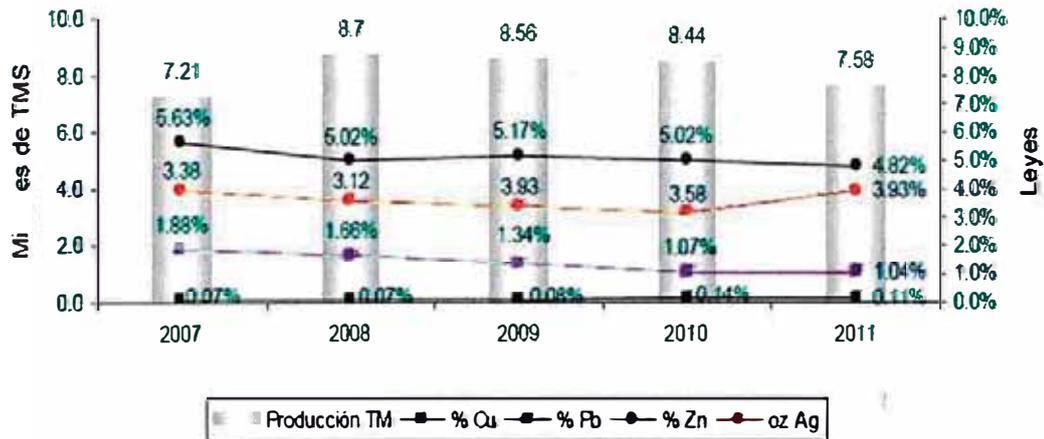
como no metálicos las cuales también exportan a los mismos mercados internacionales.

- **Clientes**, es el mercado internacional la cual el producto va directamente, gracias a contratos establecidos de largo tiempo.
- **Accionistas**, que visualizan los movimientos de la empresa y toman las decisiones predominantes para continuar con la competitividad de la empresa, y así lograr la rentabilidad que se exige.

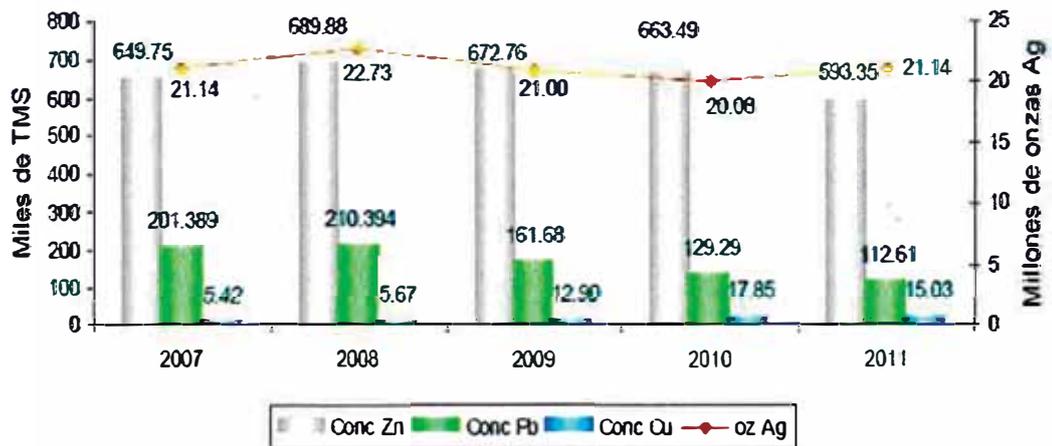
## 1.1.5. OTRA INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA DE LA ORGANIZACIÓN

### GRAFICO N° 4: INDICADORES DE PRODUCCIÓN

#### Evolución de Producción y Leyes Anuales



#### Evolución de Producción de Concentrados



FUENTE: Memoria Anual 2011 - Volcan

## **1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO**

### **1.2.1. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA**

#### **Visión**

“2021, ser una de las principales empresas mineras diversificadas en metales base y preciosos, líder en crecimiento y excelencia operativa, actuando con responsabilidad social y con un equipo humano comprometido y altamente calificado”

#### **Misión**

“Somos una empresa minera de origen peruano que persigue la maximización de valor a sus accionistas, a través de la excelencia operativa y de los más altos estándares de seguridad y manejo ambiental, contribuyendo al desarrollo de su personal y de su entorno”.

### **1.2.2. VALORES DE LA EMPRESA**

#### **Seguridad:**

Nuestras acciones buscan mitigar TODOS los riesgos para que en nuestro día a día se garantice la integridad y salud de nuestros colaboradores.

#### **Integridad:**

Nuestro comportamiento refleja una actitud honesta, justa, ética y transparente en todas nuestras acciones.

#### **Excelencia:**

Buscamos alcanzar permanentemente los más altos estándares de desempeño en nuestro trabajo para lograr resultados sobresalientes.

**Compromiso:**

Nos sentimos parte de un gran proyecto corporativo en el cual creemos firmemente y por el cual damos lo mejor de nosotros mismos.

**Respeto:**

Nuestras acciones buscan generar armonía en las relaciones con nuestros colaboradores, comunidades, medio ambiente, clientes y accionistas.

**1.2.3. ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO****ANÁLISIS INTERNO****Fortalezas:**

1. Presenta buena situación económica financiera y bajo nivel de endeudamiento.
2. Posición estratégica como primer productor peruano a nivel mundial de concentrados de zinc, plomo y plata.
3. La empresa cumple con los requisitos de las normas internacionales: orientadas a mejorar la salud, seguridad ocupacional y calidad, así como la situación ambiental generada por sus actividades.
4. Sinergias operativas por cercanía de minas (radio de 180 Km.).
5. El continuo incremento de las reservas que le han permitido mantener una vida útil alrededor de 7 años y consecuentemente el valor terminal de la compañía.

**Debilidades:**

1. Alta dependencia con el mercado interno, concentración de ventas.
2. Necesidad de altas inversiones de capital para la preparación y desarrollo minero.

## **ANALISIS EXTERNO**

### **Oportunidades:**

1. Tendencia creciente del precio de los metales que hubo en los años anteriores le ha permitido a la compañía emprender la rehabilitación de minas, plantas y proyectos de mejora operativa para la extracción y tratamiento de sus minerales.
2. El crecimiento de la compañía mediante adquisiciones la han convertido en la primera productora de zinc, plomo y plata en el ámbito nacional y en el cuarto productor de zinc y plata a nivel mundial.
3. Continúo crecimiento de la demanda de China.

### **Amenazas:**

1. Alta dependencia a las variaciones en el precio del zinc, plomo y plata (Price commodity risk).
2. Regulaciones ambientales más exigentes.
3. Sindicato de trabajadores organizados.
4. Riesgo político - social del sector minero.

**GRAFICO N° 5: MATRIZ FODA DE EMPRESA ADMINISTRADORA  
CERRO**

	<p><b>Fortalezas(F):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presenta buena situación económica financiera y bajo nivel de endeudamiento.</li> <li>2. Posición estratégica como primer productor peruano a nivel mundial de concentrados de zinc, plomo y plata.</li> <li>3. La empresa cumple con los requisitos de las normas internacionales: orientadas a mejorar la salud, seguridad ocupacional y calidad, así como la situación ambiental generada por sus actividades.</li> <li>4. Sinergias operativas por cercanía de minas (radio de 180 Km.).</li> <li>5. El continuo incremento de las reservas que le han permitido mantener una vida útil alrededor de 7 años y consecuentemente el valor terminal de la compañía.</li> </ol>	<p><b>Debilidades(D):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta dependencia con el mercado interno, concentración de ventas.</li> <li>2. Necesidad de altas inversiones de capital para la preparación y desarrollo minero.</li> </ol>
<p><b>Oportunidades(O):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tendencia creciente del precio de los metales que hubo en los años anteriores le ha permitido a la compañía emprender la rehabilitación de minas, plantas y proyectos de mejora operativa para la extracción y tratamiento de sus minerales.</li> <li>2. El crecimiento de la compañía mediante adquisiciones la han convertido en la primera productora de zinc, plomo y plata en el ámbito nacional y en el cuarto productor de zinc y plata a nivel mundial.</li> <li>3. Continúo crecimiento de la demanda de China.</li> </ol>	<p><b>(1-4) Gracias a la sinergia operativa y las rehabilitaciones, podemos generar proyectos en desarrollo.</b></p> <p><b>(3-5) Las reservas ayudan a solventar el crecimiento de la demanda asiática y mirar más reservas a largo plazo.</b></p>	<p><b>(2-2) El ser la compañía la principal productora, es vital la necesidad de contar con inversiones en el capital, para poder desarrollar los planes.</b></p>

<p><b>Amenazas(A):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alta dependencia a las variaciones en el precio del zinc, plomo y plata (Price commodity risk).</li> <li>2. Regulaciones ambientales más exigentes.</li> <li>3. Sindicato de trabajadores organizados.</li> <li>4. Riesgo político - social del sector minero.</li> </ol>	<p><b>(4-2) Al tener posición estratégica como primer productor de mineral, se puede mirar con mejor expectativa, cualquier cambio de riesgo político y social.</b></p>	<p><b>(3-1) Evitar problemas con el sindicato de trabajadores, pues son nuestra principal fuente de recursos y de reposición.</b></p>
--	---	---

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

#### 2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS Y DE TESIS

**2.1.1. Tesis:** *“Diseño de mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas”, autor: Ames Lara, Víctor Alejandro, año: 2008, Universidad: “Universidad Nacional de Ingeniería”, Ciudad: Lima, País: Perú*

El autor sostiene que un explosivo comparado contra otro explosivo es muy diferente, en el mismo volumen de taladro, por lo que al cambiar en una mina en operación, un explosivo en uso por otro de mayor energía se tiene que tener en cuenta la estructura de su malla de perforación y voladura. Este criterio también implica que el uso del factor de carga de energía debe ser una herramienta cotidiana que permita tener mayor eficiencia en el uso y en la reducción de costos.

Por otra parte el autor menciona que las propiedades del macizo rocoso son importantes por ser el medio en el que actúan los explosivos. Existen diferencias significativas aun entre rocas de la misma zona en una determinada mina por lo que es necesario cuantificar algunas de sus propiedades.

**2.1.2. Informe de Competencia Profesional:** *“Indicadores de gestión en Consorcio Minero Horizonte”, Autor: Villanueva Grijalva, Armando Clímaco, año: 2008, Universidad: “Universidad Nacional de Ingeniería”, Ciudad: Lima, País: Perú*

El autor sostiene que hay que tener en cuenta que medir es comparar una magnitud con un patrón preestablecido, la clave de esto consiste en elegir las variables críticas para el éxito del proceso y con ello obtener una gestión eficaz y eficiente.

**Productividad = Tonelaje Producido / Hombres en la mina**

Pero para esto hay que romper paradigmas establecidos, que son muy arraigados y en muchos casos contraproducentes.

Paradigmas:

- La Medición precede al castigo
- No hay tiempo para medir
- Medir es difícil
- Hay cosas imposibles de medir
- Es más costoso medir que hacer

**2.1.3. Informe de Competencia Profesional: "Indicadores de explotación en mina Huaron" Autor: Gómez Solórzano, Pavel Fabio, Año: 2009, Universidad: Universidad Nacional de Ingeniería, Ciudad: Lima, País: Perú**

El autor sostiene que como sabemos el objetivo de toda operación minera es mantener la producción, para lo cual se pueden diferenciar procesos, una vez identificando estos procesos podremos definir los indicadores.

**Proceso – Indicador - Unidad**

Voladura – Factor de Potencia – Kg explosivos/Tonelada de Producción

Voladura – Consumo de Explosivos – Kg Explosivos

Voladura – Consumo de Accesorios – Und Accesorios

**2.1.4. Libro: “Manual de perforación y voladura de rocas” Autores: Carlos López Jimeno, Emilio López Jimeno y Pilar García Bermúdez, Editorial: Carlos López Jimeno, Edición: Primera Edición, Año: 2003, Ciudad: Madrid, País: España**

En el manual se detalla los Criterios de Selección de Explosivos como por ejemplo:

#### Precio del Explosivo

El coste del explosivo es evidentemente un criterio de selección muy importante, en principio, hay que elegir el explosivo más barato con el que se es capaz de realizar un trabajo determinado.

#### Características de la roca

Las propiedades geo mecánicas del macizo rocoso a volar conforman el grupo de variables más importantes, no solo por su influencia directa en los resultados de las voladuras sino además por su interrelación con otras variables de diseño.

#### Volumen de roca a volar

Los volúmenes de excavaciones a realizar y ritmos de trabajo marcan los consumos de explosivos a efectuar dentro de las operaciones de arranque.

## Condiciones de Seguridad

Un punto de equilibrio, a veces no fácil de lograr en un explosivo, es el binomio sensibilidad-seguridad. Los explosivos gelatinosos tienen una alta sensibilidad, pero si en la pila de escombros queda por algún motivo (descabezamiento de barrenos, rotura de cordón detonante, etc.) restos de explosivos y es necesario el empleo de maquinaria pesada: Tractores de oruga o excavadoras, puede producirse la detonación con riesgo para el personal de operación. Este problema se ha resuelto con el empleo de los hidrogeles y emulsiones que son insensibles a los golpes, fricciones y estímulos subsónicos, pero poseen un grado de sensibilidad adecuada para la iniciación.

**2.1.5. Libro: "Operaciones mineras unitarias de perforación y voladuras de rocas" Autor: Agreda, Cesar, Editorial: Agreda, Cesar, Edición: Primera Edición, Año: 1996. Ciudad: Lima, País: Perú**

En el libro se menciona que se debe tener en cuenta que hasta la fecha no existe una ecuación o una serie de ecuaciones las cuales puedan ser aplicadas para diseñar el disparo óptimo en cualquier operación de voladura de rocas.

Lo dicho anteriormente se debe a que en el diseño de un disparo intervienen muchos parámetros y variables muy complejas y estocásticas. Por lo tanto, para poder acercarse a un diseño de voladura de rocas óptimo se debe formular un modelo matemático y variables estocásticas de operaciones y una computadora llevar a cabo un análisis de sensibilidad hasta obtener resultados reales y representativos para una serie de operaciones mineras.

Los parámetros y variables estocásticas mencionadas anteriormente son producto de:

- La gran variedad y naturaleza del macizo rocoso
- La geología regional, local, estructural, etc.

- La gran variedad de explosivos y agentes de voladura existentes en el mercado, etc.

**2.1.6. Libro: “La geomecanica en la perforación y voladura de rocas”**  
*Autor: Correa Arroyave, Álvaro, Editorial: Información Minera de Colombia, Edición: Primera Edición, Año: 2009, Ciudad: Bogotá, País: Colombia*

Se menciona en el libro que en los trabajos de excavación de túneles las características estructurales condicionan en gran medida la geometría del perfil, casi rectangular si las rocas son masivas y con arco de coronación, si son más inestables. Cuando las discontinuidades son paralelas al eje del túnel, con frecuencia los avances no son demasiado buenos y los frentes son desiguales. Cuando son normales al eje, las voladuras suelen realizarse con buenos resultados y, finalmente, si la estratificación o las discontinuidades presentan una dirección oblicua con respecto al eje de los túneles, existirá un lado sobre el que resultará más fácil volar.

En el caso de presentarse esfuerzos tectónicos y/o gravitacionales (no hidrostáticas), el esquema de fracturas generado alrededor de los barrenos está influenciado por la concentración no uniforme de esfuerzos alrededor del túnel. En las rocas masivas homogéneas, las grietas que empiezan a propagarse radialmente desde los barrenos tienden a seguir la dirección de los esfuerzos principales. Así por ejemplo, en el avance de galerías en macizos rocosos con una alta concentración de esfuerzos residuales, la secuencia de disparo en los barrenos del cuele deberá adecuarse a las mismas. Si en los planos de pre-corte de las excavaciones proyectadas actúan esfuerzos normales al mismo, los resultados obtenidos no serán satisfactorios, a menos que el espaciamiento entre barrenos se reduzca considerablemente o se realice previamente una excavación piloto próxima que sirva para la

relajación del macizo liberando dichos esfuerzos y se sustituya el pre-corte por una voladura de recorte.

## **2.2. TEORÍA Y METODOLOGIA DE LA REFERENCIA**

### **2.2.1. EXPLOSIVOS**

Son compuestos o mezclas de sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso, que por medio de reacciones químicas de óxido-reducción, son capaces de transformarse en un tiempo muy breve, del orden de una fracción de microsegundo, en productos gaseosos y condensados, cuyo volumen inicial se convierte en una masa gaseosa que llega a alcanzar muy altas temperaturas y en consecuencia muy elevadas presiones.

Así, los explosivos comerciales son una mezcla de sustancias, combustibles y oxidantes, que incentivadas debidamente, dan lugar a un reacción exotérmica muy rápida, que genera una serie de productos gaseosos a alta temperatura y presión, químicamente más estables, y que ocupan un mayor volumen, aproximadamente 1000 a 10000 veces mayor que el volumen original del espacio donde se alojó el explosivo.

### **GRAFICO N° 6: DESARROLLO DE UNA DETONACIÓN**



FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

## 2.2.2. CLASIFICACIÓN DE EXPLOSIVOS

En términos generales los explosivos por su forma de reacción se clasifican en explosivos químicos y explosivos nucleares.

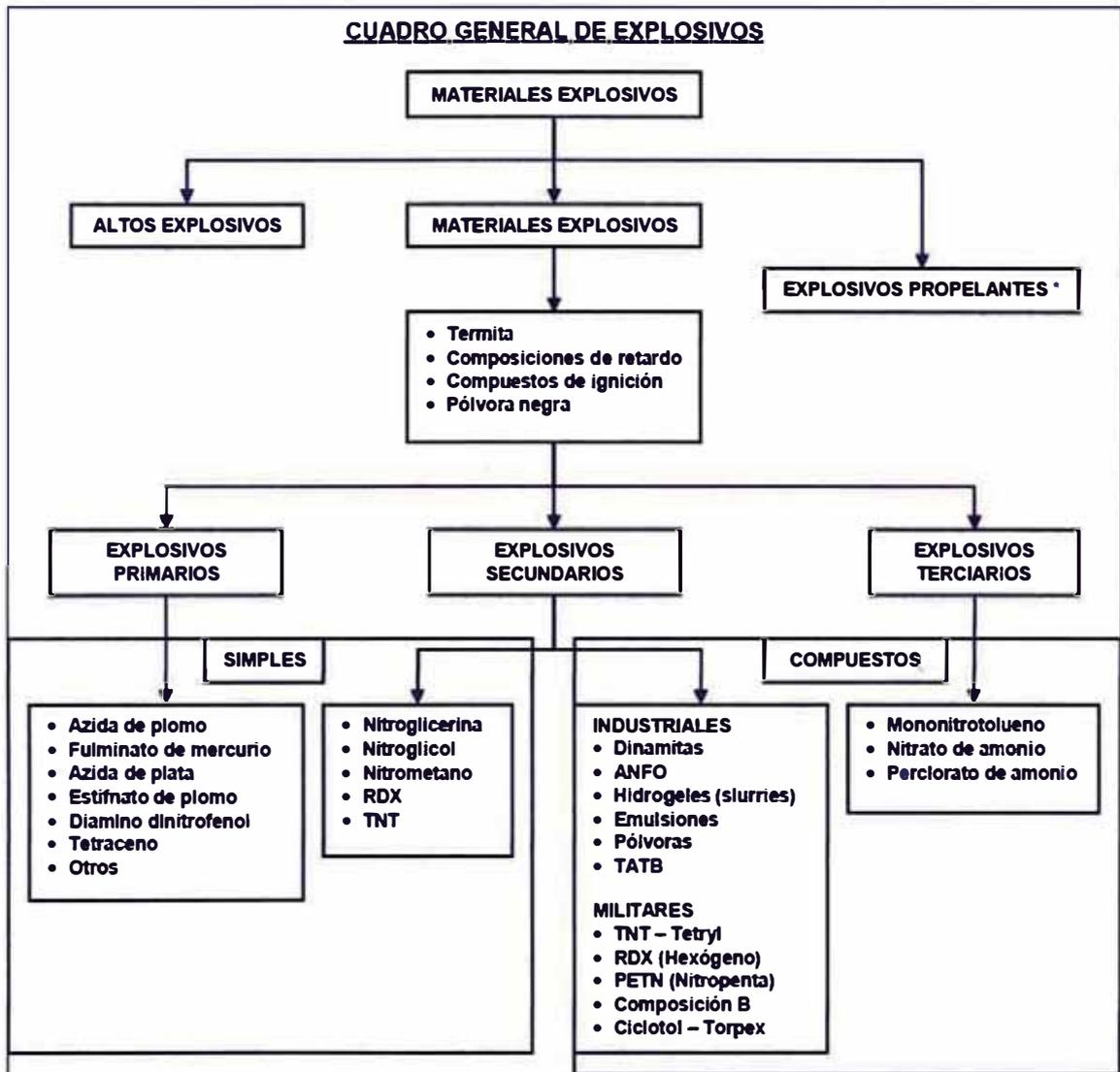
Los explosivos químicos actúan por procesos de reacción química de detonación producidos por efecto de una onda de choque. Están mayormente vinculados a compuestos a compuesto nitrados y nos los de aplicación común en minería y construcción civil.

Los nucleares están vinculados a la desintegración de materiales con uranio 235 y plutonio, proceso que desprende inmensas cantidades de energía. Su empleo actual es en el campo militar y de investigación.

**TABLA N° 1: EXPLOSIVOS COMERCIALES**

EXPLOSIVOS COMERCIALES – COMPONENTES PRINCIPALES			
TIPO	OXIDANTES	COMBUSTIBLES	SENSIBILIZADOR
Dinamitas	Sólidos Nitrato de amonio y otras sales	Sólidos Materiales absorbentes, pulpa de madera, celulosa	Líquido Nitroglicerina y otros
ANFO y otros nitrocarbonitratos granulares	Sólidos Nitrato de amonio granulados	Sólido – líquido Petróleo diesel, carbón y otros aceites	Aire Poros vacíos de aire en los prills de nitrato de amonio
Hidrogeles (slurry) (dispersión de aceite en agua)	Sólido – líquido Nitrato de amonio y otras sales (soluciones salinas)	Sólido – líquido Petróleo, aluminio, sensibilizantes orgánicos, <i>nomas</i>	Sólido – líquido Nitrato de monometil amina, mononitrato de etileno glicol, aluminio en polvo y otros gasificantes
Emulsiones (dispersión de agua en aceite)	Líquido Soluciones de nitrato de amonio y otras sales	Líquido Petróleo, aceites, emulsificantes, <i>parafinas</i>	Gasificantes Aire contenido en microesferas de vidrio y otros gasificantes

## GRAFICO N° 7: CUADRO GENERAL DE EXPLOSIVOS



FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

### 2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS

Dada la amplitud de los conceptos geológicos, solo como referencia se presenta una descripción elemental de los tres grupos en los que se ha clasificado, por su origen y características:

Rocas Ígneas

Rocas Sedimentarias

Rocas Metamórficas

### **1. Rocas Ígneas**

Proceden del magma interior fundido, presentándose preferentemente como intrusiones y lavas.

### **2. Rocas Sedimentarias**

Se han formado por la desintegración de rocas preexistentes, cuyos detritos fueron transportados, acumulados y compactados en extensas cuencas marinas durante muy largos periodos de tiempo. También por la descomposición y acumulación de vegetales y vida animal o por la precipitación química y decantación de soluciones minerales.

### **3. Rocas Metamórficas**

Resultan de la transformación profunda de rocas ígneas o sedimentarias por calor, grandes presiones y cambios químicos debidos a fenómenos geológicos de gran magnitud, como los de granitización.

#### **2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA**

Las características geológicas y mecánicas, además de las condiciones del estado de las rocas a dinamitar, determinaran realmente el tipo de explosivo que deberá emplearse para fracturarlas eficiente y económicamente. Por ello, es muy importante que además de conocer las propiedades del explosivo se tenga en cuenta el grado de afectación que puedan presentar algunos parámetros de la roca como:

- a. Densidad o Peso Especifico
- b. Compacidad y Porosidad
- c. Humedad e Inhibición
- d. Dureza y Tenacidad
- e. Frecuencia Sísmica
- f. Resistencia mecánica a la compresión y tensión
- g. Grado de fisura miento
- h. Textura y estructura geológica. Variabilidad
- i. Coeficiente de expansión o esponjamiento.

**TABLA N° 2: TABLA DE DENSIDADES Y PESOS ESPECIFICOS**

<b>DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO DE MINERALES (TN/M<sup>3</sup>)</b>	
Bauxita	2.5 a 3.0
Bismutita	6.7
Calcopirita	4.1 a 4.3
Crisocola	2.1
Calcita	2.72
Cuarzo	2.05 a 3.53
Diamante	3.5 a 3.53
Epidota	3.3 a 3.5
Energita	4.5
Fluorita	3.15 a 3.2
Hematita	4.5 a 5.3
Leucita	2.45 a 2.5
Magnetita	5.0 a 5.2
Molibdenita	4.7
Ópalo	1.9 a 2.5
Pirita	4.9 a 5.1
Siderita	3.7 a 3.9
Topacio	3.52 a 3.57
Turmalina	2.9 a 3.2
Tetraedrita	4.6 a 5.1
Wolframita	7.2
Yeso	2.31 a 2.34

<b>DENSIDAD Y PESO ESPECIFICO DE METALES (TN/M<sup>3</sup>)</b>	
Arsénico	5.7
Antimonio	6.7
Bismuto	9.8
Cobre	8.9
Cadmio	8.6
Fierro	7.84
Molibdeno	9
Mercurio	13.5
Tungsteno	17
Oro	19.3
Plata	10.5
Plomo	11.3
Zinc	7.2

**TABLA N° 3: TABLA DE TENACIDADES Y COHESIONES DE LA ROCA**

TENACIDAD O COHESION DE ROCAS Y MINERALES Resistencia al aplastamiento, rotura, desgarrar, flexion o doblado		
ALTA	Elástica	Puede doblarse pero vuelve a su forma original
	Flexible	Inelástica. Se dobla, pero no recupera su forma
	Dúctil	Susceptible a ser estrada como hilo
	Séctil	Puede cortarse en capas o láminas con la navaja
	Maleable	Se puede moldear con martillo en láminas delgadas
BAJA	Cuebradiza y frable	Señta en fragmentos, fácil de pulverizar. Las rocas casi en su totalidad son frables, su grado de fragmentación depende de la tenacidad y de los planos de debilidad estructural que presentan: fallas, fisuras, planos de clivaje, etc.

FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

### 2.2.5. TIPOS DE ROCAS

En el siguiente cuadro se detalla los diferentes tipos de rocas en el cual se trabajan con base en las propiedades mecánicas, en las condiciones geológicas del lugar, en consideraciones técnico-económicas, equipo disponible y otros factores para obras de ingeniería y minería, se suele clasificar las rocas en categorías de dificultad, especialmente para su facilidad de voladura y/o capacidad de sostenimiento.

**TABLA N° 4: TIPOS DE ROCA**

TIPO DE ROCA	CONDICIONES
Roca I	Muy competente
Roca II	Muy competente a medianamente competente
Roca III	Medianamente competente
Roca IV	Medianamente competente a incompetente
Roca V	Incompetente a muy incompetente
Roca VI	Muy incompetente

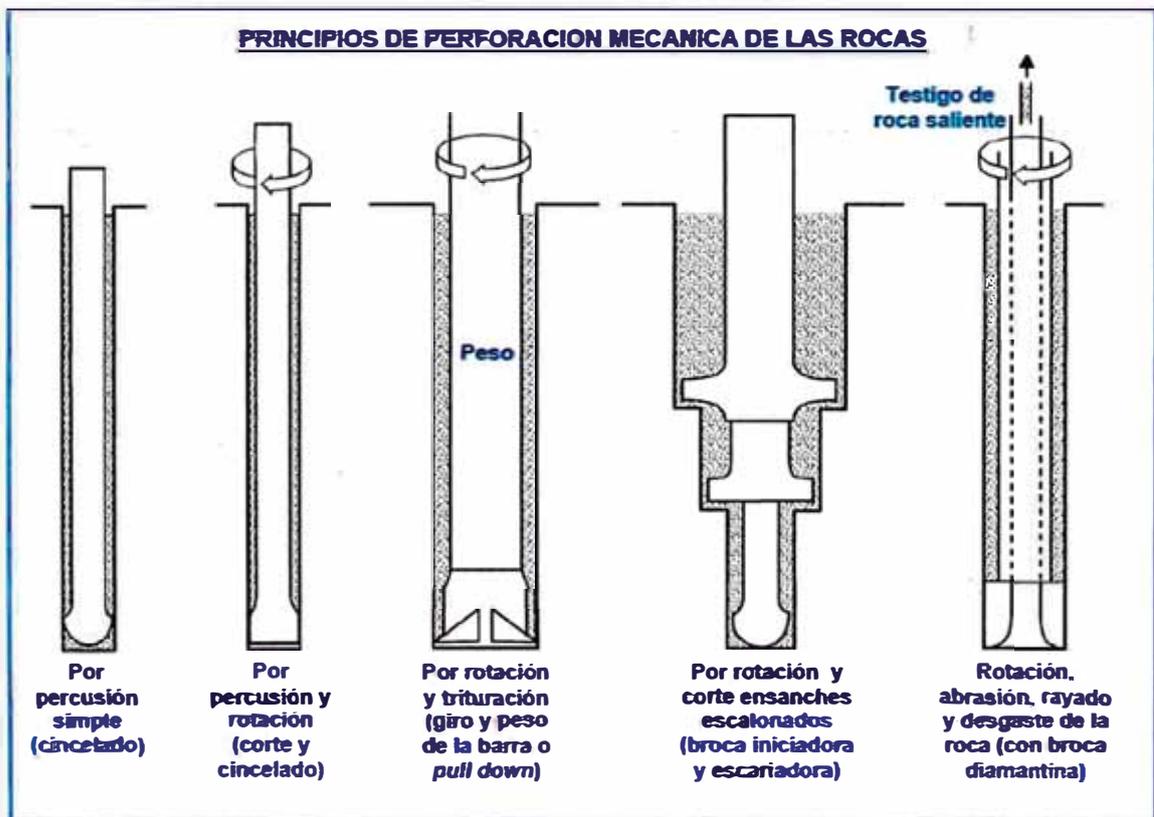
FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

## 2.2.6. PERFORACIÓN DE ROCAS

La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.

Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpe y fricción producen el astillamiento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la broca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo.

### GRÁFICO N° 8: PRINCIPIOS DE PERFORACIÓN MECÁNICA

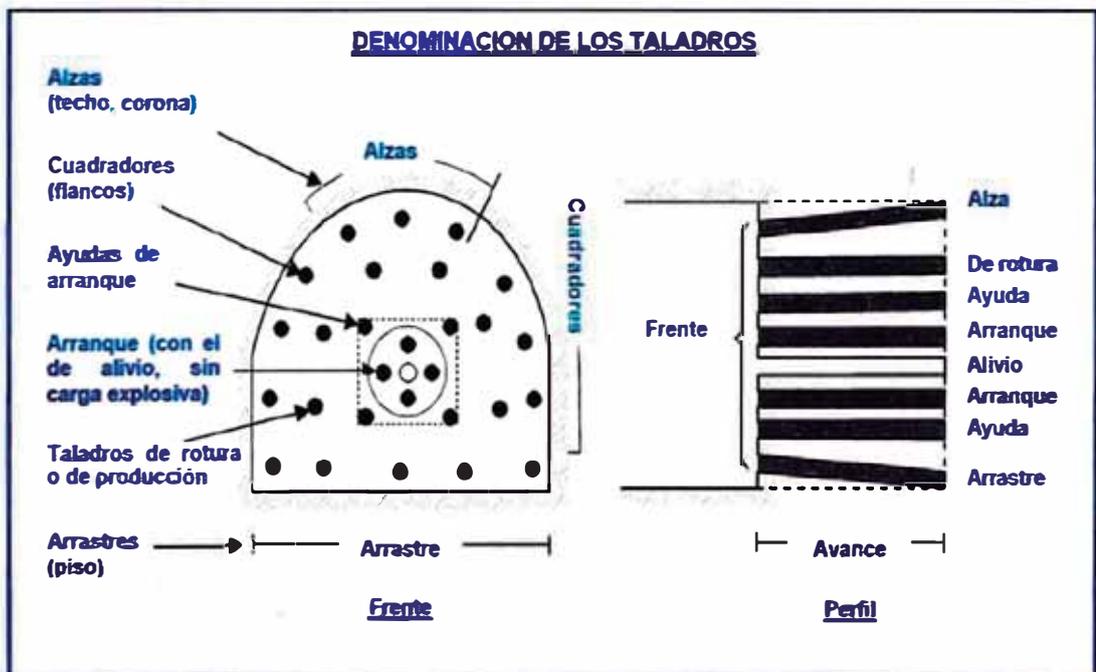


FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

## 2.2.7. PREPARACION CONVENCIONAL

Se realiza con taladros paralelos o taladros en ángulo, atacando directamente al frontón o cara libre frontal con el principio del túnel (banco circular), con un grupo de taladros de arranque que formaran una cavidad inicial, seguida del resto de taladros de rotura distribuidos alrededor del arranque, delimitándose la sección o área del frontón con los taladros periféricos. La profundidad del avance (longitud de los taladros) está limitada por el ancho de la sección.

### GRÁFICO N° 9: DETONACIÓN DE LOS TALADROS



Los taladros periféricos comprenden los cuadradores, alzas y arrastres, y los del núcleo a los de arranque, ayudas y taladros de producción.

La perforación radial aplicable en la explotación de vetas amplias y cuerpos de mineral. Se realiza con taladros largos que parten del eje de una galería, dispuestos en forma radial o de abanico, en un plano perpendicular al eje.

## 2.2.8. CEBADO O PRIMADO DE EXPLOSIVOS

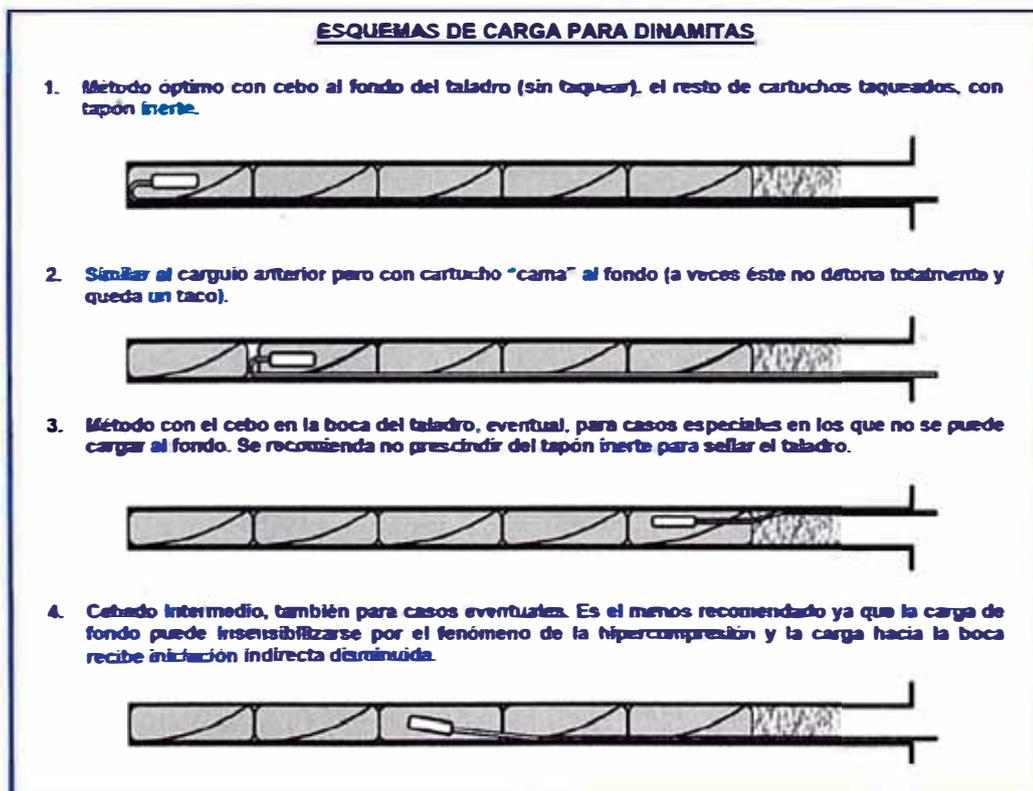
Para iniciar a un taladro cargado con un explosivo rompedor sensible o con un agente de voladura se emplea un cebo, que en su forma más simple es el detonador introducido en un cartucho de dinamita.

## 2.2.9. CEBO

Se denominan cebos o primas a los conjuntos formados por un cartucho de dinamita o de emulsión al que se ha insertado un fulminante, un detonador eléctrico, o un extremo de cordón detonante y que se utilizan para activar e iniciar la detonación de la carga explosiva principal en un taladro de voladura.

Los cebos son activados con un detonador o con cordón detonante convencional cuando se requiere arranque instantáneo del disparo y con detonador de retardo o con detonador de superficie en la línea de cordón detonante cuando son de arranque temporizado.

## GRÁFICO N° 10: ESQUEMAS DE CARGA



### ESQUEMAS DE CARGA PARA DINAMITAS

5. Cartuchos con espaciadores de material no sólido (ejemplo: carrizo), cebo en la boca con fulminante común, detonador eléctrico o no eléctrico y con tapón inerte. Alternativa: cordón detonante axial.



6. Similar al carguo anterior pero con cartuchos sueltos, sin espaciadores, iniciados con cordón detonante a lo largo de todo el taladro.



#### Nota:

Los esquemas de carga que se han enumerado, son de aplicación general en trabajos de voladura de túneles, tajeos, piques y otros; variando su longitud, diámetro y carga, de acuerdo a la amplitud, condiciones del frente, roca y equipo de perforación disponible.

Naturalmente estos gráficos son una guía práctica, al igual que los trazos de perforación que muestran en todo el texto, ya que en el campo se presentan muchas condiciones diferentes. El operador encargado del trabajo podrá aplicar el que le parezca conveniente o diseñar uno propio que se adapte mejor a sus necesidades.

FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

## 2.2.10. METODOS DE INICIACIÓN

Para que un explosivo pueda detonar es necesario iniciarlo, lo que se efectúa normalmente mediante los "accesorios de voladura", que comprenden a los fulminantes o detonadores, mecha de seguridad y mecha rápida, conectadores, retardadores, cordones detonantes, cables, explosores e instrumentos de control como ohmímetros y otros. La utilización de estos accesorios debidamente seleccionados y combinados para cada caso, da lugar a los procedimientos empleados para iniciar la detonación de una voladura, conocidos como métodos de iniciación o de encendido de explosivos.

### **Métodos para voladura subterránea**

Frontones de túneles, tajeos, piques, etc. Que se resumen a la preparación de cebos de dinamita, de explosivo hidrogel o emulsión de pequeño diámetro (22 hasta 75mm) con:

1. Fulminante simple y mecha de seguridad; o fulminante simple y mecha, mas mecha rápida y conectadores (en ambos casos se enciende con llama).
2. Detonador eléctrico instantáneo o de retardo, cable de empalme y explosor. Encendido por descarga eléctrica.
3. Detonadores no eléctricos, con empalmes de mangueras transmisoras o de cordón detonante de bajo gramaje. Encendido con un fulminante simple, detonador eléctrico o una pistola de fogeo especial.
4. Cordón detonante simple, que actúa directamente como detonador, con retardos exteriores de microsegundo para dar secuencias de salida.

#### **2.2.11. VOLADURA DE ROCAS**

De acuerdo a los criterios de la mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento.

El primero se refiere al tamaño de los fragmentos producidos, a su distribución y porcentajes por tamaños, mientras que el segundo se refiere al movimiento de la masa de roca triturada.

Una adecuada fragmentación es importante para facilitar la remoción y transporte de material volado y está en relación directa con el uso al que se destinara este material, lo que calificara a la “mejor” fragmentación.

Así, en la explotación de minerales se busca preferentemente fragmentación menuda, que facilita los procesos posteriores de conminución en las plantas metalúrgicas, mientras que en la de rocas algunas veces se requiere que sea en grandes bloques, como los que se emplean para la construcción.

El desplazamiento y la forma de acumulación del material volado se proyecta de la manera más conveniente para el paleo o acarreo, de acuerdo al tipo y dimensiones de las palas y vehículos disponibles.

Teniendo en cuenta los diversos criterios que involucra un trabajo en voladura, como el propósito o uso final del lugar a excavar o el material a obtener el volumen a ser excavado, el grado de fragmentación promedio requerido, si la roca excavada se queda in situ o será transportada a otro lugar, el tipo y la dimensión del equipo de remoción y acarreo disponible, la proximidad a instalaciones importantes que puedan ser afectadas por vibraciones o proyecciones, además de otros, es pues necesaria una planificación cuidadosa de la voladura considerando todos los detalles que puedan influir en sus resultados.

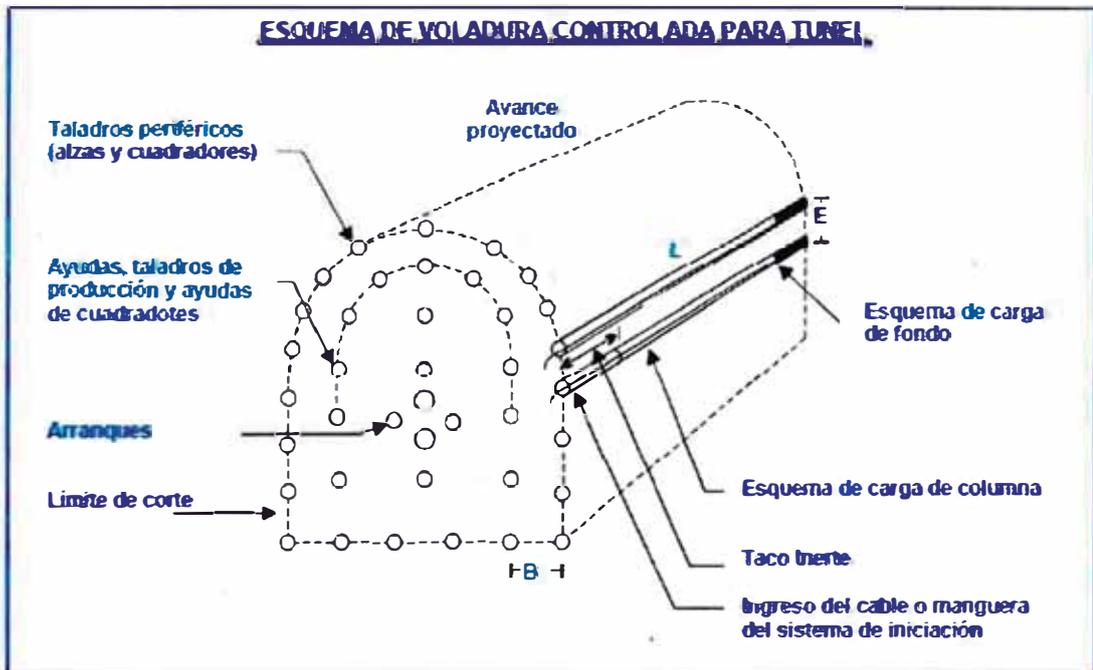
#### **2.2.12. VOLADURA CONTROLADA**

El objetivo de la voladura controlada es evitar el rompimiento de la roca fuera de límites previamente establecidos, es decir evitar la sobre rotura. Es un método especial que permite obtener superficies de corte lisas y bien definidas, al mismo tiempo que evita el agrietamiento excesivo de la roca remanente, con lo que contribuye a mejorar su estabilidad, aspecto muy importante en trabajos subterráneos de orden permanente, para prevención de desplome de techos y otros riesgos, y en superficie para la estabilidad de taludes en cortes de laderas.

Consiste el empleo de cargas explosivas de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que limite la superficie final de un corte o excavación.

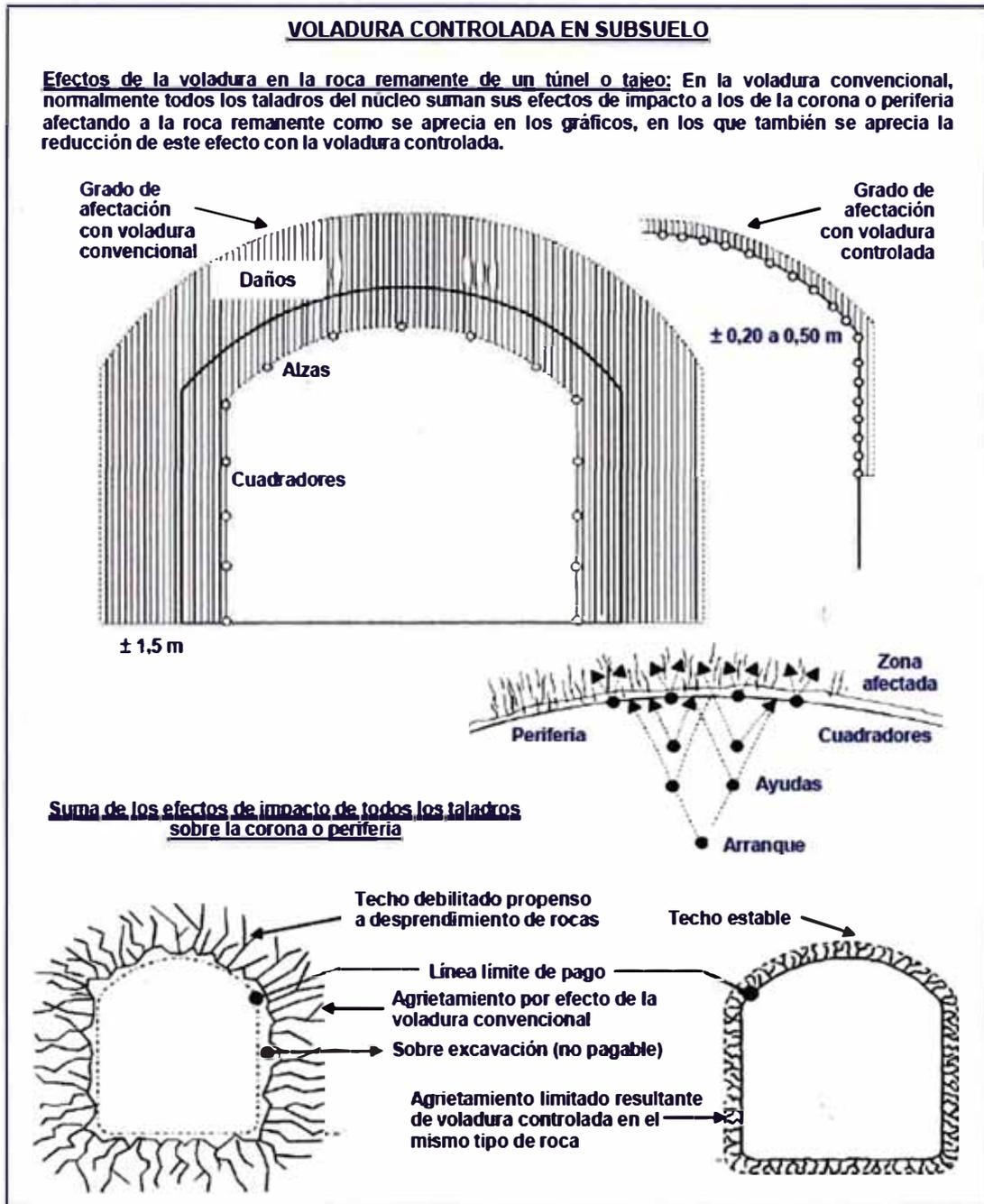
Se emplea a menudo para el acabado superficial de túneles de obras hidráulicas o viales, para reducir el consumo de concreto cuando estos tienen que ser cementados, y en cámaras subterráneas para mejorar el auto sostenimiento de techos y paredes.

## GRÁFICO N° 11: ESQUEMA DE VOLADURA CONTROLADA



FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

## GRÁFICO N° 12: VOLADURA CONTROLADA EN SUBSUELO



FUENTE: Manual de Voladura "EXSA"

### 2.2.13. PLANIFICACIÓN LOGÍSTICA

Cuando hablamos de planificación nos referimos a un proceso donde definimos objetivos a ser alcanzados, establecemos o identificamos los recursos que disponemos a tal fin, al igual que determinamos los

métodos a ser empleados y la forma de organización que hemos de adoptar.

Es la esquematización de un proceso dirigido a obtener soluciones o alcanzar un objetivo, pudiendo aplicarse a cualquier campo.

#### **2.2.14. TIPOS DE PLANIFICACIÓN**

Dado que la planificación puede aplicarse a cualquier campo imaginable, entendemos que sin importar el campo de forma estructural existen dos tipos de planificación:

- 1. Planificación Estratégica:** es aquella donde se establecen los objetivos, se formulan escenarios posibles en bases a supuestas cadenas de eventos, así como se desarrollan hipótesis sobre el cómo alcanzar los objetivos acordados. Este tipo de planificación es flexible, se adapta al cambio.
- 2. Planificación Operativa:** este tipo de planificación es mucho más directa y tangible, busca atacar lo inmediato y obtener objetivos sobre aspectos puntuales/específicos.

Los planes son resultado del proceso de la planificación y pueden definirse como:

Diseños o esquemas detallados de lo que habrá de hacerse en el futuro y las especificaciones necesarias para realizarlos y se clasifica con relación al periodo establecido para su realización.

- **Corto plazo:** mayor o igual a un año y pueden ser mediatos (mayor de 6 meses y menor de 1 año) e Inmediatos (mayor o igual a 6 meses).
- **Mediano plazo:** 1 a 3 años para su realización.
- **Largo plazo:** mayor de 3 años

### **2.2.15. PRONOSTICO DE REQUERIMIENTOS**

La necesidad de proyecciones de la demanda es un requerimiento general a lo largo del proceso de planeación y control.

#### **Naturaleza de los pronósticos:**

El pronóstico de los niveles de demanda es vital, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales. Cada área funcional tiene sus propios problemas especiales de pronóstico.

#### **Demanda especial vs. Demanda temporal**

La variación de la demanda en el tiempo es resultado del crecimiento o declinación de los índices de ventas, variación estacional del patrón de demanda y de las fluctuaciones generales ocasionadas por múltiples factores.

Se necesita localización espacial de la demanda para planear la ubicación del almacén, equilibrar los niveles de inventario a través de la red logística y asignar geográficamente recursos de transportación.

#### **Demanda irregular vs. Demanda regular:**

Los responsables de la logística acomodan los productos en grupos para diferenciar niveles de servicio entre ellos o para manejarlos en forma distinta. Los grupos forman distintos patrones de demanda en el tiempo. Cuando la demanda es regular, se podrá representar en patrones generales. Los patrones podrán descomponerse en componentes de tendencia, estacionales y aleatorios.

Cuando la demanda es intermitente, debido a un bajo volumen general y alta incertidumbre, se dice que la serie de tiempo es irregular, por lo general se da en productos nuevos, o de baja demanda (hasta el 50% de los productos de una empresa).

### **Demanda derivada vs. Demanda independiente:**

La demanda independiente es generada por parte de muchos clientes, la mayoría de los cuales adquieren en forma individual una fracción del volumen total distribuido de la empresa. Los procedimientos de pronósticos estadísticos funcionan bien.

La demanda derivada a partir de los requerimientos especificados en un programa de producción (el n° de llantas depende del n° de autos). Los patrones de esta demanda son altamente sesgados y no aleatorios. El pronóstico será perfecto en la medida en que la demanda del producto final se conozca con certeza.

### **Métodos de pronóstico:**

Se los divide en 3 grupos, que difieren en términos de la precisión del pronóstico a LP, MP y CP.

1. **Métodos Cualitativos:** Utilizan el juicio, la intuición, encuestas o comparaciones para generar estimados del futuro. Es difícil validar su precisión. Pueden ser el único método para predecir el éxito de nuevos productos. Es para mediano a largo plazo.
2. **Métodos de proyección histórica:** Forma efectiva de pronóstico para el corto plazo cuando se dispone de una cantidad de información histórica y las variaciones de tendencia y estacionales son estables. Son débiles para señalar puntos críticos antes de que se presenten.
3. **Métodos causales:** El nivel de la variable pronosticada se deriva del nivel de otras variables relacionadas. Pueden ser estadísticos o descriptivos. Con frecuencia resulta difícil encontrar verdaderas variables causales. Cuando se encuentran, la relación con la variable que se pronosticará es muy baja. Es para mediano a largo plazo.

## **CAPÍTULO III**

### **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

#### **3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:**

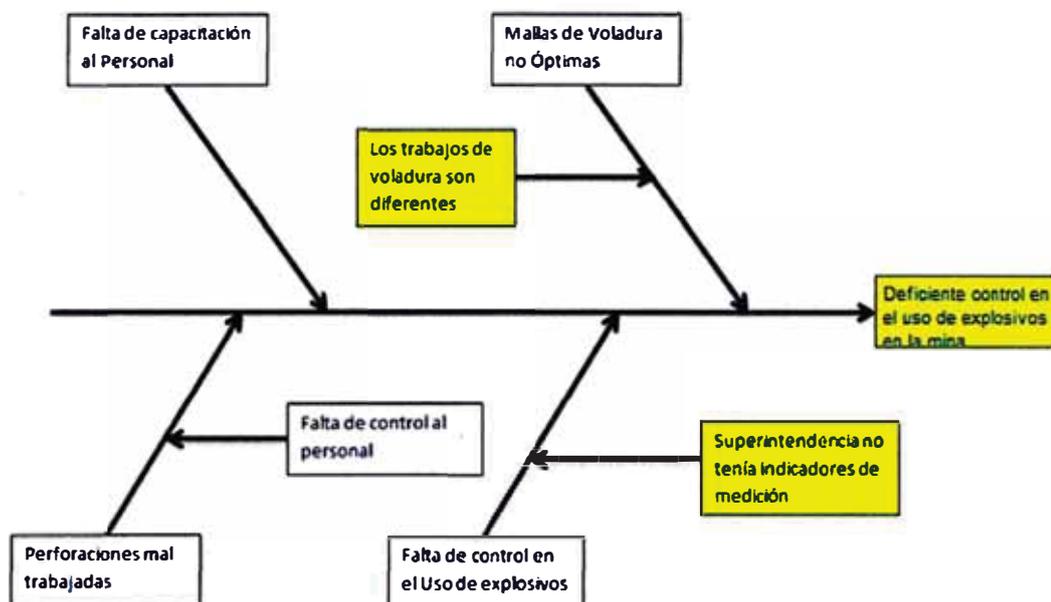
##### **3.1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

El uso de explosivos en las labores mineras de explotación es primordial para el abastecimiento de mineral a las plantas concentradoras y el no tener explosivos en dimensiones y cantidades adecuadas acarrearía desabastecimiento de mineral y altas pérdidas económicas a los accionistas, por eso para tener un buen uso de explosivos es primordial una adecuada planificación con un óptimo seguimiento a los programas de abastecimiento.

Actualmente la Empresa enfrenta unos problemas de reducción de costos y optimización de recursos en todas las áreas y procesos productivos que le compete. Además se enfrenta a un escenario en que el precio de los minerales ha tenido una caída sustancial en las últimas semanas.

Presentamos el Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto), para visualizar el problema a solucionar:

### **GRÁFICO N° 13: DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA – EFECTO)**



FUENTE: Elaboración Propia

Se presenta en cuadro de la Producción Real del Año 2012 vs el Estimado para ese mismo año otorgado por Planeamiento Mina.

### **TABLA N° 5: PRODUCCIÓN REAL EN MINA SUBTERRÁNEA**

	UM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PRODUCCION REAL 2012	TN	67,439	65,214	57,577	63,726	52,270	40,145	32,007	31,994	26,081	18,428	10,829	11,166
PRODUCCION ESTIMADA 2012	TN	70,000	70,000	70,000	70,000	60,000	50,000	40,000	40,000	30,000	20,000	10,000	10,000

FUENTE: Área de Planeamiento e Ingeniería

La disminución del estimado 2012 en cada mes, se debió a diversos factores, entre ellos:

- El consumo y no control del uso de explosivo para las labores de voladura, hizo que la cantidad permitida de explosivos disminuyera considerablemente y así tener explosivos que no tienen demasiada rotación en grandes cantidades y poco de explosivos que son vitales para la operación.

- Anteriormente trabajábamos con dos tipos de voladura, Subterráneamente y a Cielo Abierto, la cual la contribución de la Producción del Tajo Abierto era sustancial que minimizaba las deficiencias de control de los trabajos en Subterráneo.
- Esto evidencio que se reajustara la estructura de Personal, realizando reajustes de personal en todas las Áreas, además a todo esto se juntó la baja Ley de Cabeza que se encontraban en las exploraciones para los minerales trabajados.

### **3.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

*“Deficiente control en el uso de explosivos por parte del área de Mina”*

Por esa razón hace que se reajusten las labores programadas para su voladura y dando así horas hombre improductivo.

Entonces es necesario plantear la necesidad de una:

*“Planificación Logística para optimizar el uso y control de los materiales explosivos mediante indicadores y basada en las proyecciones del área de Planeamiento Mina”*

Estas proyecciones están enfocadas a replantear el diseño de las Mallas de Voladura, que son utilizadas en las labores de mina y tener el control mediante indicadores de Consumo y de Producción.

### **3.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Para enfrentar el problema, se tiene que controlar parámetros que nos limitan la obtención por compra de los explosivos.

Según esto, se tiene 2 alternativas para solucionar el problema:

*Alternativa "A" "Planificar la adquisición de los explosivos en consignación"*

Esta alternativa comprende en que el proveedor recopilara información histórica de consumo en voladuras pasadas y tener el control del uso de explosivos.

*Alternativa "B" "Planificar el uso y control de los explosivos mediante una voladura controlada por indicadores y bajo la proyección del área de Planeamiento"*

Esta alternativa comprende en trabajar con la proyección de consumo para sus labores que el área de Planeamiento Mina proporcionara, además de una voladura controlada que estará en base a las mallas de perforación, así también se usara los parámetros de Producción y Avance futuros según el plan de minado y poder optimizar el uso.

*Alternativa "C" "Eliminar la gama de explosivos a utilizar a solo una cantidad mínima"*

Esta alternativa comprende en reducir la gama de explosivos que se utilizan en mina, por solo unos cuantos que garanticen una voladura, así reducir los costos y las compras.

### **3.3. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

Se desarrollaron las alternativas propuestas de solución en base a una Tabla de Valor y Descripción, que fijaran la alternativa más adecuada.

<b>VALOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	No importante
2	Regular
3	Bueno
4	Importante
5	Muy importante

Además en el siguiente acápite se describirá los criterios de Evaluación tanto en Seguridad como Cuantitativos.

#### **3.3.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD**

Los criterios que se han tomado se basan en la mejor seguridad de extracción para el trabajador, el cual están basados en una:

*CRITERIO 1. Estructuración de las mallas de voladura,* El armar una malla de voladura correcta garantiza una voladura en el frente con el bajo riesgo a fracturaciones de la roca que esta por avanzar.

*CRITERIO 2. Tipo de roca a realizar la voladura,* El tipo de roca que se trabaja en la unidad minera son del tipo III, IV y V, es decir muy quebradizo y se tiene el alto riesgo de causar accidentes si no son controlados de forma diaria.

*CRITERIO 3. Método de Perforación,* pues garantiza que la dirección en el cual se dirigirá la voladura sea conciso con el avance proyectado según planeamiento y geología.

*CRITERIO 4. Sostenimiento de labor,* después de realizar la voladura se trabaja un tipo de sostenimiento específico, el cual garantiza la seguridad del trabajador para poder seguir avanzando sin temor a desprendimiento de roca o derrumbes.

Para los criterios de seguridad establecidos se construyó la matriz de enfrentamiento de criterios, arrojando los siguientes pesos:

**TABLA N° 6: MATRIZ DE ENFRENTAMIENTOS DE CRITERIOS DE SEGURIDAD**

	1. Estructuración de la Malla de Voladura	2. Tipo de roca a realizar la voladura	3. Metodo de Perforación	4. Sostenimiento de labor	PUNTAJE	PESO
1. Estructuración de la Malla de Voladura	X	1	3	2	6	30%
2. Tipo de roca a realizar la voladura	2	X	3	2	7	35%
3. Metodo de Perforación	1	1	X	1	3	15%
4. Sostenimiento de labor	1	1	2	X	4	20%
					20	100%

Con estos pesos se construyó la Matriz de Evaluación de Alternativas.

**TABLA N° 7: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SEGURIDAD**

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD	PESO	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C	
		VALOR	PUNTAJE	VALOR	PUNTAJE	VALOR	PUNTAJE
1. Estructuración de la Malla de Voladura	30%	3	0.90	2	0.60	2	0.60
2. Tipo de roca a realizar la voladura	35%	3	1.05	5	1.75	5	1.75
3. Metodo de Perforación	15%	4	0.60	4	0.60	5	0.75
4. Sostenimiento de labor	20%	4	0.80	5	1.00	4	0.80
			3.35		3.95		3.90

FUENTE: Elaboración Propia

### 3.3.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA

Los criterios de evaluación cuantitativa que nos hemos basado, son en los indicadores de control de operación y control logístico que influyen el tener y no tener explosivos para el trabajo de voladura:

*CRITERIO 1. Índices de control de voladura*, índice que controla los trabajos de voladura. Contribuye a alcanzar la cuota de producción proyectada.

*CRITERIO 2. Proyección anticipada de adquisición de explosivos*, criterio que aporta a comprar de manera óptima según el permiso de uso de explosivos bajo el Certificado de Operación Minera.

**CRITERIO 3. Inventarios,** los costos de mantener los inventarios de explosivos y más por ineficiencias el mantener explosivos con muy bajo índice de rotación.

**CRITERIO 4. Índices de Rotación,** los explosivos tienen fecha de fabricación y tiempo de vida, el cual varía con las condiciones de almacenamiento. Al tener material no rotativo se tiene el riesgo a que el explosivo empiece a perder sus propiedades explosivas y ser ineficiente.

**CRITERIO 5. Horas Hombre de Atención,** El personal a cargo tendrá dominio en las atenciones.

Para los criterios cuantitativos se construyó la matriz de enfrentamiento de criterios, arrojando los siguientes pesos:

**TABLA N° 8: MATRIZ DE ENFRENTAMIENTOS DE CRITERIOS CUANTITATIVOS**

	1. Índices de control de voladura	2. Proyección anticipada de adquisición	3. Inventarios	4. Índice de Rotación	5. Horas Hombre de Atención	PUNTAJE	PESO
1. Índices de control de voladura	X	1	2	2	0	5	25%
2. Proyección anticipada de adquisición	2	X	1	2	1	6	30%
3. Inventarios	1	0	X	2	0	3	15%
4. Índice de Rotación	1	1	1	X	1	4	20%
5. Horas Hombre de Atención	1	0	0	1	X	2	10%
						20	100%

Con estos pesos se construyó la Matriz de Evaluación de Alternativas.

**TABLA N° 9: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SEGURIDAD**

CRITERIOS DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA	PESO	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B		ALTERNATIVA C	
		VALOR	PUNTAJE	VALOR	PUNTAJE	VALOR	PUNTAJE
1. Índices de control de voladura	25%	2	0.5	4	1	3	0.75
2. Proyección anticipada de adquisición	30%	4	1.2	5	1.5	5	1.5
3. Inventarios	15%	4	0.6	4	0.6	3	0.45
4. Índice de Rotación	20%	4	0.8	3	0.6	4	0.8
5. Horas Hombre de Atención	10%	1	0.1	2	0.2	2	0.2
			3.2		3.9		3.7

FUENTE: Elaboración Propia

### 3.3.3. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Luego de haber analizado cada aspecto de evaluación de las alternativas propuestas mediante la metodología de ponderación, observamos el siguiente resultado:

	<b>ALTERNATIVA A</b>	<b>ALTERNATIVA B</b>	<b>ALTERNATIVA C</b>
PUNTAJE DE ANALISIS CUALITATIVO	3.35	3.95	3.90
PUNTAJE DE ANALISIS CUANTITATIVO	3.20	3.90	3.70
	<b>6.55</b>	<b>7.85</b>	<b>7.60</b>

Optando para el desarrollo por la **Alternativa B**.

### 3.4. PLAN DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN

#### PLANTEADA

#### 3.4.1. ANALISIS DE VOLADURA

El área de Planeamiento e Ingeniería Mina, según las labores que trabajara el área de Mina desarrollaran las mallas de voladura, la cual tendrá la prioridad de optimizar la cantidad de Accesorios de Voladura como Explosivos, según la producción mensual programada por el área de Mina.

# GRÁFICO N° 14: MALLA DE VOLADURA - MINERAL

## Malla de Voladura - Mineral

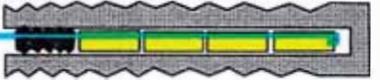
SECCION: 4 x 3.5  
 Long. Efectiva: 12 mts  
 TIPO DE ROCA: DURA  
 TALADROS PERFORADOS

TALADROS CARGADOS	26
TALADROS DE ALIVIO	4

CONSUMO DE EXPLOSIVOS:

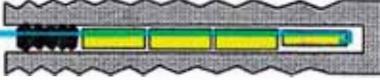
TALADROS CARGADOS - CORONA - 3 TALADROS CARGADOS - 2 TALADROS ALIVIO

EMULSION 65% 1 1/4" 12"	Nº DE TALADROS	# CARTUCHOS	TOTAL DE CARTUCHOS
	3	4	12



TALADROS CARGADOS - FRENTE - 23 TALADROS CARGADOS - 2 ALIVIO EN EL ARRANQUE

DINAMIYA 1 1/8" 12"	Nº DE TALADROS	# CARTUCHOS	TOTAL DE CARTUCHOS
	23	1	23
EMULSION 65% 1 1/4" 12"		3	12
			35

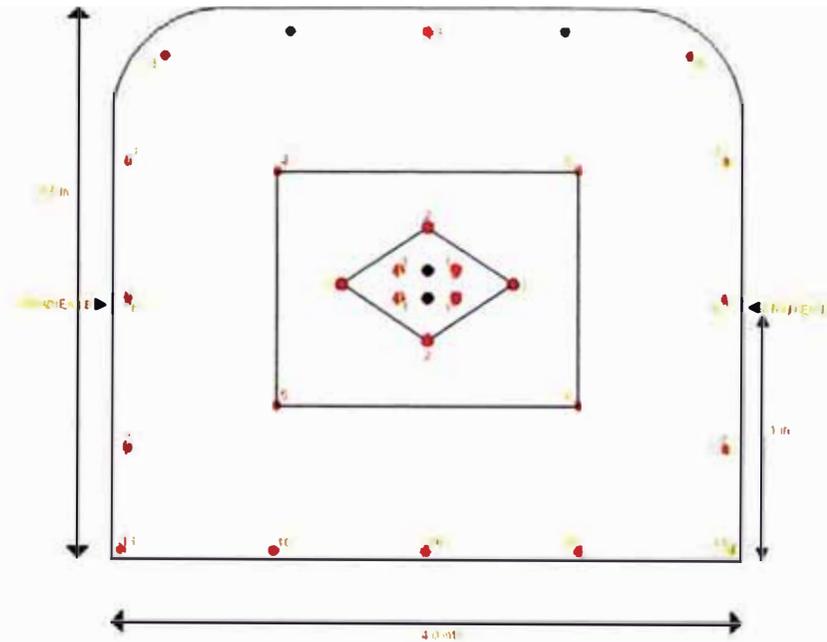


TOTAL:

	Nº DE CARTUCHOS
CARTUCHOS DE DINAMIYA 1 1/8" 12"	23
CARTUCHOS DE EMULSION 1 1/4" 12"	12

ACCESORIOS D VOLADURA:

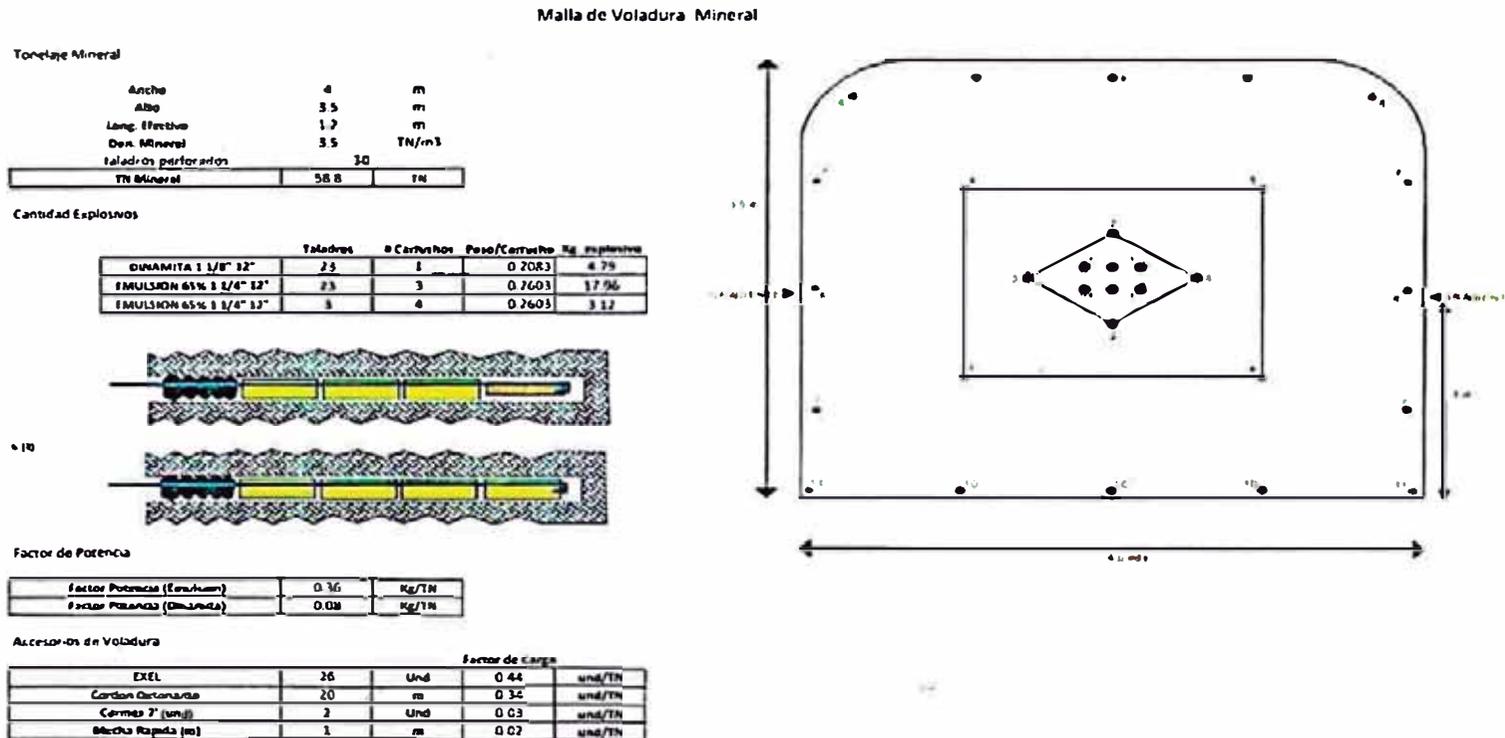
		Und
EXEL	26	Und
Cordón Detonante	26	m
Cables 7' (und)	2	Und
Mecha Rápida (m)	1	m



FUENTE: Área de Planeamiento e Ingeniería

El área de Mina, validara la información propuesta, confrontando su ratios de eficiencia de voladura.

**GRÁFICO N° 15: MALLA DE VOLADURA – MINERAL REVISADO**



FUENTE: Área de Planeamiento e Ingeniería

El área de Planeamiento e Ingeniería Mina, presentara el informe de requerimientos al área Logística.

## **TABLA N° 10: PROYECCIÓN DE EXPLOSIVOS AÑO 2013**

### **PROYECCION DE EXPLOSIVOS AÑO 2013**

PRODUCCION (FACTOR DE CARGA EXPLOTACION - PLANIFICADO 2013)

DESCRIPCION	UN	CARGA EXPLOTACION	PROYECCION CONSUMO EXPLOSIVOS 2013												
			PRODUCCION DESMONTE (18%)												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
EXAMON P	KG	0.4000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
DINAMITA	KG	0.0840	982	1,239	1,785	2,379	2,827	2,974	3,985	3,985	3,985	3,985	3,985	3,985	3,985
EMULSION	KG	0.3780	4,481	5,578	8,029	10,705	11,821	13,382	17,842	17,842	17,842	17,842	17,842	17,842	17,842
CORDON DETONANTE 3P	M	0.3400	4,012	5,015	7,222	9,829	10,832	12,038	16,048	16,048	16,048	16,048	16,048	16,048	16,048
DETONADORES NO ELECTRICOS	PZA	0.5280	8,231	7,788	11,215	14,953	18,511	18,892	24,922	24,922	24,922	24,922	24,922	24,922	24,922
DETONADOR ENSAMBLADO	PZA	0.0298	352	439	633	843	931	1,054	1,405	1,405	1,405	1,405	1,405	1,405	1,405
MECHA RAPIDA	M	0.0200	238	295	425	587	626	708	944	944	944	944	944	944	944

PRODUCCION (FACTOR DE CARGA AVANCE - PLANIFICADO 2013)

DESCRIPCION	UN	FACTOR DE CARGA AVANCE	PROYECCION CONSUMO EXPLOSIVOS 2013												
			AVANCE (MTS)												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
EXAMON P	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DINAMITA	KG	0.1050	244	342	488	707	804	902	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194	1,194
EMULSION	KG	0.4620	1,072	1,501	2,144	3,109	3,538	3,988	5,253	5,253	5,253	5,253	5,253	5,253	5,253
CORDON DETONANTE 3P	M	0.3700	859	1,202	1,717	2,490	2,833	3,177	4,207	4,207	4,207	4,207	4,207	4,207	4,207
DETONADORES NO ELECTRICOS	PZA	0.6600	1,532	2,144	3,083	4,441	5,053	5,888	7,503	7,503	7,503	7,503	7,503	7,503	7,503
DETONADOR ENSAMBLADO	PZA	0.0400	93	130	188	270	307	344	455	455	455	455	455	455	455
MECHA RAPIDA	M	0.0200	47	85	93	135	154	172	228	228	228	228	228	228	228

TOTAL CONSUMO EXPLOSIVOS - PLANIFICADO 2013

DESCRIPCION	UN	TOTAL	TOTAL PROYECCION CONSUMO EXPLOSIVOS 2013												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
EXAMON P	KG	21,775	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
DINAMITA	KG	34,934	1,238	1,581	2,273	3,088	3,431	3,878	5,159	5,159	5,159	5,159	5,159	5,159	5,159
EMULSION	KG	135,089	5,533	7,077	10,173	13,814	15,359	17,348	23,095	23,095	23,095	23,095	23,095	23,095	23,095
CORDON DETONANTE 3P	M	252,172	4,871	8,217	8,939	12,119	13,485	15,213	20,255	20,255	20,255	20,255	20,255	20,255	20,255
DETONADORES NO ELECTRICOS	PZA	98,606	7,783	9,932	14,278	19,394	21,584	24,358	32,425	32,425	32,425	32,425	32,425	32,425	32,425
DETONADOR ENSAMBLADO	PZA	14,105	445	589	819	1,113	1,238	1,398	1,880	1,880	1,880	1,880	1,880	1,880	1,880
MECHA RAPIDA	M	5,949	283	380	518	702	780	880	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172

FUENTE: Área de Planeamiento e Ingeniería

### 3.4.2. PLANIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE EXPLOSIVOS

Se realiza la verificación de stock de explosivos, las cuales deben tener cobertura para los próximos 3 meses.

Inmediatamente se realiza la planificación de explosivos.

**TABLA N° 11: COBERTURAS DE EXPLOSIVOS CRITICOS**

#### FORMATO COBERTURAS DE MATERIALES CRITICOS - EXPLOSIVOS

DATOS DEL MATERIAL						DATOS DE PLANIFICACION			DATOS DE PLANIFICACION			
CENTRO	GRUPO ART.	DESC. GRUP ART.	CÓDIGO SAP	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	U.M.	Octubre	Noviembre	Diciembre	CONSUMO MENSUAL PROMEC	STOCK ACTUAL	COBERT. (DIAS)	COBERT. PLANIF. FECHA
SPCE	SU0402	EXPLOSIVOS A GRANEL	300000390	EXPLOSIVO EXAMON P	KG	1,150	0	50	400	21,775	<b>1,633</b>	21/06/2017
SPCE	SU0401	DINAMITAS Y EMULSIONES	300000038	DINAMITA SEMEXSA 65 1-1/2X12"	UN	139	0	0	46	34,780	<b>22,610</b>	27/08/2074
SPCE	SU0401	DINAMITAS Y EMULSIONES	301000340	DINAMITA SEMEXSA 65 1-1/8X12"	UN	3,444	4,692	6,047	4,728	106,309	<b>674</b>	05/11/2014
SPCE	SU0401	DINAMITAS Y EMULSIONES	301000861	EMULEX 65% 1 1/4 X 12"	UN	10,240	10,767	6,210	9,072	221,974	<b>734</b>	04/01/2015
SPCE	SU0401	DINAMITAS Y EMULSIONES	301000980	EXPLOSIVO EMULSION 65% 1-1/2 X 12"	UN	13,729	3,428	1,483	6,213	197,845	<b>956</b>	13/08/2015
SPCE	SU0403	ACCES. DE VOLADURA	300000056	CORDON DETONANTE/3P	M	5,437	3,387	2,951	3,925	252,172	<b>1,927</b>	11/04/2018
SPCE	SU0403	ACCES. DE VOLADURA	300000260	DETONADOR ENSAMBLADO 2.10ML	UN	803	722	534	686	14,105	<b>616</b>	08/09/2014
SPCE	SU0403	ACCES. DE VOLADURA	300000263	MECHA RAPIDA 50M	M	402	233	229	288	5,949	<b>610</b>	11/09/2014

FUENTE: Elaboración Propia

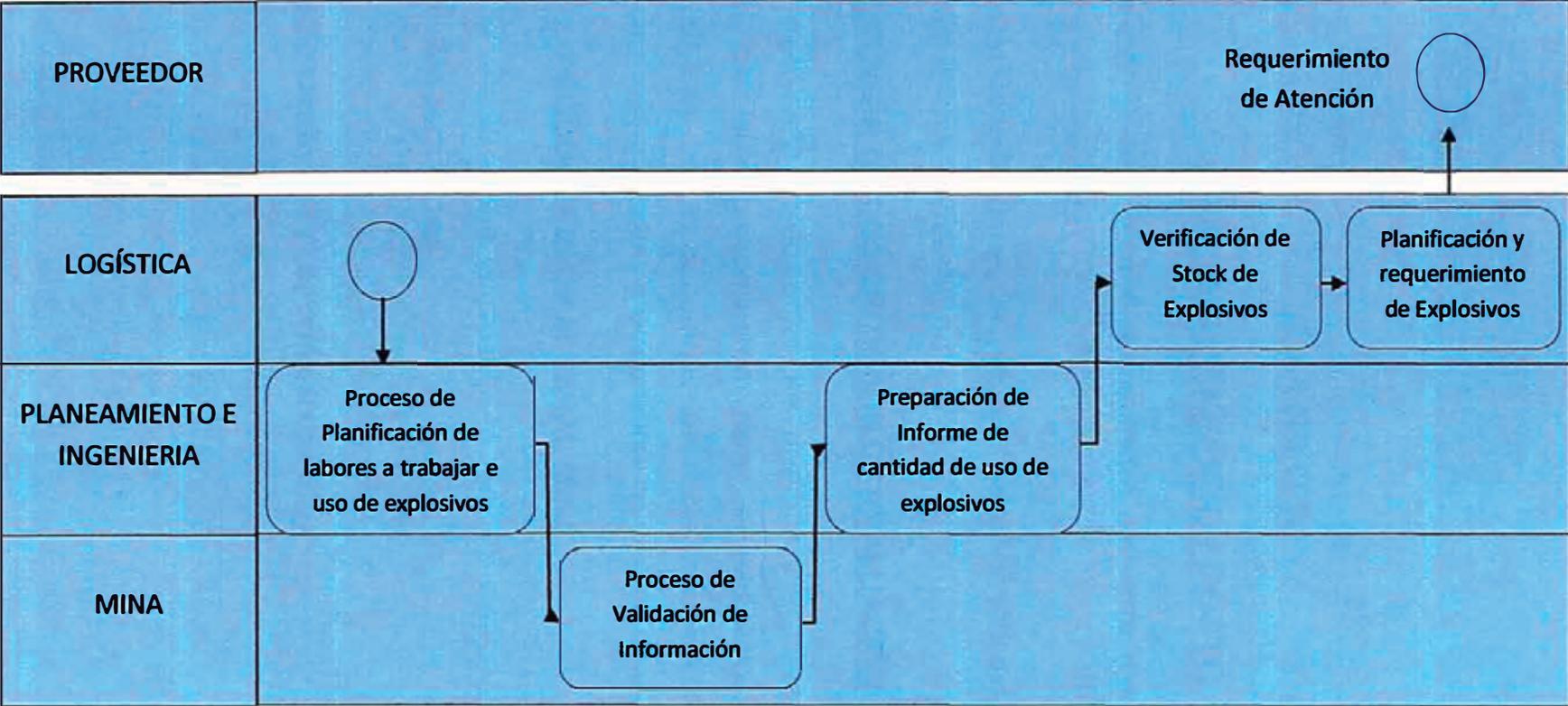
### **3.4.3. PROCESO DE PLANIFICACIÓN PARA EL REQUERIMIENTO DE EXPLOSIVOS**

Se ha desarrollado como propuesta la Planificación de requerimiento de explosivos ayudados de las áreas de Mina y Planeamiento e Ingeniería, el cual gracias a nuestra solicitud de sus desarrollos de labores a trabajar en el corto plazo el área de Planeamiento e Ingeniería realiza su proyección de consumo de explosivos tanto en Avance como en Producción y después envía la información al área de Mina el cual realiza la validación respectiva de las labores a trabajar y el consumo proyectado de los explosivos.

La información de consumo de explosivos proyectado es enviada al área de logística el cual valida la información el planificador y lo confronta con el stock actual de explosivos que se tiene y se envía el requerimiento de explosivos al proveedor según orden de compra emitida.

Teniendo siempre presente la cantidad de explosivos otorgados por el Ministerio de Energía y Minas mediante el Certificado de Operación Minera.

**GRÁFICO N° 16: DIAGRAMA DE PROCESOS LOGISTICO OPTIMIZADO**



FUENTE: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS BENEFICIO / COSTO**

En este capítulo se evaluará los resultados obtenidos mediante indicadores logísticos y de voladura.

Además de los indicadores, se medirá el beneficio obtenido antes y después del trabajo técnico planteado.

#### **4.1. SELECCIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

En esta parte explicaremos los diversos indicadores logísticos y de voladura, que predominaron para la evaluación, ya que estos indicadores reflejan la contribución hacia la producción de mineral de manera más eficiente y a un consumo controlado de explosivos.

##### **4.1.1. PRODUCCIÓN DE MINERAL MINA**

Es la relación entre la producción real de extracción y la producción estimada para el mes.

$$\text{Rendimiento de Producción Mina} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estimada}} \times 100\%$$

#### **4.1.2. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS**

Es la relación entre los explosivos proyectados y los explosivos utilizados a consumir.

$$\textit{Utilización de Explosivos} = \frac{\textit{Explosivos Proyectados}}{\textit{Explosivos Utilizados}} \times 100\%$$

#### **4.1.3. COBERTURA DE EXPLOSIVOS**

Es la cantidad en días que disponemos del explosivo antes que se agote.

$$\textit{Días de Cobertura} = \frac{\textit{Stock Explosivos}}{\textit{Consumo Mensual}} \times 30$$

Una vez implantado la Propuesta de Planificación para la optimización de explosivos, mediante la Proyección de Producción, los resultados esperados deberían ser los siguientes:

#### **4.2. INFORMACIÓN DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL**

Actualmente la empresa se encuentra realizando seguimiento y control de la propuesta establecida. Se desarrolla las optimizaciones desde una óptica de costos y rendimiento; para eso plantearemos los costos de los principales explosivos usados.

**COSTOS DE LOS PRINCIPALES EXPLOSIVOS USADOS**

DESCRIPCIÓN	UMD	COSTO UNITARIO (\$)
DINAMITA SEMEXSA 65 1-1/2X12"	UN	0.86
DINAMITA SEMEXSA 65 1-1/8X12"	UN	0.5
EMULEX 65% 1 1/4 X 12"	UN	0.57
EXPLOSIVO EMULSION 65% 1-1/2 X 12"	UN	0.87
CORDON DETONANTE/3P	M	0.18
DETONADOR ENSAMBLADO 2.10ML	UN	0.75
MECHA RAPIDA 50M	M	0.32
DETONADORES NO ELECTRICOS	UN	1.22

FUENTE: Área Logística: Precios SAP

Hasta el año 2012, se desarrollaron labores con diversas mallas de voladura las cuales no tenían un sustento en lo que va de los años, estas fueron revisadas y adaptadas a la situación actual.

En la siguiente tabla se muestra el resultado de la optimización.

**TABLA N° 12: TABLA DE OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE USO DE EXPLOSIVOS**

DESCRIPCIÓN	2012		2013	
	CANTIDAD POR FRENTE DE MINERAL	COSTO TOTAL (\$)	CANTIDAD POR FRENTE DE MINERAL	COSTO TOTAL (\$)
DINAMITA SEMEXSA 65 1-1/8X12"	26	13	23	11.5
EMULEX 65% 1 1/4 X 12"	120	68.4	81	46.17
DETONADOR NO ELECTRICOS	30	36.6	26	31.72
CORDON DETONANTE/3P	24	4.32	20	3.6
DETONADOR ENSAMBLADO 2.10ML	2	1.5	2	1.5
MECHA RAPIDA 50M	1	0.32	1	0.32
		<b>124.14</b>		<b>94.81</b>

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.2.1. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

Como son diversos explosivos y accesorios de voladura que se utilizan en las mallas, el indicador Utilización de explosivos de resume así:

$$\text{Utilización de Explosivos} = \frac{94.81}{124.14} \times 100\%$$

$$\text{Utilización de Explosivos} = 76.33\%$$

#### 4.2.2. RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

Al respecto de la utilización de explosivos, se analizó sus efectos en el rendimiento de la producción y se comparó con los parámetros desarrollados en el 2012.

Datos de Producción y Rendimiento del Año del 2012

**TABLA N° 13: RENDIMIENTO – PRODUCCIÓN 2012**

		2012											
	UM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PRODUCCIÓN REAL 2012	TN	67,439	65,214	57,577	63,726	52,270	40,145	32,007	31,994	26,081	18,428	10,829	11,166
PRODUCCIÓN ESTIMADA 2012	TN	70,000	70,000	70,000	70,000	60,000	50,000	40,000	40,000	30,000	20,000	10,000	10,000
RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN		96.34%	93.16%	82.25%	91.04%	87.12%	80.29%	80.02%	79.99%	86.94%	92.14%	108.29%	111.66%

FUENTE: Elaboración Propia

Para el Año 2013 se realizaron pruebas de voladura, a cargo del área de Perforación y Voladura según a las nuevas mallas, los resultados fueron los siguientes:

**TABLA N° 14: PRUEBAS SOBRE RENDIMIENTO – PRODUCCIÓN**

		Labores Enero 2013									
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8	Prueba 9	Prueba 10
Producción Real x Labor (TN)		54.3	54.8	55.1	54.2	53.9	54.9	55.8	54.1	53.5	54.8
Producción Estimada x Labor (TN)		58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8	58.8
Rendimiento de Producción		92.35%	93.20%	93.71%	92.18%	91.67%	93.37%	94.90%	92.01%	90.99%	93.20%

FUENTE: Área de Planeamiento e Ingeniería

A lo que va del año 2013, los resultados hasta el mes de Abril fueron los siguientes:

		2013											
	JAN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
PRODUCCIÓN REAL 2013	TN	10,324	11,762	17,535	22,435	25,484							
PROUDCCIÓN ESTIMADA 2013	TN	10,000	12,500	17,500	24,000	26,500	30,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000

FUENTE: Elaboración Propia

Las decisiones del Área de Planeamiento en base a la producción y recursos que se tiene en cada mes, hacen que se reorienten los planes de producción y avances para los siguientes meses, tratando de cumplir con el Plan Anual de Minado.

### 4.2.3. ANALISIS BENEFICIO - COSTO

Para términos prácticos se costearon los explosivos

DESCRIPCION	2013											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	CONSUMO VALOR (\$)											
DINAMITA	4,940	6,085	9,470	6,219	6,709	7,775	10,364	10,364	10,364	10,364	10,364	10,364
EMULSION	4,297	8,122	8,910	9,994	10,808	12,494	16,657	16,657	16,657	16,657	16,657	16,657
CORDON DETONANTE 3P	720	934	1,059	1,028	1,096	1,286	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714	1,714
DETONADORES NO ELECTRICOS	7,077	10,319	12,673	10,769	12,144	13,461	17,949	17,949	17,949	17,949	17,949	17,949
DETONADOR ENSAMBLADO	470	644	760	644	707	805	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073
MECHA RAPIDA	88	120	136	129	136	161	214	214	214	214	214	214
	17,592	26,223	33,008	28,782	31,600	35,982	47,971	47,971	47,971	47,971	47,971	47,971

Se registraron los ingresos en dólares del concentrado de mineral, que produjo mina y las cuales se proyectaron según la producción de los siguientes meses.

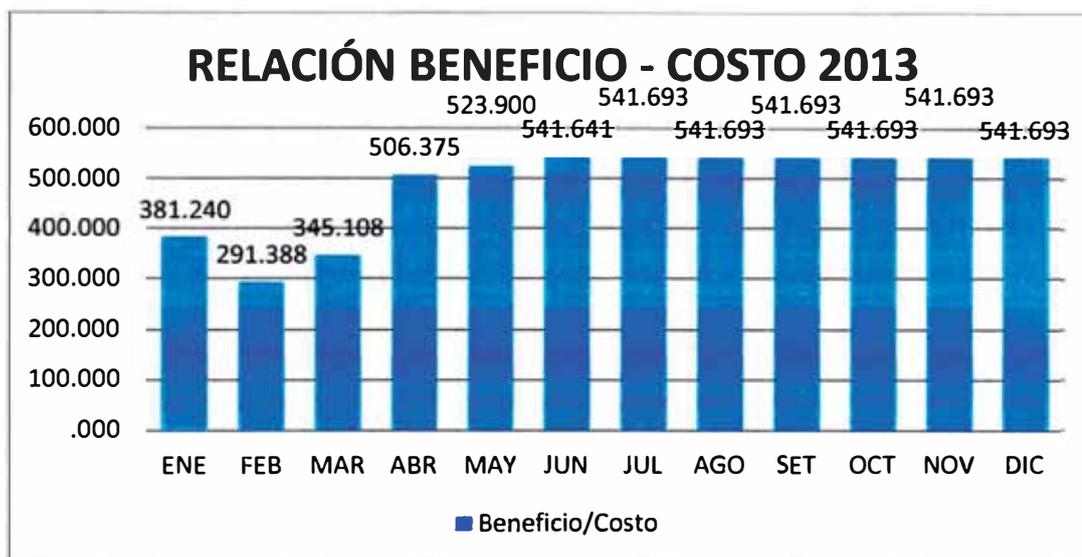
INGRESO (\$)	2013											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	(REAL)	(REAL)	(REAL)	(REAL)	(REAL)	(PROYEC)						
	6,706,832	7,641,007	11,391,350	14,574,561	16,555,298	19,489,050	25,985,400	25,985,400	25,985,400	25,985,400	25,985,400	25,985,400

El beneficio – Costo de la mejora productiva se detalla en la gráfica siguiente:

Beneficio/Costo	2013											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	381.24	291.39	345.11	506.38	523.90	541.64	541.69	541.69	541.69	541.69	541.69	541.69

FUENTE: Elaboración Propia

## GRÁFICO N° 17: RELACIÓN BENEFICIO – COSTO 2013



### 4.2.4. ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

Se evaluó el estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado al 2013, y se comparó con los obtenidos en los años anteriores.

Se presenta los resultados en el siguiente cuadro:

### TABLA N° 15: ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

#### ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS

	2011	2012	2013 (PROYECTADO)
+ Ventas	1,211,614	1,160,785	1,045,143
- Costo de Ventas	-613,698	-736,567	-632,541
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>597,916</b>	<b>424,218</b>	<b>412,602</b>
- Gastos Fijos	-87,561	-84,659	-75,372
<b>Utilidad Operativa</b>	<b>510,355</b>	<b>339,559</b>	<b>337,230</b>

\* En miles de dólares

FUENTE: Elaboración Propia

#### 4.2.5. EVALUACIÓN DEL FLUJO DE INVERSIÓN

Para esto se procedió a desglosar los gastos que se incurrieron, ya sea de personal, materiales, equipos. Llamando inversión a estos gastos incurridos para mejorar el proceso.

Se obtuvo el siguiente cuadro:

**TABLA N° 16: INVERSIÓN DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN**

#### **INVERSIÓN EN EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN**

<b>Mano de Obra</b>	<b>Sueldo (\$)</b>	<b>ENE Inversión (\$)</b>	<b>FEB Inversión (\$)</b>	<b>MAR Inversión (\$)</b>
Superintendente de Mina	4000	16.667	0.000	16.667
Asistente de Planeamiento	2800	175.000	46.667	46.667
Supervisor Logística	1400	23.333	5.833	5.833
Jefe de Guardia	2100	8.750	0.000	
Personal de Pruebas	800	40.000	20.000	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>		<b>263.750</b>	<b>72.500</b>	<b>69.167</b>
<b>Materiales, Equipos y Energía</b>		<b>43.000</b>	<b>21.400</b>	<b>21.400</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>		<b>306.750</b>	<b>93.900</b>	<b>90.567</b>

FUENTE: Elaboración Propia

Con la inversión obtenida, se proyectó los ingresos mensuales por la mejora, las cuales dieron resultados en miles de dólares.

#### 4.2.6. FLUJO DE INVERSIÓN

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FLUJO DE INVERSIÓN	-306.75	-93.90	-90.57	831,550.24	965,186.23	1,159,205.91	1,545,696.29	1,545,696.29	1,545,696.29	1,545,696.29	1,545,696.29	1,545,696.29

Así se demuestra que enfocándose con la restricción de recursos, optimización, reorganización de mallas y método de voladura se genera una optimización de los costos de voladura, la cual conlleva a mejores controles de voladura, sostenimiento y producción, esto se ve reflejado en los beneficios obtenidos.

### 4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA

Dada la situación económica difícil que pasa la empresa, está planteándose en diversas áreas la optimización de recursos ya sea en Planta, Mina (las principales), además de Mantenimiento, Asuntos Ambientales, Logística, Recursos Humanos, Planeamiento e Ingeniería, Seguridad (como áreas de soporte) dándose a llegar hasta el grado técnico para realizar la optimización de recursos.

#### 4.3.1. PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

**TABLA N° 17: CONSUMOS ESTIMADOS VS REALES 2013**

DESCRIPCION	UM	2013									
		ENE		FEB		MAR		ABR		MAY	
		ESTIM.	REAL	ESTIM.	REAL	ESTIM.	REAL	ESTIM.	REAL	ESTIM.	REAL
EXAMON P	KG	2,000	0	2,000	0	2,000	0	2,000	0	2,000	0
DINAMITA	KG	1,236	2,066	1,581	2,545	2,273	3,961	3,086	2,601	3,431	2,806
EMULSION	KG	5,533	1,958	7,077	3,701	10,173	4,060	13,814	4,554	15,359	4,925
CORDON DETONANTE 3P	M	4,871	4,001	6,217	5,187	8,939	5,884	12,119	5,713	13,465	6,087
DETONADORES NO ELECTRICOS	PZA	7,763	5,801	9,932	8,458	14,278	10,388	19,394	8,827	21,564	9,954
DETONADOR ENSAMBLADO	PZA	445	627	569	858	819	1,013	1,113	858	1,238	943
MECHA RAPIDA	M	283	275	360	375	518	424	702	402	780	426

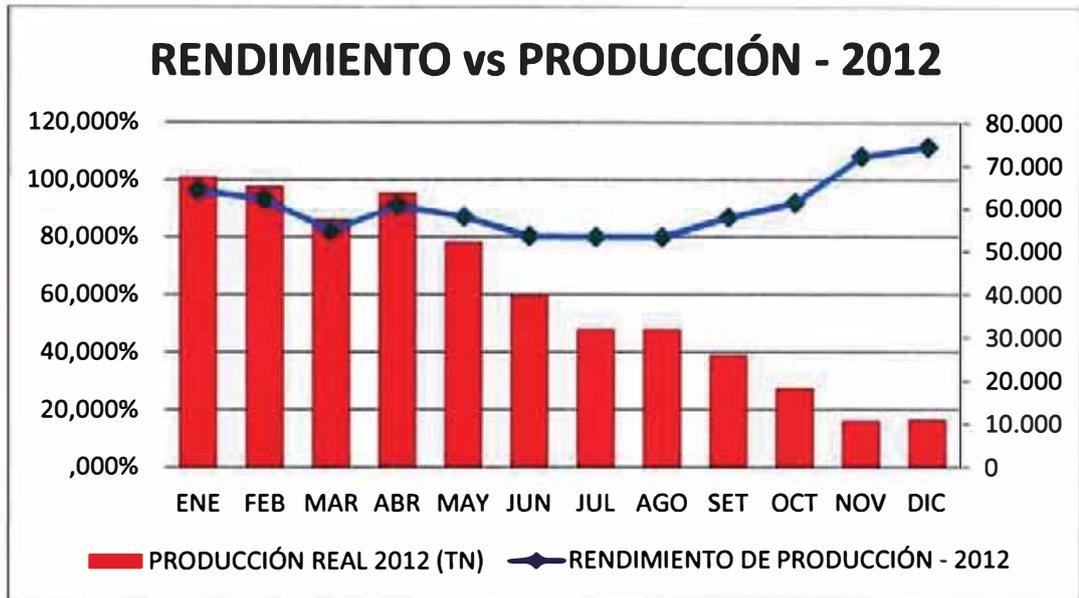
Realizando un seguimiento de la utilización de explosivos en las labores mineras, se observó que:

- Estimado era mayor al real, gracias a que el estimado se calculó para voladura de rocas duras (Tipo I y II), y el tipo de terreno trabajado eran Tipo III, IV y V, quebradizos.
- Se está reorientando el consumo de Emulsiones ya que su efectividad de voladura en las rocas quebradizas es mayor.

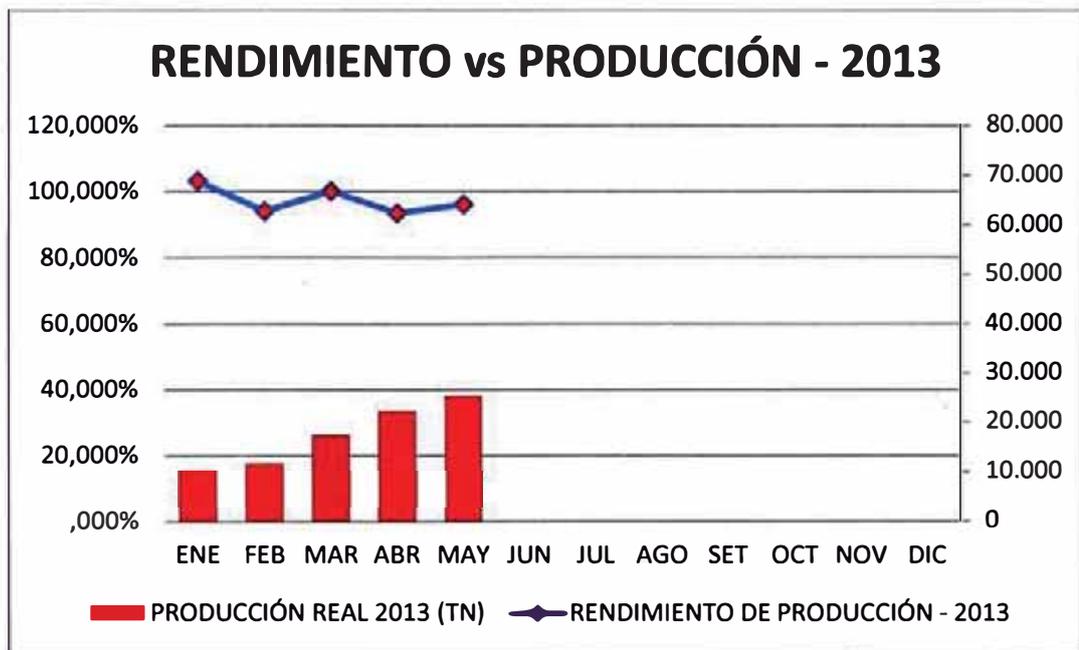
#### 4.3.2. ACERCAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN REAL A LA PRODUCCIÓN ESTIMADA

Se observa que el rendimiento de la producción ha ido en aumento en los últimos meses del 2012, pero es un dato a no comparar ya que la producción se redujo en los últimos meses.

**GRÁFICO N° 18: RENDIMIENTO vs PRODUCCIÓN 2012**



**GRÁFICO N° 19: RENDIMIENTO vs PRODUCCIÓN 2013**



### 4.3.3. REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE INVENTARIO Y COBERTURAS

Se espera que a fin de año tener coberturas de 60 días en los niveles de inventario, eh ir monitoreando los productos que aún están encima de los 60 días.

**TABLA N° 18: COBERTURAS Y REDUCCIÓN DE NIVEL DE INVENTARIO 2013**

DESCRIPCION	UM	STOCK 31.12.2012	2013												STOCK 31.12.2013	OBSERVACIONE	
			ENE REAL	FEB REAL	MAR REAL	ABR REAL	MAY REAL	JUN PROYEC	JUL PROYEC	AGO PROYEC	SET PROYEC	OCT PROYEC	NOV PROYEC	DI PROYEC			
EXAMON P	KG	21,775	0	0	0	0	0	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	7,775	
DINAMITA	KG	34,934	2,066	2,545	3,961	2,601	2,806	3,252	4,335	4,335	4,335	4,335	4,335	4,335	4,335	-8,307	Realizar requerimiento para entregar en Noviembre
EMULSION	KG	135,089	1,958	3,701	4,060	4,554	4,925	5,693	7,590	7,590	7,590	7,590	7,590	7,590	7,590	84,658	
CORDON DETONANTE 3P	M	252,172	4,001	5,187	5,884	5,713	6,087	7,142	9,522	9,522	9,522	9,522	9,522	9,522	9,522	161,026	
DETONADORES NO ELECTRICOS	PZA	98,606	5,801	8,458	10,388	8,827	9,954	11,034	14,712	14,712	14,712	14,712	14,712	14,712	14,712	-44,128	Realizar requerimiento para entregar en Setiembre
DETONADOR ENSAMBLADO	PZA	14,105	627	858	1,013	858	943	1,073	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	1,430	153	Realizar requerimiento para entregar en Diciembre
MECHA RAPIDA	M	5,949	275	375	424	402	426	503	670	670	670	670	670	670	670	-476	Realizar requerimiento para entregar en Noviembre

FUENTE: Elaboración Propia

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- 5.1.1. Los explosivos en la voladura de rocas es de vital importancia, porque garantizan que según al tipo de roca sea eficiente o ineficiente su voladura en términos de sostenimiento y producción.
- 5.1.2. Al ser un producto fiscalizado y controlado, es conveniente el óptimo uso y adquisición que garanticen un costo menor y una eficiente producción.
- 5.1.3. La seguridad está inmersa en todo ámbito minero e industrial por esa razón se emplearon criterios de seguridad para ver la alternativa más conveniente, esto en base a los fundamentos de la geomecánica del terreno, por esa razón se da importancia a los trabajos de sostenimiento ya que la caída de rocas es el principal peligro y la de mayor causa de accidentes en minería subterránea.
- 5.1.4. No solamente reducir costos en una empresa es el principal objetivo, esto va de la mano con tener una buena seguridad para el trabajador y una óptima o eficiente producción.
- 5.1.5. Existen procesos u áreas que son punto de apalancamiento para una mayor productividad o eficiencia en el cual se logran sustanciales ahorros e Ingresos de producción.

## **5.2.RECOMENDACIONES**

- 5.2.1. Los parámetros mencionados anteriormente son los principales, para el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Es importante mencionar que la base de estos parámetros está en el control de los materiales, avances y voladura que se tiene, además del sostenimiento.
- 5.2.2. Es recomendable, realizar la proyección a un corto periodo (2 meses) ya que los recambios no previstos de uso o voladura, afectarían en cierta medida nuestros niveles de inventario, además que al ser un material controlado el permiso autorizado no se manejaría eficientemente.
- 5.2.3. Así como existe mejora en voladura y perforación de rocas la cual conlleva a un mejor uso y abastecimiento de los explosivos, los procesos de Sostenimiento, tratamiento de minerales en planta, mantenimiento de equipos, logística de abastecimiento de materiales, seguridad y medio ambiente, conllevan controlarlos por indicadores que vean el beneficio/costo.

## BIBLIOGRAFÍA

6.1. Agreda, Cesar

*“Operaciones Mineras Unitarias de Perforación y Voladura de Rocas”*

*Editorial: Agreda, Cesar, Edición: Primera Edición, Año: 1996, Ciudad: Lima, País: Perú*

6.2. Ames Lara, Víctor Alejandro

*“Diseño de las mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas”*

*Universidad: “Universidad Nacional de Ingeniería” Año: 2008, Ciudad: Lima, País: Perú*

6.3. Correa Arroyave, Álvaro

*“La Geomecánica en la Perforación y Voladura de Rocas”*

*Editorial: Información Minera de Colombia, Edición: Primera Edición, Año: 2009, Ciudad: Bogotá, País: Colombia*

6.4. Exsa Explosivos S.A.

*“Manual de Voladura”*

*Editorial: “Exsa Explosivos S.A.” Año: 2012 Ciudad: Lima, País: Perú*

6.5. Gómez Solórzano, Pavel Favio

*“Indicadores de explotación en Mina Huaron”*

*Universidad: “Universidad Nacional de Ingeniería” Año: 2009, Ciudad: Lima, País: Perú*

- 6.6. López Jimeno, Carlos - López Jimeno, Emilio – García Bermúdez, Pilar  
*“Manual de Perforación y Voladura de Rocas”*  
*Editorial:* Carlos López Jimeno, *Edición:* Primera Edición, *Año:* 2003, *Ciudad:* Madrid, *País:* España
- 6.7. Valencia Napan, Adolfo  
*“Indicadores de Gestión Logística”*  
*Editorial:* “Universidad Nacional de Ingeniería”, *Edición:* Primera Edición, *Año:* 2005, *Ciudad:* Lima, *País:* Perú
- 6.8. Villanueva Grijalva, Armando Clímaco  
*“Indicadores de Gestión en Consorcio Minero Horizonte”*  
*Universidad:* “Universidad Nacional de Ingeniería”, *Año:* 2008, *Ciudad:* Lima, *País:* Perú
- 6.9. Volcán Compañía Minera S.A.A.  
*“Memoria Anual 2011”*  
*Editorial:* “Volcán Compañía Minera S.A.A.”, *Edición:* Primera Edición, *Año:* 2012, *Ciudad:* Lima, *País:* Perú
- 6.10. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/2029/Capitulo1.pdf> - Fecha de Consulta: 16-06-2013
- 6.11. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/13078/Capitulo2.pdf> - Fecha de Consulta: 16-06-2013
- 6.12. <http://www.webpicking.com/hojas/indicadores.htm> Fecha de Consulta: 23-06-2013

## **ANEXOS**

<b><u>ANEXO N° 1:</u></b> Relación de Tablas	75
<b><u>ANEXO N° 2:</u></b> Relación de Gráficos	76
<b><u>ANEXO N° 3:</u></b> Estructura Organizacional de VCM.	77
<b><u>ANEXO N° 4:</u></b> Organigrama Corporativo	78
<b><u>ANEXO N° 5:</u></b> Indicadores Financieros	79
<b><u>ANEXO N° 6:</u></b> Ranking de Producción Minera Perú 2011	81

## **ANEXO N° 1 : Relación de Tablas**

<u>TABLA N° 1</u>	: Explosivos Comerciales
<u>TABLA N° 2</u>	: Tabla de densidades y pesos específicos
<u>TABLA N° 3</u>	: Tabla de tenacidades y cohesiones de la roca
<u>TABLA N° 4</u>	: Tipos de roca
<u>TABLA N° 5</u>	: Producción Real en Mina Subterránea
<u>TABLA N° 6</u>	: Matriz de enfrentamiento de criterios de seguridad
<u>TABLA N° 7</u>	: Matriz de evaluación de alternativas de seguridad
<u>TABLA N° 8</u>	: Matriz de enfrentamientos de criterios cuantitativos
<u>TABLA N° 9</u>	: Matriz de evaluación de alternativas cuantitativas
<u>TABLA N° 10</u>	: Proyección de explosivos año 2013
<u>TABLA N° 11</u>	: Coberturas de explosivos críticos
<u>TABLA N° 12</u>	: Tabla de optimización de costos de uso de explosivos
<u>TABLA N° 13</u>	: Rendimiento – Producción 2012
<u>TABLA N° 14</u>	: Pruebas sobre Rendimiento - Producción
<u>TABLA N° 15</u>	: Estado de Ganancias y Perdidas
<u>TABLA N° 16</u>	: Inversión del Proceso de Optimización
<u>TABLA N° 17</u>	: Consumos Estimados vs Reales 2013
<u>TABLA N° 18</u>	: Coberturas y Reducción de nivel de Inventario 2013

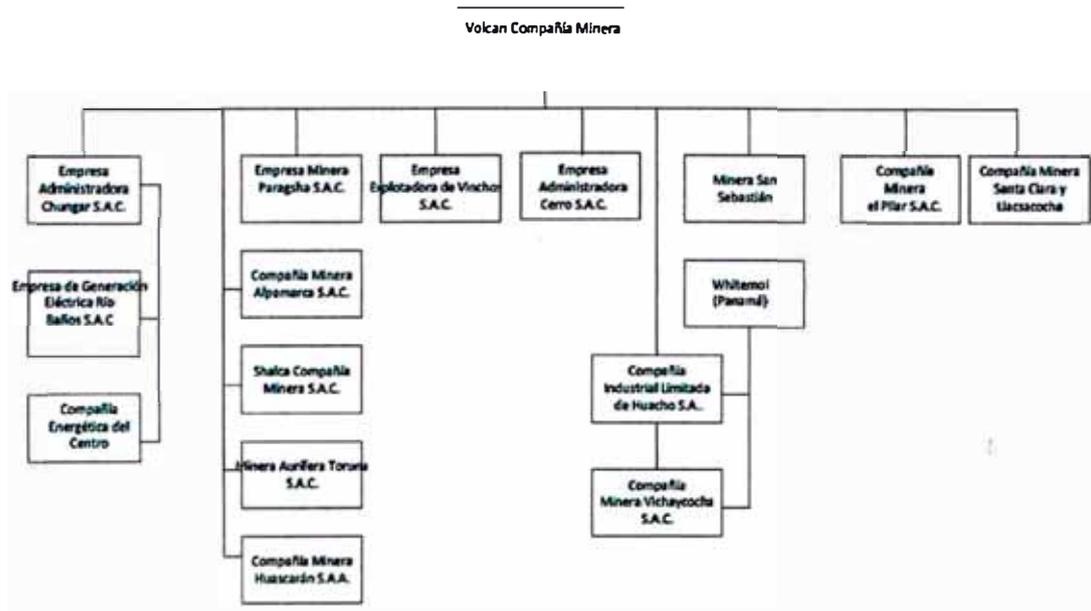
## **ANEXO N° 2: Relación de Gráficos**

<u>GRÁFICO N° 1</u>	: Organigrama general de la empresa
<u>GRÁFICO N° 2</u>	: Diagrama de procesos de la empresa
<u>GRÁFICO N° 3</u>	: Diagrama de organización de la empresa
<u>GRÁFICO N° 4</u>	: Indicadores de Producción
<u>GRÁFICO N° 5</u>	: Matriz FODA de la Empresa
<u>GRÁFICO N° 6</u>	: Desarrollo de la Detonación
<u>GRÁFICO N° 7</u>	: Cuadro general de explosivos
<u>GRÁFICO N° 8</u>	: Principios de perforación mecánica
<u>GRÁFICO N° 9</u>	: Detonación de los taladros
<u>GRÁFICO N° 10</u>	: Esquemas de carga
<u>GRÁFICO N° 11</u>	: Esquema de voladura controlada
<u>GRÁFICO N° 12</u>	: Voladura controlada en subsuelo
<u>GRÁFICO N° 13</u>	: Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto)
<u>GRÁFICO N° 14</u>	: Malla de voladura - mineral
<u>GRÁFICO N° 15</u>	: Malla de voladura – mineral. Revisado
<u>GRÁFICO N° 16</u>	: Diagrama de proceso logístico optimizado
<u>GRÁFICO N° 17</u>	: Relación Beneficio – Costo 2013
<u>GRÁFICO N° 18</u>	: Rendimiento – Producción 2012
<u>GRÁFICO N° 19</u>	: Rendimiento - Producción 2013

## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

### “VOLCAN COMPAÑÍA MINERA”

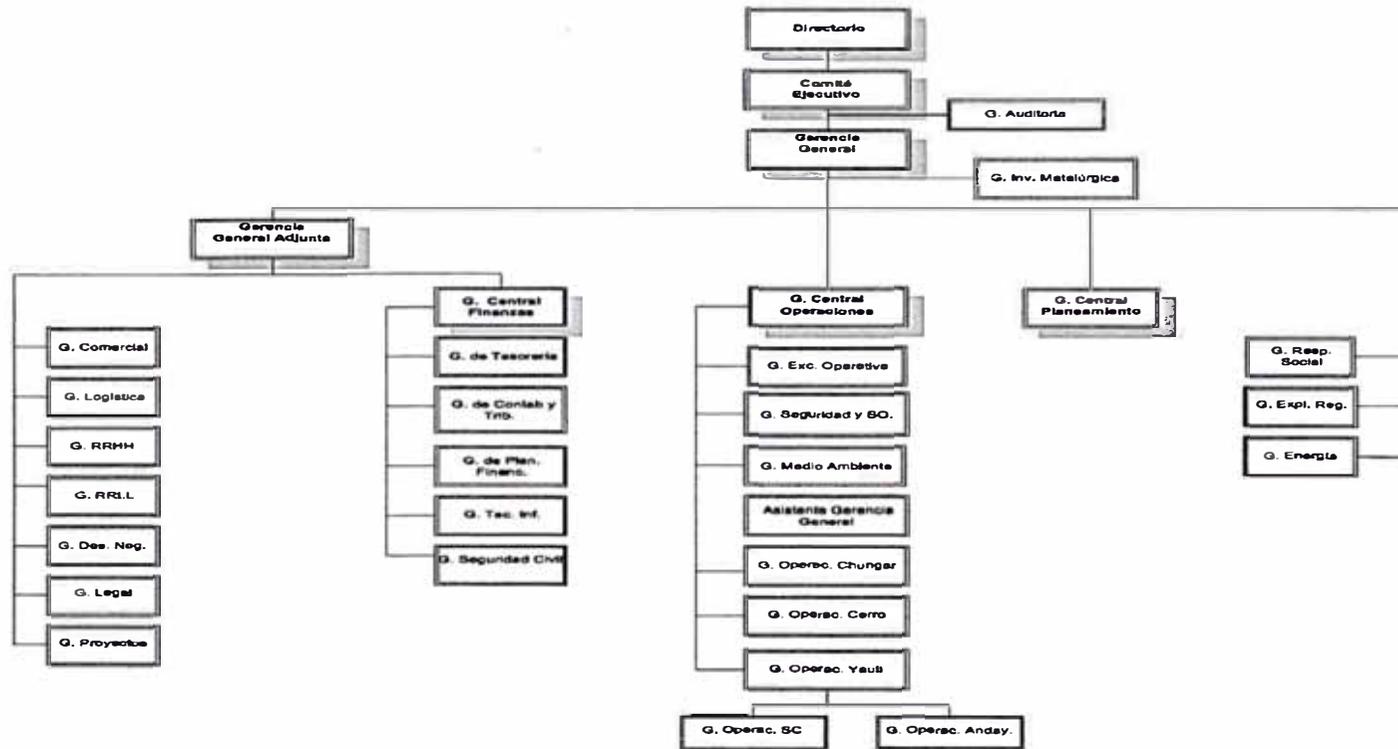
#### Estructura Organizacional



FUENTE: Memoria Anual 2011-Volcan

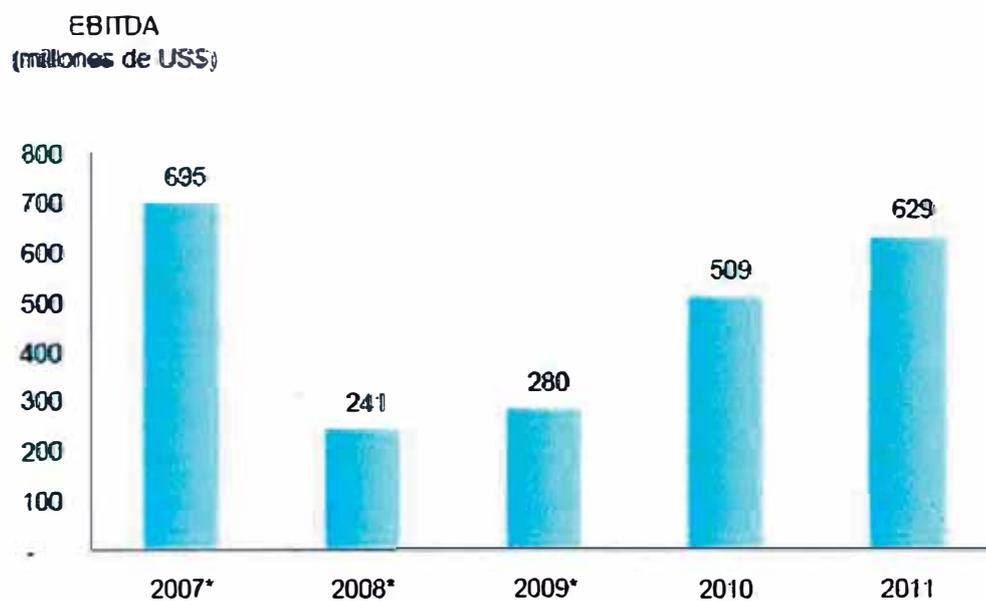
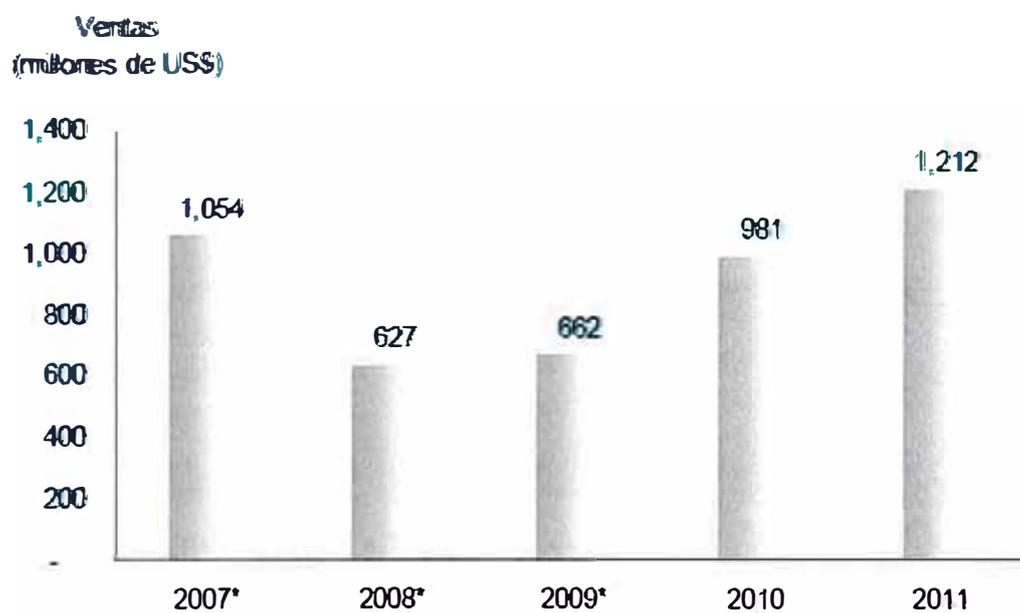
## ORGANIGRAMA CORPORATIVO “VOLCAN COMPAÑÍA MINERA”

### ORGANIGRAMA CORPORATIVO

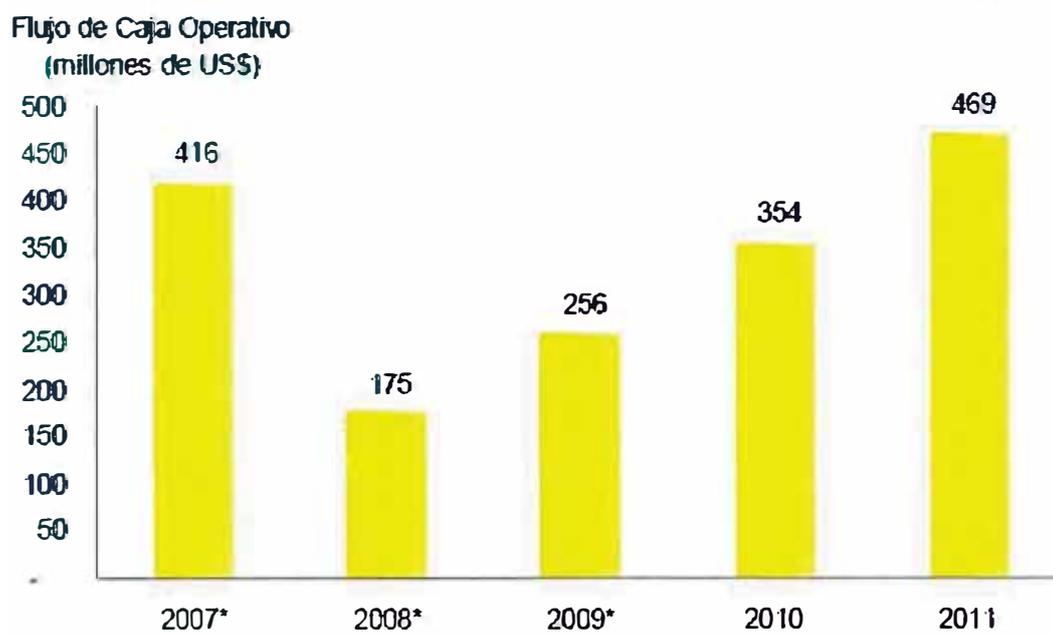
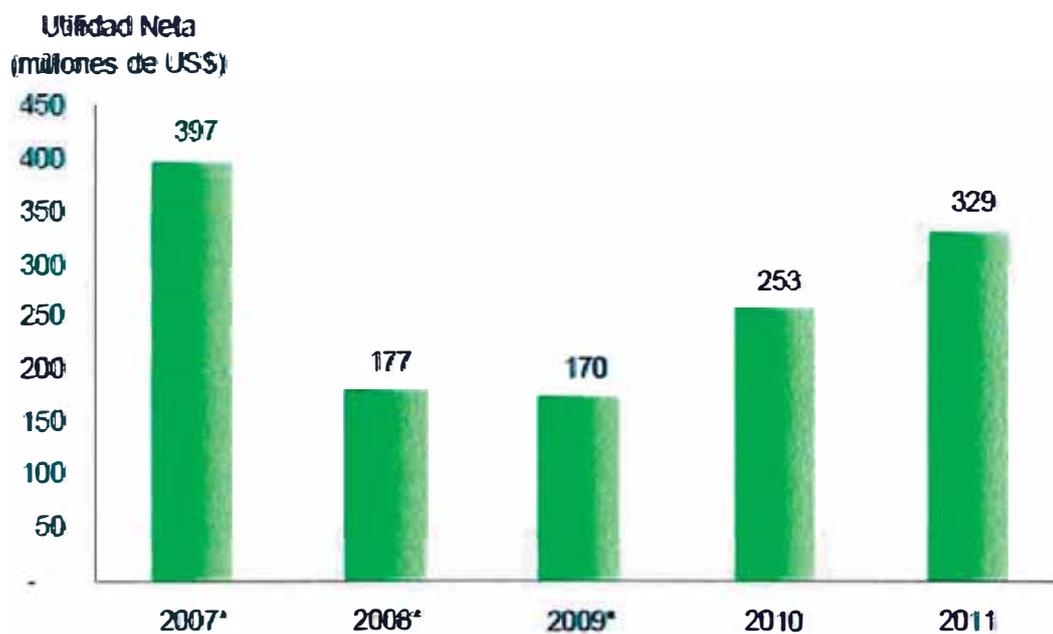


FUENTE: Organigrama Volcán Compañía Minera

## INDICADORES FINANCIEROS



FUENTE: Memoria Anual 2011 - Volcán



FUENTE: Memoria Anual 2011 – Volcán

## RANKING DE PRODUCCIÓN PERÚ 2011 – EN FINOS

Zinc	Miles TM
<b>Volcan Compañía Minera S.A.A. y Subsidiarias</b>	<b>327.6</b>
Compañía Minera Antamina S.A.	270.5
Compañía Minera Milpo S.A.	161.3
Empresa Minera Los Quenuales S.A.	146.0
Compañía Minera Atacocha S.A.A.	47.9
Plomo	Miles TM
<b>Volcan Compañía Minera S.A.A. y Subsidiarias</b>	<b>68.1</b>
Compañía Minera Milpo S.A.	17.6
Sociedad Minera Corona S.A.	16.3
Empresa Minera Los Quenuales S.A.	15.7
Compañía Minera Raura S.A.	11.7
Plata	Millones Oz
<b>Volcan Compañía Minera S.A.A. y Subsidiarias</b>	<b>21.2</b>
Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	12.7
Compañía Minera Antamina S.A.	11.7
Minera Suyamarca S.A.C.	8.6
Compañía Minera Ares S.A.C.	6.7

Fuente: Estadísticas MEM