

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



" Análisis de Costos de Discalidad en los Procesos de Perforación y Voladura
en la Mina Huarón - Zona Sur "

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

EDUARDO PIERRE CHACON MELGAREJO

LIMA, 06 de Mayo del 2005

RESUMEN

Dentro del ciclo de minado; las operaciones unitarias de perforación y voladura son las que tienen mayor incidencia en el costo y la eficiencia de las siguientes operaciones y por consiguiente en el éxito del desarrollo del ciclo de minado.

El alumno realizara un diagnostico de la Mina Huarón describiendo los procesos unitarios de perforación y voladura que se realizan para las labores de exploración, labores de preparación y desarrollo y de explotación, con la finalidad de identificar los diversos factores que influyen en la realización de un trabajo eficiente.

Seguidamente realizara una investigación bibliográfica sobre los principios y fundamentos de la calidad en diversos aspectos que incluyan definiciones de calidad y discalidad, control de calidad, gestión de costos relativos a la calidad, para luego aplicar estos conceptos en la identificación de los costos relativos a la calidad mediante estudios de tiempos y movimientos y un análisis operacional de los procesos.

Con la información obtenida el alumno formulara estrategias para disminuir los costos proponiendo mejoras en los procedimientos de trabajo para las operaciones de perforación y voladura. Finalmente de manera general se propondrá la implementación de estas estrategias identificando las prioridades, recursos, presupuesto y control, que tengan como finalidad obtener una operación con un alto nivel de calidad y rentabilidad.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
SECCION INGENIERIA DE MINAS

Tema de Tesis para optar el Título de Ingeniero de Minas

Propuesto por :Ing Antonio Samaniego
Asesor :Ing Mario Cedrón
Alumno :Eduardo Pierre Chacón Melgarejo (1996.00284.412)
Tema: 44

" Análisis de Costos de Calidad en las operaciones de Perforación y Voladura de la Mina Huarón - Zona Sur "

Dentro del ciclo de minado, las operaciones unitarias de perforación y voladura son las que tienen mayor incidencia en el costo y la eficiencia de las siguientes operaciones y por consiguiente en el éxito del desarrollo del ciclo de minado.

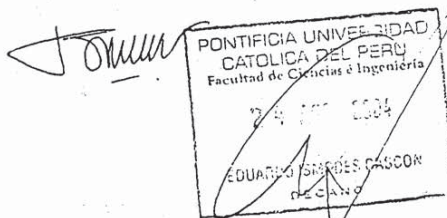
El alumno realizara un diagnóstico de la Mina Huarón describiendo los procesos unitarios de perforación y voladura que se realizan para las labores de exploración, labores de preparación y desarrollo y de explotación, con la finalidad de identificar los diversos factores que influyen en la realización de un trabajo eficiente.

Seguidamente realizara una investigación bibliográfica sobre los principios y fundamentos de la calidad en diversos aspectos que incluyan definiciones de calidad y discalidad, control de calidad, gestión de costos relativos a la calidad, para luego aplicar estos conceptos en la identificación de los costos relativos a la calidad mediante estudios de tiempos y movimientos y un análisis operacional de los procesos.

Con la información obtenida el alumno formulara estrategias para disminuir los costos proponiendo estándares de trabajo para las operaciones de perforación y voladura. Finalmente propondrá la implementación de estas estrategias identificando las prioridades, recursos, presupuesto y control, que tengan como finalidad obtener una operación con un alto nivel de calidad y rentabilidad.

San Miguel 17 de Agosto 2004.

Máximo: 100 páginas



Av. Universitaria cdra. 18, San Miguel. Apartado 1761 - Lima-100, Perú. Telfs.: 460-2870, anexos 252 - 253. Telefax: 460-0010
<http://www.pucp.edu.pe/minas/>

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que de alguna manera intervinieron e hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de tesis.

A la Cía. Minera Huarón S.A, así como a los ingenieros y trabajadores por facilitar y permitir el uso de la información para el desarrollo del presente trabajo.

Así mismo y de manera especial al Ing. José Sánchez Parra, Ing. Juan Romero Belón, topógrafos, geólogos, trabajadores y amigos de la Empresa Especializada MAS ERRAZURIZ DEL PERÚ S.A.C, de la cual forme parte, por su incondicional apoyo y gracias a sus valiosos consejos y experiencias me han permitido elaborar y concluir la presente tesis.

A mis padres y hermanos la eterna gratitud.

Dedicatoria:

**A mi madre y padre por todo su apoyo
incondicional en mi desarrollo profesional.**

Objetivos de la Tesis

Se tiene como principal objetivo demostrar la utilidad de la Gestión de Costos Relativos a la Calidad para el mejoramiento y control de los Costos de Perforación y Voladura en la Zona Sur de la Mina Huarón.

La identificación de los Costos Calidad y de Discalidad nos permitirá determinar estrategias para incrementar los Costos de Calidad con el fin de mejorar los procesos de perforación y voladura, obteniendo productos con calidad, productividad, rentabilidad y seguridad.

Fundamentos

Esta tesis se fundamenta en los siguientes aspectos:

- 1) Difusión de Buenas Prácticas: Los Conocimientos de Calidad, Sistemas de Gestión Integrados, Planeamiento Estratégico, se viene difundiendo hoy en día con el fin de establecer ventajas competitivas en las empresas y mantener el negocio en el tiempo, estudios relacionados a la gestión de los costos relativos a la calidad en el sector construcción nos indica un 8 a 10% de costos de discalidad, generalmente estos costos no se visualizan. Es por ello que será de gran utilidad para el sector minero, la aplicación de estos conceptos con el fin de mejorar la calidad en los procesos operacionales y de gestión.
- 2) Situación de Mina Huarón: Si bien es cierto se ha mejorado el trabajo en los últimos años, aún se observa problemas en las operaciones (baja disponibilidad operativa, mala fragmentación, frentes soplados, etc.), es decir hay falta de calidad en el trabajo, por lo que es necesario determinar cuales son las causas que generan esta baja performance, consumos excesivos de materiales sobretodo en perforación, voladura, sostenimiento por lo que un adecuado análisis de Costos

v

Relativos a la Calidad nos servirá para establecer las estrategias adecuadas para corregir y mejorar las deficiencias y percibir los beneficios operacionales, económicos del desarrollo de un trabajo desarrollado bajo la óptica de la gestión de la calidad.

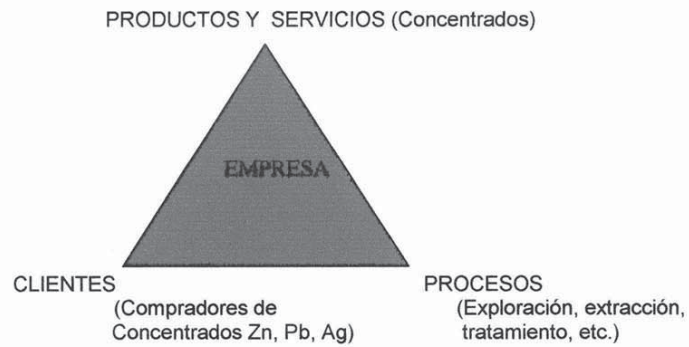
INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas para mantener el liderazgo, competencia y posicionamiento dentro del mercado interno y externo, optan por implementar dentro de sus organizaciones las llamadas "Buenas Prácticas", que le van a permitir una buena imagen hacia sus clientes y proveedores. Es así que cuando se desea realizar cambios en los procesos, se está implicando una modificación de la cultura, forma de ser y actuar de las personas que participan en la organización de la empresa.

En los últimos años la cotización de los metales como el Cu, Zn y la Ag han presentado bajas, por lo que muchas empresas mineras han tenido que verse obligadas a reducir sus costos operativos y administrativos.

Dentro de este contexto en la Mina Huarón se vienen desarrollando estrategias de trabajo con el fin de aumentar la rentabilidad, eficiencia y productividad, pero vemos que es necesario un buen diagnóstico, es decir una buena identificación de nuestras fallas y sus efectos negativos en los costos debido a una mala operación o administración, estos costos los llamamos costo de discalidad (costos de no calidad).

En el siguiente esquema se presente la misión general de cualquier empresa minera (Gráfico Nro. 01)



Con el fin de cumplir con éste propósito es necesario que nuestra actitud esté de acuerdo con la filosofía de la calidad; además debemos tener bien en claro las bases conceptuales como:

- Lo que no se mide no se controla
- Lo que no se controla no se administra
- Lo que no se administra no se mejora
- Lo que no se mejora deja de ser útil.
- Por ello ¡es necesario medir!

TABLA DE CONTENIDOS

1. CAPITULO I: GENERALIDADES.....	10
1.1. Ubicación.....	10
1.2. Accesibilidad.....	10
1.3. Topografía.....	10
1.4. Clima.....	11
1.5. Historia.....	11
2. CAPITULO II GEOLOGIA.....	12
2.1. Geología Regional.....	12
2.2. Geomorfología.....	14
2.3. Geología Local.....	15
2.4. Estratigrafía.....	16
2.5. Geología Estructural.....	18
2.6. Geología Económica.....	20
2.6.1. Paragenesis.....	20
2.6.2. Tipos de Yacimiento.....	21
2.6.3. Alteración.....	22
2.6.4. Zoneamiento.....	23
2.6.5. Mineralogía.....	23
2.7. Reservas.....	25
3. CAPITULO III GENERALIDADES DE LA MINA.....	26
3.1. Generalidades.....	26
3.2. Descripción de Labores de Avance.....	26
3.2.1. Descripción de Procesos Unitarios en Frentes.....	27
3.2.2. Descripción de Procesos Unitarios en Rampas Principales.....	28
3.2.3. Descripción de Procesos Unitarios en Subniveles en mineral.....	28
3.2.4. Descripción de Procesos Unitarios en Chimeneas.....	29
3.3. Labores de Producción (Tajeos).....	30
3.3.1. Corte y Relleno Ascendente Semi Mecanizado.....	30
3.4. Servicios Auxiliares.....	35
3.4.1. Relleno Hidráulico.....	35
3.4.2. Ventilación.....	35
3.4.3. Instalaciones de Agua.....	36
3.4.4. Instalaciones de Aire Comprimido.....	36
3.4.5. Instalaciones Eléctricas.....	36
4. CAPITULO IV PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA CALIDAD.....	37
4.1. Generalidades.....	37
4.1.1. Definiciones.....	37
4.1.2. Principales Gurus de la Calidad.....	38
4.1.3. Gestión de la Calidad.....	38
4.2. Métodos de Control de Calidad.....	40
4.2.1. Métodos de Aplicación.....	40
4.2.2. Herramientas de Control de Calidad.....	40
4.3. Gestión de Costos Relativos a la Calidad.....	43
4.3.1. Introducción.....	43
4.3.2. Definición de Costos Relativos a la Calidad (CDR).....	47

4.3.3.	Costos de Calidad	47
4.3.4.	Costos de No Calidad (CNC).....	49
4.3.5.	Costos Relativos a la Calidad No Directos.....	51
4.3.6.	Pérdidas Relativas a la Calidad.....	53
4.3.7.	Razones para utilizar los CRC.....	53
4.3.8.	Los Costos como Herramienta de Gestión	54
5.	CAPITULO V IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE DISCALIDAD.....	56
5.1.	Generalidades.....	56
5.2.	Análisis de los Procesos de Gestión	57
5.3.	Análisis de la Operación: Perforación (Diagnóstico)	58
5.4.	Análisis de la Operación: Voladura (Diagnóstico).....	63
5.5.	DIAGNOSTICO DE LAS OPERACIONES ANALIZADAS	68
5.6.	Costos de Discalidad en Perforación y Voladura	82
5.6.1.	Costo de Falla Interna.....	82
5.6.2.	Costo de Falla Externa.....	83
5.6.3.	Costo de Discalidad (Resumen).....	84
5.7.	Costos de Calidad	85
5.7.1.	Costo de Prevención	85
5.7.2.	Costo de Evaluación	85
5.7.3.	Costo de Calidad.....	85
5.8.	Costos Relativos a la Calidad.....	86
6.	CAPITULO VI: DETERMINACION DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA DISCALIDAD.....	94
6.1.	Identificación de Requerimientos y Alternativas Propuestas	94
6.2.	Identificación de los Costos de Calidad.....	94
6.3.	Estándares de Trabajo en Perforación y Voladura.....	95
6.3.1.	Metodología de Trabajo.....	95
6.3.2.	Estándares y Procedimientos	98
6.4.	Capacitación.....	98
6.4.1.	Capacitación Técnica-Operativo.....	98
6.4.2.	Capacitación en Gestión	99
6.5.	Adquisiciones.....	100
7.	CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
7.1.	CONCLUSIONES	101
7.2.	RECOMENDACIONES.....	106
8.	BIBLIOGRAFIA	107
9.	ANEXOS	107

1. CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Ubicación

Sierra Central del Perú; Flanco Este de la Cordillera Occidental.

Distrito Huayllay, Provincia y Departamento de Pasco.

76°25'21.8" Longitud Oeste

11°00'00.0" Latitud Sur

Con una altitud entre 4,250 y 4,800 m.s.n.m.

1.2. Accesibilidad

Lima-Carretera Central-La Oroya-Unish 280Km Asfaltada

Unish-Mina Huarón 40Km Afirmada

Lima-Huaral-Huarón 210Km

Lima-Canta-Huarón 215Km

Por Avioneta Lima-Vicco 30' Vicco-Huarón 30' en camioneta.

1.3. Topografía

Es accidentada, marcada por la presencia de quebradas como Porvenir, Mano de Dios, etc. Los valles y circos glaciares han sido formados por la erosión glacial predominante. El drenaje es detrítico. Las elevaciones alcanzan 4490 msnm (Cerro Mush Mush).

1.4. Clima

Es predominante frígido, característico de la Región Puna, presentando dos variantes climatológicas: Noviembre a Abril con lluvias constantes y la otra relativamente seca en el resto del año.

1.5. Historia

En el año 1912 se funda la Comagnie des Mines de Huarón, con capital francés; luego de 16 años de fundada la compañía se construye la primera planta concentradora por flotación para luego ampliar y modificar esta planta que operó hasta 1957.

En 1978 la empresa cambia de razón social que en adelante es Cia. Minera Huarón S.A. con la participación de capital peruano francés. Huarón en los años 80 llegó alcanzar los niveles más altos de producción (40,000 tm/mes). Debido a la caída del precio de los metales, la producción comenzó a declinar hasta poner al borde del cierre la unidad operativa por los sucesivos años de pérdida que se venían acumulando.

En el año 1996 el Grupo Mauricio Hirsch se hace cargo hasta abril de 1998, año en que se produce la inundación de la laguna Naticocha que se registró a través de la vecina unidad de Animón, perteneciente a Chungar, con la que tenía labores contiguas. Posteriormente en Marzo del 2000 Pan American Silver S.A. adquiere el 71.8% de la participación de la mina Huarón. La producción acumulada desde que se inició sus operaciones en 1912 fue de 220 millones de onzas extraídas de sus 70 vetas conocidas.

Hasta la fecha los recursos minerales de Huarón incluían los 100 millones de onzas de Ag contenidas en 13 millones de toneladas con una ley de mineral de 239 gr/tn de Ag, 4% de Zn, 2.2% de Pb y 0.5 % de Cu.

Pan American Silver S.A. evaluó 2.5 millones de toneladas de reservas probadas y probables existentes que en total superan los 6 millones de toneladas determinando su acceso y explotación.

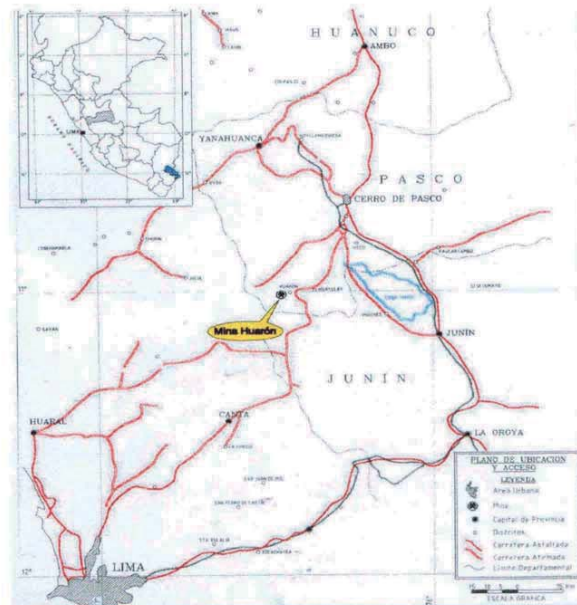


Ilustración 1: Plano de Ubicación
Fuente: Geología Cia Minera Huarón

2. CAPITULO II GEOLOGIA

2.1. Geología Regional

En el distrito minero de Huarón la roca más antigua que aflora son rocas sedimentarias (margas, conglomeraos y calcáreos) que corresponden a la formación Capas Rojas pertenecientes al Cretáceo Superior Terciario inferior (Oligoceno) sobre esta secuencia se tiene material volcánico que esta constituido

por coladas, tufos y las ingimbritas del "Bosque de Rocas" , posteriormente toda esta secuencia sedimentaria volcánica fue cortada por un dique porfírico, que tiene un rumbo NS.

Las calizas rosadas que afloran con paquetes intermedios fosilíferos se relacionan con las calizas Triásicas superiores-Jurásicas inferiores del Grupo Pucará.

Las capas rojas (Cenozoico) se encuentran ampliamente distribuido en Huarón y lo largo de la cordillera occidental, están formados de abajo hacia arriba dentro de las capas rojas podemos observar:

Una secuencia de lutitas-arcillas-areniscas rojas de diferentes espesores, siendo este la serie roja inferior. Conglomerados silíceos con clastos bien redondeados, conocidos como Bernabé. Sucesiones de lutitas grises y areniscas, con huellas de dolomitización. Rocas calcáreas silicificados y dolimitizados, observando en la parte superior un nivel calcáreo totalmente silicificado conocidos como Chert de Sevilla. Conglomerados abarcados por la silicificación de los cherts, areniscas lutitas y limonitas calcáreas.

La serie de tufos, brechas y areniscas conglomeráticas como características propias de los conglomerados gruesos son la base de la serie abigarrada, sus paquetes se intercalan con calizas.

Las tobas grises (volcánico de Huallay) cubren una gran extensión con formas caprichosas, como consecuencias del intemperismo y de la erosión.

La meteorización en la zona de estudio se observa afloramiento de crestones en forma de farallones, cuando el relleno mineralizado es más duro que la caja, por el contrario cuando el relleno mineralizado es más suave que las cajas forma una especie de zanjas, es común ver las incidencias de oxidación a lo largo de estos

afioramientos. El proceso de destrucción de minerales y rocas fue originado teniendo como factor principal las variaciones climáticas del área.

2.2. Geomorfología

Huarón se extiende entre la cordillera oriental y occidental con un relieve moderadamente accidentado. La actuación de los glaciales es bastante marcada, hace miles de años enormes corrientes de hielo cubrieron la región, encontrándose huellas en las crestas más elevadas (4,830 msnm) al igual que en el fondo de los valles.

El intemperismo fue menos intenso que los glaciales. Se presentan formas relacionadas con alteración y fracturamiento ayudados por causas físicas y químicas, produciendo hidratación e hidrólisis que tienen como consecuencia caolinización, oxidaciones, etc.

El drenaje en esta zona es de forma detrítica. Las aguas son captadas por el río San José que discurren de Oeste a Este, formando así uno de los tributarios del río Mantaro, que a la vez forma parte de la vertiente del atlántico.

El agua para la mina se obtiene de la laguna Yacsacocha que a la vez es alimentada por otras lagunas en forma escalonada y comunicadas entre sí.

Para el campamento San José el agua de uso doméstico se obtiene de un manantial (puquio).

Estas estructuras están enmarcadas dentro del anticlinal. Los flancos están constituidos de sedimentos de Edad Eocena a Oligoceno (Cenozoico). La mineralización relaciona a diques monzoníticos del Mioceno.

Formas de Mineralización:

Vetas: En fallas o fracturas mineralizadas predominando la longitud horizontal sobre la vertical. Siendo las potencias variables. Ejemplos tenemos a la veta alianza, veta 4, veta travieso, veta yanacrestón, etc.

Vetas-Manto: Vetas estratiformes siguiendo el buzamiento de las capas sedimentarias (formación Casapalca inferior y superior), ejemplos San Narciso, Caprichosa, Fastidiosa, Santa Rita, etc.

Bolsonada: Presenta cuerpos de forma irregular emplazada en conglomerado o cherts por reemplazamiento, ejemplos Sevilla, Bernabé, Córdova, etc.

2.4. Estratigrafía

Este yacimiento se encuentra sobre rocas sedimentarias conocido como Capas Rojas, en Huarón se distinguen 4 series:

1. Serie Inferior: Constituido por las Capas Rojas inferiores, margas, y areniscas, ubicándose en el centro y la parte más profunda del anticlinal, obteniéndose una potencia mayor a 800 metros.
2. Serie Media: Constituida por las Capas Rojas superiores en la bases encontramos el conglomerado Bernabé que esta constituido de clastos de cuarcita con una matriz escasa, en el centro se encuentra areniscas, margas y en el techo el calcareo chertico de sevilla. Siendo esto el límite de una fuerte erosión.

3. Serie Superior: Perteneciente al miembro Huarón, tiene la forma de una cuna en su base, tiene 5 niveles de conglomerados. El conglomerado inferior tiene bloques grandes (chert Sevilla) variando hasta conglomerado Bernabé redepositado, luego existe areniscas moradas y un nivel pequeño calcáreo.
4. Serie Superior (abigarrada): El único presente en ambos flancos del sinclinal, el flanco Oeste es más completo que el flanco Este, que se encuentra poco silicificado, en este flanco Oeste se inicia con conglomerado teniendo una base favorable a la mineralización.

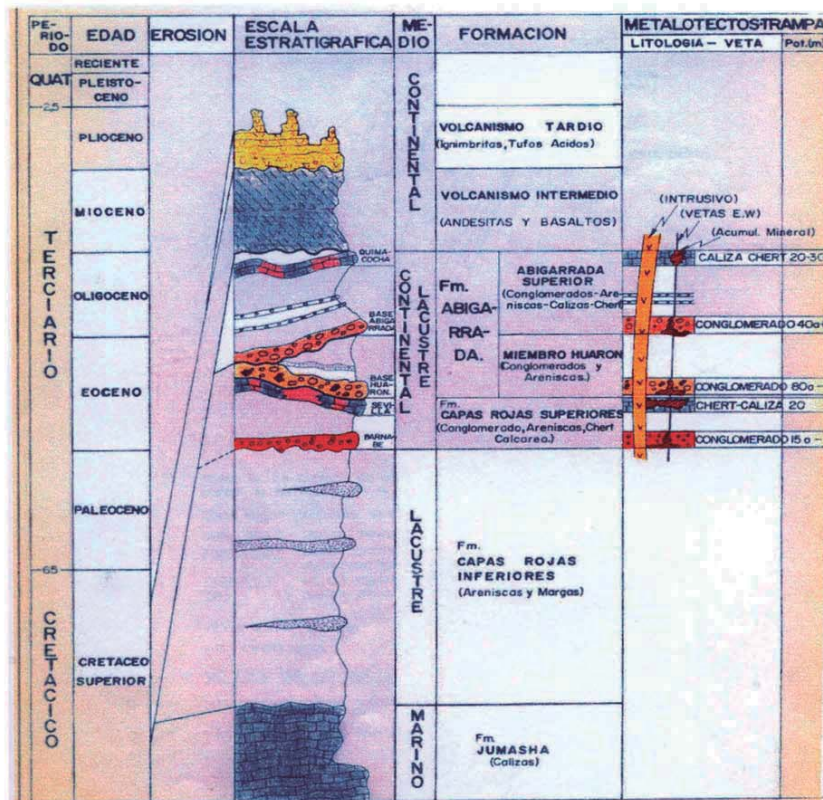


Ilustración.3: Esquema Estratigráfico de Huarón

Fuente: Geología Cia Minera Huarón

2.5. Geología Estructural

La estructura mayor y mas importante corresponde es un anticlinal asimétrico con rumbo N25°W. El anticlinal esta formado por sedimentos continentales del Cretáceo Superior al Terciario Inferior "Capas Rojas Casapalca " que contienen margas, lutitas, areniscas, conglomerados, sedimentos calcáreos, chert y otros; los cuales fueron plegados y fallados por actividad tectónica del Eoceno-Plioceno. La resultante orientada al N65°E y hacia arriba fue aplicada en la parte central del Distrito.

El relajamiento de fuerzas tectónicas compresionales pre-intrusivas a lo largo de zonas axiales originaron zonas de debilidad y rupturas en el anticlinal; los que sirvieron de canales de circulación de fluidos ígneos " monzoníticos - cuarcíferos " formándose diques axiales longitudinales y transversales.

Reactivación Tectónica post - intrusiva y esfuerzos compresionales originó fracturamiento pre-mineral transversal E-W, longitudinal N-S y movimiento "Horstico" de la parte central del Distrito.

Huaron, básicamente es un yacimiento Filoniano y se conocen alrededor de un centenar de vetas con longitudes entre 100 y 1,800 mts y potencia de 0.30 a 6.00 m. explotados hasta 550 m desde superficie (4830) hasta el nivel base Huaron (4250) en un área de 3 por 4 Km.

Los filones son fundamentalmente de rumbo E-W con buzamientos entre 60° y 88° al norte y al sur perpendiculares al eje del anticlinal, limitados por 2 grandes fallas de cizalla que forman una "X" dividiendo el anticlinal de Huaron en Cuatro sectores; cada una con sus propias características.

Otras vetas son concordantes con la estratificación y solo se presentan en el flanco W del anticlinal.

Existen también acumulaciones de minerales de forma irregular "Bolsonadas" entrampadas en estratos favorables (conglomerados y chert) así como pequeños pórfidos y brechas mineralizadas relacionadas a intersecciones de vetas.

Estudios microscópicos han podido determinar 91 especies minerales entre mena y ganga, Ag, Zn, Pb, Cu, constituyen el objeto de su explotación donde la Ag es el 80% del mineral económico.

Los principales minerales son: Sulfosales de Ag-Cu (Tetraedrita), Esfalerita, Galena, Tenantita junto con Cuarzo, Pirita, Rodocrosita, Rodonita, Manganocalcita y alabandita.

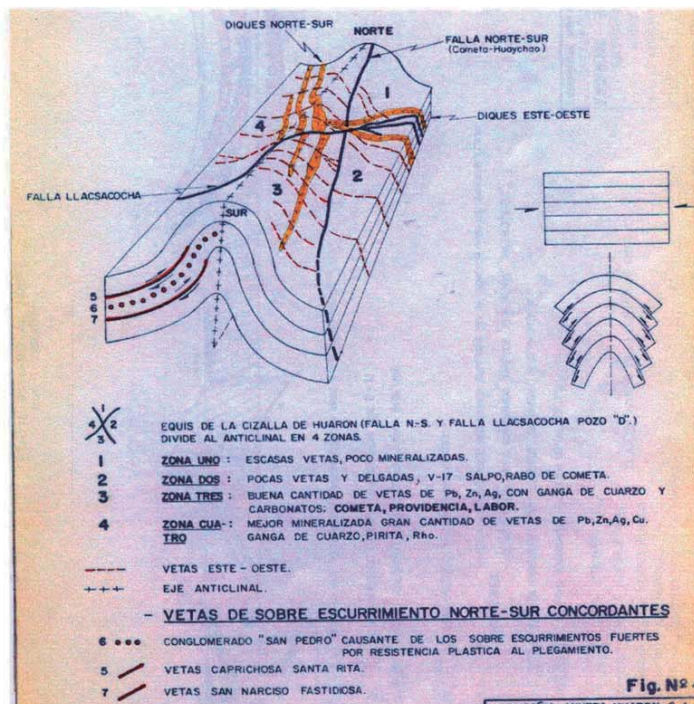


Ilustración 4: Esquema Estructural de Huarón
Fuente: Geología Cia Minera Huarón

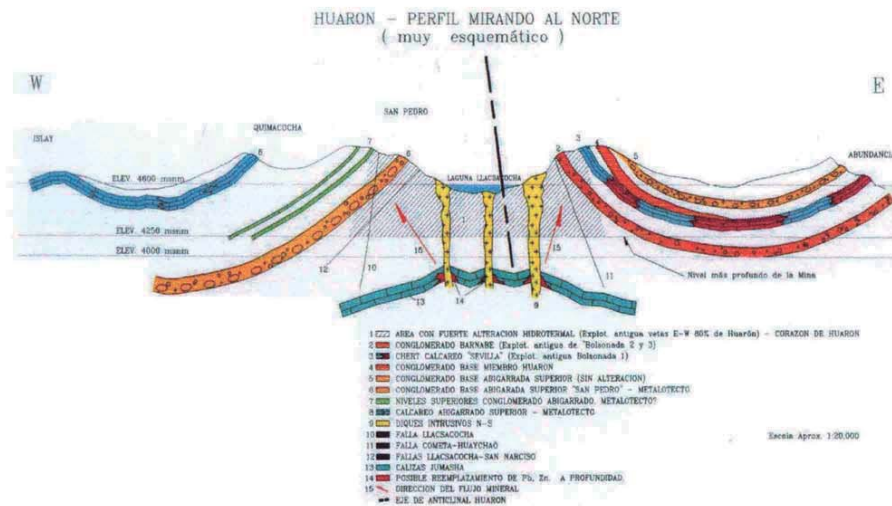


Ilustración 5: Perfil Huarón mirando al Norte
Fuente: Geología Cia Minera Huarón

2.6. Geología Económica

2.6.1. Paragenesis

Estudios detallados de los diferentes tipos de mineral y de fases de alteración hidrotermal de las rocas de caja y su distribución en el yacimiento, ponen en evidencia una paragénesis compleja y relacionada a 3 principales fases o etapas de mineralizaron.

La existencia de varios tipos de mineral dentro de una misma estructura de veta se interpreta como el resultado de nuevos aportes, removilizaciones y emplazamientos.

Estudio con microsonda electrónica sobre los minerales con plata demuestran que:

-62% de Ag esta en tetraedrita(Cu₃SbS₃)

-15% de Ag esta en galena antimoniada.

-06% de Ag esta en tenantita (Cu_3AsS_3)

-06% de Ag esta en blenda (SZn)

-11% de Ag esta en pirita y otros minerales

La mineralización de Huarón se debe al magmatismo Mioceno (7 a 8 M.A y es post intrusiva)

2.6.2. Tipos de Yacimiento

Se ha reconocido cinco tipos principales.

a) TIPO TRAVIESO

Formado por abundante enargita, tetraedrita y cuarzo, en cantidad moderada calcita y rodocrosita, en pequeñas cantidades esfalerita y galena; la estructura es dique (Veta: Travieso)

b) TIPO TRIPLE

- Subtipo A: Formado por abundante pirita, rodocrosita, enargita tetraedrita, esfalerita en cantidad moderada y galena en menor cantidad. La estructura es filoniana y de corte. (Vetas: Alianza, Tapada y San Francisco)

- Subtipo B: Igual mineralogía que la anterior pero la estructura es manto. (Vetas : San Narciso, Fastidiosa)

c) TIPO PB / ZN

- Subtipo A: Formado por abundante esfalerita, galena, pirita y pequeña cantidad de fluorita y arsenopirita. Estructura filoniana (Veta: Cometa, Roque, Martín, Shiushasud, Providencia, Yanacreston, Rosa, Pozo de Tato)

- Subtipo B: Igual que la anterior en mineralogía pero estructura estratiforme. (Vetas: Bernabé, Sevilla 1,2,3 y 4)

d) TIPO PB / ZN ARGENTIFERO

Formado por galena argentífera y esfalerita en abundante cantidad, pirita y cuarzo en menor proporción. Estructura filoniana. (Vetas : Rosario, Mc Queen, Andalucía E, Restauradora E)

e) TIPO CONGLOMERADO

Con alto contenido de Gm/Si/Cpy en estructura lenticular. (Veta : San Pedro)

2.6.3. *Alteración*

La alteración de la roca encajonante consiste en:

- a) Silificación: Como consecuencia de las reacciones hidrotermales se van acumulando remanentes de sílice que agregados a las soluciones van a determinar finalmente las silificaciones del yacimiento.
- b) Poca Sericitación: Representa un grado intermedio de alteración y se caracteriza por la formación de sericita y arcillas del grupo caolinita.
- c) Abundante Propilitización: Producido por soluciones calientes e hidratadas, ricas en bióxidos de carbono. La roca propilitizada esta compuesta de epidota, clorita, uralita, serpentina y carbonatos.
- d) Piritización: Por medio de este fenómeno de alteración la roca encajonante lleva diseminada pirita en los contactos de mineralización, la que alcanza diferente profundización de acuerdo a las condiciones favorables para: la solidificación, originando mayores efectos en la margas, por lo tanto es esta roca con mayor claridad de piritización.

2.6.4. Zoneamiento

El distrito minero de Huarón presenta un zoneamiento horizontal bien marcado desde la zona central hacia la periferia; son los siguientes:

- a) Zona central: Con minerales de cobre: enargita, pirita, cuarzo (Travieso).
- b) Zona intermedia: Conformado por minerales de cobre, plomo y zinc: enargita, pirita, tetraedrita, esfalerita, galena (Tapada, San Narciso, Alianza)
- c) Zona periférica: Minerales de plomo y zinc con abundante plata. (Restauradora E, Andalucía E, Vera Rosario, Mc Queen)

2.6.5. Mineralogía

Los principales minerales observados son:

- o Galena: Se le encuentra en filones asociados con la esfalerita, pirita, calcopirita y cuarzo. Con frecuencia lleva una cantidad notable de plata.
- o Blenda: Mineral de color rubio, se presenta en potentes filones masivos.
- o Calcopirita: Se presenta masiva, tiene una estructura tipo blenda o esfalerita, es el mineral de cobre mas corriente y una de las fuentes mas importantes de este metal, aparece en filones metálicos del tipo de alta temperatura.
- o Tetraedrita: Mineral de color gris brillante, sin clivaje definido y compacto cuando están frescos. En alteración toma un tinte ligeramente rojizo en las superficies.
- o Enargita: Se le encuentra en cristales muy pequeños y alargados, también masivamente granular o columnar.

- o Rodocrosita: Se presenta en masas exfoliadas, granular y compacta de un color rosado claro, transparente y translucido, comúnmente ocurre como mineral de ganga en vetas, especialmente asociados a la plata, plomo y con menas de cobre y con otros minerales de manganeso.
- o Pirita: Se altera fácilmente a óxido de hierro, normalmente a limonita, así grandes masas de limonita que están cerca de la superficie están alteradas y transformadas en una masa celular de limonita, denominado Gozan, cobertero o montero de hierro.
- o Calcita: Se presentan en forma de cristales, pero en la misma se le conoce en agregados finos y gruesos. También en masa granular finas o compactas, terroso y en forma de estalacitas. A veces en su variedad de aragonito.
- o Arsenopirita: Se presenta generalmente en forma granular o compacta, a veces en forma columnar. Otras veces presenta cristales prismáticos, la zona del prisma es estriada.
- o Cuarzo: Se presenta en forma de cristales prismáticos con una variedad como cristales de roca (cuarzo incoloro), amatistas (cuarzo coloreado de púrpura o violeta), cuarzo rosado (generalmente sin forma de cristal), cuarzo lechoso (de color blanco lechoso), etc.
- o Limonita: Mineral amorfo, se le halla en masas laminares, modulares o terrosas. Se forma por las soluciones o alteraciones de los minerales de hierro previamente existentes por la exposición a la humedad y al aire.

Fuera de estos minerales se encuentran también otros de menor importancia como la hematita goelica, calcedonia, opalos, yeso, etc. repartidos generalmente en las fracturas de la roca.

2.7. Reservas

RECURSOS MEDIDOS E INDICADOS 8,960,230 TMS (ENERO - 2,004)

ZONA	TMS	%PB	%ZN	%CU	GR. AG	VPT \$
Zona 1	4,346,650	2.50	4.00	0.33	228.53	41.17
Zona 2	2,033,290	1.88	3.41	0.60	246.36	41.37
Zona 3	1,264,915	1.69	3.71	0.32	225.11	37.72
Zona 4	669,760	4.21	4.69	0.10	208.47	44.44
Zona 7	645,615	1.53	5.06	0.51	157.15	36.15
Total	8,860,230	2.30	3.95	0.39	225.45	40.61

RECURSOS INFERIDOS

ZONA	TMS	%PB	%ZN	%CU	GR. AG	VPT \$
Total	2,341,500	2.46	3.97	0.37	245.45	42.80

Cuadro 1- Recursos medidos e inferidos

La producción se ha localizado en las Zonas 1 y 2.

3. CAPITULO III GENERALIDADES DE LA MINA

3.1. Generalidades

El método de explotación empleado en la mina Huarón es corte y relleno ascendente semi mecanizado, utilizando relleno hidráulico en la mayoría de los casos y relleno detrítico eventualmente.

La mina esta dividida en dos zonas: Zona Norte a cargo de la empresa I.E.S.A y la zona Sur a cargo de la empresa MAS Errazuris del Perú SAC.

La profundización de la mina es mediante rampas de -12% de gradiente en una sección de 4.0 x 4.0 metros. Las rampas se desarrollan paralelas al piso de las vetas principales o adyacentes a un conjunto de vetas de modo que permitan crear un acceso adecuado para la extracción de mineral mediante ore pass. A partir de las rampas principales se accesa a los tajos por medio de brazos (ventanas), de gradiente negativa -15% esta se bate hasta una gradiente de -18%, luego de esta se pasa a otro piso superior con otro brazo.

Los niveles están divididos entre 40 y 60 metros. Las contratas realizan todas las operaciones excepto los servicios auxiliares y la supervisión, en frentes se utiliza jackleg y scoops de 3.5, 2.2, 1.5 yd³. La ley de cabeza es de 8 oz/tc, una producción de 1,400 ton/día, costo de mina de \$ 24/ton.

3.2. Descripción de Labores de Avance

En la Mina Huarón se trabajan los siguientes tipos de avance:

- Frentes (en desmonte), generalmente accesos (cortar hacia la veta para desarrollar y explotar mineral).
- Rampas Principales y Auxiliares.

- Subniveles sobre mineral para delimitar la veta.
- By Passes (fines de optimizar la operación, evitar comunicaciones)
- Chimeneas para Ore Pass, ventilación, caminos, etc.

3.2.1. Descripción de Procesos Unitarios en Frentes

3.2.1.1 Perforación: Se realiza con perforadoras manuales (jack leg), utilizándose barrenos de longitudes de 4, 6, 8 y 10 pies. Se desarrollan secciones típicas de 2.1m x 2.4m y 3m x 3m.

3.2.1.2 Voladura: Los explosivos utilizados en la voladura de rocas son el anfo y las dinamitas pulvurentas y gelatinosas, ambas de 60%. Los accesorios de voladura son: mecha rápida, faneles, guías secas y cordón detonante; en todas las labores se realiza la voladura controlada para lo cual se minimiza la cantidad de explosivo y se promueve el uso de espaciadores de cancha.

3.2.1.3 Limpieza: De acuerdo a las secciones trabajadas donde es posible, la limpieza se realiza con scoops de 1.5, 2.2 y 3.5 yd³. En los frentes donde el ingreso de scoops es complicado la limpieza se realiza a pico y pala con la ayuda de una carretilla.

3.2.1.4 Sostenimiento: Para frentes, los elementos de sostenimiento aplicados son: split sets de 4 y 6 pies, pernos cementados de 6 pies, shotcrete con un espesor promedio de 2 pulgadas, cuadros de madera y cimbras metálicas, las tablas geomecánicas determinan el tipo de sostenimiento de acuerdo a parámetros teóricos - prácticos.

3.2.2. Descripción de Procesos Unitarios en Rampas Principales

3.2.2.1 Perforación: Se realiza con perforadoras manuales (jack leg), utilizándose barrenos de longitudes de 6, 8 y 10 pies. Se desarrollan secciones típicas de 4m x 4m.

3.2.2.2 Voladura: Los explosivos utilizados en la voladura de rocas son el anfo y las dinamitas pulvelurentas y gelatinosas, ambas de 60%. Los accesorios de voladura son: mecha rápida, faneles, guías secas y pentacort o cordón detonante; se realiza la voladura controlada en todas las labores para tal fin se utilizan espaciadores de cancha.

3.2.2.3 Limpieza

En las secciones típicas de rampas principales, la limpieza se realiza con scoops de 2.2 y 3.5 yd³.

3.2.2.4 Sostenimiento

Los elementos de sostenimiento aplicados en los frentes son split sets 6 pies, pernos cementados de 6 pies, shotcrete a espesor de 2 pulgadas, cuadros de madera y cimbras metálicas, el tipo de sostenimiento es determinado por las tablas geomecánicas.

3.2.3. Descripción de Procesos Unitarios en Subniveles en mineral

3.2.3.1 Perforación

Se realiza con perforadoras manuales (jack leg), utilizándose barrenos de longitudes de 4, 6 y 8 pies. Se desarrollan secciones típicas de 1.5m x 1.5m, 1.5m x 1.8m, 2.1m x 2.4m.

3.2.3.2 Voladura

Los explosivos utilizados en la voladura de rocas son el anfo y las dinamitas pulvelurentas y gelatinosas, ambas de 60%.

Los accesorios de voladura son: mecha rápida, faneles, guías secas y pentacort o cordón detonante; se realiza la voladura controlada en todas las labores para tal fin se utilizan espaciadores de cancha.

3.2.3.3 Limpieza

En las secciones típicas de subniveles la limpieza se realiza con scoops de 1.5 yd³. en aquella que no es posible el uso de scoops se realiza la limpieza a pico y pala con la ayuda de carretillas.

3.2.3.4 Sostenimiento

Los elementos de sostenimiento aplicados en los frentes son split sets de 4 y 6 pies, pernos cementados de 6 pies, shotcrete a espesor de 2 pulgadas, cuadros de madera y cimbras metálicas, el tipo de sostenimiento es determinado por las tablas geomecánicas.

3.2.4. Descripción de Procesos Unitarios en Chimeneas

3.2.3.5 Perforación

Se realiza con perforadoras manuales (jack leg), utilizándose barrenos de longitudes de 4 y 6 pies. Se desarrollan secciones típicas de 1.5m x 1.5m, 2m x 2m, 2m x 1.5m.

3.2.3.6 Voladura

Los explosivos utilizados en la voladura de rocas son el anfo y las dinamitas pulvelurentas y gelatinosas, ambas de 60%.

Los accesorios de voladura son: mecha rápida, faneles, guías secas y pentacord (cordón detonante), a demás se realiza la voladura controlada en todas las labores para tal fin se utilizan espaciadores de cancha.

3.2.3.7 Limpieza

La limpieza en chimeneas se realiza a pico y pala con la ayuda de carretillas.

3.2.3.8 Sostenimiento

Los elementos de sostenimiento aplicados en las chimeneas son split sets de 4 pies, cuadros de madera, puntales de línea y puntales de avance; el tipo de sostenimiento es determinado por las tablas geomecánicas.

3.3. Labores de Producción (Tajeos)

En la mina Huarón se utiliza Corte y Relleno Ascendente Semi Mecanizado.

3.3.1. Corte y Relleno Ascendente Semi Mecanizado

Este método de explotación se realiza generalmente cuando los hastiales, así como el techo son quebradizos, la seguridad en el trabajo es relativamente confiable, así como la recuperación del mineral dejado con anterioridad por el arranque de las cámaras.

En realidad el corte y relleno aplicado de la mina Huarón, es una variante del Método tradicional, ya que combina el método anterior, podemos decir que se realiza un método de corte y relleno ascendente en forma horizontal, llenando los espacios vacíos por el arranque de las cámaras. Los sectores están divididos a muy poca distancia, limitados por pilares que cumplen una función de sostenimiento temporal, hasta que dicha cámara sea rellena y actúe como un pilar simulado que permita el arranque del pilar dejado por la explotación.

En este método normalmente el arranque se realiza en franjas horizontales ó casi horizontales y en dos flancos, relleno el vacío dejado por la explotación. La variante que se practica ofrece muchas ventajas.

- A menudo se puede explotar el mineral sin pérdidas.
- El trabajo es relativamente seguro.
- Se puede explotar el mineral separado del desmonte.
- Cuando el buzamiento es leve y el relleno es bueno se puede evitar hundimientos en el piso.
- La ventilación en la explotación es buena.
- El consumo de madera es considerable, pero ofrece buena seguridad a los obreros.

3.3.1.1 Perforación

Se emplea perforadoras tipo Jackleg tanto para tajeos como para preparación, estas usarán varillas de perforación de 2', 4', 6' y 8' de 1 1/4" de diámetro.

Los trazos que se utilizaran en los tajeos serán de una malla en v, en algunos casos cuadrículado.

La malla a utilizar será de 0.6 m x 0.6 m (burden y espaciamiento iguales).

Se utiliza jack leg y stoper con barrenos integrales.

Longitud de perforación: 4 y 6 pies

Nro. Taladros: 60 a 80 tal/día

3.3.1.2 Voladura

Para la voladura se empleará: cuando hay demasiada húmeda solo dinamita (dinasol o semexsa de 65% de 7/8" x 7", guía seca con fulminante No. 06.

En caso contrario se utilizará anfo como explosivo principal además de cebo como iniciador.

Cada taladro tendrá una longitud de 6' y/o 8' en cada uno se cargará un cartucho cebo que servirá como iniciador con una prima

de 4' (guía + fulminante Nro 06), luego se colocará la carga principal (dinamita, anfo) se contará con atacadores de 1.80 y 3.0 metros de longitud, la cantidad de carga que se considera es los 3/4 de la longitud del taladro perforado...en zonas mas sueltas se empleará tacos de arcilla.

Se utiliza examón, guía de seguridad, dinamita de 65%, detonadores no eléctricos marca fanel de periodo corto, cordón detonante.

3.2.1.3 Limpieza y Acarreo

La limpieza y el acarreo de material disparados es una actividad técnica definida en la Minería que tiene por finalidad extraer el mineral de las labores para luego ser transportados de interior mina a superficie.

Se utiliza scoops de 2.2, 1.5 yd³ eléctricos y diesel para el acarreo de mineral y para el transporte a planta se utilizan camiones de 30 tn de carga máxima.

En vetas muy angostas se utilizan winches eléctricos de arrastre para la limpieza y los scoops para su transporte hacia los echaderos principales, estos desembocan en los niveles 370, 320 y 375 de donde es transportado hacia la Planta Concentradora para su posterior tratamiento.

3.2.1.4 Sostenimiento

Cuando se requiere, se utiliza puntales de madera, cuadros de madera, split set de 4' y 6'. En labores críticas se opta por dejar pilares de sostenimiento de longitudes adecuadas que permitan el trabajo con la seguridad adecuada.

3.2.1.5 Transporte de Mineral

El transporte de mineral a superficie es realizado con volquetes diesel de 30 ton. de carga máxima, promedio 4 volquetes/gdía. Se ubican en los chutes y allí se descarga el mineral, así mismo a través de cámaras de carguío.

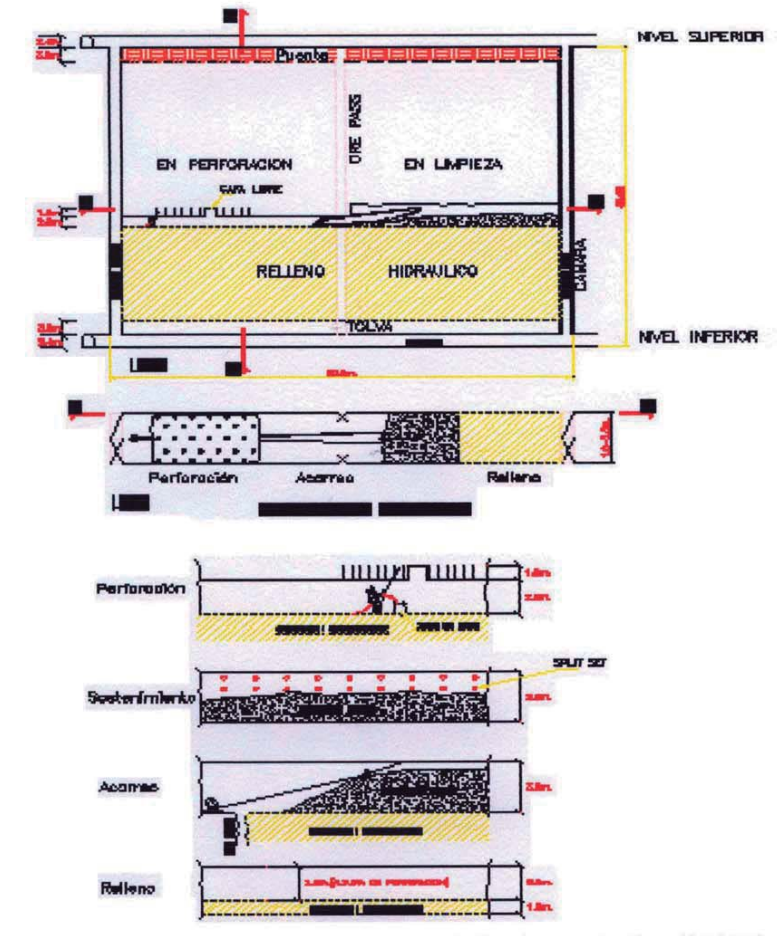


Ilustración 6: Corte y Relleno Ascendente Semi Mecanizado
Fuente: Topografía Cia Minera Huarón

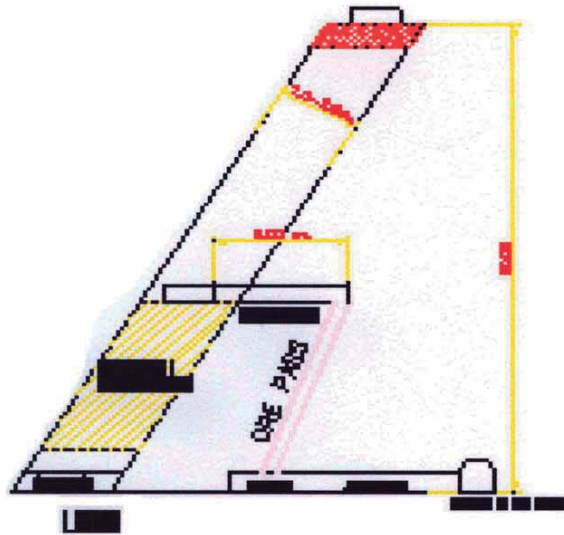


Ilustración 7: Diseño Ore Pass
Fuente: Topografía Cia Minera Huarón

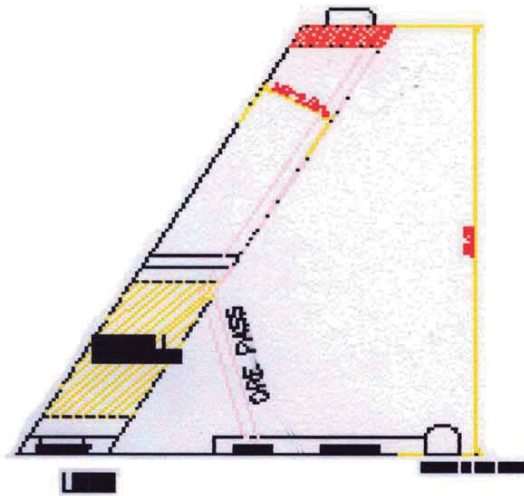


Ilustración 8: Diseño Ore Pass
Fuente: Topografía Cia Minera Huarón

3.4. Servicios Auxiliares

3.4.1. Relleno Hidráulico

El bombeo desde cancha Shiusha se realiza a través de dos líneas. La línea nueva utiliza un sistema de bombeo que arroja un caudal que tiene un aproximado de 25m³/h y una densidad promedio entre 1600 y 1700 gr/lt.

La línea antigua es un sistema de relleno por gravedad; el caudal aproximado de relleno es 12 m³/h a una densidad promedio de 1200 gr/lt.

La línea antigua es utilizada ocasionalmente en algunas zonas de la mina y en apoyo a la línea nueva cuando no se da abasto.

3.4.2. Ventilación

La mina tiende a tener una buena ventilación natural debido a las comunicaciones a superficie de chimeneas antiguas en cada nivel. Este permite un constante ingreso y flujo de aire fresco por todas estas labores y también por las bocaminas antiguas.

Sin embargo en las labores de preparación como son piques, frentes, después de cada disparo es necesario ventilar resultando la ventilación natural insuficiente. Para esto se tiene un ventilador q ingresa 56000 cfm de aire fresco constantemente. Ya dentro de la mina el aire fresco se circula por todas las labores mediante un sistema de ventilación forzada, colocando ventiladores de diferente potencia y mangas de diferente diámetro según sea el tamaño y requerimiento de la zona, la cantidad de personal y tipo de trabajo q se realice.

Asimismo cuando la situación lo requiere se utiliza las mangueras de aire comprimido por espacio de 1/2 a 1 hora aproximadamente, eventualmente venturis colocadas en la tubería de aire.

3.4.3. *Instalaciones de Agua*

Para los trabajos de perforación se utilizará agua provenientes de filtraciones de las partes altas las cuales se acumulan en un tanque ubicado en el Nivel 3300, desde allí se distribuye a las diferentes labores, a través de una red principal de tuberías fierro de 4", tuberías de polietileno de 2" para la distribución en los niveles y polietilenos de 1/2" para los tajeos.

3.4.4. *Instalaciones de Aire Comprimido*

La compresora se ubica en la entrada de la bocamina, la red comprende tuberías de polietileno de 8" para la alimentación principal, 4" para los niveles y subniveles y 1" de diámetro para la distribución a los tajeos.

3.4.5. *Instalaciones Eléctricas*

La energía eléctrica proviene de una conexión directa a la red central del Mantaro de 5500 voltios de media tensión. Un sistema de transformadores reducen a 440 voltios para winches, scoops, bombas y demás equipos y a 220 voltios para la iluminación de la mina.

4. CAPITULO IV PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA CALIDAD

4.1. Generalidades

4.1.1. Definiciones

- 4.1.1.1 Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un proceso o servicio que le confieren la actitud de satisfacer necesidades explícitas o implícitas.
- 4.1.1.2 Gestión de la Calidad:** Aspecto de la función general de gestión que determina y pone en práctica la política de la calidad.
- 4.1.1.3 Aseguramiento de la Calidad:** Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos dados relativos a la calidad.
- 4.1.1.4 Control de Calidad:** Técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir con los requisitos relativos a la calidad.
- 4.1.1.5 Sistemas de Calidad:** Estructura de organización, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para llevar a cabo la gestión de la calidad.
- 4.1.1.6 Círculo de calidad**
1. Contribuyen a mejorar la organización de la compañía.
 2. Respeta la naturaleza humana y crea un entorno de trabajo vivo.
 3. Desarrolla las aptitudes humanas utilizando su potencial ilimitado.

4.1.2. Principales Gurus de la Calidad

Nombre	Actividad mas importante
Crosby	Programa Cero Defectos
Deming	14 puntos de Gestión Mejoramiento Continuo
Feingebaun	Control de la Calidad Total
Ischikawa	Circuitos de Calidad Diagramas Causa-Efecto Control amplio de la Calidad
Juran	Tecnología de la Calidad
Masing	Manual de Aseguramiento de la Calidad
Tagushi	Función de Pérdida de la Calidad Diseño de Experimentos

Cuadro 2- Principales Gurus de la calidad

4.1.3. Gestión de la Calidad

Los consumidores tienen ahora ofertas de todas las partes del mundo, su elección puede ser hecha sobre la base del precio, sobre la base de características, variedad y servicios, sobre la base de la garantía y sobre la base de la calidad. Todos estos factores en una decisión de compra están direccionadas de manera integral en la gestión de la calidad total.

El consultor norteamericano Lov Shult dice:

" Factor importante de la Gestión Total de la Calidad es el trabajador como ser humano. El rol del trabajador ha cambiado, antes era importante por sus piernas y brazos, ahora los necesitamos por sus ideas. "

" No es suficiente para la gestión de la calidad estudiar y aprender nuevas cosas y liderar las compañías con cierta dirección, toda la organización debe aprender. "

4.1.3.1 Resultados Principales

1. Los Clientes son leales, se sienten más que satisfechos porque se cubren sus necesidades y se superan sus expectativas.
2. El Tiempo para responder a los problemas, necesidades y oportunidades se reduce al mínimo. Los costos se reducen al mínimo al eliminarse o minimizarse las tareas que no aplican valor añadido.
3. Se establece un ambiente que respalda y estimula el trabajo de equipo y lleva a un desempeño más satisfactorio, motivador y significativo para los empleados.
4. Existe una ética general de mejoramiento continuo. Además una metodología que los empleados comprenden para alcanzar un estado de mejoramiento continuo.

Principales resultados de la calidad total

	Cientes más satisfechos	Menores tiempos costos mas bajos	Mejor Clima	Mejora Continua
Los empleados comprenderán mejor a los clientes	X			X
Los bienes/servicios satisfarán completamente las necesidades	X			
Menos errores	X	X	X	
Anticipación de los problemas	X	X		X
Un lenguaje común para la solución de problemas	X	X		
Los clientes sentirán que reciben mejor trato	X			
Tiempo de respuesta más rápido	X	X	X	X
Los proveedores responden mejor	X	X		X
Mejoramiento de las materias primas	X	X		X
Una relación más cercana entre gerentes y empleados		X	X	X
Mas innovación	X	X	X	
Las personas tienen un mayor sentido de pertenencia	X		X	X
Una misión compartida del futuro				X

Cuadro 3- Principales resultados de la calidad total

4.2. Métodos de Control de Calidad

4.2.1. Métodos de Aplicación

Se debe seleccionar e implementar adecuadamente el método de control de calidad apropiado para resolver y realizar mejorar duraderas. Hay que seguir 7 pasos para determinar la causa del problema y lo que se debe hacer para solucionarlo. Este enfoque sistemático es útil para seleccionar el método más apropiado para resolver el problema y aplicar adecuadamente dicho método.

1. Identificar el problema.
2. Establecer el objetivo de mejora.
3. Analizar la causa.
4. Discutir las propuestas de mejora.
5. Implementar el plan de mejora.
6. Evaluar los resultados de la mejora.
7. Asegúrese que el problema no volverá a ocurrir.

4.2.2. Herramientas de Control de Calidad

Existen 7 herramientas de control de calidad: gráficos, diagramas de dispersión, diagrama pareto, diagramas causa-efecto, listas de chequeo, histogramas, gráficos de control y diagramas de dispersión. Además 5 nuevas técnicas: diagramas de afinidad, diagramas de relación, diagramas sistemáticos, diagramas matriciales y diagramas de flecha.

4.2.2.1 Diagrama Pareto

Los diagramas de pareto son gráficos de barras especializados que pueden emplearse para mostrar la relación de hechos tales

como los productos defectuosos, las reparaciones, los defectos, fallas ó accidentes, etc. Un diagrama de pareto presenta la información en orden descendente, desde la mayor categoría hasta la menor. Los puntos se dibujan para el total agregado en cada barra y se conectan con una línea para crear un gráfico que muestra la adición incremental relativa de cada categoría respecto al total.

4.2.2.2 Diagrama de Causa-efecto

Un diagrama de causa-efecto es un método útil clarificar las causas de un problema. Clasifica las diversas causas que se piensa afectan los resultados del trabajo, señalando con flechas la relación causa-efecto entre ellas.

El diagrama de causas-efecto se denomina a veces el diagrama de espina ó pescado -ó diagrama Ishikawa (por Kaoru Ishikawa, una en calidad que introdujo su uso), ó diagramas de características (referencia a su empleo en la identificación de la causa de diversas características de calidad, incluyendo problemas).

Obsérvese que el diagrama tiene un lado de causas y un lado de efecto. Los efectos se definen como características de calidad particulares ó problemas del trabajo. Los ejemplos incluyen calidad del producto, costos, calidad de producción, seguridad, etc.

En el lado de las causas están los factores que influyen los efectos establecidos ó características. Las dificultades incluyen los materiales, maquinaria y equipo, métodos de operación, operadores y el entorno como ejemplo de categorías principales, aunque puede emplearse cualquier descomposición que sea

relevante para un análisis. Las ramas del diagrama son flechas que indican la relación entre el efecto y los factores causales. Las flechas que conectan con la línea central semejan a ramas que parten de un tronco de árbol.

Los diagramas de causas-efectos son valiosos para cualquier proceso que pueda aplicarse. Todos los implicados en un problema deben participar, ofreciendo sus opiniones para descubrir los factores asociados con un problema.

4.2.2.3 Gráficos de Control

Un gráfico de control es un tipo de curva empleada para evaluar y mantener la estabilidad de un proceso. Sobre papel milimetrado se dibuja una línea de centro y líneas de límites de control inferior y superior (denominados líneas de control). Los datos se recogen sobre el tiempo y los valores se reflejan en el gráfico.

Los límites de control sirven como guías para controlar el estado del proceso, distinguiendo las causas aleatorias de variación de las causas específicas que deben investigarse. Si los puntos dibujados expresan la condición de un proceso caen dentro de los límites de control y no es anormal la distribución de los puntos, entonces se considera que la variación procede de causas aleatorias y el proceso es estable. Los puntos dibujados que caen fuera de los límites de control o que tienen una pauta de distribución anormal significan que el proceso es inestable, y está afuera de control. Puede hacer más estable el proceso identificando y eliminando la causa de la anomalía y tomando la acción para evitar su recurrencia.

Los gráficos de control pueden emplearse también para analizar procesos, evaluar el estado de los mismos, y los factores en la dispersión de los puntos de datos, etc.

4.3. Gestión de Costos Relativos a la Calidad

4.3.1. Introducción

La Gestión por Costos de Calidad es un Sistema que permite a las organizaciones ser más eficientes, controlar mejor sus operaciones, aplicar en forma clara y oportuna los puntos de control, bajo la premisa de evitar pérdidas en los procesos. Evitar los reprocesos, los desperdicios, con lo cual la productividad se incrementa como un efecto de las acciones mencionadas.

En la actualidad se estila de muchas cosas: Controles Estadísticos de Procesos, Just in Time, Calidad de vida de trabajo y el control total de la calidad.

El costo de la calidad es también algo que atrae poderosamente la atención, aparecen consultores de entre las estructuras, vendiendo a las gerencias sistemas de calidad con base a la reducción del costo de la calidad y, por ende, el aumento de utilidades. Piense en la cantidad adicional de producto que tendría que vender para obtener el valor equivalente en dólares en el renglón de utilidades. El doctor Juran ha observado astutamente que el lenguaje de las gerencias es el dinero. Estos consultores creen que al mencionar la rentabilidad equivalente, atraerán la atención de la gerencia e invertirán en sus sistemas de calidad. Uno tiene que aumentar su sistema financiero existente para medir los costos que supone el controlar la calidad y los costos de no poder medirla. Reducir los

costos y aumentar la calidad es lo que todo el mundo debe hacer en esta nueva era económica.

Pero reforzar uno de los sistemas inhibidores más grandes del mundo no es el medio para lograrlo, que quiere decir esto, el costo esta formado por cantidades visibles y cantidades no visibles. Deming manifestó que si uno administra solamente con base en las cifras visibles, muy pronto se quedará sin compañía ni cifras visibles con qué trabajar. Obviamente existe una gran incertidumbre en las cifras invisibles. ¿Quién conoce el costo de un cliente insatisfecho o de un empleado descontento? Pero examinemos un poco más de cerca las cantidades visibles, aquellas que se reportan con tanta precisión. Aunque las suma de las columnas cuadra con la de los renglones ¿cómo llegó esa cifra ahí? ¿Qué costo estimado está usted usando? ¿Cuáles son los hechos?

Respecto a eso ¿qué es un hecho? Es como la historia, sólo que alguien le permite a ud saber.

Y si hay temor en la organización, la posibilidad de que ud conozca lo que se encuentra detrás de esa cifra es muy escasa.

Algunas personas dirán que el propósito del sistema de administración financiero es muy bueno, y lo que pasa es que a veces el mensaje se hace confuso al llevarlo a cabo. Lo que supone que si el personal hiciera las cosas como se le indica todo marcharía sobre ruedas. Esta aseveración es, en realidad, el meollo del problema. Hay muchos sistemas que lucen muy bien en el papel, el problema está en crear un sistema que, al ponerlo en práctica tenga el mismo sentido. Deming ha dicho muchas veces que la definición operacional de cualquier procedimiento es lo que usted obtiene al ponerlo en práctica, no lo que está escrito en papel o en la noble intención del autor. Esto me recuerda una cita de Rod McKuen "Si hubieras

escuchado con toda atención, habrías oído lo que quise decir". No basta el propósito de que las cifras de planeación financiera sean una guía para la gerencia, cuando en realidad son dogmas. No basta con decir que los controladores son consejeros cuando el peso de aportar las pruebas recae en los gerentes de línea. A menos que puedan probar suficientemente la efectividad del costo o demostrar con claridad una compensación inmediata, para vencer algún obstáculo interno, no pueden actuar. Algunas decisiones son obviamente un "hágase" o "no se haga". Pero muchas otras son muy indefinidas y resulta que la gerencia o respalda las cifras, o se pone a discutir con el contralor, en ambos casos es un desperdicio de valiosos recursos.

Una de las mayores presiones para los ingenieros de la industria automotriz es la reducir los costos sin afectar el funcionamiento del automóvil. Esta ciencia se ha refinado a un punto tal que algunos ahorros se contabilizan en \$0.001 de dólar por automóvil. Los ingenieros estarían dispuestos a matar por el ahorro de sólo \$ 50 dólares por auto. Imagínese entonces lo que estarán dispuestos a hacer para reducir el costo en \$ 500 dólares. Sin embargo, cuando las compañías entran en una guerra de descuentos reducen esa cantidad e incluso más para tratar de vender los autos. ¿Qué no sería mejor invertir ese dinero en el diseño del automóvil desde un principio y venderlo a un precio más alto como lo hacen los competidores internacionales? De alguna manera el sistema financiero de administración se acomoda a las crisis, como el responder a las iniciativas de mercadotecnia de sus competidores, o las compañías de seguridad o a ocuparse de los pasivos. Pero es muy mezquino cuando se dispone de más tiempo y hay una urgencia menos aparente de abordar una oportunidad.

La falla no estriba únicamente en la comunidad financiera, en más de una ocasión la gerencia de línea ha rechazado las propuestas de finanzas para cambiar el sistema y hacerlo más sensible a las necesidades operativas. La razón para este rechazo ha sido la gerencia de línea siente una gran seguridad en su habilidad para comprender y manipular el sistema actual. Se sentirían en terreno desconocido con un sistema nuevo. Es evidente que ninguna organización podría sobrevivir sin emplear una amplia gama de herramientas de administración financiera. Tales herramientas pueden beneficiarse de la ayuda del pensamiento estadístico y los gerentes que las usen pueden obtener un beneficio, a condición de que entiendan son simplemente herramientas y no soluciones

Uno de los objetivos principales en el mejoramiento de los procesos de la empresa (MEP) es reducir las pérdidas ocasionadas por la mala calidad. Esta le cuesta dinero a su organización. La buena calidad le ahorra dinero. Es así de simple, James e. Olson, ex presidente de AT&T, dijo: "Muchas personas dicen que la calidad cuesta demasiado. Esto no es así. La calidad le costará menos. Pero, muchas empresas no miden actualmente los costos relativos a la calidad; y si ud. no lo hace no podrá controlarlo. ¿Por qué, entonces, la gerencia de la corporación no insiste en el mismo buen control financiero sobre los costos relativos a la calidad como el que se ejerce sobre la compra de materiales cuando el CRC sobrepasa el presupuesto total de materiales?

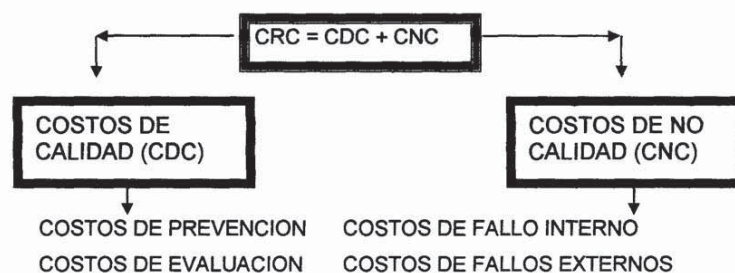
Dicho en términos sencillos, el sistema de información de los CRC es sólo una de las muchas herramientas que se necesitan en un proceso de mejoramiento amplio y a nivel de toda la empresa; sin embargo, es un elemento importante puesto que dirige la atención de la gerencia y mide el

éxito de los esfuerzos que la firma realiza para mejorar. Esto también le proporciona a la gerencia los instrumentos necesarios para garantizar que la sub. optimización no genere un efecto negativo sobre el proceso total.

4.3.2. Definición de Costos Relativos a la Calidad (CDR)

Son costos en que se incurre para asegurar una calidad satisfactoria (CDC) y dar confianza de ello, así como las pérdidas (CNC) sufridas cuando no se obtiene la calidad satisfactoria.

Los CRC se definen como todo el costo en el cual incurre para ayudarle al empleado que ejecute bien su trabajo todas las veces, el costo que implica determinar si el output es aceptable, más todo el costos que incurren la empresa y el cliente porque el output no satisface las especificaciones y/o las expectativas de aquél.



4.3.3. Costos de Calidad

4.3.3.1 Costos de Prevención (CDP)

Costos de todas las actividades de planificación diseñadas para cumplir con la calidad satisfactoria de los productos y servicios (costos de planificación).

Tiene como objetivo evitar que se cometan errores o, dicho de otra forma, todos los costos involucrados para ayudarle al empleado a realizar su trabajo bien todas las veces. Si vemos esto, desde un punto de vistas financiero, realmente no se trata de un costo. Es una inversión en el futuro que con frecuencia se denomina inversión en prevención de costos. Los siguientes son costos de prevención típicos:

- ◆ Desarrollo y ejecución de un sistema de recolección y transmisión de datos sobre la calidad.
- ◆ Desarrollo del plan de control del proceso.
- ◆ Entrenamiento relacionado con la calidad.
- ◆ Entrenamiento relacionado con el trabajo.
- ◆ Encuestas de vendedores.
- ◆ Ejecución del proceso de mejoramiento.
- ◆ Revisiones del concepto de diseño.

4.3.3.2 Costos de Evaluación (CDE)

Costos correspondientes a los controles, medidas, evaluaciones, etc., para cumplir con la calidad satisfactoria, según los códigos y/o normas aplicables.

Son el resultado de evaluar el output finalizado y auditar el proceso para medir su conformidad con los criterios y procedimientos establecidos. En otras palabras, los costos de evaluación son todos aquellos en que se incurre para determinar si la actividad se realiza bien constantemente.

Los siguientes son costos de evaluación típicos:

- ◆ Auditorías financieras externas.
- ◆ Firmas de aprobación en un documento.
- ◆ Apoyos externos (laboratorios).
- ◆ Mantenimiento y perfeccionamiento del equipo de inspección y prueba.
- ◆ Revisión de los diseños finalizados.
- ◆ Revisión del segundo nivel de decisión gerencial del primer nivel.
- ◆ Lectura de pruebas de las cartas.
- ◆ Auditorías de nómina.

4.3.4. Costos de No Calidad (CNC)

Son todos aquellos costos y/o pérdidas relativas a la calidad resultante por no haber ejecutado las previsiones de los CDC o simplemente por no cumplir con los requisitos de calidad inherentes a la obra.

4.3.4.1 Costos de Fallo Interno (CFI)

Son los costos de levantamiento de observaciones, en general, son todos aquellos costos perdidos relacionados a la calidad. Es aquel que incurre la empresa como resultado de errores que se detectan antes que el cliente externo acepte el output. En otras palabras, este es el costo incurrido por la compañía antes de que el cliente acepte un producto o servicio, porque todas las personas no realizaron bien el trabajo todas las veces. Aquí incluyen los costos que se causan desde el instante en que el proveedor despacha un ítem hasta el momento en que éste ha sido aceptado

por el cliente final. Los siguientes son ejemplos representativos de costos de falla interna:

- ◆ Repetición del mecanografiado de cartas.
- ◆ Cambios en la Ingeniería.
- ◆ Costos adicionales por pago atrasado de facturas.
- ◆ Costos resultantes cuando se requiere un inventario-adicional para respaldar el rendimiento mediocre del proceso, partes rotas y lotes rechazados.
- ◆ Repetición de trabajos en el computador.
- ◆ Exceso de cocción de los alimentos.

4.3.4.2 Costos de Fallo Externo (CFE)

Son todos aquellos costos correspondientes a los fallos externos resultantes de: Todas aquellas actividades y/o productos no conformes respecto de los requisitos de calidad que han sido detectadas por el cliente.

Se trata de un costo en el cual incurre la empresa porque el proceso de evaluación no detectó todos los errores antes que el producto o servicio se entregara al cliente. Los costos típicos de falla externa son ítems como los siguientes:

- ◆ Costos de los servicios o productos rechazados por el cliente.
- ◆ Demanda de responsabilidades por productos.
- ◆ Reclamos por manipulación.
- ◆ Administración de garantía.
- ◆ Entrenamiento del personal de reparaciones.

- ◆ Devolución de productos o actualizaciones de campo.
- ◆ Costos generales para mantener centros de servicio de campo.
- ◆ Ventas perdidas.

No Calidad

Desviación global entre la calidad prevista y la calidad obtenida realmente, esta desviación se puede evaluar más o menos en términos económicos.

4.3.5. Costos Relativos a la Calidad No Directos

La otra parte importante del sistema de CRC es el CRC indirecto, que se define como aquellos costos que no son directamente medibles en el libro mayor de la empresa pero que forman parte de los CRC del ciclo de vida del producto. Estos se dividen en tres principales categorías:

4.3.5.1 CRC causados por la relación con el cliente

Se genera cuando el output deja de satisfacer las expectativas de este. Generalmente son:

- ◆ Pérdida de productividad porque el servicio no se cumplió de conformidad con lo programado.
- ◆ Gastos de viaje y tiempo empleado para realizar un segunda reunión porque en la primera se tenían los datos incorrectos.
- ◆ Tiempo adicional empleado porque los programas del input no se cumplieron.
- ◆ Costos de la reconsideración (y posible cambio) de una decisión porque los datos utilizados para tomar la decisión eran incorrectos.

4.3.5.2 CRC causados por la insatisfacción del cliente

Es un aspecto binario. Los clientes están satisfechos o insatisfechos. Rara vez se encontrará usted con alguien que esté en una posición intermedia. En la actualidad los clientes exigen un producto acabado mucho mejor para satisfacer sus expectativas y demandas. El nivel de insatisfacción del cliente ha cambiado, pero en muchas empresas el nivel de calidad ha permanecido constante o no ha avanzado al ritmo de las expectativas del cliente. Estas compañías pueden haber estado produciendo componentes según las especificaciones, pero éstas no resultaron ser lo suficientemente buenas para conservar clientes antiguos, y menos para atraer otros nuevos.

4.3.5.2 CRC por la pérdida de reputación

Es todavía más difícil de estimar y predecir que el CRC por la insatisfacción del cliente y el CRC causado por la relación con el cliente. Los costos por pérdida de reputación difieren de los costos por insatisfacción del cliente, en el sentido de que éstos reflejan la actitud del cliente hacia una empresa más que hacia una línea individual de productos. La pérdida de una buena reputación trasciende todas las líneas de productos de una entidad. Feigenbaum dice: Nuestro desarrollo inicial del concepto y cuantificación del costo de calidad ha tenido como objetivo suministrar a los hombres y a las mujeres en toda la empresa las herramientas prácticas necesarias y el know-how económico específico para identificar y manejar sus propios costos de calidad. Estos costos nos han

proporcionado exitosamente el común denominador en términos empresariales, tanto para la gerencia.

Costos de Conformidad

Es el costo para satisfacer todas las necesidades explícitas e implícitas de los clientes en la ausencia de fallo del proceso.

4.3.6. Pérdidas Relativas a la Calidad

Pérdidas ocasionadas por no aplicar adecuadamente el potencial de recursos en los procesos y las actividades.

Algunos ejemplos de pérdidas relativas a la calidad son la pérdida de la satisfacción del cliente, la pérdida de la oportunidad para agregar valor al beneficio del cliente, de la organización o de la sociedad; así como el desperdicio de los recursos y bienes materiales.

4.3.7. Razones para utilizar los CRC

Los CRC proporcionan una herramienta indispensable para cambiar la forma en la cual la gerencia y los empleados se refieren a errores. El CRC es útil por lo siguiente.

1. Capta la atención de la gerencia. Al hablarle a ésta en términos de dinero se le suministra información pertinente. La calidad se sale de los abstractos y se convierte en una realidad que puede competir efectivamente con costo y programación.
2. Cambia la forma en la cual el empleado se refiere a sus errores. Se genera un menor impacto sobre el desempeño futuro del subalterno cuando debe rehacerse un estimativo como resultado de sus acciones, que cuando él sabe que la repetición del estimativo vale US\$3,000. En un caso, lo que

se pierde es un informe; en otro, se trata de treinta billetes de de US\$100 que se desperdician. Los funcionarios necesitan entender el costo de los errores que cometen.

3. Genera un mejor resultado de los esfuerzos que se realizan para la solución de problemas. El CRC está relacionado con los problemas de dinero, de manera que la acción correctiva pueda dirigirse a las soluciones que atraigan las utilidades máximas. James R. Houghton, presidente de Corning Glass Works, dijo: " En Corning, el costo de la calidad se está utilizando para identificar oportunidades, establecer prioridades con tales oportunidades, fijar objetivos y medir el progreso. Es una gran herramienta, pero tendremos mucho cuidado de que no se utilice como un garrote."
4. Ofrece un medio para medir el verdadero impacto de la acción correctiva y los cambios realizados para mejorar el proceso. Al centrarnos en el CRC del proceso total podemos eliminar la suboptimización.
5. Proporciona un método simple y comprensible para medir el efecto que la mala calidad tiene sobre la empresa, y ofrece una forma efectiva de evaluar el impacto del proceso de mejoramiento.
6. Proporciona una evaluación simple que reúne las medidas de efectividad y eficiencia.

4.3.8. *Los Costos como Herramienta de Gestión*

Las razones de que los CDC, sean una herramienta de gestión, que son sinónimo de utilidades, es decir las empresas del sector minero deben poner en práctica en el control de sus trabajos los costos de calidad. La preocupación esencial de cualquier organización, debe ser la de aumentar productos, prestaciones o ejercer actividades que satisfagan las necesidades expresadas e implícitas a menor costo.

En España para una empresa los CRC, que comprenden los costos debido a la no calidad varían entre el 5 y 30% de la cifra de negocios, según las empresas y los sistemas de evaluación implantados.

El cálculo de los costos por el conjunto de fallos, anomalías, no conformidades, es decir, de la no calidad, es un aspecto fundamental de la gestión de la calidad, pues conduce por medio de la implementación de acciones de la mejora de la calidad:

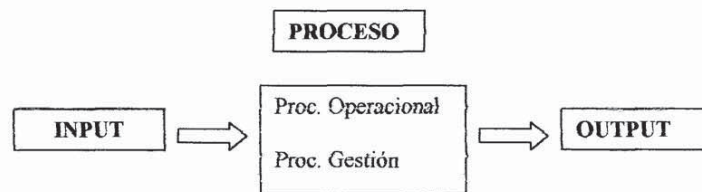
- A controlar y reducir los costos relativos a la calidad.
- A mantener o desarrollar, la cifra de negocios.

5. CAPITULO V IDENTIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE DISCALIDAD

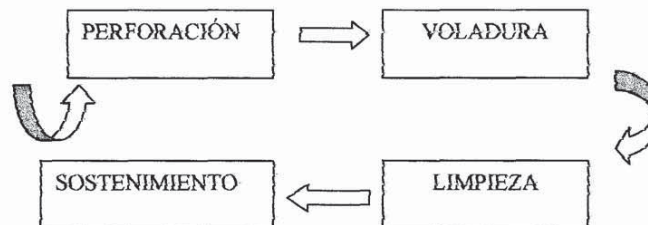
5.1. Generalidades

Para identificar los problemas y consecuentemente los costos de calidad y discalidad en los procesos de perforación y voladura, se realizó:

- Primeramente un análisis de la metodología actual de trabajo en la Mina Huarón.
- Luego para identificar los costos de discalidad, se estableció un análisis de procesos.



Así mismo el análisis global de los procesos unitarios mediante el enfoque de cliente:



En la mina Huarón los procesos de perforación y voladura se realizan en forma continua por el mismo personal (el perforista y su ayudante perforan luego cargan los taladros para salir chispeando, así mismo realizan trabajos de empernado en labores de acuerdo a las necesidades que se presenten)

Para efectos de análisis operacional lo analizamos por separado.

El análisis administrativo (de gestión) lo analizamos juntos.

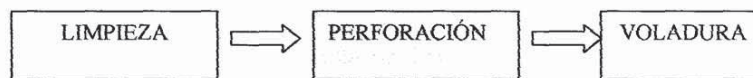
5.2. Análisis de los Procesos de Gestión

Mediante un estudio de tiempos y movimientos determinamos como se viene realizando las actividades de perforación y voladura. Aquí observamos:

- 1) Tiempos Productivos y Tiempos Improductivos.
- 2) Estándares y Procedimientos de Trabajo: Se encuentra actualmente en proceso de elaboración, en base al Sistema de Gestión de Seguridad y Medio Ambiente que se viene implementando en la Mina Huarón.
A la fecha se tiene 23 estándares y 21 Procedimientos de trabajo.
- 3) Hojas de Reporte: Se entrega diariamente un formato para que el trabajador reporte datos relacionados con la actividad que viene realizando, indicando los problemas que se ocurrieran.
- 4) Seguridad: A través de la Implementación del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente, se nota que el número de incidentes ha disminuido en un 25% con respecto al año pasado. Solamente se tiene registrado 4 incidentes con daño.
- 5) Capacitación: Se viene dando en la medida de las posibilidades, tanto para el personal de compañía como de las empresas especializadas (contratas).
- 6) Supervisión: La Superintendencia de Mina coordina con los jefes de sección y jefes de guardia el desarrollo del programa diario, semanal y mensual de producción, relleno, avances, etc. Ellos a su vez con los ingenieros residentes y jefes de guardia de las empresas especializadas MAS ERRAZURIS del Perú e IESA. Generalmente el supervisor de compañía solamente coordina y verifica que se estén ejecutando los trabajos establecidos en la reunión.
Mientras que el supervisor de la contrata inspecciona y verifica de labor en labor el desarrollo de los trabajos de acuerdo a sus procedimientos y especificaciones técnicas establecidas.

5.3. Análisis de la Operación: Perforación (Diagnóstico)

La perforación tiene como entrada el proceso de Limpieza y como salida para el proceso de Voladura, entonces tenemos que ver no solo el proceso de perforación, sino también ver los efectos que hay en el proceso de voladura y así mismo como le afecta el proceso de Limpieza a la perforación.



Características de la Operación

Es el medio más común de lograr la penetración dentro de una roca. Es la primera operación fundamental en el ciclo de minado, que consiste en obtener aberturas de un diámetro específico (taladros) de acuerdo a una malla establecida según sea el tipo de roca, tipo de perforación, el equipo y el método de trabajo a utilizar. Los resultados influyen en la eficiencia y productividad de las operaciones unitarias posteriores.

Los principales componentes operacionales del sistema de perforación son referidos como la utilización de la energía por el sistema para penetrar en la roca:

1. **EQUIPO.-** Es la fuente que se encarga de convertir la energía de su forma original (neumática) a energía mecánica para hacer actuar el sistema.
2. **BARRENO.-** Transmite la energía desde la fuente hacia la broca. El barreno consiste en una barra con una culata forjada a un extremo y a una broca.
3. **BROCA.-** Es el aplacador de la energía en el sistema, atacando mecánicamente a la roca para lograr la penetración dentro de esta.

Además se considera un cuarto componente a los servicios auxiliares (agua - aire), que son parte de la circulación del fluido que limpia el taladro, controla el polvo, refrigerar la broca y es utilizado como estabilizador de las paredes del taladro.

Las fases de la perforación que se dan son:

1. **FRACTURACION DEL MATERIAL.**- Es el proceso en si de la penetración que consiste en aplicar suficientemente esfuerzo a través del barreno y broca, que exceda la resistencia compresivo de la roca de modo que esta pueda ser fracturada, obteniéndose fragmentos de roca o detritus.
2. **EVACUAMIENTO DE DETRITUS FORMADO.**- Para tener un buen avance, se debe evacuar los detritus inmediatamente después que hayan sido formados, para hacer luego la limpieza del taladro, evitando la redistribución de estos detritus con el consiguiente desgaste innecesario de las brocas y los barrenos.

Los factores: equipo, barreno, broca, servicios, dureza y diferentes características de la roca, son componentes propios del sistema y son referidos como variables de operación. Los factores : mano de obra, lugar de trabajo, escala de operación, disponibilidad de energía, humedad y supervisión son factores de servicio ó trabajo, no afectan a la perforación mecánica de la roca , son considerados como factores externos.

Las principales características de la operación perforación están dadas por:

1. **POSICIONAMIENTO DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN:** El avance están firmemente apoyado en la roca para evitar desplazamientos durante la perforación porque los movimientos en el mecanismo de avance ocasionan flexiones en el barreno que pueden provocar roturas.
2. **EMBOQUILLADO:** Es la parte vital de la perforación, el barreno se emboquilla presionando la broca contra la roca, comenzando la perforación con avance y percusión reducida. Se aplica un barrido generoso en el barreno, aumentando la energía de impacto y la fuerza de avance tan pronto como la broca haya penetrado en la roca.

3. **PERFORACIÓN:** Mediante dispositivos integrados se ajustan la energía de impacto, realizando la evacuación de detritus (barrido), avance (capacidad del mecanismo de impacto), rotación (par de perforadora).

- **Percusión:** es el impacto de la broca sobre la roca.
- **Rotación:** con este movimiento se hace girar la broca para que los impactos se produzcan sobre la roca en distintas posiciones.
- **Avance:** La fuerza de avance sirve para mantener en contacto la broca sobre la roca durante la perforación se ejerce un empuje sobre el barreno.
- **Barrido:** el fluido del barrido permite extraer el detrito del fondo del taladro dejándolo limpio para su posterior cargado.

FASES DE LA PERFORACION

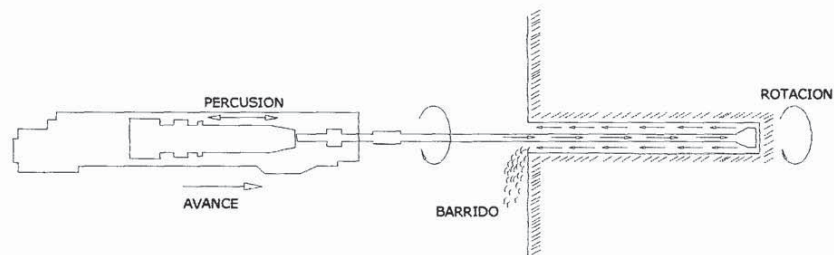


Ilustración 9: Fases de la Perforación

Los tipos de perforación en la Mina Huarón Zona Sur son:

- a) Perforación en Frentes: Se realiza en forma horizontal, perpendicular a la cara libre, dicha perforación es realizada en la mina, mayormente con taladros de 6 y 8 pies de longitud respectivamente.

Este tipo de perforación se tiene que tener cuidado en todo momento, es fundamental mantener el paralelismo de los taladros.

Procedimiento

- La perforación se inicia perforando al inicio un barreno de 3 pies de longitud, de 40 mm de diámetro (patero).
- Seguidamente por un barreno de 6 pies de longitud de 39 mm de diámetro (seguidor).
- Finalizando la perforación con un barreno de 8 pies de longitud y 38 mm. de diámetro (pasador) con el que se finaliza el taladro en su totalidad.

- b) Perforación en Tajeos

Es una perforación denominada realce que se realiza con un cierto grado de inclinación debido al buzamiento de las vetas que son quienes condicionan dicha operación. Se busca alcanzar los 90° con respecto a la cara libre pero entre 80° y 85° grados es un rango óptimo.

- c) Perforación en Rampas

Tiene las mismas características de la perforación en frentes. Se busca alcanzar los 10° de perforación.

- d) Perforación de Chimeneas

Es realizada con secciones de 1.5m x 1.5m y 1.5m x 2m. dependiendo de la inclinación se utiliza jack leg o stoper. Por motivos de seguridad solo se realizan de 4" y de 6" como máxima longitud y 38mm de diámetro.

e) Perforación de Taladros Para Sostenimiento

El sostenimiento requerido es establecido por un sistema de clasificación geomecánica, el cual indica a través de un tabla el tipo de sostenimiento.

Se utilizan split sets de 4 y 6 pies para el sostenimiento temporal en los tajeos y en aquellos frentes donde la clasificación geomecánica lo indique así.

Para los frentes, rampas y tolvos y demás obras permanentes se utilizan pernos cementados de 6" y 8" pies de longitud según lo indique la clasificación geomecánica.

En todas las labores se hacen taladros de Smooth Blasting (Voladura Controlada), con la finalidad que se mantenga el techo y las cajas según el caso (mineral o desmonte).

Inclinación

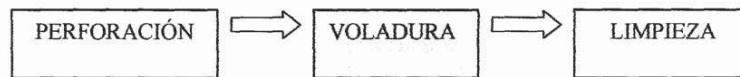
La inclinación de los taladros es:

1. En explotación: vertical con una inclinación paralela a la de la veta.
2. En avance puede ser: horizontal o con una inclinación (+) o (-) de 9% de pendiente.

En la mina Huarón Zona Sur se utilizan mayormente máquinas perforadoras manuales, en algunos casos se ha utilizado Jumbos neumáticos.

Jack leg: Se cuenta con un total de 30 máquinas perforadoras, estas se encuentran ubicadas en cada labor, utilizan barrenos de 2, 4, 6 y 8 pies de longitud, se trabaja para avances, tajeos, chimeneas, taladros para sostenimiento.

5.4. Análisis de la Operación: Voladura (Diagnóstico)



Para obtener una aplicación adecuada de los parámetros de voladura de roca, el mecanismo de fracturamiento de estas debe ser bien entendido; así como los valores físico-mecánicos de la roca, la geología estructural y las propiedades termodinámicas de los explosivos deben ser unidas para crear un modelo matemático para computadora que nos sirva para simular un disparo con el cual será predecir separadamente los resultados de cada parámetro o variable y expresar los cambios necesarios de estos en números reales.

Durante las última 4 décadas, se ha investigado acerca del proceso de fracturamiento de rocas, y el análisis termo hidrodinámico de los explosivos, por lo que la nueva tecnología de voladura se basa en los conceptos fundamentales de energía-fragmentación y movimiento de rocas.

Características de la Voladura

De acuerdo a los criterios de la mecánica de rotura, la voladura es un proceso tridimensional, en el cual presiones generadas por explosivos confinados dentro de los taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía a produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento. El primero se refiere al tamaño de los fragmentos, 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 del material volado y esta 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

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

Factores en Voladura

Existe una serie de factores o variables que intervienen directa o indirectamente en la voladura, que son mutuamente independientes o que están relacionados uno con otro, unos son controlables y otros no. Son controlables, por ejemplo, las variables de diseño, de perforación o del explosivo a emplear. Mientras que no podemos modificar la geología o características de la roca.

PARAMETROS NO CONTROLABLES

A. PARAMETROS DE LA ROCA

a.1 Propiedades Físicas: dureza, tenacidad, densidad, textura, porosidad, variabilidad, grado de alteración.

a.2 Propiedades Elásticas o de resistencia dinámica de las rocas: frecuencia sísmica o velocidad de propagación en las ondas sísmicas y de sonido, resistencia mecánica, fricción interna, modulo de Young, relación de Poisson, etc.

B. CONCIONES GEOLOGICAS

Entre ellas podemos mencionar el tipo de roca, alteraciones de la roca, grado de fisuramiento, presencia de agua.

PARAMETROS CONTROLABLES

A. PARAMETROS DEL EXPLOSIVO

Las propiedades físico-químicas: densidad, velocidad, transmisión o simpatía, resistencia al agua, energía del explosivo, sensibilidad a la iniciación, volumen normal de gases, presión de taladro, categoría de humos.

B. CONDICIONES DE CARGA

Diámetro de la carga, geometría de la carga, grado de acoplamiento, grado de confinamiento, densidad del carguio, distribución de la carga en el taladro, tipo y ubicación del cebo, distribución de energía, intervalos de iniciación de las cargas, etc.

C. VARIABLES DE PERFORACION

Profundidad del taladro, malla de perforación, diámetro del taladro, inclinación del taladro, etc.

Evaluación de la Voladura

Una voladura se evalúa por los resultados obtenidos. Para calificarla se consideran los siguientes aspectos:

- Volumen de material movido
- Avance del disparo
- Nivel de piso
- Grado de fragmentación del material disparado
- Sobrerotura
- Desplazamiento y acumulación del material disparado
- Falta de desplazamiento
- Dispersión de fragmentos a distancia
- Costo total del disparo

FACTORES QUE INFLUENCIAN UN DISPARO

Tres son los factores principales que ejercen una influencia determinante en los resultados de un disparo y estos son:

- El explosivo
- El material o masa rocosa
- La geometría del disparo

VOLADURA EN HUARON

Haciendo un análisis específico de la operación: Voladura observamos lo siguiente:

- 1) Metodología de Trabajo
- 2) Fragmentación estamos observando en varias labores la fragmentación es muy menuda, esto puede ser por diversos motivos como:
 - a) exceso en el uso de explosivos.
 - b) la fragmentación de tajeos lo define la cuadrícula de la parrilla.
 - c) Los frentes que no requieren de mayor fragmentación en comparación de los tajeos, en varias labores de desarrollo la fragmentación es demasiada pequeña (3"), siendo la fragmentación requerida de 6".

Características de la Roca y Tipo de Explosivo

Roca

Tipo de roca: Marga Silicificada

Dureza: Alta

Resistencia tensiva dinámica: Por G.V.Borguez es el 8% Sc

Sc= 10,227.9 Kg/cm²

Ctd= 813 Kg/cm²

Modulo Dinámico de Young de elasticidad= 204,000 kg/cm²

Densidad: 3.3 tm/m³ (2.7en desmonte)

Explosivo

Tipo: Examon P

Nitrato de Amonio: 94%

Petroleo Diesel Nro 02: 6%

Densidad: 0.80

Confinado: 95%

Dinamita 65%

Fanel de periodo largo

Cordon Detonante 3 PE (10m)

Guia de Seguridad (1 a 8 pies)

Fulminante Nro. 06

Equipo de Perforación

Jack leg (2 máquinas)

Longitud del Barreno: 8 pies

Diámetro de la Broca: 33 mm.

Cálculo de la energía elástica de deformación

$E_d = Ctd^2/2E$ (erg x cm³)

Donde:

$$Ctd = 8,018.65 \times 10^5 \text{ dinas/cm}^2$$

Perforación de trabajo entre 48/65 psi, 45 mínimo, 65 normal.

Consumo de aire comprimido 125 pie 37 minutos a 65 psi.

DISPOSICIÓN DE ACCESORIOS DE EXPLOSIVOS EN EL AVANCE

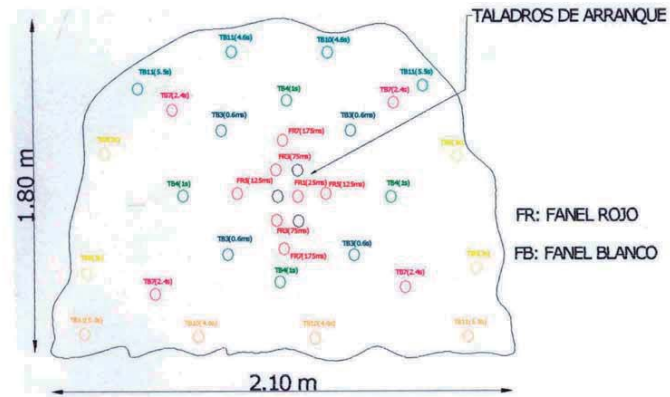


Ilustración 10: Disposición de accesorios de explosivos

5.5. DIAGNOSTICO DE LAS OPERACIONES ANALIZADAS

Para determinar el diagnóstico actual y conocer el estado real del Trabajo, en lo referente a las operaciones mineras, se utilizó la técnica: " Estudio de Métodos y Medición del Trabajo", técnica que nos sirvió para medir la producción y la productividad, utilizando la secuencia:

1. Se dividió a las operaciones mineras unitarias en sus elementos básicos.
2. Se realizó la clasificación de los tiempos.
3. Se llevó a cabo el levantamiento de información (toma de tiempos y movimientos).

Clasificación de Tiempos

Se analizó en un turno de trabajo normal, equivalente a una guardia de 12 horas (720 minutos).

1. **Tiempo Improductivo:** Estos son tiempos que no se utilizan específicamente para desarrollar el trabajo operativo dispuesto.

- **Tiempo Improductivo Inevitable:** Tiempo empleado para efectuar actividades complementarias y necesarias para la ejecución de la actividad productiva. No se puede realizar nada por el momento para evitarlo.
- **Tiempo Improductivo Evitable:** Tiempo que se pierde por fallas mecánicas eléctricas de los equipos y aquel donde el operador no realiza ninguna actividad productiva por la interrupción del trabajo por causas ajenas al operador ó fuera de su control. Puede ser evitada mediante algún cambio.

2. Tolerancias: Tiempo variable que se dan de acuerdo a las condiciones de la guardia, demoras personales que están relacionadas con el trabajo, se tuvo presente que tipo de equipo se estuvo observando, fue evaluado teniendo a la vez en cuenta los factores: condiciones de trabajo, rutina de trabajo y esfuerzo.

3. Tiempo Productivo: Son tiempos que se emplean específicamente para desarrollar el trabajo dispuesto. Es decir el tiempo necesario para llevar a cabo una operación sin que existan pérdidas de tiempo por ningún motivo. Dicho de otro modo, el tiempo improductivo es el que se invierte exclusivamente en efectuar una labor para obtener un producto terminado.

Registro y Toma de Tiempos

Los datos de campo fueron tomados IN-SITU y con todas las precauciones del caso requerido; estos fueron llenados en los formatos previamente diseñados. Con el propósito de obtener una mejor y confiable toma de datos, se procedió a descomponer la actividad total (jornada de trabajo), en elementos básicos para el cronometraje.

Para la toma de información se usó herramientas y criterios necesarios para la medición de los elementos básicos. La medición se realizó en dos guardias de ambas

zonas, en el turno de día (A) y en el turno de noche (B). Para uniformizar criterios y procedimientos se estableció lo siguiente:

- Unidad de medida: El minuto o segundo
- Instrumento de medida: El cronómetro.
- Formatos: De acuerdo a los objetivos se diseño las hojas de trabajo.

Para el estudio se tomó muestras de actividades representativas de la Zona Sur, para el número de observaciones se consideró la variabilidad de los tiempos registrados, la exactitud establecida y la probabilidad de que el resultado se encuentre dentro de la exactitud observada.

OPERACIÓN	TURNO A	TURNO B	TOTAL
Perforación y Voladura	8H	8H	16
Limpieza	4	4	08
Sostenimiento	4	4	08

Cuadro 4- distribución de horas

Durante el levantamiento de datos, se tuvo el apoyo de un practicante de Ingeniería de Minas que no se desprendió de los operadores y de los equipos, anotó de acuerdo a la clasificación de las actividades programadas, el tiempo de cada paso, los problemas que se presentaban, la razón de cada movimiento, parada ó espera del operador, es decir se tuvo toda la información necesaria para simular el trabajo del equipo.

ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN: PERFORACIÓN y VOLADURA

Análisis de una guardia de trabajo

Luego de estar limpio los tajeos ó frentes de avance, de acuerdo a sus características:

1. Ancho y altura de labor.
2. Clasificación geomecánica (dureza y humedad del macizo rocoso).
3. Densidad de la roca a perforar.

Para ello se han establecido estándares que son elaborados por el Departamento de Ingeniería y Planeamiento:

1. El número de taladros a perforar.
2. Espaciamiento y Burden.
3. Tipo de explosivo a utilizar, con sus factores de potencia.

La disposición de los taladros a perforarse en un frente de avance o tajo, están en la Malla de Perforación dependiendo del terreno, del equipo y los accesorios de perforación a utilizar. Los supervisores se encargan de hacer el programa de trabajo del proceso para la guardia de día.

Los elementos básicos establecidos para que una cuadrilla pueda realizar durante una guardia de 12 horas (720 minutos) se observa en el siguiente esquema:

MINA HUARON
Zona Sur

ELEMENTOS BÁSICOS

ZONA: SUR

OPERACIÓN: PEFORACIÓN Y VOLADURA

EQUIPOS: JACK LEG

1. Perforación y Voladura (Productivo Neto)
Ciclo de Perforación: Tiempo de posicionamiento del barreno, tiempo de perforación neta, tiempo en extraer el barreno.
Ciclo de Carguío: Tiempo de limpieza de taladros, cebado, colocación de faneles, inyección con anfo y/o dinamita, amarre, chispeo.
2. Recibir Ordenes, Coordinaciones con la Supervisión
Instrucción de Seguridad
3. Desplazamientos del Personal
Oficina-actividad , actividad-oficina, Oficina-polvorín, actividad-polvorín, polvorín-actividad
4. Traslado de Equipos
-punto de encuentro a labor - entre labores
5. Inspección
Labor (desatado), maquina perforadora, accesorios para carguío.
6. Instalación y desinstalación (servicios)
7. Lavado y Pintado de Malla
8. Chispeo
9. Reportes de Trabajo
10. Supervisión
11. Fatigas
12. Observaciones: Imprevistos: reparación mecánica, bombeo, otros.

Cuadro 5- Elementos básicos de la operación de perforación y voladura

El resumen de la toma de tiempos realizado durante una guardia en la Zona Sur, se presentan en el siguiente cuadro.

ELEMENTOS BASICOS	GUARDIA A	GUARDIA B	TOTAL
1. TIEMPO PRODUCTIVO	6h 01 min.	7h 05 min.	6h 33 min.
Productivo Neto	4h 31 min.	5h 33 min.	5h 02 min.
Demoras Operativas	1h 30 min.	1h 32 min.	1h 31 min.
2. TOLERANCIAS	0h 30 min.	0h 30 min.	0h 30 min.
3. TIEMPO IMPRODUCTIVO	5h 29 min.	4h 25 min.	4h 57 min.
Improductivo Inevitable	3h 37 min.	2h 30 min.	3h 04 min.
Improductivo Evitable	1h 52 min.	1h 55 min.	1h 53 min.

Cuadro 8- Resumen de la toma de tiempos de una guardia

De acuerdo al cuadro observamos:

- El 41.25% es de tiempo improductivo, siendo los improductivos inevitables en mayor proporción.
- El 54.58% es de tiempo productivo neto.

Distribución de Tiempos

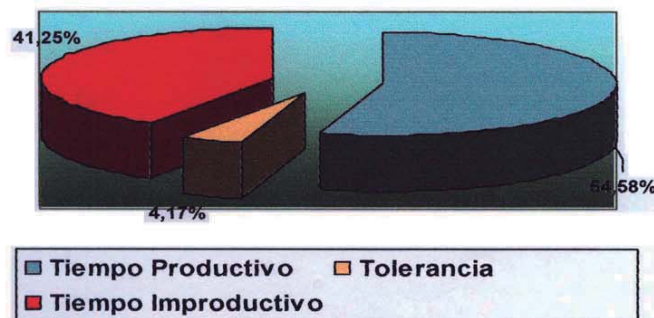


Ilustración 11- Distribución de tiempos

Se estuvo anotando algunas causas como son:

- Deficiencia de supervisión o comunicación constante, para dar solución rápida a un problema, en la mayoría de casos el operador tiene que esperar la presencia del supervisor en la actividad para recién solucionar el problema.
- En las instalaciones y desinstalaciones de agua, aire, para la actividad, se obtienen elevados tiempos, principalmente porque las conexiones se encuentran distantes del frente, se encuentran deterioradas por lo que hay que reparar la tubería, falta de válvula, niple gastado, etc.
- El sistema de ventilación es inadecuado, lo cual incide en la visibilidad del frente.

Realizando un análisis más detallado de los elementos básicos el control de tiempos que ocurren en la perforación y voladura se hizo un seguimiento indicándose algunas tomas acciones correctivas y registrando las variaciones en la distribución de tiempos y las observaciones del caso (evolución cada vez que se tomaba medidas correctivas), los mismos que nos sirvieron de base, para diseñar la metodología estandarizada del trabajo, el control del proceso, así como llevar una estadística de los mismos.

Las causas porque el trabajo productivo neto es tan bajo son:

- El desplazamiento del operador a la labor o su salida de la mina, a pie o en camioneta con un tiempo acumulado de 50 minutos en promedio por guardia, no contando con un programa de desplazamiento del personal.
- Pérdida de tiempo por no contar con una metodología para instalaciones y desinstalaciones de los servicios (agua, aire).
- Generalmente la maquina perforadora, suele tener desperfectos, entonces la operación esta sujeto a estas averías, siendo de vital importancia poder solucionarlos en el menor tiempo posible, para la continuación de la producción en la guardia, es decir que el operador al no encontrar apoyo tendrá que salir al

exterior a buscar al mecánico y/o traer otra maquina perforadora de otra labor (pero tiene que tener autorización), aquí se considera el tiempo en ubicar el desperfecto, tiempo en salir a buscar al mecánico, tiempo de llegar y solucionar la avería.

- Los tiempos en realizar la inspección de la labor y la maquina perforadora, algunas veces se efectúa muy a la ligera, como en otro se demora en plasteo de techos rajados.
- La limpieza de un frente de perforación, se deja una cantidad considerable cantidad de carga producto de una mala limpieza de los scoops, esto dificulta la limpieza de los taladros para el piso, entonces obliga al perforista a tomar una lampa para limpiar, demorándose en esta actividad entre 20 a 35 minutos.
- También se observa demoras en el traslado del explosivo hacia la labor, o cuando a veces falta carga y se tiene que volver al polvorín de mina para recoger más carga (anfo, dinamita, guías, faneles, pentacord, etc.)
- Dado que la seguridad es primordial en cualquier lugar de trabajo, existe labores inseguras, no contando con el enmallado y con el empernado adecuado, el operador realiza un tiempo considerable en realizar el desquinche del techo y las paredes laterales de la actividad.

Análisis Operacional

De acuerdo a la sección, tipo de roca y a su clasificación geomecánica, los estándares establecidos por el Dpto. de Ingeniería, se obtiene la malla de perforación a utilizar.

Avances

Para una Rampa 4 m. x 4 m.

Diámetro de Barreno	41 mm
Tipo de Roca	Semidura
Taladros de contorno	09
Taladros Normales	41
Taladros de Alivio	04
Total de taladros	54

Las mallas de perforación nos definen la cantidad de taladros a perforar, la posición de los mismos e información para poder dibujar en la labor.

DIAGRAMA GENERICO DE PERFORACION

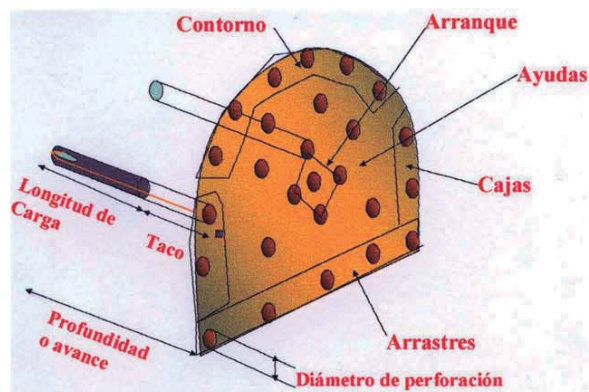


Ilustración 12- Diagrama genérico de perforación

A continuación se muestra un cuadro resumen de los tipos de labor en avance que se están realizando

Avance - Perforación y Voladura

Tipo de Labor	Características					Tipo de Maquina	Costo Explos. US /mt
	Sección	Nro.	L. Perf.	Avance	D. Tal.		
	M ²	Tal.	Mts.	Mts.	mm		
Subnivel	1.5 x 1.8	21	1.50	1.28	38	Jackleg	36.743
Rampa	4.0 x 4.0	54	2.40	2.03	41	Jackleg	61.893
Galería	2.4 x 2.1	26	2.10	1.79	38	Jackleg	35.762
Echadero	2.5 x 2.5	32	1.5	1.28	38	Stoper	57.713
Chimenea	1.5 x 2.0	20	1.5	1.28	38	Stoper	36.477

Cuadro 9- Tipos de avance

Tajeo

Se tienen establecidos de acuerdo al Tipo de método de explotación y al Ancho de minado.

Tajeos - Perforación y Voladura

Método De Minado	Características					Tipo de Maquina	Costo Explos. US /m ³
	Anc.min.	Nro.	Esp.	Burden	D. Tal.		
	mts.	Tal.	mts.	mts.	mm		
C&R Asc.	1.5	60	0.60	0.60	38	Jackleg	5.991
C&R Asc.	1.8	64	0.60	0.80	38	Jackleg	5.652
C&R Asc.	2.1	64	0.60	0.80	38	Jackleg	6.056
C&R Asc.	2.4	64	0.60	0.80	38	Jackleg	5.426
C&R Asc.	2.9	66	0.60	0.80	38	Jackleg	5.223
C&R Asc.	4.1	66	0.60	0.70	38	Jackleg	5.156

Cuadro 10- Tipos y características de los tajeos

Los parámetros de perforación utilizados en el estudio son:

- Tiempo muerto (A)
- Tiempo de posicionamiento del brazo (B)
- Tiempo de perforación neta (C)
- Tiempo de extraer el barreno (D)
- Tiempo de ciclo promedio (A+B+C+D)
- Longitud del taladro, rendimiento y velocidad promedio de perforación.

Los siguientes cuadros nos indican los resúmenes comparativos de los tiempos estándares de la operación con diferentes operadores y equipos.

Cuadro Resumen Comparativo de Tiempos Estándares de Perforación

Método: EXPLOTACIÓN

Zona: Sur, Tajo

Equipos: Jackleg Nro. 05 Tal 6 pies

Operador	T. Muerto min	T. Posición Del barreno	T. Perforac. Neta min	T. Extraer Barreno	T.Ciclo Taladro	Rendimien to (tal/hr.)
P. Torres	0.52	0.28	2.40	0.44	4.04	14.85
F. Quispe	0.46	0.32	2.37	0.45	4.00	15.00
A.Chahuin	0.44	0.25	2.25	0.38	3.32	18.07
N.García	0.45	0.30	2.30	0.35	3.40	17.64

Cuadro 11- Resumen comparativo de tiempos estándares de perforación en tajeo

Método: AVANCE

Zona: Sur, Rampa

Equipos: Jackleg Nro. 08, tal 6 y 8 pies
Roca semidura

Operador	T. Muerto min	T. Posición Del Barreno	T. Perforac. Neta min	T. Extraer Barren min	T.Ciclo Taladro	Rendimien to (tal/hr.)
Hinostroza	0.50	0.32	7.10	0.48	8.40	7.14
Trujillo	0.45	0.34	7.17	0.47	8.43	7.12
Picón	0.42	0.25	6.45	0.42	7.54	7.96
Villanueva	0.44	0.28	6.32	0.45	7.49	8.01

Cuadro 12- Resumen comparativo de tiempos estándares de perforación en avance

Cuadro Resumen Comparativo de Tiempos Estándares de Carguío

Método: EXPLOTACIÓN

Zona: Sur, Tajo

Equipos: Jackleg Nro. 05, taladros de 6 pies

Operador	T. Limpieza Del taladro	T. Cebado y colocación de Fanel	T. Carguío Neto	T. Muerto	T.Ciclo Taladro	Rendimiento (tal/hr.)
P. Torres	1.55	1.32	1.02	0.44	4.33	13.86
F. Quispe	1.49	1.25	0.59	0.45	3.78	15.87
A. Chahuin	2.05	1.37	0.55	0.47	4.44	13.51
N.García	1.50	1.22	1.08	0.45	4.25	14.12

Cuadro 13- Resumen comparativo de tiempos estándares de carguio en explotación

Método: AVANCE

Zona: Sur, Rampa

Equipos: Jackleg Nro. 08, taladros de 8 pies
Roca semidura

Operador	T. Limpieza Del taladro	T. Cebado y colocación de Fanel	T. Carguío Neto	T. Muerto	T.Ciclo Taladro	Rendimiento (tal/hr.)
Hinostroza	1.60	1.47	1.14	0.49	4.70	12.77
Trujillo	1.53	1.40	1.11	0.50	4.54	13.22
Picón	1.78	1.52	1.09	0.53	4.92	12.20
Villanueva	1.86	1.43	1.20	0.45	4.94	12.15

Cuadro 14- Resumen comparativo de tiempos estándares de carguio en avance

- Como se puede observar en los cuadros, en cuanto a los parámetros de estudios notamos, que no se sigue un criterio uniforme de métodos de perforación y voladura.
- Esto se debe a que la operación de los equipos y la metodología de trabajo esta basada principalmente en la habilidad e inspiración de los operadores en menor grado en la ayuda que puedan aportar los supervisores.
- Para evitar pérdida de tiempos en el afilado de brocas es necesario disponer de la suficiente cantidad de ellas para los operadores, ya que en afilar se pierde entre 25 a 40 minutos por 3 unidades.
- Debido a que no se cuenta con una metodología de movimientos, la secuencia de los taladros era diferente estos nos muestra en el cuadro la variedad de tiempos en el posicionamiento del brazo y en el rendimiento de taladros por hora.

5.6. Costos de Discalidad en Perforación y Voladura

Como se mencionó anteriormente, en base a los anteriores análisis se ha podido identificar los costos de discalidad.

- Estudio de Tiempo y Movimientos: Ha permitido conocer los tiempos productivos e improductivos en los procesos.
- Análisis de Procesos: A través del seguimiento de los trabajos in situ, se han conocido defectos en los trabajos (operacional), así mismo en la supervisión (gestión).
- Reportes de consumos de materiales y accesorios en perforación y voladura: Nos permitió conocer que materiales que están relacionados con el trabajo en perforación están en sobre consumos y con ello identificar las causas que originan estos sobre consumos.
- Reportes Operacionales: Como son tiros sopladados, tiros cortados, etc..

A continuación se presenta los principales resultados obtenidos:

5.6.1. Costo de Falla Interna

Cuadro 15- Costo de Falla Interna

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Sobre consumo de Varillaje de Perforación	1,076.71	16.89%
Sobre consumo de Explosivos	879.24	13.79%
Consumo de Acc. Maq. Perf. por mala operación	3,408.04	53.46%
Horas Improductivas de Personal.	1,011.15	15.86%
TOTAL	6,375.14	100.00%

Costos de Falla Interna Perforación y Voladura

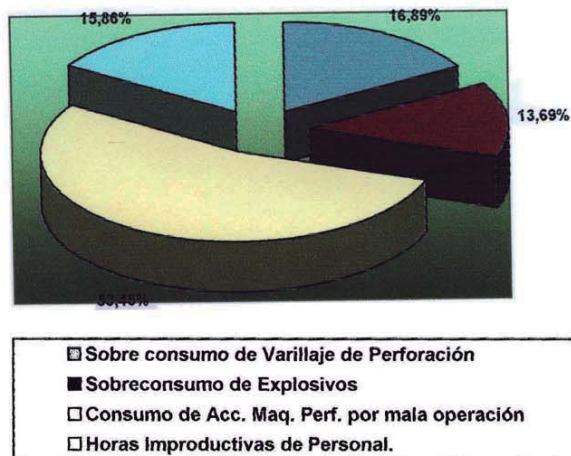


Ilustración 13- Costo de Falla Interna Perforación y Voladura

5.6.2. Costo de Falla Externa

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Demoras en Limpieza	123.95	4.83%
Sobre consumos de materiales para Sostenimiento.	2,444.04	95.17%
TOTAL	2,567.99	100.00%

Cuadro 16- Costo de Falla Externa

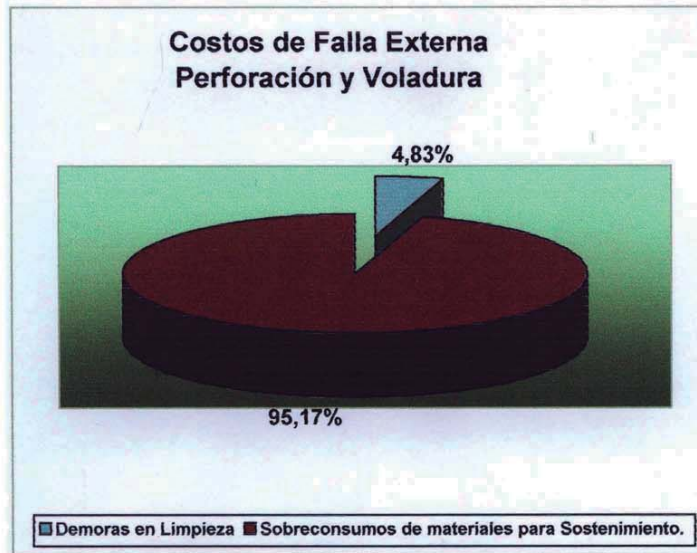


Ilustración 14- Costo de Falla Externa Perforación y Voladura

5.6.3. Costo de Discalidat (Resumen)

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Costos de Falla Interna	6,375.14	71.29%
Costos de Falla Externa	2,567.99	28.71%
Costos de Discalidat	8,943.13	100.00%

Cuadro 17- Costo de Discalidat Resumen

5.7. Costos de Calidad

Así mismo se ha podido identificar algunos costos de calidad que se con el fin de mejorar los procesos de perforación y voladura.

5.7.1. Costo de Prevención

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Adquisiciones	514	19.29%
Capacitación en Perf. y Voladura	450	16.89%
Implem. de Programa de Mantto. Prev.	1,200.00	45.05%
Uso de Plantillas Geomecánicas	500	18.77%
TOTAL	2,664.00	100.00%

Cuadro 18- Costo de Prevención

5.7.2. Costo de Evaluación

Descripción	Costo US \$
Auditorías Mensuales	350.00
TOTAL	350.00

Cuadro 19- Costo de Evaluación

5.7.3. Costo de Calidad

Descripción	Costo US \$	%
Costos de Prevención	2,664.00	88.39%
Costos de Evaluación	350.00	11.61%
Costos de Calidad	3,014.00	100.00%

Cuadro 20- Costo de Calidad

5.8. Costos Relativos a la Calidad

Descripción	Costo US \$	%
Costos de Discalidat	8,943.13	74.79%
Costos de Calidad	3,014.00	25.21%
Costos Relativos a la Calidad	11,957.13	100.00%

Cuadro 21- Costo Relativos a la Calidad

En los anexos se muestra en detalle los cálculos de los costos de discalidat en perforación y voladura.

Análisis Pareto

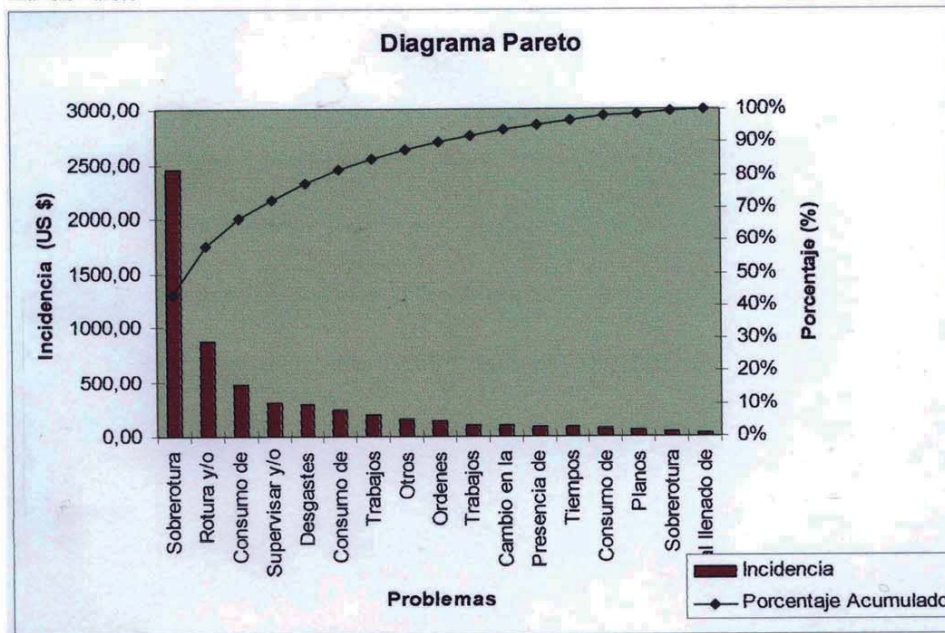


Ilustración 15- Análisis Pareto

Análisis Causa - Efecto

Haciendo un análisis de las causas de los costos de discalidat podemos encontrar en que mejorar implementando los costos de calidad

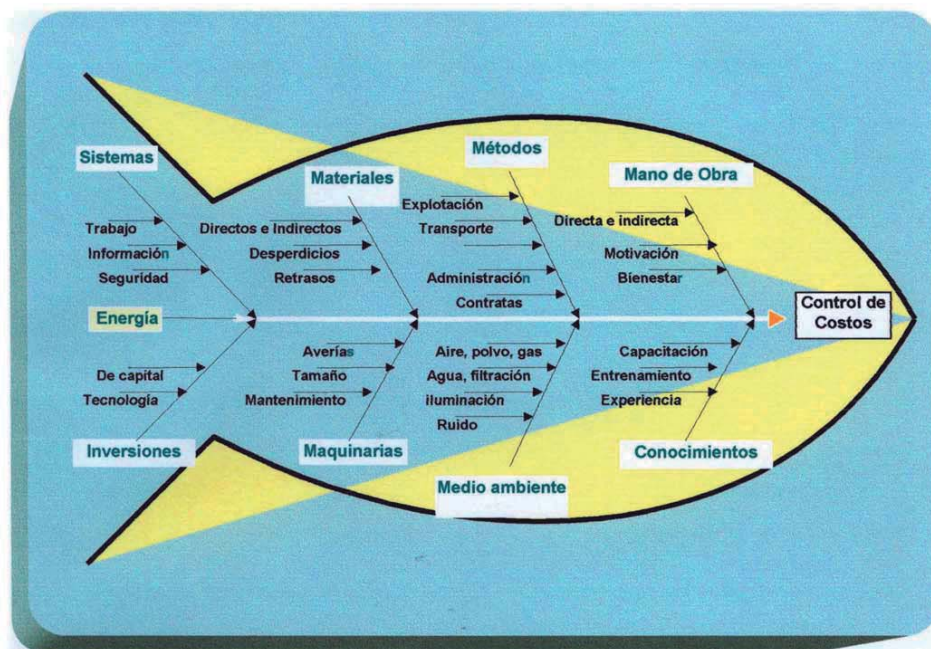


Ilustración 16- Análisis Causa Efecto

a) Sobre consumo de Explosivos

Discalidad (Efecto)	Causas Inmediatas	Causas Básicas
<ul style="list-style-type: none"> - Tiro cortado. - Tiro soplado. - Desquinche por corrección de sección. - Plasteo de bancos. - Cachorro de bancos. - Descampaneo 	<ul style="list-style-type: none"> - Terreno deleznable, al veces duro. - Falla de fabrica. del accesorio. - Mala preparacion del cebo. - Presencia de agua. - Amarre deficiente. - Carguío deficiente. - Taladros sucios. - Falta de paralelismo. - Insuficiente confinamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal Inexperto. - Falta de capacitación. - Estándar deficiente en voladura. - Servicios auxiliares subestandar.

Cuadro 22- Sobre consumo de explosivos

b) Sobre consumo de Varillaje de Perforación

Discalidad (Efecto)	Causas Inmediatas	Causas Básicas
<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de Brocas - Pérdida de Broca en el taladro 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Insertos por falta de afilado. - Falta o excesiva presion de agua y aire. - Pérdida de brocas debido al terreno suelto. - Rotura de barra por mala operación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falta y/o insuficiente capacitación - Personal Inexperto, nuevo - Servicios Auxiliares fuera de los estándares
<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de Barrenos. - Barrenos doblados. - Desgaste prematuro. - Pérdida de barreno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atascamiento por falta presión de agua y/o aire. - No utilizar el juego de barrenos consecutivos. - Desgaste del acero, excesiva presión de agua y/o aire - Terreno muy suelto, se atasca el barreno. - Fallas de fabrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Estándares en Perforación deficientes

Cuadro 23- Sobre consumo de varillaje de perforación

c) Demoras en la Limpieza

Discalidad (Efecto)	Causas Inmediatas	Causas Básicas
- Presencia de Bancos.	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación insuficiente del tipo de roca. - B y/o E erráticos. - Mala perforación (paralelismo). - Insuficiente carga explosiva. - Mal carguio/amarre 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal Inexperto. - Falta de capacitación. - Diseño de Malla Inadecuado, deficiente. - Falta de estándares
<ul style="list-style-type: none"> - Sobrerotura en las cajas. - Sobrerotura en la corona. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exesiva carga explosiva. - No se utiliza smooth blasting. 	

Cuadro 24- Demoras en la Limpieza

d) Sobre consumo de elementos de Sostenimiento

Discalidad (Efecto)	Causas Inmediatas	Causas Básicas
<ul style="list-style-type: none"> - Sobrerotura en la corona. - Sobrerotura en los hastiales. - Terreno muy suelto con presencia. - Cajas falsas, mala colocación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación insuficiente del tipo de roca. - Determinación deficiente del tipo de sostenimiento. - Mala perforación (paralelismo). - Excesiva carga explosiva. - No realizar smooth blasting. - Uso de explosivos inadecuados. - Mala colocación de los elementos de sostenimiento. - Colocación del sostenimiento fuera de tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Personal Inexperto. - Falta de capacitación. - Falta de estándares o son inadecuados. - Supervision deficiente.

Cuadro 25- Sobre consumo de elementos de sostenimiento

Resumen

De acuerdo al análisis de causas de costo de discalididad, estas se centran en 4 aspectos básicos:

- a) Personal: Inexperto, mucha rotación.
- b) Capacitación: Insuficiente, Ineficiente
- c) Estándares de Trabajo:
 - Inadecuados, Deficientes: Perforación (malla), Voladura , Servicios Auxiliares..
 - Faltan establecer: Limpieza, Sostenimiento.
- d) Gestión: Supervisión insuficiente, deficiente, metodología de trabajo por guardia con pocas horas productivas.

Anomalías que se presentan por:

Baja presión de aire comprimido y agua.

El descuido de la vida útil del barreno y la máquina.

La habilidad del perforista y el ayudante

Estas anomalías se reflejan

En la acumulación de detritus en el taladro y lleva a que se atasque el barreno.

La reducción de la velocidad de penetración.

Problemas en roca dura debido a que el barreno vibra mucho al empatar y se desvía.

La demora del empate en roca suave porque a veces la roca cae a medida que el barreno en movimiento quiere ingresar.

El atasque del barreno también se debe:

Mala maniobra del perforista, pone mala posición y/o no lo controla la dirección indicada.

Baja presión de aire por fugas, fricción y su reducción de presión principalmente porque se nota muchos empates de tuberías de aire en la cual se observa muchos acoplamientos innecesarios y reducción de diámetro de tubería o por esto si se sigue en funcionamiento de la maquina, el barreno se puede romper si se calienta.

Se pierde tiempo porque se perfora en fractura en la cual muchas veces se atasca porque está discontinuidad es irregular en la cual el barreno es boble.

El ayudante no sabe donde ubicar los barrenos a perforar entonces el perforista para su maquina para indicarle de igual modo debe ser rapido con el recojo de la pata (barra) de la perforadora.

Demoras por el mal afilado o no se afila.

Ante todo esto debemos atender para dar solución.

Vida útil del barreno

La vida útil del barreno depende del afilado de los barrenos en más de un 50% en menos del 80% de:

Transporte y almacenamiento

Empaques adecuados

Transporte y estiba propios.

Almacenamiento bajo techo para evitar que los barrenos se pandeen y se oxiden por intemperismo.

Afilado de barreno

Como mínimo afilar cada 150 m de perforación.

Maquinas afiladoras con 3820 RPM a una presión de aire de 30 PSI, con una piedra adecuada con muelas de carburo de silicio con aglutinante cerámico.

Si se afila a fuera de tiempo se presenta:

- Disminución de velocidad de penetración
- Mayor consumo de aire comprimido.
- Mayor costo de mantenimiento.
- Peligro de rotura del inserto.

Afilarse cuando:

- desgaste frontal.
- Cuando el ancho del filo de corte del inserto sea de 3 mm, medido de la periferia del inserto.
- Desgaste diametral.
- Cuando la altura del contracono sea de 8 mm, medido desde el filo del inserto hasta el lugar donde empieza de la conicidad.

Objetivos de afilar

Restaurar a los barrenos los siguientes parámetros

- Angulo de corte de 100 grados.
- Radio de curvatura 80 mm.
- Longitud de filo constante 3/5D
- Contracono 6mm

Evitar el sobre afilado de un extremo del barreno pues produce desgaste en los otros extremos del barreno.

Se permite afilar hasta 12 veces.

Parámetros de descarte:

Por desgaste frontal

- Cuando la altura del inserto sea igual o menor a 9 mm.

Por desgaste diametral

- En función del diámetro mínimo para introducir el cartucho de dinamita (cebo) en el taladro:

Diámetro Cartucho de 22 mm

De la guía 5 mm.

Tolerancia 2 mm

De descarte 29 mm

En lo que respecta a la maquina perforadora; el lubricante no solo es para reducir la fricción sino también protege contra la corrosión y ayuda a cerrar herméticamente el sistema. La maquina perforadoras constituido de varias partes, cada una dependiendo del rendimiento de las otras.

Un error en la dimensiones de una pieza pueda causar fuga del lubricante.

Repuestos deben ser idénticos.

El buje de rotación debe ser el ideal.

El desgaste de la bocina por la mala posición del barreno al perforar.

El diámetro de la bocina debe ir de acuerdo con el diámetro del buje de rotación para no perder fuerza de rotación y que ambas piezas se dañen.

El diámetro interno de la bocina es decir el diámetro de hexágono debe corresponder exactamente el diámetro del culatin del barreno, un juego excesivo causará que el pistón golpee en el culatin en forma descentrada, dañando tanto el culatin como el pistón esto a su vez puede originar la rotura del tipo de barrido.

La zona de barrido entre el collar del barreno y el buje del barreno debe tener la redondez correcta de lo contrario el collar no asentará bien al momento de rebotar luego del golpe del pistón causando desgaste prematuro del culatin del barreno y del propio buje.

El material del buje de rotación debe resistir el torque y el desgaste producido por el culatin del barreno así como soportar los impactos del barreno. Luego de cada golpe del pistón. Por ello debe emplearse en su fabricación aceros de muy alta resistencia y al mismo tiempo de excelente tenacidad. Una excesiva desgastará permanentemente los culatines de los barrenos, así la dureza es menos a la correcta el culatin del barreno desgastará prematuramente al buje, pudiendo inclusive originar que la carrera del pistón se corte afectando inclusive la velocidad de perforación y potencia de rotación.

6. CAPITULO VI: DETERMINACION DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA DISCALIDAD

6.1. Identificación de Requerimientos y Alternativas Propuestas

Existen muchas acciones que las empresas pueden efectuar para favorecer la participación del personal en la solución de problemas relacionados con el trabajo.

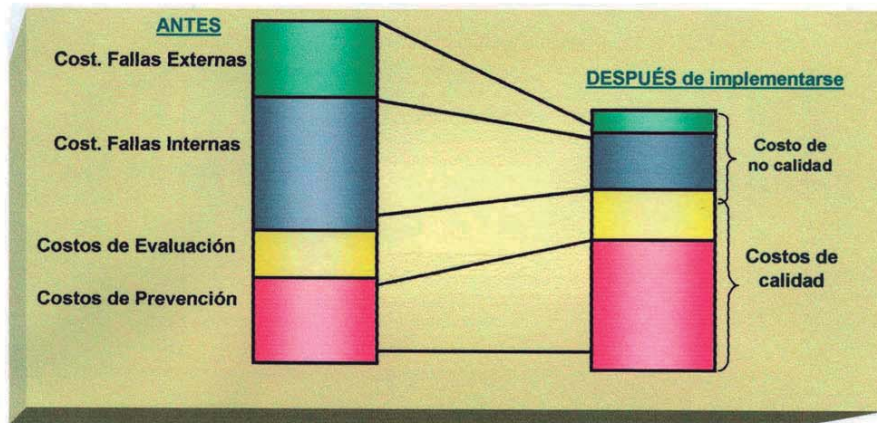
Aquí presentamos una Metodología Técnica que podemos usar en nuestra tarea diaria y que nos permite resolver muchos de los problemas que se relacionan con la calidad de nuestros servicios. También son útiles para la obtención de información y su posterior evaluación en una secuencia lógica, logrando con esto mejorar el trabajo que realizamos.

6.2. Identificación de los Costos de Calidad

Aquí se presenta una guía técnica, la cual podemos usar en nuestra tarea diaria y que nos permite resolver muchos de los problemas que se relacionan con la calidad de nuestros servicios. También son útiles para la obtención de información y su posterior evaluación en una secuencia lógica, logrando con esto mejorar el trabajo que realizamos.

Es importante el conocimiento de los costos relativo a la calidad (costos de calidad y costos de no calidad: costos de la ineficiencia). El análisis de costos relativos a la calidad permitirá conocer la causa básica y la causa raíz de los generadores de costos.

Estos generadores de costos se dan por: causales estructurales (escala, organización, experiencia, tecnología y complejidad de la mina) o causales ejecucionales (compromiso de la gente, efectividad y eficiencia en los procesos, aprovechamiento del Sistema de Valor –interacción de la cadena de valor de la empresa con la de proveedores y clientes).



6.3. Estándares de Trabajo en Perforación y Voladura

6.3.1. Metodología de Trabajo

Huarón al contar con un Sistema de Trabajo Moderno: 20 días de trabajo x 10 días de descanso, se hizo un análisis con el fin de determinar cuales deberían ser los horarios de trabajo mas adecuados, así mismo como se deberían desempeñar en su trabajo. A continuación se muestra un resumen de la descripción de trabajos que debería realizar el personal tanto de día como de noche.

6.3.2. *Estándares y Procedimientos*

Como se ha podido ver, se tienen que rediseñar algunos estándares y procedimientos de trabajo.

- Estándares de Perforación
- Estándares de Voladura
- Estándares de Sostenimiento, Geomecánica
- Estándares de Limpieza
- Servicios Auxiliares

6.4. **Capacitación**

Se recomienda realizar una capacitación integral, que sea tanto de fuentes internas como de fuentes externas, tratándose de abarcar en temas relacionados con:

6.4.1. *Capacitación Técnica-Operativo*

- a) Equipo y Maquinaria Minera, accesorios de perforación y carguío.
- b) Técnicas Modernas en Perforación y Voladura.
- c) Geomecánica.
- d) Sistemas de Gestión en Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- e) Elaboración de Estándares y Procedimientos de Trabajo.
- f) Programa de Asistencia Técnica de proveedores de explosivos y accesorios de voladura.
- g) Programa de Asistencia Técnica de proveedores de varillaje de perforación.

Personal para la Capacitación Interna

Se esta considerando como parte de la capacitación, la realizada por el propio personal de la Cía. y Empresas Especializadas.

- a) Gerente de Operaciones.
- b) Superintendente de Mina.

- c) Asistentes de Superintendente de Mina.
- d) Supervisores de Operaciones.
- e) Superintendente de Ingeniería y Planeamiento.
- f) Asistentes de Superintendente de Ingeniería y Planeamiento.
- g) Mantenimiento Mina.
- h) Seguridad
- i) Medio Ambiente
- j) Empresa Especializada MEP (residente, jefes de guardia)
- k) IESA (residente, jefes de guardia)
- l) Operadores Maestros Calificados, ellos capacitarán a todos operadores en perforación y voladura, sostenimiento, limpieza in situ, corregir errores operacionales.

6.4.2. *Capacitación en Gestión*

Como se observa el aspecto de Gestión es clave para el logro de objetivos, por ello es recomendable que para los Superintendentes, Supervisores de Cia, Ing. Residente, Supervisores de Contratas se realice una programa de capacitación en temas como:

- a) Logística
- b) Cursos de Administración de Empresas.
- c) Gestión de Recursos Humanos, selección de personal, inducción.
- d) Calidad Total.

Así mismo, se tiene que incidir en temas como:

Evitar las rotaciones de personal, realizar evaluaciones de desempeño periódicas, cronogramas de auditorías internas y externas.

6.5. Adquisiciones

Nuevas Aguzadoras

Proyector Multimedia para exposiciones

Habilitar una sala de Capacitación

Formatos para el llenado de reportes (previa elaboración)

Cartillas de Trabajo

Flexómetros

Preparación de Atacadores, reglas

Pulmones de aire

7. CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- En el Macro proceso de la Cía. Minera Huarón están involucrados una serie de procesos productivos y de servicios, en los que el uso óptimo de los recursos que intervienen: mano de obra, materiales, máquinas, métodos, medio ambiente, son la clave para el logro de la Calidad, costo, entrega, seguridad y motivación.
- Los consumidores eligen un producto que satisfaga sus expectativas de precio, garantía y calidad. Esto en reciprocidad genera un espíritu de lealtad y confianza hacia el proveedor.
- Una empresa de calidad no es la que solo se lidera bajo el concepto de la calidad, toda la organización debe aprender dicha filosofía.
- Es de creencia común que la calidad cuesta demasiado y esto no es así, la calidad le costara menos.
- Todo proceso productivo no es 100% eficiente, existen errores que generan un círculo vicioso y tienen una incidencia negativa en los procesos subsiguientes. Hay que seguir 7 pasos para determinar la causa del problema y lo que se debe hacer para solucionarlo. 1. Identificar el problema. 2. Establecer el objetivo de mejora. 3. Analizar la causa. 4. Discutir la propuesta de mejora. 5. Implementar el plan de mejora. 6. Evaluar los resultados de la mejora. 7. Asegurese que el problema no se repita. Este enfoque sistemático es útil para seleccionar el método más apropiado para resolver el problema y aplicar adecuadamente dicho método.

- Costos Relativos a la calidad = Costos de Calidad + Costos de no Calidad.
 Costos de Calidad = Costos de Prevención + Costos de Evaluación.
 Costos de no calidad = C de Fallo Interno + C de Fallo Externo.
 Existe un costo relativo a la calidad no directo que son aquellos no medibles en cifras pero si forman parte del los costos relativos a la calidad del ciclo de vida del producto.
- Las razones para utilizar los costos de calidad en cifras cuantificables son:
 Cambia la forma en la cual la gerencia y los empleados se refieren a errores. Capta la atención de la gerencia pues suministra información pertinente y no abstracta. Cambia la forma que el trabajador visualiza su desempeño. Genera un mejor resultado de los esfuerzos que se realizan para la solución de problemas. Ofrece un medio para medir el verdadero impacto de la acción correctiva y los cambios realizados para mejorar el proceso. Proporciona una medida de eficacia y eficiencia. Ayuda a medir el impacto que tiene la mala calidad en la empresa.
- Para identificar los problemas y consecuentemente los costos de discalidad en los procesos de perforación y voladura se realizo un análisis de la metodología actual de trabajo y un análisis simple de los procesos.
 Para el análisis de procesos se considero: 1. Estudio de Tiempos y movimientos. 2. Revisión de estándares y procedimientos de trabajo. 3. Hojas de reportes de operación. 4. Datos del departamento de seguridad. 5. Capacitación. 6. Supervisión.

- El estudio de tiempos arroja el siguiente cuadro.

Distribución de Tiempos



Solo el 75% del tiempo productivo es neto el 25% son demoras operativas que alcanzan estas cifras debido a problemas de ventilación, ordenes no comprendidas, presión de agua y aire deficientes, falta de limpieza, etc.

Del tiempo improductivo solo el 64% es inevitable. El 36% se pierde debido a fallas mecánicas, eléctricas o por interrupción del trabajo por causas ajenas al trabajador. Esto si se puede optimizar.

- Los costos de falla interna vienen denotados por errores del trabajador, repetición de trabajos, mala operación, despilfarro de materiales, en el cuadro se muestra el resumen y valor calculado.

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Sobre consumo de Varillaje de Perforación	1,076.71	16.89%
Sobre consumo de Explosivos	879.24	13.79%
Consumo de Acc. Maq. Perf. por mala operación	3,408.04	53.46%
Horas Improductivas de Personal.	1,011.15	15.86%
TOTAL	6,375.14	100.00%

- Los costos de falla externa que tienen un gran impacto en la operación son las demoras en limpieza y el sobre consumo de materiales para el sostenimiento.

Descripción	Costo \$/mes	%
Demoras en limpieza	123.95	4.83
Sobre consumos de materiales sostenimiento	2,444.04	95.17
Total	2,567.99	100

- Los **COSTOS DE DISCALIDAD** en los procesos de perforación y voladura son del orden de casi 9 mil dólares mensuales, solo por resultado de un trabajo ajeno a la filosofía de calidad.

Descripción	Costo Mensual US \$	%
Costos de Falla Interna	6,375.14	71.29%
Costos de Falla Externa	2,567.99	28.71%
Costos de Discalidad	8,943.13	100.00%

- Si tenemos una utilidad promedio mensual de la empresa de \$ 100 mil, y el costo de discalidad solo de las operaciones de perforación y voladura alcanzan los \$ 9 mil , entonces es claro ver que representa un 9 % del mismo, dicho en otras palabras dejamos de percibir el 9 % mas de la utilidad por discalidad en el proceso.

- Los **COSTOS DE CALIDAD** de **prevención** (adquisiciones, capacitaciones, implementación de programa de mantenimiento preventivo, etc) y **evaluación** (auditorías mensuales) que son los llamados a **invertir** para mejorar los procesos y obtener un rédito económico alcanzan los 3,000 dólares.

Descripción	Costo US \$	%
Costos de Prevención	2,664.00	88.39%
Costos de Evaluación	350.00	11.61%
Costos de Calidad	3,014.00	100.00%

- La Metodología de solución de problemas y la Filosofía de La Calidad mostrada en esta tesis se puede aplicar en cualquier otro proceso y en cualquier tarea diaria guardando las distancias del caso, adoptarla es sumamente importante porque nos enseña a evaluar paso a paso el procedimiento y así poder determinar la estandarización que se busca y dejar establecidos los problemas remanentes, las contramedidas que no pudieron ser probadas y los planes de acción futuros para obtener beneficios económicos, ahorro de tiempo, calidad, gratificación, etc.
- El análisis de costos nos enseña y genera un comportamiento de mejora continua el cual nos ayuda a elevar el estándar de nuestro trabajo en una constante espiral ascendente, haciendo girar fielmente el Ciclo, reflexionando sobre nuestros logros y tomando acción para mejorar la forma en que hacemos las cosas la próxima vez.

- El inicio de la cadena de discalidades en todo proceso pasa desapercibido y es tomado como errores comunes del quehacer diario por todos los miembros del organigrama. Es importante puntualizar que es el inicio de toda un ciclo vicioso que desencadena en pérdida de tiempo, materiales, equipos, horas de trabajo, es decir se pierde dinero.

7.2. RECOMENDACIONES

- La gerencia de la empresa debe sentirse convencida y tomar compromiso para el cambio.
- Se requiere una labor de información y sensibilización en todos los niveles de la empresa a efecto de involucrar y lograr su participación.
- El proceso de cambio debe ser evaluado con acciones y responsabilidades claramente definidos.
- Es importante definir con precisión lo que se quiere cambiar para hacer factible la obtención de resultados.
- El proceso debe ser sujeto de un seguimiento permanente y sus resultados evaluados siempre.
- Las acciones de cambio deben atender criterios de racionalidad de recursos, incremento de la productividad y satisfacción del trabajador, de los gerentes y de los clientes.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Informes Técnicos de la Corporación Mauricio Hoschild.
2. Informes geológicos, topográficos y de operaciones de la Cía. Minera Huarón S.A.
3. Registros de almacenes, tabla de consumos, precios, facturación y registros económicos (precios unitarios, costos, utilidades) de los archivos de la Empresa Mas Errazuriz del Perú.
4. Apuntes y textos de los cursos de perforación y voladura de la especialidad de Ingeniería de Minas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
5. Curso de Gestión de la Calidad, Programa de Post grado de la Universidad Nacional de Ingeniería que agrupa un resumen y los principales conceptos de los mas destacados autores y eruditos de la gestión de la calidad. (Juran, Deming., Kaizen, Crosby, Ischikawa.

9. ANEXOS

Diskette (Planos, Hojas de calculo, diagramas, gráficos de control, diagramas causa-efecto)