

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO
BASADO EN EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN VOLCAN
COMPAÑÍA MINERA S.A.A.- CERRO DE PASCO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JESÚS ANGEL BONIFACIO ORELLANA

**PROMOCIÓN
2003 - I**

**LIMA – PERÚ
2008**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANALISIS DE
CRITICIDAD EN VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A. CERRO DE PASCO**

Agradezco a Dios por bendecirme.

A mis padres por su constante apoyo.

**A mi esposa e hija por ser fuente de
motivación para mi desarrollo
personal y profesional.**

SUMARIO

El siguiente informe tiene como objetivo principal mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de mina que sirven para la explotación de mineral en Volcan Compañía Minera S.A.A- Unidad Cerro de Pasco.

Como objetivos específicos tenemos: preservar la función de los equipos, a partir de la aplicación de estrategias efectivas de mantenimiento, inspección y control de inventarios, que permitan minimizar los riesgos que generan los distintos modos de fallas dentro del contexto operacional y ayuden a maximizar la rentabilidad del negocio

El desarrollo del proyecto se basa en la utilización de la frecuencia de fallas dadas por el software SAP y la metodología de análisis de criticidad puesta en marcha por el área de mantenimiento para identificar los equipos de mina que causan pérdidas considerables por fallas intempestivas provocando daños a la seguridad, medio ambiente y producción según la metodología utilizada los equipos de mayor criticidad fueron Jumbo, locomotoras y scoop.

Al tener plenamente establecido que sistemas son más críticos, se realizó un plan de mantenimiento preventivo general utilizando las opciones tácticas como son: Operar hasta el fallo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento basado en condiciones que nos permitió reducir las paradas imprevistas, los costos de mantenimiento y un mejor control de personal, materiales y equipos, siendo todo ello una mejora con respecto al año 2006 reflejándose también en la producción el cual indica un aumento de 21.5% de la producción del año 2007 con respecto al año anterior.

ÍNDICE

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

CERRO DE PASCO

1.1	Historia	3
1.2	Yacimientos Mineros en Cerro de Pasco	5
1.2.1	Acceso	5
1.2.2	Topografía	6

CAPÍTULO II

VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A

2.1	Ubicación	7
2.2	Geología Regional	8
2.2.1	Estratigrafía	8
2.3	Geología Estructural	11
2.4	Geología de los Depósitos Minerales	12
2.5	Mineralogía	17

CAPÍTULO III

INGENIERIA DE MANTENIMIENTO EN VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

3.1	Ingeniería de Mantenimiento	19
3.2	Actividades de la Ingeniería de Mantenimiento	19
3.3	Análisis de Criticidad	22
3.3.1	Antecedentes del Análisis de Criticidad	23
3.3.2	Definiciones Importantes	24

3.3.3	Objetivos del Análisis de Criticidad	27
3.3.4	Criterios para el Análisis de Criticidad	27
3.3.5	Modelo básico de Análisis de Criticidad	28
3.3.6	Información requerida para el Análisis de Criticidad	30
3.3.7	Manejo de la información	31
3.3.8	Criterios de evaluación	31
3.3.9	Conclusiones	32
3.4	Aplicación de Análisis de Criticidad	32
3.4.1	Criterios para la determinación de jerarquías de Criticidad	32
3.4.2	Codificación de Prioridades	33
3.4.3	Matriz de Ponderación para el Análisis de Criticidad	34

CAPÍTULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANALISIS DE CRITICIDAD

4.1	Selección de Tácticas de Mantenimiento	43
4.2	Opciones Tácticas	43
4.3	Ejemplo de Mantenimiento Preventivo en Volcan Compañía Minera	46
4.4	Ejemplo de Mantenimiento Basado en Condiciones en Volcan Compañía Minera	52
4.5	Resultado de las Tácticas de Mantenimiento	55
4.6	Beneficios Económicos del Programa de Mantenimiento	59

CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

PRÓLOGO

El siguiente informe presenta el cumplimiento de los objetivos del anteproyecto bajo modalidad de un Informe de Suficiencia, desarrollado en Volcan Compañía Minera S.A.A-Cerro de Pasco.

Las empresas de clase mundial están enfrentadas permanentemente a proyectos orientados a mejorar la competitividad como manera de asegurar su presencia en el mercado global. En este desafío, la función de mantenimiento, si bien está al servicio de la producción, tiene un rol fundamental, ya que tiene efecto directo sobre la competitividad a través de su impacto en la productividad (reducción de los costos globales), en la flexibilización de los sistemas (orientación oportuna al cliente).

La Ingeniería en Mantenimiento ha creado una cultura organizacional que favorece la intervención por sobre la prevención, la que puede ser superada en la medida que se disponga de programas formativos integrales que abarquen los aspectos estratégicos, tácticos y operativos en el ámbito de la Gestión de Activos y el Mantenimiento Industrial.

El informe nos da a conocer la importancia de mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de mina subterránea para aumentar la eficiencia, rentabilidad y competitividad de la mina mediante un diseño de mantenimiento basado en el análisis de criticidad.

El informe está estructurado de la siguiente manera:

En el **CAPÍTULO I** se hace referencia a la ciudad de Cerro de Pasco (Capital minera del Perú), su historia, yacimientos mineros, accesos y topografía.

En el **CAPÍTULO II** hacemos referencia a Volcan Compañía Minera: su ubicación, geología regional, geología estructural, geología de los depósitos de minerales y la mineralogía.

En el **CAPÍTULO III** se hace referencia al área de Ingeniería de Mantenimiento dentro de Volcan Compañía Minera, las actividades de la Ingeniería de Mantenimiento y el Análisis de Criticidad.

En el **CAPÍTULO IV** se argumenta como basado en el análisis de criticidad identificamos cuales son los equipos más críticos (seguridad, ambiente, producción, tiempo para reparar, imagen, frecuencia de fallas y sobre todo costos) y de acuerdo a ello se plantea Tácticas de Mantenimiento (operar hasta el fallo, redundancia, programa de reemplazo de componentes, revisión general programada, mantenimiento ad hoc, mantenimiento preventivo, mantenimiento basado en condiciones y diseño para la mantenibilidad) a practicar para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de mina subterránea así como los beneficios económicos del sistema de mantenimiento.

Por último se menciona las Conclusiones.

Se agradece a Volcán Compañía Minera por las facilidades para realizar el presente informe y a todas las personas que contribuyeron en su realización.

CAPÍTULO I

CERRO DE PASCO

1.1 Historia [1]

Cerro de Pasco es la ciudad capital de la Región Pasco, en Perú. Tiene una población de 70.058 habitantes. Se encuentra en una meseta altoandina de los Andes Centrales y es la ciudad más alta del mundo (4348 msnm) y es la Capital minera del Perú.

Para su acceso hay que pasar por Ticlio (4818 msnm), el camino es uno de los mas pintorescos de los Andes.

El clima es muy frío, con una temperatura ambiental que oscila entre los 10 °C y los -4 °C; el nivel de oxígeno es bajo, lo que dificulta la respiración y por lo general ocasiona el mal de altura o "*soroche*".

Pasco, es un departamento muy complejo, porque presenta una gran variedad de pisos ecológicos y microclimas que van desde la puna hasta la selva tropical y , junto con ellos, toda una gran variedad de recursos naturales y culturales. Pasco está conformado por tres provincias: Oxapampa, Daniel Carrión y Pasco. Cada uno de ellos con sus respectivos distritos

Pasco como todos los pueblos mineros del mundo, tiene una trayectoria histórica muy ancestral. Así, Cerro de Pasco, lleva consigo desde la creación mítica, hasta la histórica. Hay que recordar que, este territorio fue ocupado siempre por mineros del incanato, posteriormente por mineros de la Colonia, que extrajeron de sus entrañas oro y plata fundamentalmente, para más adelante, extraer los otros minerales de manera industrial y comercial.

Huaricapcha o Wariq'apcha: Este personaje creado en la imaginación de los antiguos mineros y antiguos pobladores de Cerro de Pasco. Es un ser mítico, d quien dice que era pastor de ovejas, y cuando alguna vez la lluvia acariciaba fuertemente los pajonales andinos, éste se refugió en una cueva, y al sentir intenso frío, encendió la paja seca que había en la cueva, y la tuvo encendida durante toda la noche . Pues la lluvia no cesaba. Hauricapcha se quedó dormido. Al despertar, ya con la luz del día pudo observar que donde había la hoguera, relucían entre las cenizas hilos muy brillantes de metales preciosos. Fue así que avisó inmediatamente al patrón, quien de inmediato se puso a explotar oro y plata. Y como iba la minería creciendo, aumentaba la población de trabajadores y con ello se crea la antigua ciudad de Cerro de Pasco.

Más adelante, la minería se convierte en una fuente de explotación de mayor dimensión. El 27 de Octubre de 1915, se instaura la poderosa "Cerro de Pasco Cooper Corporation" de la fusión de "Cerro de Pasco Mining Corporation", "Cerro de Pasco Railway" y "Morococha Mining". Numerosas empresas mineras de la zona venden sus acciones a la nueva compañía, que en 1951 toma el nombre de "Cerro de Pasco Corporation".

El 23 de setiembre de 1943 inicia sus operaciones la mayor planta concentradora de Paragsha en Cerro de Pasco, en la misma que el 5 de julio de 1946, comienza el tratamiento de plomo y zinc, para ser exportados.

El 26 de noviembre de 1956 se dan inicio a los trabajos a cielo abierto de "Mac Cunne Pit", que actualmente abrió una gigantesca mina y destruyó la antigua ciudad de Cerro de Pasco. El 17 de marzo de 1957, la central eléctrica de Yaupi (Paucartambo-Pasco) comienza a generar energía eléctrica.

El 25 de mayo de 1971, el general Juan Velasco Alvarado y sus ministros, firman el Decreto Ley N° 18863 del llamado "Traslado de la Ciudad" que declara de *"necesidad e interés social la remodelación de la ciudad de Cerro de Pasco y la construcción de la zona de expansión que albergará a la población afectada por el avance de la actividad minera mediante el sistema del tajo abierto"*.

Con esta norma se deja sin efecto al pacto del 10 de junio de 1964, liberando a la Cerro de Pasco Corporation de la obligación del traslado masivo de la Ciudad. Se crea una Junta de Control Urbano con facultades que exceden a las funciones del Poder Judicial.

El 24 de diciembre de 1973, el gobierno de Juan Velasco Alvarado promulga el Decreto Ley N° 20492, que expropia la "Cerro de Pasco Corporation", denominándola Empresa Minera del Centro del Perú (CENTROMIN PERÚ).

En los años 1990, CENTROMIN fue cerrada y sus actividades fueron asumidas por empresas privadas. Actualmente Cerro de Pasco tiene como actividad principal la extracción de cobre a tajo abierto.

En septiembre de 1999 los capitales privados VOLCAN S.A.A. compran la unidad Paragsha a Centromin Peru S.A., el cual explota en la actualidad plomo y zinc, habiendo heredado el problema social de sus antecesores.

1.2 Yacimientos Mineros en Cerro de Pasco

El yacimiento de Cerro de Pasco está localizado en el Perú central, al NE de la ciudad de Lima, en las estribaciones occidentales de la Cordillera Central de los Andes Peruanos.

Políticamente se encuentra entre los distritos de Chaupimarca y Yanacancha, en la provincia de Cerro de Pasco, departamento de Pasco.

Geográficamente se ubica entre las coordenadas 10° 42' de Latitud S, y 76° 15' de Longitud W. En coordenadas UTM la ubicación será: 8'819,500 Norte > 363000 Este. La altitud media es de 4334 m sobre el nivel del mar.

1.2.1 Acceso

Las vías de comunicación al yacimiento son:

- Carretera Central: Lima Oroya-Cerro de Pasco, desarrollo de 315 Km.
- Carretera afirmada: Lima-Canta-Cerro de Pasco, longitud de 410 Km.
- Vía férrea: Lima-La Oroya-Cerro de Pasco.

1.2.2 Topografía

El yacimiento está ubicado en una elevada meseta conocida como Nudo de Pasco de relieve relativamente suave, en donde la diferencia de altura entre las partes más altas y más bajas no es mayor de 300 m.

Hacia el Norte la meseta termina en una serie de cañones profundos de pendientes empinadas, que luego constituyen los valles interandinos.

Hacia el Sur las pendientes son más suaves y concluyen en la extensa Pampa de Junín.

CAPÍTULO II

VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

Volcan Compañía Minera S.A.A. viene operando la U.E.A. Cerro de Pasco desde Setiembre de 1999 producto del proceso de privatización de las empresas mineras del Estado Peruano.

La operación minera está compuesta por una mina subterránea, un tajo abierto y dos concentradoras, con una capacidad total de tratamiento de 9,000 tm/día.

Se viene implementado estándares internacionales para evaluación de reservas, operaciones, seguridad y medio ambiente

2.1 Ubicación

La Unidad Económica Activa Cerro de Pasco está ubicada en la región central del Perú, en los distritos de Chaupimarca, Yanacancha, Simón Bolívar de la provincia y departamento de Pasco.

Se encuentra a una altitud de 4340 m.s.n.m., a 130 km. de la Oroya y a 310 km. de la ciudad de Lima, interconectadas mediante una carretera asfaltada y vía férrea.

La temperatura promedio de la zona es 6,8°C, la humedad 74%, la precipitación 910 mm/año y la dirección del viento es de 1,4 m/seg. predominante al norte.

Dentro del entorno de la Unidad se encuentra las siguientes comunidades campesinas y ganaderas: Santa Ana de Tusi, Champamarca, Rancas, Quiulacocha, Yurajhuanca.

2.2 Geología Regional [2]

2.2.1 Estratigrafía

a) Filitas Excelsior (Silúrico-Devónico)

Son las rocas más antiguas de la zona y están compuestas de filitas, cuarcitas y lutitas carbonosas. Constituyen el núcleo del anticlinal de Cerro de Pasco.

b) Grupo Mitu (Permico)

Yace discordante sobre el Excelsior y está constituido de areniscas, cuarcitas y conglomerados rojos. En los alrededores de Cerro de Pasco su potencia varía entre 50 y 80 m.

c) Calizas Pucará (Triásico-Jurásico)

En el flanco oriental las calizas del Grupo Pucará sobreyacen en clara discordancia angular al Grupo Mitu, con potencia de 2900 m. Están compuestas por:

- capas de caliza de grano fino de color gris oscuro a negro y con venillas de calcita.
- capas de caliza amarillenta de grano medio de composición dolomítica, con cristales de dolomita y siderita en venillas y como relleno de pequeñas cavidades.
- interestratificaciones de horizontes bituminosos, lutíticos, fosilíferos y con nódulos de chert.
- varios horizontes de tufos de composición dacítica.

Esta facie ha sido de gran importancia en la localización de cuerpos mineralizados, principalmente las capas de caliza amarillenta que se extienden por 1 Km desde el borde oriental del Tajo hacia el E en el área de la Mina El Pilar.

En el flanco occidental, a 6 Km al W de Cerro de Pasco, el Pucará aflora formando el núcleo del anticlinal de Rancas, con una potencia de sólo algunas decenas de metros.

d) Formación Goyllarisquizga (Cretáceo Inferior)

Conformada por cuarcitas y areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas bituminosas, derrames volcánicos y mantos de carbón.

e) Formación Pocobamba (Terciario Inferior)

Ha sido subdividida en 3 unidades litológicas: Miembro Inferior, Conglomerado Shuco y Miembro Calera.

- **Miembro Inferior**

Compuesto por capas de lutitas y areniscas deleznales de color verde grisáceo, con intercalaciones de margas rosáceas y lutitas de color rojo, con potencia de 300 a 330 m.

- **Conglomerado Shuco**

Al E, el conglomerado está constituido por bloques angulares de caliza de hasta 4 m dentro de una matriz formado por fragmentos calcáreos subangulosos de diversos tamaños. Al W, el conglomerado se presenta estratificado, los fragmentos de caliza decrecen en tamaño y son mas redondeados, es notoria la presencia de fragmentos de areniscas, cuarcitas y chert junto a los de caliza. Al S de Cerro de Pasco tiene una potencia de 170 m.

- **Miembro Calera**

Sus afloramientos se localizan al S del distrito en la proximidad de Colquijirca. Consiste de lutitas, areniscas y lodolitas en un 70 %, y de calizas con capas de nódulos de chert en el 30 % restante. La potencia total es de 155 m.

f) Rocas Igneas

Las rocas ígneas y volcánicas se encuentran rellenando una estructura aproximadamente circular con diámetro promedio de 2.5 Km, que corresponde al cuello del antiguo volcán de Cerro de Pasco. Dentro de esta estructura se identifica una fase explosiva consistente en aglomerados y tufos, y una fase intrusiva de composición dacítica a cuarzo-monzonítica.

g) Rocas Volcanoclasticas

El llamado Aglomerado Rumiallana se ubica en la mitad oriental del cuello volcánico es de color gris oscuro y está constituido por fragmentos angulosos y subangulosos de filita, caliza y chert en un 90 %; el 10 % adicional consiste de roca ígnea porfírica fuertemente alterada. La abundancia relativa de los tipos de clastos varía de lugar a lugar, y la matriz generalmente contiene material volcánico inconsolidado, incluyendo cristales de biotita y plagioclasa cementados por calcita.

Localmente se presenta finamente estratificado con algunos canales de estratificación cruzada, pero algunas veces es masivo sin señales de estratificación.

La porción NW y SW del cuello volcánico está dominado por rocas volcánicas tufáceas que mayormente no muestran evidencias de deformación, por lo que se les refiere como tufos no consolidados. La roca es blanca a gris, comúnmente muestra una fina estratificación y está constituida de cuarzo y feldespatos con variables cantidades de biotita, hornblenda, epidota y calcita como material cementante.

El contacto entre los tufos y el aglomerado es gradacional.

h) Rocas Intrusivas

Se les ha dividido en 2 unidades: rocas porfíricas de composición dacítica y los diques de cuarzo-monzonita porfírica.

La primera unidad aflora en la porción W del cuello volcánico y son rocas ígneas porfíricas que gradan en composición de dacita a riodacita. Los fenocristales, que comprenden entre el 30 y 50 % de la roca, están constituidos de cuarzo en menos del 10 % de los fenocristales; minerales máficos como biotita y hornblenda entre el 10 y 30 % de los fenocristales; y feldespatos los restantes fenocristales. La matriz es afanítica de color violácea a gris. Comúnmente presenta texturas de devitrificación.

Cortando las rocas volcánicas y volcanoclasticas se encuentran los diques de cuarzo-monzonita porfírica, la cual contiene fenocristales de sanidina de más de 6 cm de longitud que hace a la roca muy diferenciable en sus afloramientos. Los fenocristales comprenden el 20 a 40 % de la roca y consisten de sanidina y cuarzo en partes iguales además, de algunos feno-cristales de biotita, plagioclasa, hornblenda y turmalina. La matriz es afanítica de color gris. Aparentemente el emplazamiento de los diques fue

contemporáneo con la mineralización. El modelo de emplazamiento de los diques ha sido irregular, en la parte central del cuello volcánico tienen un rumbo E-W; hacia el N el rumbo es NW; y hacia el S el rumbo es NE. También se han reconocido diques fuera del cuello volcánico, principalmente al N del mismo.

2.3 Geología Estructural [2]

Plegamiento

En general, el distrito se caracteriza por presentar pliegues paralelos que arrumban al N y cuyos planos axiales están inclinados al E. La intensidad del plegamiento regional se incrementa hacia el E en la cercanía de la falla longitudinal.

Entre las estructuras de mayor importancia se tiene:

- **Estructura Domal Regional**, que es la más septentrional de los tres domos identificados en el Perú central.
- **Anticlinal de Cerro de Pasco**, que es un anticlinal de doble hundida en el que la elevación máxima de su núcleo, probablemente, estuvo ubicada al S del cuello volcánico.
- **Sinclinal Cacuán-Yurajhuanca**, situado al W del anticlinal de Cerro de Pasco.
- **Sinclinal Yanamate-Colquijirca**, situado al E del anticlinal de Cerro de Pasco.

Localmente, la dirección regional N-S ha sido interrumpida por pequeños pliegues transversales de rumbo E-W y buzamiento al N, que se ubican al E del cuello volcánico. Estos pliegues han originado que las estructuras regionales, pliegues y fallas Longitudinales, se hayan comprimido e inflexionado más intensamente que en las zonas al N y S del cuello volcánico. Pertenecen a este grupo de estructuras: el Domo de Patarcocha, el sinclinal Matagente y otros pliegues paralelos.

2.4. Geología de los Depósitos Minerales [2]

Cuerpo de Sílica-Pirita

Está localizado en la zona de contacto volcánico-caliza, al E del cuello volcánico, con forma de cono invertido achatado.

En superficie presenta una forma lenticular, con dimensiones de 1 800 m en sentido N-S y de 300 m en sentido E-W, en general buza 70° al W. Hacia el S el cuerpo se divide en dos apófisis, uno que sigue el contorno del cuello volcánico entre sedimentos paleozoicos y los volcánicos mismos; y el otro que sigue la falla longitudinal entre calizas Pucará.

En sección, el cuerpo asemeja una "montura" sobre las filitas Excelsior y aproximadamente a 630 m se angosta hasta configurar una digitación en forma de raíces.

El mayor volumen de mineralización lo constituye la pirita I y sílice, esta última en forma de chert, calcedonia y cuarzo. La pirita ocurre predominantemente como granos anhedrales y la sílice como blocks irregulares y como tabletas de roca afanítica, que da una apariencia de brecha. Venillas de pirita comúnmente cortan a la sílice.

Según Lacy, en el cuerpo de sílica-pirita se reconocen 6 tipos de pirita, los que pueden distinguirse microscópicamente por su color, anisotropismo, forma y asociaciones. Estos tipos son:

- **Pirita I**, principal constituyente del cuerpo de sílica-pirita y del sistema de vetas Cleopatra; principalmente anhedral y en algunos cubos u octaedros; inclusiones de pirrotita y calcopirita.
- **Pirita II**, asociada a la mineralización de Pb-Zn; en octaedros, cubos y piritoedros; algunos granos anhedrales; no tiene inclusiones.
- **Pirita III**, asociada a los cuerpos y vetas de Cu; en piritoedros, cubos y octaedros.
- **Pirita IV**, asociada a la galena tardía, alunita y marcasita; en piritoedros y anhedral; Bi y Sb como impurezas.
- **Pirita V**, asociada a la alunita, marcasita y mineralización de Ag; es acicular; As y Sb como impurezas.
- **Pirita VI**, en geodas; en forma de piritoedros; color amarillo pálido.

Dentro de este gran cuerpo se han localizado cuerpos tubulares de pirrotita, vetas y cuerpos mineralizados de Cu, Pb-Zn y Ag, constituyendo en sí un gran depósito de dichos metales.

Cuerpos y Vetas de Pb-Zn

La mineralización de Pb-Zn se presenta como: cuerpos irregulares, vetas y mantos.

Los cuerpos irregulares constituyen el mayor volumen de mineralización y generalmente se sitúan en el contacto del cuerpo de sílica-pirita con las calizas Pucará. En conjunto tienen la forma de un cono invertido achatado incluido en otro cono mayor, el del cuerpo de sílica-pirita. Sus dimensiones alcanzan 1500 x 300 m de ancho y 500 m de profundidad, elongado en dirección N. En el nivel 1800 se ramifica y termina en forma denticular dentro del cuerpo de sílica-pirita; pero, falta determinar la profundización de la mineralización en el contacto de sílica-pirita con calizas al N y E de dicho nivel.

Por lo general, estos cuerpos irregulares están asociados a cuerpos tubulares de pirrotita de dimensiones no mayores a 60 x 180 m en sección horizontal y que constituyen el núcleo de dichos cuerpos en profundidad.

La mineralización de Zn consiste de 4 variedades de esfalerita, diferenciadas por sus relaciones de deposición, ubicación dentro del depósito y por sus inclusiones.

- **Esfalerita I**, de color negro (marmatita); se encuentra dentro del cuerpo de sílica-pirita; generalmente sin inclusiones; alto contenido de Fe (> 10 %); en poca cantidad.
- **Esfalerita II**, asociada a los "pipes" de pirrotita en los niveles profundos; inclusiones de stannita y calcopirita; en cantidades mínimas.
- **Esfalerita III**, la más abundante y el principal constituyente de los cuerpos de Pb-Zn; de color marrón oscuro a miel; inclusiones de pirrotita; contenido promedio de Fe 7-8 %..
- **Esfalerita IV**, de color claro (amarillo); asociada a galena y marcasita; se encuentra en venillas cortando las otras esfaleritas; bajo contenido de Fe (< 3 %); principalmente hacia el contacto con las calizas y dentro de ellas.

La mineralización de Pb consiste principalmente en galena y menores cantidades de galenobismutinita y hinsdalita. La galena se presenta en tres generaciones:

- **Galena I**, asociada a la esfalerita III; contiene ampollas de argentita y polibasita; principal constituyente de los cuerpos de Pb-Zn.

- **Galena II**, asociada a la pirita IV y marcasita.
- **Galena III**, asociada a la esfalerita rubia; y a ga-lenobismutinina, bismutinina y matildita en los cuerpos de Ag.

En general, las leyes de Zn son mayores en profundidad y hacia las partes centrales de los cuerpos mineralizados; las leyes de Pb son mayores hacia superficie y en la periferia de los cuerpos, disminuyendo en profundidad.

La mineralización de Ag asociada a los cuerpos de Pb-Zn está relacionada a la galena I y III, y su distribución es errática permaneciendo constante en profundidad.

La mineralización de Pb-Zn en caliza se presenta en las calizas dolomíticas de color amarillento con venillas de siderita y dolomita; la textura de mineralización consiste de vetas angostas de rumbo N 45^o-80^o W y E-W, buzando entre 70^o y 80^o al NE, cambiando su buzamiento al SW en la Mina El Pilar; mantos de reemplazamiento en ciertos horizontes; pequeños cuerpos en las intersecciones de vetas con capas calcáreas y en la intersección de vetas; en finas venillas; como relleno de pequeñas cavidades; en cavidades de disolución tipo karts; y en zonas de brechas calcáreas y silíceas.

Las vetas de Pb-Zn de importancia económica se encuentran al E del distrito en las calizas Pucará y se han generado por el relleno mineral de las fracturas de los sistemas San Alberto y Matagente. El ensamble mineralógico en San Alberto es de pirita-pirrotita-esfalerita-galena; en Matagente es de esfalerita-galena-carbonatos.

Vetas y Cuerpos de Cu-Ag

Las vetas de Cu-Ag tienen un rumbo dominante E-W, extendiéndose desde el cuerpo de sílica-pirita hasta el mismo cuello volcánico, donde cortan al aglomerado e incluso a los diques de monzonita cuarcífera. Las fracturas ubicadas al N buzan al S, y las ubicadas al S buzan al N; gradan en potencia de pocos centímetros a 2 m. Sus longitudes varían entre 500 y 1 000 m.

El relleno mineral predominante es de enargita-pirita con cantidades menores de oro libre, luzonita, tenantita-tetraedrita, calcopirita, galena y esfalerita, distribuidos en un arreglo zonado con mineralización de Cu-Au en la parte central y gradando a Ag-Bi hacia los extremos.

Los cuerpos de enargita-tetraedrita están asociados a las ramificaciones de las vetas de enargita-pirita en la mitad occidental del cuerpo de sílica-pirita. Las dimensiones de los

cuerpos pueden llegar a 180 x 60 m de ancho y 200 m en la vertical. La inclinación de los cuerpos es similar al "plunge" de la intersección de las vetas que los acompañan. Su mineralogía consiste de enargita-tetraedrita (tenantita)-pirita en la parte central de los cuerpos, gradando a esfalerita-galena en las partes marginales de los mismos.

Cuerpos Mineralizados de Ag-Bi

Los principales cuerpos de Ag, Cayac E y Cayac W, se encuentran adyacentes al cuerpo de Pb-Zn Cayac Noruega "A".

El Cayac E está emplazado en la zona de la falla longitudinal, en el borde oriental de los cuerpos de Pb-Zn y el contacto con las calizas Pucará. Si bien su mayor desarrollo horizontal se encuentra entre los niveles 1000 y 1200, es persistente a todo lo largo del contacto cuerpos de Pb-Zn con las calizas. Los valores de Ag están relacionados principalmente a la matildita, además de galena y tetraedrita; esfalerita, bismutinita, calcedonia y alunita acompañan a la mineralización de Ag.

El Cayac W está localizado en el contacto occidental del Cayac Noruega "A" con las calizas Pucará, tiene forma de un cuerpo vertical tubular que se extiende por una longitud vertical de 130 m entre los niveles 600 y 1000.

Cuerpos Supérgenos de Cu

Entre superficie y el nivel 600 se encuentran cuerpos irregulares de sulfuros supérgenos de aspecto moteado, que se relacionan a las vetas de Cu-Ag y al cuerpo de sílica-pirita. La mayor concentración económica se ubica a la altura del nivel 300.

Se pueden distinguir dos formas de manifestaciones de estos cuerpos, una como cúpulas sobre los cuerpos de Pb-Zn donde la asociación supergena chalcocita-covelita está recubriendo a la esfalerita y galena; y la otra de forma lenticular y tabular.

Las variaciones del nivel freático han controlado las diferentes cotas en que se encuentran estos cuerpos.

Cuerpos Oxidados Argentíferos ó Pacos

Sobreyaciendo al cuerpo de sílica-pirita se ha desarrollado un impresionante sombrero de fierro, que varía en profundidad desde pocos centímetros hasta más de 100 m, aprovechando para ello las zonas de falla, contactos y de brechas.

Las zonas oxidadas sobre los cuerpos de Pb-Zn contienen altos valores en Ag, en Pb, o en una combinación de ambos, además de óxidos de Bi y Pb.

Zonamiento

En los cuerpos de Pb-Zn el zonamiento vertical es más definido que el zonamiento horizontal. Así tenemos, que los valores de Pb son mayores hacia superficie y decrecen en profundidad; en tanto que los valores de Zn tienden a decrecer hacia los niveles superiores y a incrementar hacia los niveles más profundos; el zonamiento de la Ag cuando está relacionada al Pb sigue el mismo patrón, es decir que aumenta hacia superficie y disminuye en profundidad; pero, este zonamiento se altera por la presencia del cuerpo de Ag-Bi, incrementando sus valores hacia el Este y en profundidad.

El zonamiento horizontal, menos definido, está relacionado a los cuerpos tubulares de pirrotita, en donde la mineralización de Zn es mayor cerca a los cuerpos de pirrotita, predominando el Pb al alejarse de los mismos.

Al nivel del contenido de Fe en la molécula de esfalerita el zonamiento es definido, con mayor contenido de Fe en los cuerpos ubicados al Oeste dentro del cuerpo de sílica-pirita y en la proximidad de los "pipes" de pirrotita; disminuyendo el contenido de Fe hacia el Este, cerca y dentro de las calizas.

En las vetas de Cu-Ag el zonamiento definido es: predominancia de Cu-Au en la parte central de las vetas, zona de los diques de monzonita; gradando a Cu-Ag y Ag-Bi hacia los extremos E y W de las vetas, con incremento en el contenido de Pb-Zn.

Controles de Mineralización

Se han determinado los siguientes controles de mineralización por tipos de depósito.

Para los cuerpos de Pb-Zn los controles son:

- el contacto del cuerpo de sílica-pirita con las calizas Pucará, es notoria la continuidad de los cuerpos mineralizados siguiendo la línea del contacto, inclusive las inflexiones del mismo.
- el fallamiento Longitudinal, que permitió el ascenso de las soluciones mineralizantes que formaron los cuerpos de sílica-pirita y los cuerpos de Pb-Zn aprovechando los contactos fallados existentes.
- los cuerpos tubulares (pipes) de pirrotita, que siempre se encuentran ubicados en la parte central de los grandes cuerpos de Pb-Zn.

Para la mineralización de Pb-Zn en caliza el principal control es la caliza dolomítica con venillas de siderita y dolomita en donde se concentra la mayor mineralización; en vez de la caliza gris oscura a negra con venillas de calcita que es estéril.

Para las vetas de Cu-Ag dentro del cuello volcánico el control son las vetas de rumbo E-W convergentes en profundidad.

Para los cuerpos de Cu-Ag los controles son el cuerpo de sílica-pirita y la intersección ó acercamiento de las vetas que configuran chimeneas mineralizadas que siguen la inclinación (plunge) de la intersección.

Para el cuerpo de Ag-Bi el control es el contacto entre los cuerpos de Pb-Zn y las calizas Pucará. Esta mineralización, genéticamente, está relacionada a la mineralización de Cu-Ag que a la de Pb-Zn.

Para los cuerpos supérgenos de Cu el control fue la variación del nivel freático en el tiempo, que determinaron los diferentes niveles de deposición de la mineralización.

2.5 Mineralogía

La composición mineralógica por tipo de depósito es:

Cuerpos de Pb-Zn

Esfalerita	Galena	Marmatita
Pirita	Pirrotita	Marcasita
Magnetita	Argentita	Polibasita
Pirargirita	Hinsdalita	Tetraedrita

Tenantita	Covelita	Calcosita
Calcopirita	Gratonita	Jamesonita
Realgar	Oropimente	Arsenopirita
Revoredorita	Azufre	Siderita
Dolomita	Sílice	Vivianita
Bourmonita	Emplectita	Bismutinita
Casiterita	Galenobismutinita	Aikinita

Vetas y Cuerpos de Cu-Ag

Enargita	Luzonita	Pirita
Cuarzo	Esfalerita	Galena
Marcasita	Tenantita	Tetraedrita
Calcopirita	Bornita	Calcosita
Covelita	Famatinita	Bismutinita
Wolframita	Minerales Au	Pirargirita
Barita		

Cuerpos de Ag

Pirita	Calcedonia	Matildita
Aramayoita	Plata Nativa	Estefanita
Polianita	Argentita	Pirargirita
Hematita	Marcasita	Esfalerita
Realgar	Bismutinita	Tenantita
Alunita		

Cuerpos Supérgenos de Cu

Calcosita	Covelita	Estromeyerita
-----------	----------	---------------

Pacos

Ag Nativa	Lipidocrosita	Gohetita
Plumbojarosita	Argentojarosita	Caolinita
Cerusita	Anglesita	Smithsonita
Calamina	Limonita	

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO EN VOLCAN COMPAÑÍA MINERA S.A.A.

Volcan Compañía Minera por los continuos problemas que tiene en confiabilidad y disponibilidad de los equipos mejora el área de Ingeniería de Mantenimiento (mina subterránea, tajo abierto y planta concentradora), para ello se dan condiciones tales como: Adquisición del Software SAP, compra de equipos de medición y monitoreo y contratación de profesionales idóneos

3.1 Ingeniería de Mantenimiento [3]

El mantenimiento industrial constituye una actividad esencial para alcanzar altos grados de eficacia en los sistemas productivos de la empresa y así garantizar la ventaja competitiva tanto en los productos como en los servicios ofrecidos.

3.2 Actividades de Ingeniería de Mantenimiento:

a.- Proyectar:

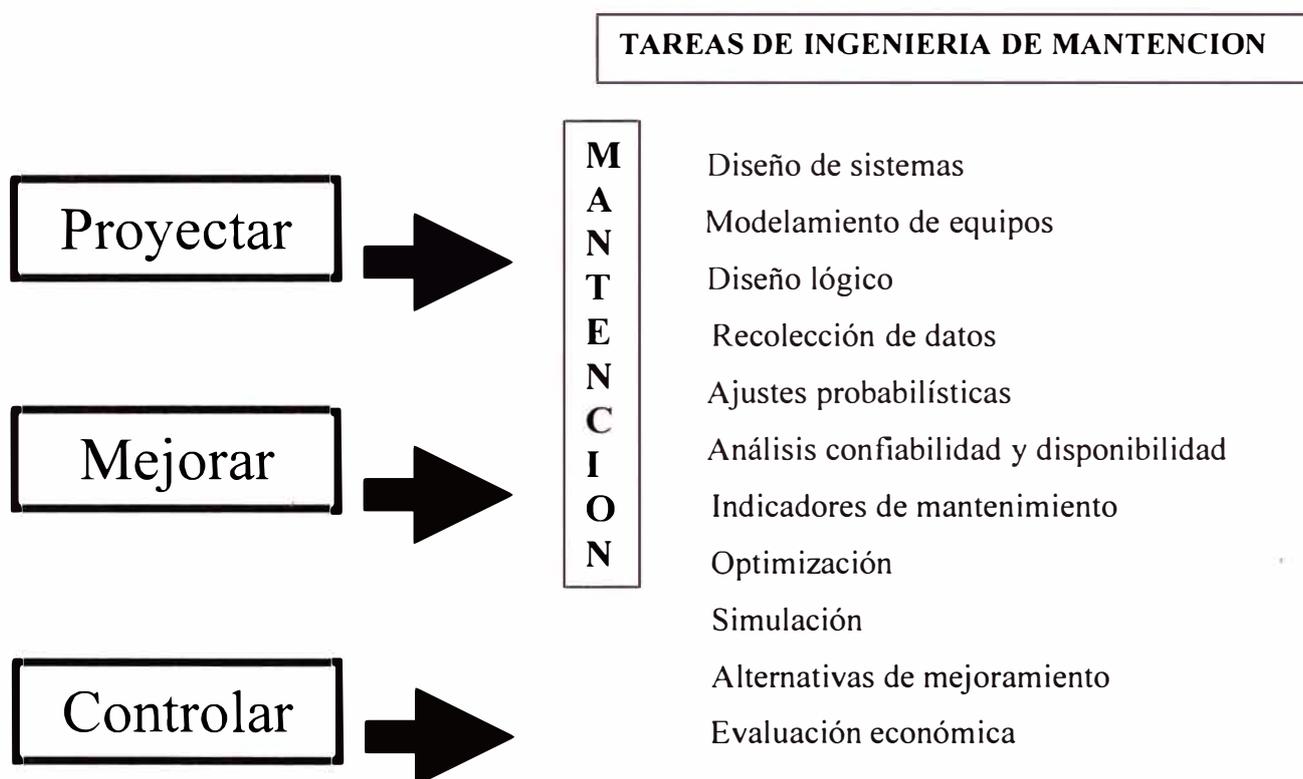
- Proyectar y promover las políticas y las técnicas de mantención mas adecuadas al sistema productivo.
- Promover la estandarización de los sistemas de gestión e informáticos.
- Optimizar la utilización de terceros.
- Proyectar la gestión de los materiales.

b.- Controlar:

- Monitorear y desarrollar la auditoria de la manutención y de la gestión de procesos.

c.- Mejorar:

- Promover el mejoramiento continuo del proceso.
- Ser el referente cultural de toda la organización de manutención

**FIGURA 3.1 Actividades de Ingeniería de Mantenimiento**

***Proyectar la Ingeniería de Mantenimiento:**

Para proyectar el mantenimiento mediante la identificación y desarrollo de actividades de mediano y largo plazo que tiendan a robustecer la función mantenimiento y los resultados del negocio global, realizaremos:

- Establecimos el plan matriz de mantenimiento en base a la estrategia de mantenimiento establecida.
- Diseñar instrumentos operativos (estudios, procedimientos instructivos)
- Difundir los instrumentos operativos (estudios, procedimientos instructivos)
- Administrar información referente a instructivos operativos.
- Diseñar convenios de servicio de mantenimiento con los clientes de acuerdo al modelo de gestión de negocios.
- Proyectar los requerimientos optimizados de materiales herramientas, repuestos y personas.
- Participar en el desarrollo de iniciativas de reemplazo de equipos de producción y proyectados de inversión.
- Determinar los requerimientos técnicos de actividades de mantenimiento.

***Controlar la Ingeniería de Mantenimiento:**

Para controlar el desarrollo del mantenimiento mediante la evaluación sistemática de los procesos empleados y de los resultados obtenidos con el fin de identificar desviaciones respecto a metas y objetivos, para ello se realiza:

- Definir los indicadores técnicos y económicos para medir la gestión del mantenimiento.
- Monitorear los indicadores técnicos y económicos definidos para controlar la gestión de mantenimiento.
- Evaluar la aplicación de planes y procedimientos de mantenimiento.
- Controlar la calidad y cumplimiento de los planes de mantenimiento.
- Controlar la calidad de la información.
- Ejecutar inspecciones técnicas sintomáticas y/o predicativas en equipos y componentes.

- Evaluar técnica y económicamente el uso de empresas colaboradoras.
- Cautelar el desarrollo de iniciativas de reemplazo de equipos de producción y proyectos de inversión.

***Mejorar la Ingeniería de Mantenimiento:**

Para mejorar el mantenimiento identificando permanentemente brechas y oportunidades que permitan optimizar los niveles alcanzados durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento realizaremos.

- Administrar sistemas de información.
- Realizar análisis de falla en sistemas, equipos y componentes.
- Analizar el conjunto de índices y resultados provenientes de controlar el desarrollo de mantenimiento con el fin de identificar brechas de desempeño.
- Identificar prácticas innovadoras presentes en el mercado estableciendo acciones orientadas a la transferencia tecnológica.
- Identificar alternativas de mejoras tecnológicas en los procesos productivos.
- Definir proyectos de mejoramiento en función de las brechas observadas las acciones de benchmarking con el mercado externo y las mejoras tecnológicas en procesos productivos.
- Desarrollar proyectos de mejoramiento en la organización.

3.3 Análisis de Criticidad [4]

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente y difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de la compañía.

¿Cómo establecer que la mina, sistema o equipo es mas critico que otro? ¿Que criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidad da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento mas critico hasta el menos critico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas es mucho más fácil diseñar una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

3.3.1 Antecedentes del análisis de criticidad [5]

Por las exigencias dadas por los accionistas y la gerencia de Volcan Compañía Minera S.A.A en el incremento de la producción; en el área de mantenimiento nos vimos obligados de entregar mejor confiabilidad y disponibilidad de nuestros equipos de producción por lo que teníamos la necesidad cada día mas acentuada para mejorar los estándares en materia de seguridad, medio ambiente y productividad de nuestros equipos e instalaciones y sus procesos esto nos obligo a incorporar nuevas tecnologías que nos permitieran alcanzar las metas propuestas, la cual tiene asociada la aplicación de diez prácticas. Estas prácticas son:

1. Trabajo en equipo
2. Contratistas orientadas a la productividad
3. Integración con proveedores de materiales y servicios.
4. Apoyo y visión de la gerencia
5. Planificación y programación proactiva
6. Mejoramiento continuo
7. Gestión disciplinada de procura de materiales
8. Integración de sistemas
9. Gerencia de paradas de planta
10. Producción basada en confiabilidad

Todas estas prácticas están orientadas al mejoramiento de la confiabilidad operacional de las instalaciones y sus procesos, sistemas y equipos asociados, con la finalidad de hacer a la

empresa mas competitiva y rentable, disponer de una excelente imagen con el entorno, así como la satisfacción de sus trabajadores, clientes y suplidores.

El análisis de la criticidad es una metodología que integra la practica 10, sin embargo puede ser utilizada de forma efectiva para acelerar la selección desarrollo e implantación de las restantes nueve prácticas.

3.3.2 Definiciones Importantes

a) Análisis de Criticidad

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y un propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

b) Confiabilidad:

Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas

c) Confiabilidad Operacional:

Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por proceso, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de los límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

Es importante puntualizar que en un programa de optimización de confiabilidad operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatro parámetros presentados en la fig.1, afectara el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.



FIGURA 3.2 Aspectos de la Confiabilidad Operacional

d) Equipos Naturales de Trabajo:

En el contexto de confiabilidad operacional, se define como el conjunto de personas de diferentes funciones de la organización, que trabajan juntas por un periodo de tiempo determinado en un clima de potenciación de energía, para analizar problemas comunes de los distintos departamentos, apuntando al logro de un objetivo común.

En un enfoque tradicional el concepto de trabajo en equipo comprende un sistema de progresión de carrera que exige a cada nuevo gerente “producir su impacto individual y significativo el negocio”. Gerentes rotando en ciclos cortos en diversos campos, creando la necesidad de cambios de iniciativa para “dejar su huella”.

Sin embargo, en la cultura de los más exitosos existe afinidad por el trabajo en equipo. Los equipos naturales de trabajo son vistos como los mayores contribuyentes al valor de la empresa, y trabajan consistentemente a largo plazo.

Los gerentes guían a los miembros hacia el crecimiento del equipo y a obtener mejores resultados bajo el esquema “ganar- ganar”. Los éxitos del equipo son logros del líder de turno.

e) Jerarquía de Activos:

Define el número de elementos o componentes de una instalación y/o planta en agrupaciones secundarias que trabajan conjuntamente para alcanzar propósitos preestablecidos. La figura 2 muestra el estilo de agrupación típica de una instalación, donde se observa que la jerarquía de los activos la constituyen grupos consecutivos

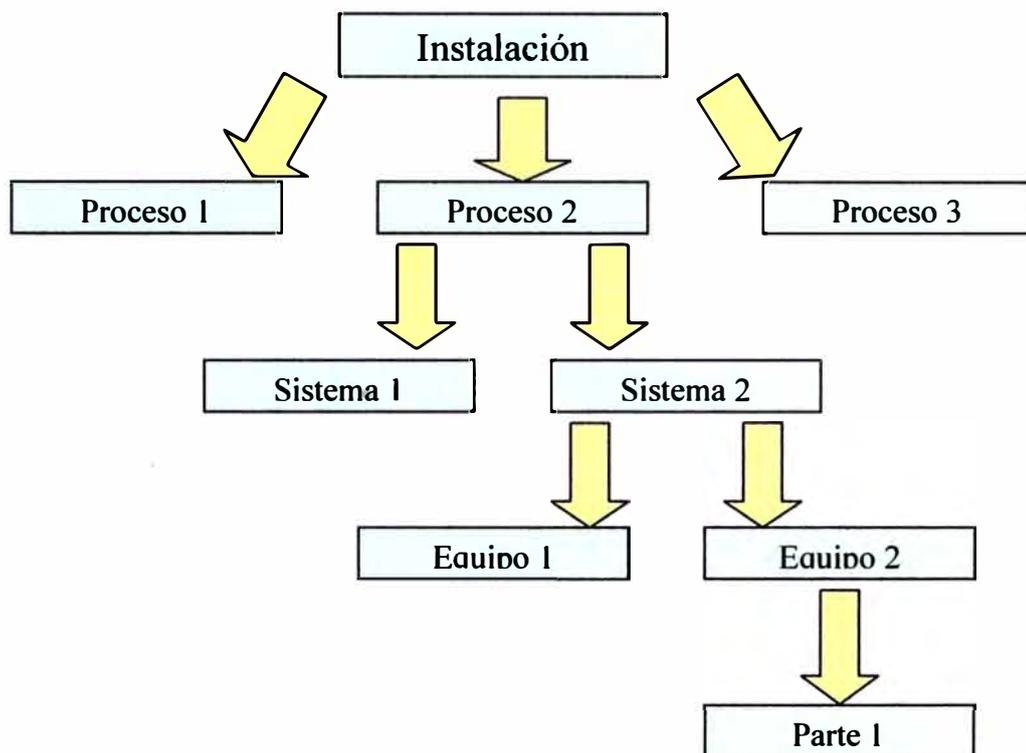


FIGURA 3.3 Agrupación Típica de Instalaciones.

Como puede verse en la **FIGURA 3.3**, una planta compleja tiene asociada muchas unidades de proceso y cada unidad de proceso podría contar con muchos sistemas, al tiempo que cada sistema tendría varios paquetes de equipos y así sucesivamente, a medida que ascendamos por la jerarquía, crecerá el número de elementos a ser considerados.

f) Unidades de Procesos:

Se define como una agrupación lógica de sistemas que funcionan unidos para suministrar un servicio (ej. Electricidad) o producto (ej. Gasolina) al procesar y manipular materia prima e insumos (ej. Agua, crudo, gas natural, catalizados).

g) Sistemas:

Conjunto de elementos interrelacionados dentro de las unidades de proceso, que tienen una función específica. ej. Separación de gas, suministrar aire, regeneración de catalizador, etc.

3.3.3 Objetivo del Análisis de Criticidad

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. [6]

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

Criticidad= Frecuencia x consecuencia

Donde la frecuencia esta asociada al numero de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia esta referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación los impactos en seguridad y ambiente.

3.3.4 Criterios para el Análisis de Criticidad

Se analiza cada activo dentro del estudio:

- Seguridad y Salud
- Medio Ambiente
- Producción
- Costos (Operacionales de mantenimiento)
- Tiempos promedio para reparar
- Frecuencia de falla

3.3.5 Modelo Básico de Análisis de Criticidad:

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la **FIGURA 3.4** El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales nombrados anteriormente. Para la selección del método de evaluación se toman los criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por ultimo la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

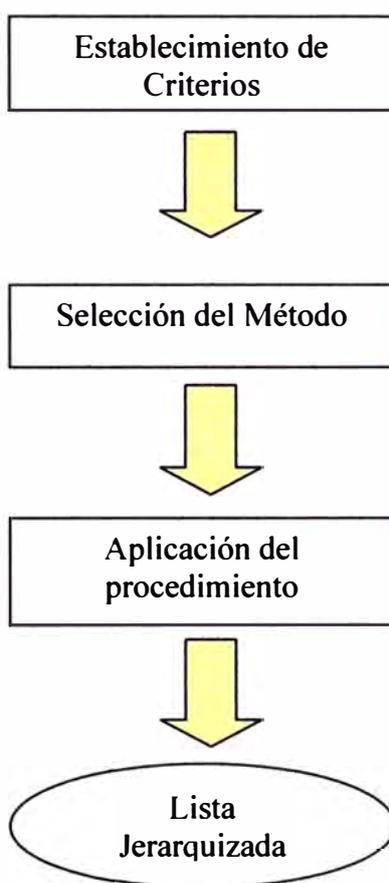


FIGURA 3.4 Modelo Básico de Criticidad

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

En el ámbito de Mantenimiento:

Al tener plenamente establecido cuales sistemas son mas críticos, se podrá establecer de una manera mas eficiente la prioritización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de ordenes de trabajo.

En el ámbito de Inspección:

El estudio de criticidad facilitan y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los intervalos y tipo de inspección requerida para sistemas de

protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

En el ámbito de Materiales:

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones mas acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de la planta, es decir, podemos sincerar el stock de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipo logrando un costo optimo de inventario.

En el ámbito de Disponibilidad de Planta:

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor nivel de criticidad.

A nivel del Personal:

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se pueda diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas mas criticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

3.3.6 Información requerida para el Análisis de la criticidad

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos “exactos y absolutos”. Sin embargo desde el punto de vista práctico dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, en decir, establecer cual seria la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

Para obtener la información requerida, el paso inicial es formar un equipo natural de trabajo integrado por un facilitador (experto en análisis de criticidad) y personal de las organizaciones involucradas en el estudio como lo son operaciones, mantenimiento y especialidades quienes serán los puntos focales para identificar, seleccionar y conducir al personal conocedor de la realidad operativa de los sistemas objeto del análisis. Este personal debe conocer el sistema, y formar parte de las áreas de: operaciones, mecánica, electricidad, instrumentación, estructura, programadores especialista en procesos, etc.; adicionalmente deben formar parte de los estratos de las organización es decir, personal gerencial, supervisores, capataces y obreros dado que cada uno tiene un nivel particular de conocimiento así como diferente visión del negocio.

3.3.7 Manejo de la Información:

El nivel natural entre las labores a realizar comienza con una discusión entre los representantes principales del equipo natural de trabajo, para preparar una lista de todos los sistemas que formaran parte del análisis. El método es sencillo y esta basado en el conocimiento de los participantes el cual era plasmado en una encuesta personal.

El facilitador del análisis debe garantizar que todo el personal involucrado entienda la finalidad del trabajo, el uso que se dará a los resultados, sus respuestas debes ser orientadas de manera responsable y así evitar el menor número de desviaciones.

3.3.8 Criterios de Evaluación

Criterios de evaluación de criticidades:

- **Frecuencia de falla:** son las veces que falla cualquier componente del sistema.
- **Impacto Operacional:** es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre una falla.
- **Nivel de producción manejado:** es la capacidad que se deja de producir cuando ocurre la falla.
- **Tiempo promedio para reparar:** es el tiempo para reparar la falla.
- **Impacto en seguridad:** posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas.

- **Impacto Ambiental:** posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente.

3.3.9 Conclusiones:

El uso del análisis de criticidad permite la toma de decisiones acertadas, adicionalmente se encuentran otros beneficios por redireccionar el presupuesto en áreas de mayor rentabilidad para la empresa.

3.4 Aplicación de Análisis de Criticidad

3.4.1 Criterios para la Determinación de Jerarquías de Criticidad [7]

Se determina los siguientes criterios para la criticidad de equipos:

CRÍTICIDAD 1: Equipo que no debe fallar. Si ese equipo falla se cerraría la fábrica ocasionando gran pérdida económica, ocasionando grandes pérdidas de producción y/o afecta la calidad del producto.

También para equipos cuya falla ocasionaría daños corporales (accidentes) a los empleados o importantes daños ambientales.

CRÍTICIDAD 2: Equipo que no debería fallar.

La falla de este equipo no afectaría la calidad del producto y/o podría afectar la producción en forma parcial.

Continúa siendo un equipo importante, pero una avería en esa máquina no afectaría grandemente a la fábrica (equipo redundante).

CRÍTICIDAD 3: Todo el resto. Equipos que no se utilizan con frecuencia

3.4.3 Matriz de Ponderación para el Análisis de Criticidad

Una matriz de criticidad envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión. Típicamente contiene elementos tales como:

- Estrategia del negocio
- Misión de la mina
- Costo del mantenimiento
- Perdidas de producción
- Riesgos involucrados (humano, seguridad, etc.). [8]

Asignar los valores de la ponderación calificando al equipo por su incidencia sobre cada variable. Este paso requiere un buen conocimiento del equipo, su sistema, su operación, su valor y los daños que podría ocasionar una falla.

TABLA 3.2 Matriz de Ponderación

ÍTEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el Servicio que proporciona:			
		Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Técnico - Económico:			
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de U\$ 20,000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de U\$ 1,000
3	La falla Afecta:			
	a. Al Equipo en sí.	Si	1	Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al Servicio.	Si	1	Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador.	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?
		Sin Riesgo	0	
	d. A la seguridad en general.	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos.
		No	0	
4	Probabilidad de Falla (Confiabilidad):			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		baja	0	
5	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:			
		Único	2	No existe otro igual o similar.
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado.
6	Dependencia Logística:			
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar.
		Loc./Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7	Dependencia de la Mano de Obra:			
		Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros.
		Ter. y Prop.	1	El Mantenimiento requiere personal propio y tercero
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
8	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):			
		Baja	1	Mantenimiento difícil.
		Alta	0	Mantenimiento fácil.

Obtener el valor ponderado para cada equipo y agruparlas clasificándolas de acuerdo a la escala de referencia y buscando una distribución con sesgo izquierdo, como se muestra en la Tabla 3.3, a fin de acercarnos al costo mínimo de la actividad de mantenimiento

TABLA 3.3 Escala de Referencia

ESCALA DE REFERENCIA		
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Los equipos de mina subterránea de Volcan Compañía Minera fueron evaluados según la codificación de prioridades, la matriz de ponderación y la escala de referencia obteniéndose los siguientes resultados:

Los equipos jerarquerizados de acuerdo a su criticidad son:

- **CRITICO:** Los jumbos y las winchas de izaje de personal
- **IMPORTANTE:** Las bombas, locomotoras, scooptrams, transformadores eléctricos y ventiladores
- **REGULAR:** Balanza de celdas de carga, carros metaleros y las perforadoras Jackle.

TABLA 3.4 Evaluación De Criticidad Equipos Mina Subterránea

EVALUACION CRITICIDAD - EQUIPOS DE MINA SUBTERRANEA VOLCAN COMPAÑIA MINERA																	
ITEM	CODIGO SAP	DESCRIPCION \$AP	Descripcion tradicional	UBICACION	PONDERACION										ESCALA REF.		
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7		8	TOTAL
EQUIPOS MINA																	
1	BAL-0212-CE	Balanza Celdas de carga Merrick N° 2	BALNZ ELECTRON MERRICK	CE-CER-M1-BAL	0	2	0	0	0	0	0	3	2	2	1	10	Regular
2	BAL-0215-CE	Balanza Celdas de carga Metter Toledo 5	BALNZA SKIP A	CE-CER-M1-BAL	0	2	0	0	0	0	0	3	2	2	1	10	Regular
3	BAL-0216-CE	Balanza Celdas de carga Metter Toledo 6	BALNZA SKIP B	CE-CER-M1-BAL	0	2	0	0	0	0	0	3	2	2	1	10	Regular
4	BOM-0109-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 109		CE-CER-M1-E04-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
5	BOM-0110-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 110		CE-CER-M1-E04-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
6	BOM-0111-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 110		CE-CER-M1-E04-003-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
7	BOM-0112-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 112		CE-CER-M1-E04-004-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
8	BOM-0113-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 113		CE-CER-M1-E04-005-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
9	BOM-0114-CE	Bomba Horizontal 4GT # 114		CE-CER-M1-E02-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
10	BOM-0115-CE	Bomba Horizontal 4GT # 115		CE-CER-M1-E02-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
11	BOM-0116-CE	Bomba Horizontal GT # 116		CE-CER-M1-E02-003-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
12	BOM-0117-CE	Bomba Horizontal 2175 # 117		CE-CER-M1-E03-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
13	BOM-0118-CE	Bomba Horizontal 2175 # 118		CE-CER-M1-E03-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
14	BOM-0120-CE	Bomba Horizontal HVN6X12 # 120		CE-CER-M1-E01-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
15	BOM-0121-CE	Bomba Horizontal HVN6X19 # 121		CE-CER-M1-E01-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
16	BOM-0122-CE	Bomba Horizontal HVN6X19 # 122		CE-CER-M1-E06-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
17	BOM-0123-CE	Bomba Horizontal 6UZD-1 # 123		CE-CER-M1-E06-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
18	BOM-0148-CE	Bomba Horizontal 3700 # 148	BOMA148	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
19	BOM-0160-CE			CE-CER-M1-E07-000-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
20	BOM-0162-CE	Bomba Horizontal 3RVH # 162		CE-CER-M1-E07-000-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
21	BOM-0163-CE	Bomba Horizontal 3RVH # 163		CE-CER-M1-E05-000-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
22	BOM-0164-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 164		CE-CER-M1-E07-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
23	BOM-0165-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 165		CE-CER-M1-E07-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
24	BOM-0166-CE	Bomba Horizontal 6UZD # 166		CE-CER-M1-E07-003-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
25	BOM-0168-CE	Bomba Horizontal 6UJVL # 168		CE-CER-M1-E05-001-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
26	BOM-0169-CE	Bomba Horizontal 6UJVL # 169		CE-CER-M1-E05-002-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
27	BOM-0170-CE	Bomba Horizontal FR # 170		CE-CER-M1-E05-003-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
28	BOM-0174-CE	Bomba Sumergible Grindex MAXI-H # 174	BOMA050	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	12	Importante
29	BOM-0175-CE	Bomba Sumergible Grindex MAXI-H # 175	BOMA051	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	12	Importante
30	BOM-0178-CE	Bomba Sumergible Grindex MAJOR # 178	BOMA054	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	12	Importante
31	BOM-0179-CE	Bomba Sumergible Grindex MAJOR # 179	BOMA055	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	12	Importante
32	BOM-0183-CE	Bomba Sumergible Grindex MAXI-H # 183	BOMA059	CE-CER-M1-BOM	2	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	12	Importante
33	BOM-0244-CE	Bomba Tsurumi PMP modelo KRS 822-60		CE-CER-M1-E07-000-BOM	2	2	1	1	0	0	0	2	1	1	1	11	Importante
34	CRM-0001-CE	Carro Metalero Balancín # 01		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
35	CRM-0002-CE	Carro Metalero Balancín # 02		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
36	CRM-0003-CE	Carro Metalero Balancín # 03		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
37	CRM-0004-CE	Carro Metalero Balancín # 04		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
38	CRM-0005-CE	Carro Metalero Gramby # 05		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
39	CRM-0006-CE	Carro Metalero Gramby # 06		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
40	CRM-0007-CE	Carro Metalero Gramby # 07		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
41	CRM-0008-CE	Carro Metalero Gramby # 08		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
42	CRM-0009-CE	Carro Metalero Balancín # 09		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
43	CRM-0010-CE	Carro Metalero Balancín # 10		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
44	CRM-0011-CE	Carro Metalero Balancín # 11		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
45	CRM-0012-CE	Carro Metalero Gramby # 12		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
46	CRM-0013-CE	Carro Metalero Gramby # 13		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
47	CRM-0014-CE	Carro Metalero Balancín # 14		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular

TABLA 3.6 Evaluación De Criticidad Equipos Mina Subterránea

ITEM	CODIGO SAP	DESCRIPCION SAP	Descripcion tradicional	UBICACIÓN	PONDERACION										ESCALA REF.			
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7		8	TOTAL	
EQUIPOS MINA																		
95	CRM-0062-CE	Carro Metalero Gramby # 62	CARRO GRAMBY 62	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
96	CRM-0063-CE	Carro Metalero Gramby # 63	CARRO GRAMBY 63	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
97	CRM-0064-CE	Carro Metalero Gramby # 64	CARRO GRAMBY 64	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
98	CRM-0065-CE	Carro Metalero Balancín # 65	CARRO BALANCIN 65	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
99	CRM-0066-CE	Carro Metalero Balancín # 66	CARRO BALANCIN 66	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
100	CRM-0067-CE	Carro Metalero Balancín # 67	CARRO BALANCIN 67	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
101	CRM-0068-CE	Carro Metalero Balancín # 68	CARRO BALANCIN 68	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
102	CRM-0069-CE	Carro Metalero Balancín # 69	CARRO BALANCIN 69	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
103	CRM-0070-CE	Carro Metalero Balancín # 70	CARRO BALANCIN 70	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
104	CRM-0071-CE	Carro Metalero Balancín # 71	CARRO BALANCIN 71	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
105	JUM-0003-CE	Jumbo Hidráulico BOOMER 281 J 03	J-03	CE-CER-M1-JUM	4	3	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	16	Critico
106	JUM-0004-CE	Jumbo Hidráulico BOOMER 281 J 04	J-04	CE-CER-M1-JUM	4	3	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	16	Critico
107	JUM-0005-CE	Jumbo Hidráulico BOOMER 281 J 05	J-05	CE-CER-M1-JUM	4	3	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	16	Critico
108	JUM-0008-CE	Jumbo Hidráulico RAPTOR22 J 08	J-08	CE-CER-M1-JUM	4	3	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	16	Critico
109	JUM-0009-CE	Jumbo Hidráulico BOOMER 281 J 09	J-09	CE-CER-M1-JUM	4	3	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	16	Critico
110	JUM-0011-CE	Jumbo Hidráulico SIMBA/LHDW J 11		CE-CER-M1-JUM	2	3	1	0	0	0	0	3	1	1	1	1	12	Importante
111	LOC-0001-CE	Locomotoras CBL4-04-Ton # 01	L-01	CE-CER-M1-LOC	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
112	LOC-0002-CE	Locomotoras CBL4-04-Ton # 02	L-02	CE-CER-M1-LOC	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
113	LOC-0010-CE	Locomotoras CT8 08-Ton # 10	L-10	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
114	LOC-0011-CE	Locomotoras CT6 06-Ton # 11	L-11	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
115	LOC-0013-CE	Locomotoras 2MB 06-Ton # 13	L-13	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
116	LOC-0014-CE	Locomotoras B 3577 10-Ton # 14	L-14	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
117	LOC-0015-CE	Locomotoras B 3578 08-Ton # 15	L-15	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
118	LOC-0028-CE	Locomotoras C 6118GA 06-Ton # 28	L-28	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
119	LOC-0031-CE	Locomotoras CT6 06-Ton # 31	L-31	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
120	LOC-0032-CE	Locomotoras CT8 08-Ton # 32	L-32	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
121	LOC-0040-CE	Locomotoras Mancha # 40	MANCHA # 40 (CARPINTERIA)	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
122	LOC-0069-CE	Locomotoras CT6 06-Ton # 69	L-69	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
123	LOC-0080-CE	Locomotoras # Mancha	MANCHA # 80 (CARPINTERIA)	CE-CER-M1-LOC	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
124	LOC-0501-CE	Locomotoras CT12 12-Ton # 501	L-501	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
125	LOC-0502-CE	Locomotoras CT12 12-Ton # 502	L-502	CE-CER-M1-LOC	4	2	1	0	1	1	0	3	1	1	1	1	15	Importante
126	MSE-0001-CE	MAQUINA SOLDAR DC PORTATIL 460V 60HZ TRI		CE-CER-M1-MSE	0	1	0	1	0	0	0	3	1	1	1	1	8	Regular
127	MSE-0002-CE	MAQUINA SOLDAR DC PORTATIL 460V 60HZ TRI		CE-CER-M1-MSE	0	1	0	1	0	0	0	3	1	1	1	1	8	Regular
128	MSE-0003-CE	MAQUINA SOLDAR DC PORTATIL 460V 60HZ TRI		CE-CER-M1-MSE	0	1	0	1	0	0	0	3	1	1	1	1	8	Regular
129	PAN-0501-CE	Pala Neumática F21 # 501		CE-CER-M1-PAN	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
130	PAN-0502-CE	Pala Neumática F21 # 502		CE-CER-M1-PAN	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
131	PAN-0503-CE	Pala Neumática F21 # 503		CE-CER-M1-PAN	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
132	PAN-0601-CE	Pala Neumática LM56H # 601		CE-CER-M1-PAN	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
133	PEN-2105-CE	Perforadora Jackle 260B # 2105	2105	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
134	PEN-2107-CE	Perforadora Jackle 260B # 2107	2107	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
135	PEN-2108-CE	Perforadora Jackle 260B # 2108	2108	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
136	PEN-2109-CE	Perforadora Jackle 260B # 2109	2109	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
137	PEN-2110-CE	Perforadora Jackle 260B # 2110	2110	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
138	PEN-2112-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2112	2112	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
139	PEN-2113-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2113	2113	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
140	PEN-2114-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2114	2114	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular
141	PEN-2115-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2115	2115	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Regular

TABLA 3.5 Evaluación De Criticidad Equipos Mina Subterránea

ITEM	CODIGO SAP	DESCRIPCION SAP	Descripción tradicional	UBICACIÓN	PONDERACION										ESCALA REF.		
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7		8	TOTAL
EQUIPOS MINA																	
48	CRM-0015-CE	Carro Metalero Gramby # 15		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
49	CRM-0016-CE	Carro Metalero Gramby # 16		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
50	CRM-0017-CE	Carro Metalero Gramby # 17		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
51	CRM-0018-CE	Carro Metalero Gramby # 18		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
52	CRM-0019-CE	Carro Metalero Gramby # 19		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
53	CRM-0020-CE	Carro Metalero Gramby # 20	CARRO METALERO N° 20	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
54	CRM-0021-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 21-1TONELADA	CARRO METALERO N° 21	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
55	CRM-0022-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 22-1TONELADA	CARRO METALERO N° 22	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
56	CRM-0023-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 23-1TONELADA	CARRO METALERO N° 23	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
57	CRM-0024-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 24-1TONELADA	CARRO METALERO N° 24	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
58	CRM-0025-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 25-1TONELADA	CARRO METALERO N° 25	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
59	CRM-0026-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 26-1TONELADA	CARRO METALERO N° 26	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
60	CRM-0027-CE	Carro Metalero Balancín #		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
61	CRM-0028-CE	Carro Metalero Balancín # 28		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
62	CRM-0029-CE	Carro Metalero Balancín # 29		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
63	CRM-0030-CE	Carro Metalero Balancín # 30		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
64	CRM-0031-CE	Carro Metalero Gramby # 31		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
65	CRM-0032-CE	Carro Metalero Gramby # 32		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
66	CRM-0033-CE	Carro Metalero Gramby # 33	CARRO GRAMBY 33	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
67	CRM-0034-CE	Carro Metalero Gramby # 34	CARRO GRAMBY 34	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
68	CRM-0035-CE	Carro Metalero Gramby # 35	CARRO GRAMBY 35	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
69	CRM-0036-CE	Carro Metalero Gramby # 36	CARRO GRAMBY 36	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
70	CRM-0037-CE	Carro Metalero Balancín # 37	CARRO BALANCIN 37	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
71	CRM-0038-CE	Carro Metalero Balancín # 38	CARRO BALANCIN 38	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
72	CRM-0039-CE	Carro Metalero Balancín # 39	CARRO BALANCIN 39	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
73	CRM-0040-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 40-1TONELADA	CARRO METALERO N° 40	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
74	CRM-0041-CE	Carro Metalero SAMURAY N° 41-1TONELADA	CARRO METALERO N° 41	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
75	CRM-0042-CE	Carro Metalero Balancín # 42	CARRO BALANCIN 42	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
76	CRM-0043-CE	Carro Metalero Balancín # 43	CARRO BALANCIN 43	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
77	CRM-0044-CE	Carro Metalero Balancín # 44	CARRO BALANCIN 44	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
78	CRM-0045-CE	Carro Metalero Balancín # 45	CARRO BALANCIN 45	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
79	CRM-0046-CE	Carro Metalero Balancín # 46	CARRO BALANCIN 46	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
80	CRM-0047-CE	Carro Metalero Balancín # 47	CARRO BALANCIN 47	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
81	CRM-0048-CE	Carro Metalero Balancín # 48	CARRO BALANCIN 48	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
82	CRM-0049-CE	Carro Metalero Balancín # 49	CARRO BALANCIN 49	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
83	CRM-0050-CE	Carro Metalero Gramby # 50		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
84	CRM-0051-CE	Carro Metalero Gramby # 51		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
85	CRM-0052-CE	Carro Metalero Gramby # 52		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
86	CRM-0053-CE	Carro Metalero Gramby # 53		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
87	CRM-0054-CE	Carro Metalero Gramby # 54		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
88	CRM-0055-CE	Carro Metalero Gramby # 55		CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
89	CRM-0056-CE	Carro Metalero Balancín # 56	CARRO BALANCIN 56	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
90	CRM-0057-CE	Carro Metalero Balancín # 57	CARRO BALANCIN 57	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
91	CRM-0058-CE	Carro Metalero Balancín # 58	CARRO BALANCIN 58	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
92	CRM-0059-CE	Carro Metalero Balancín # 59	CARRO BALANCIN 59	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
93	CRM-0060-CE	Carro Metalero Balancín # 60	CARRO BALANCIN 60	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular
94	CRM-0061-CE	Carro Metalero Balancín # 61	CARRO BALANCIN 61	CE-CER-M1-CRM	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	9	Regular

TABLA 3.7 Evaluación de Criticidad Equipos Mina Subterránea

ITEM	CODIGO SAP	DESCRIPCION SAP	Descripcion tradicional	UBICACIÓN	PONDERACION											ESCALA REF.	
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		TOTAL
EQUIPOS MINA																	
142	PEN-2116-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2116	2116	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
143	PEN-2117-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2117	2117	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
144	PEN-2118-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2118	2118	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
145	PEN-2119-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2119	2119	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
146	PEN-2120-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2120	2120	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
147	PEN-2121-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2121	2121	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
148	PEN-2122-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2122	2122	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
149	PEN-2123-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2123	2123	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
150	PEN-2124-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2124	2124	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
151	PEN-2125-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2125	2125	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
152	PEN-2126-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2126	2126	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
153	PEN-2127-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2127	2127	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
154	PEN-2128-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2128	2128	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
155	PEN-2129-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2129	2129	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
156	PEN-2130-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2130	2130	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
157	PEN-2131-CE	Perforadora Jackle 260B # 2131	2131	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
158	PEN-2132-CE	Perforadora Jackle 260B # 2132	2132	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
159	PEN-2133-CE	Perforadora Jackle 260B # 2133	2133	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
160	PEN-2134-CE	Perforadora Jackle 260B # 2134	2134	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
161	PEN-2135-CE	Perforadora Jackle 260B # 2135	2135	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
162	PEN-2136-CE	Perforadora Jackle 260B # 2136	2136	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
163	PEN-2137-CE	Perforadora Jackle 260B # 2137	2137	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
164	PEN-2138-CE	Perforadora Jackle 260B # 2138	2138	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
165	PEN-2140-CE	Perforadora Jackle 260B # 2140	2140	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
166	PEN-2141-CE	Perforadora Jackle 260B # 2141	2141	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
167	PEN-2142-CE	Perforadora Jackle 260B # 2142	2142	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
168	PEN-2143-CE	Perforadora Jackle 260B # 2143	2143	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
169	PEN-2144-CE	Perforadora Jackle 260B # 2144	2144	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
170	PEN-2145-CE	Perforadora Jackle 260B # 2145	2145	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
171	PEN-2147-CE	Perforadora Jackle 260B # 2147	2147	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
172	PEN-2148-CE	Perforadora Jackle 260B # 2148	2148	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
173	PEN-2149-CE	Perforadora Jackle 260B # 2149	2149	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
174	PEN-2151-CE	Perforadora Jackle 260B # 2151	2151	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
175	PEN-2152-CE	Perforadora Jackle 260B # 2152	2152	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
176	PEN-2153-CE	Perforadora Jackle 260B # 2153	2153	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
177	PEN-2154-CE	Perforadora Jackle 260B # 2154	2154	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
178	PEN-2155-CE	Perforadora Jackle 260B # 2155	2155	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
179	PEN-2157-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2157	2157	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
180	PEN-2158-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2158	2158	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
181	PEN-2159-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2159	2159	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
182	PEN-2161-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2161	2161	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
183	PEN-2162-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2162	2162	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
184	PEN-2163-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2163	2163	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
185	PEN-2165-CE	Perforadora Jackle MA250 # 2165	2165	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
186	PEN-2166-CE	Perforadora Jackle 260B # 2166	2166	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
187	PEN-2167-CE	Perforadora Jackle 260B # 2167	2167	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
188	PEN-2168-CE	Perforadora Jackle 260B # 2168	2168	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular

TABLA 3.8 Evaluación de Criticidad Equipos Mina Subterránea

ITEM	CODIGO SAP	DESCRIPCION SAP	Descripcion tradicional	UBICACIÓN	PONDERACION										ESCALA REF.			
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7		8	TOTAL	
EQUIPOS MINA																		
189	PEN-2170-CE	Perforadora Jackle S250 # 2170		2170	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
190	PEN-2171-CE	Perforadora Jackle S250 # 2171		2171	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
191	PEN-2172-CE	Perforadora Jackle S250 # 2172		2172	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
192	PEN-2173-CE	Perforadora Jackle S250 # 2173		2173	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
193	PEN-2174-CE	Perforadora Jackle S250 # 2174		2174	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
194	PEN-2628-CE	Perforadora Jackle 260B # 2628		2628	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
195	PEN-2630-CE	Perforadora Jackle 260B # 2630		2630	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
196	PEN-2631-CE	Perforadora Jackle 260B # 2631		2631	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
197	PEN-2632-CE	Perforadora Jackle 260B # 2632		2632	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
198	PEN-2633-CE	Perforadora Jackle 260B # 2633		2633	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
199	PEN-2634-CE	Perforadora Jackle 260B # 2634		2634	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
200	PEN-2636-CE	Perforadora Jackle 260B # 2636		2636	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
201	PEN-2637-CE	Perforadora Jackle 260B # 2637		2637	CE-CER-M1-PEN	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	1	10	Regular
202	SCA-0001-CE	SCALER PAUS TSL 852 # 01			CE-CER-M1-SCA	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
203	SCO-0017-CE	Scooptram EST-2D S 17	S-17		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
204	SCO-0021-CE	Scooptram EST-2D S 21	S-21		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
205	SCO-0022-CE	Scooptram EJC-100E S 22	S-22		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
206	SCO-0023-CE	Scooptram EJC-100E S 23	S-23		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
207	SCO-0024-CE	Scooptram EJC-100E S 24	S-24		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
208	SCO-0025-CE	Scooptram EJC-130E S 25	S-25		CE-CER-M1-SCO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
209	SCO-0026-CE	Scooptram EJC-130E S 26	S-26		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
210	SCO-0029-CE	Scooptram EJC-145 S 29	S-29		CE-CER-M1-SCO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
211	SCO-0031-CE	Scooptram EJC-145 S 31	S-31		CE-CER-M1-SCO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
212	SCO-0032-CE	Scooptram TORO 151E (Elect) S 32	S-32		CE-CER-M1-SCO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
213	SCO-0033-CE	Scooptram TORO 151E (Elect) S 33	S-33		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
214	SCO-0035-CE	Scooptram TORO 151E (Elect) S 35	S-35		CE-CER-M1-SCO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	
215	SCO-0038-CE	Scooptram EJC-65E S 38	S-38		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
216	SCO-0039-CE	Scooptram EJC-65E S 39	S-39		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	2	3	1	1	1	15	Importante
217	SCO-0040-CE	Scooptram TORO 007	0AS205		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
218	SCO-0041-CE	Scooptram TORO 007			CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
219	SCO-0042-CE	Scooptram EJC-65E S 42	S-42		CE-CER-M1-SCO	2	3	1	0	0	1	0	3	1	1	1	13	Importante
220	TRA-1010-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 1010		1010	CE-CER-M1-S01-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
221	TRA-1011-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 1011		1011	CE-CER-M1-S01-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
222	TRA-1012-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 1012		1012	CE-CER-M1-S01-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
223	TRA-2002-CE	Transformador 1000 KVA Monofásico # 2002		2002	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
224	TRA-2003-CE	Transformador 1000 KVA Monofásico # 2003		2003	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
225	TRA-2004-CE	Transformador 1000 KVA Monofásico # 2004		2004	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
226	TRA-2166-CE	Transformador 300 KVA Monofásico # 20166	TFN 20166		CE-CER-M1-S05-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
227	TRA-2328-CE	Transformador 630 KVA Trifásico # 20328	TFN 20328		CE-CER-M1-S05-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
228	TRA-2435-CE	Transformador 1500 KVA Monofásico # 2435		20435	CE-CER-M1-S25-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
229	TRA-2436-CE	Transformador 1500 KVA Monofásico # 2436		20436	CE-CER-M1-S25-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
230	TRA-2785-CE	Transformador 1500 KVA Monofásico # 2785		20785	CE-CER-M1-S25-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
231	TRA-2825-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 2825		20825	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
232	TRA-2826-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 2826		20826	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
233	TRA-2827-CE	Transformador 833 KVA Monofásico # 2827		20827	CE-CER-M1-S03-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
234	TRA-4552-CE	Transformador 315 KVA Trifásico # 4552			CE-CER-M1-S24-TRA	4	2	0	0	0	0	0	3	1	1	1	12	Importante
235	VEN-0024-CE	Ventilador de 10,000 CFM # 0024	VEA24		CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante

TABLA 3.9 Evaluación De Criticidad Equipos Mina Subterránea

ITEM	CÓDIGO SAP	DESCRIPCION SAP	Descripcion tradicional	UBICACIÓN	PONDERACION										ESCALA REF.		
					1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7		8	TOTAL
EQUIPOS MINA																	
236	VEN-0029-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 0029	VEA29	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
237	VEN-0037-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 0037	VEA37	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
238	VEN-0038-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 0038	VEA38	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
239	VEN-0101-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2021	MEL-29949	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
240	VEN-0102-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 0102		CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
241	VEN-0103-CE	Ventilador de 60,000 CFM # 0103		CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
242	VEN-0104-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 0104	VEA991314MEL994127	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
243	VEN-0105-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 0105	VEA994112MEL994125	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
244	VEN-0106-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 0106	MEL-6173	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
245	VEN-0107-CE	Ventilador de 60,000 CFM # 0107		CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
246	VEN-0196-CE	Ventilador de 5,000 CFM # 0196	VEA196	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
247	VEN-0219-CE	Ventilador de 5,000 CFM # 0219	VEA219	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
248	VEN-1313-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 1313	VEA991313	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
249	VEN-1315-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 1315	VEA991315	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
250	VEN-1316-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 1316	VEA2103MEL20287	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
251	VEN-1331-CE	Ventilador de 60,000 CFM # 1331	VEA991331	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
252	VEN-2015-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2015	VEA2015	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
253	VEN-2016-CE	Ventilador de 12,000 CFM # 2000	VEA200016	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
254	VEN-2033-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 2033	VEA2033	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
255	VEN-2048-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 2048	VEA2048	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
256	VEN-2073-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 2073	VEA2073	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
257	VEN-2075-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 2075	VEA2075	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
258	VEN-2076-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 2076	MEL20189	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
259	VEN-2104-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2104	VEA2104	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
260	VEN-2105-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2105	VEA2105	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
261	VEN-2115-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2115	VEA2115	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
262	VEN-2120-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 2120	VEA2120	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
263	VEN-2771-CE	Ventilador de 20,000 CFM # 2771	VEA20771	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
264	VEN-6105-CE	Ventilador de 12,000 CFM # 6105	VEA6105	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
265	VEN-9050-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 9050	VEA1RJ050	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
266	VEN-9051-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 9051	VEA1RJ051	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
267	VEN-9052-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 9052	VEA1RJ052	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
268	VEN-9053-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 9053	VEA1RJ053	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
269	VEN-9054-CE	Ventilador de 20,000 CFM # 9054	VEA1RJ054	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
270	VEN-9055-CE	Ventilador de 20,000 CFM # 9055	VEA1RJ055	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
271	VEN-9101-CE	Ventilador de 60,000 CFM # 9101	VEA1RJ101	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
272	VEN-9102-CE	Ventilador de 60,000 CFM # 9102	VEA1RJ102	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
273	VEN-9913-CE	Ventilador de 30,000 CFM # 9913	VEA9913	CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
274	VEN-9947-CE	Ventilador de 16,000 CFM # 9947		CE-CER-M1-VEN	2	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	14	Importante
275	WIN-0009-CE	Winche Izaje Mineral ASEA		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico
276	WIN-0010-CE	Winche Izaje Pasajeros Lourdes # 01		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico
277	WIN-0011-CE	Winche Izaje Pasajeros Lourdes # 02		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico
278	WIN-0012-CE	Winche Izaje Pasajeros Excelsior # 01		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico
279	WIN-0013-CE	Winche Izaje Mineral Excelsior # 02		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico
280	WIN-0014-CE	Winche Izaje INCLINADO NIVEL 1800		CE-CER-M1-WIN	4	3	1	0	1	1	0	3	1	1	1	16	Critico

CAPÍTULO IV

PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANALISIS DE CRITICIDAD

Después de obtenidos los resultados del Análisis de Criticidad herramienta que dio las pautas para el estudio de los equipos de mayor criticidad en Volcan Compañía Minera S.A.A se realizó un plan de mantenimiento preventivo general que nos permitió reducir las paradas imprevistas, los costos de mantenimiento y un mejor control de personal, materiales y equipos.

4.1 SELECCIÓN TACTICAS DE MANTENIMIENTO

Identificados los equipos críticos, ahora estamos preparados para entablar la batalla contra los males de las averías. Disponemos de mandato, objetivos estratégicos, políticas o principios guía, y un plan de mejora. Pero, cuando se va a actuar sobre el equipo, ¿qué va ser que sea diferente? Las acciones concretas y su calendario de tiempos son las tácticas que pusimos en práctica para desarrollar el plan estratégico de mantenimiento y marcar la diferencia.

4.2 OPCIONES TACTICAS [9]

Debemos conocer todas las opciones de mantenimiento disponibles para los equipos de la mina, y entonces decidir cuales son las más apropiadas, las elecciones serán combinaciones de actividades las cuales pueden ser:

- **Operar hasta el fallo.** El mantenimiento se realiza solo después de que falla el equipo. Esto es típico en las placas de circuitos electrónicos y las luces eléctricas.

- **Redundancia.** En un sistema de equipo se incorporan componentes redundantes. Si falla la unidad primaria, entra en acción la secundaria; por ejemplo, las bombas hidráulicas usadas en aviación y los sistemas de bombeo en la mina.
- **Programa de reemplazo de componentes.** En puntos predeterminados, basados en intervalos de tiempo u horas de uso, se reemplaza un componente, pieza o sistema, cualquiera que sea su condición. Por ejemplo los electromotores de los camiones de tajo abierto usualmente se reemplazan según horas de operación, porque sus gastos de reparación suben rápidamente si se dejan funcionar hasta el fallo.
- **Revisión general programada.** Como en el caso del reemplazo programado, los equipos de la mina, la planta se desmontan y se revisa a fondo, basándose en un plan determinado tal como una parada anual. Esta es la practica industrial estándar en la planta concentradora, cuando realizamos paradas anuales.
- **Mantenimiento ad hoc (oportuno).** El mantenimiento se hace cuando se puede o se produce una “ventana” en la producción. Muchos fabricantes recurren a esta opción cuando hay un incremento súbito en el volumen de la producción requerido.
- **Mantenimiento Preventivo.** Se basa típicamente en factores de tiempo o uso, tales como kilómetros, numero de ciclos, horas de producción, volumen de producción, consumo de combustible. Se realizan mediante inspecciones, limpieza, lubricación, pequeños ajustes, reposición de piezas propensas al desgaste, y otras acciones preventivas de fallos. A menudo, se mantienen registros de las condiciones observadas para analizar tendencias.
- **Mantenimiento basado en condiciones.** El mantenimiento de equipos e instalaciones se basa en las condiciones medidas. Los ejemplos incluyen vibraciones, temperatura, tensión, contaminación, nivel de flujo, parámetros eléctricos e inspección visual.

- **Diseño para la Mantenibilidad.** Particularmente en equipos críticos en los que es difícil medir condiciones o detectar fallos inminentes, puede enfocarse el problema bien mediante rediseño de ciertas partes del equipo de modo que el riesgo de deterioro sea próximo a cero, o bien incorporando mecanismos de monitorización permanente.

Las opciones tácticas más importantes en Volcan Compañía Minera son el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Basado en Condiciones y las prácticas son las que se muestran:

TABLA 4.3 Ejemplo de Control de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo
OT Mantenimiento Preventivo
Plan Preventivo Estrategia SCO-0026-CE

Equipo	SCO-0026-CE	Scooptram EJC-130E S-26	Cod. Antiguo	S-26
Ubicación	CE-CER-M1-SCO	Flota Scoops	Activo fijo	400000000031
Aviso	10113789			
Final	ICECEW7126			

Programado	Fecha	Hora	Real	Fecha	Hora	Tiempo de para	
Inicio	08.01.2008	07:00:00	Inicio		00:00:00	Horometro	20281.6
Final	08.01.2008	15:00:00	Final		00:00:00		

TAREAS

Oper	Descripcion	Texto de Notificacion	Pto. Trab.	Centro	Clv. Cont
0010	MECANICO TIPO "A"		MECANICO	MPAR	PM01
	() 0010 GENERAL "A"				
	(X) 0020 Limpiar por completo el equipo				
	(X) 0030 Engrasar el equipo en general				
	(X) 0040 Inspeccionar ajustar pernos y tuercas en general				
	(X) 0050 Eliminar fugas de agua, aire y aceite				
	(X) 0060 Inspeccionar y ajustar conexiones en general				
	(X) 0080 Verificar estado de mangueras en general				
	(X) 0090 Sistema de transmision "A"				
	(X) 0100 Limpiar respiradero(s)				
	SE ACONDICIONO TAPA				
	(X) 0110 Verificar funcionamiento de accionamiento marcha y velocidad				
	(X) 0120 Verificar eje cardan, crucetas (eje delantero)				
	(X) 0130 Verificar eje cardan, crucetas (eje posterior)				
	(X) 0140 Verificar cardan (caja-convertidor) y soporte de ejes				
	(X) 0150 Verificar presiones del sistema (240-280) psi				
	SE ENCUENTRA EN 260 PSI				
	(X) 0160 Verificar nivel de aceite				
	(X) 0170 Verificar presiones embrague (panel 250 psi)				
	(X) 0180 Limpiar valvulas del pedal de aceleracion				
	SE LIMPIO				
	(X) 0190 Verificar funcionamiento valvula pedal y valvula de aceleracion				
	() 0200 EJES "A"				
	(X) 0210 Limpiar respiradero(s)				
	SE LIMPIO				
	(X) 0220 Inspeccion de eje oscilante				
	(X) 0230 Verificar el nivel de aceite en mandos finales				
	BIEN				
	(X) 0240 Verificar nivel de aceite en diferenciales				
	() 0250 SISTEMA HIDRAULICO "A"				
	(X) 0260 Verificar nivel de aceite				
	(X) 0270 Lmpiar respiradero(s)				
	SE LIMPIO				
	(X) 0280 Eliminar todo tipo de fuga de aceite				
	SE ELIMINO FUGA POR CONEXIONES FLOJAS				
	(X) 0290 Inspeccionar estado de mangueras de succion				
	(X) 0300 SISTEMA DE DIRECCION "A"				
	(X) 0310 Revisar pines, bocinas y rotulas en general				
	BIEN				

TABLA 4.4 Ejemplo de Control de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

(X) 0320 Verificar funcionamiento de la valvula de pilotaje
FUNCIONA MUY BIEN
(X) 0330 Descartar fuga interna en cilindros
NO TIENE FUGAS
(X) 0340 Verificar ajustes de tapas en cilindros
SE ENCUENTRA BIEN AJUSTADOS
(X) 0350 Verificar topes cilindros (interior y superior)
BIEN
(X) 0360 Verificar presion de pilotaje (450) psi
FUNCIONA MUY BIEN
(X) 0370 SISTEMA DE LEVANTE Y VOLTEO "A"
(X) 0380 Verificar pines, bocinas y rotulas en general
(X) 0390 Verificar funcionamiento de las valvulas de pilotaje
BIEN
(X) 0400 Verificar ajuste de tapas en cilindros
NO HAY FUGAS
(X) 0410 Verificar topes de cilindros (inferior y superior)
SE SOLDÓ TOPES DE LEVANTE Y VOLTEO
(X) 0420 SISTEMA DE FRENO Y SEVICIO "A"
(X) 0430 Verificar funcionamiento del sistema
SE REALIZÓ LA PRUEBA
(X) 0440 Verificar funcionamiento de la valvula pedal de freno
(X) 0450 Limpiar pedal de freno
SE LIMPIO
() 0460 SISTEMA DE FRENO DE PARQUEO "A"
(X) 0470 Verificar funcionamiento del sistema
SE REALIZÓ LA PRUEBA
(X) 0480 Verificar regulador del caliper o embrague
() 0490 LLANTAS "A"
(X) 0500 Medir presion de aire y cocada
1.80 psi 2.80.psi 3.80.psi 4.80psi
1..... cocadaint....cocadaext.....
2..... cocadaint....cocadaext.....
3..... cocadaint....cocadaext.....
4..... cocadaint....cocadaext.....
EN BUEN ESTADO LAS CUATRO LLANTAS
(X) 0510 Verif torque tuercas ruedas (400 lb-pie)
(X) 0520 Inspecc. Estado llantas (verif. Desgaste)
() 0530 SISTEMA DE ENROLLAMIENTO DE CABLE "A"
(X) 0540 Verif. Estado del guiador de cable
(X) 0540 Verif. Estado del polines verticales/horizontales.
FALTA POLINES HORIZONTALES
(X) 0560 Verif. Estadorod. Y chumaceras detambora
(X) 0570 Verif. Estado Sprokets y cadena tambora
BIEN TEMPLADAS
() 0580 CHASIS "A"
(X) 0590 Inspecc. Reacondicionador uniones soldadas
(X) 0600 Inspecc. Fallas, fracturas, rajaduras
NO TIENE
(X) 0610 Verif. Torque de empalmes empernados
(X) 0620 Verif. Torque perno soporte ejeoscilante
(X) 0630 Verif. Orque pernos soporte funda delant
SI CAMBIO LOS 4 PERNOS

TABLA 4.5 Ejemplo de Control de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

	(X) 0640 Verif. Articuciones del eje oscilante				
	(X) 0650 Verif. Articulacion central sup./ inferior				
	TIENE DESGASTE MINIMO				
	(X) 0660 Verif. Estado de la cuchara en general.				
	BIEN				
	(X) 0670 Verif. Soporte y asiento del operador				
	BIEN				
	(X) 0680 Verif. Tapas protectoras				
	(X) 06900 Verif. El boon (aguillon)				
	(X) 0700 Verif. Pinesç, bocinas y rotulasen gral.				
	(X) 0710 verif. Soportes del techo del operador				
Oper	Descripcion	Texto de Notificacion	Pto. Trab.	Centro	Clv. Cont
0020	MECANICO TIPO "B"		MECANICO	MPAR	PM01
	() 0010 SISTEMA DE TRANSMISION "B"				
	(X) 0020 Verif. Presiones embrague: FNR (1.2,3ra)				
	REALIZARON EL MANTENIMIENTO LOS SIGUIENTES MECANICOS				
	MAX ISIDRO				
	RAINER LOPEZ				
	JUAN MA YHUASQUI				
	PENDIENTE				
	SE NECESITA POLINESHORIZONTALES				
	SE NECESITA DESENGRASANTE PARA HACER UNA BUENA LIMPIEZA AL EQUIPO				
Oper	Descripcion	Texto de Notificacion	Pto. Trab.	Centro	Clv. Cont
0090	ELECTRICO TIPO "A"		ELECTRIC	MPAR	PM01
	() 0020 Examinar cables eléctricos en general				
	SE AJUSTO TERMINALES Y SE CAMBIO CABLES RECALENTADOS				
	(X) 0030 Verif. Cables electricos en general (desgaste,flojo)				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0040 Verif. Func. Del horometro				
	SE ENCUENTRA TRABAJANDO CON 24 V				
	(X) 0050 Verif. Func. Del voltmetro				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0060 Verif. Func. Medidor de temp aceite conv.				
	(X) 0070 Verif. Func. Switch presion baja en conv.				
	(X) 0080 Verificar func. De selenoide de parqueo				
	SE AJUSTO TERMINAL Y SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0090 Verif. Func. Switch de neutro				
	SE AJUSTO TERMINAL DE RELOJ				
	(X) 0100 Verif. Func. Luces delant. (basesprotect1)				
	SE AJUSTO TERMINAL DE RELOJ				
	(X) 0110 vVerif. func. Luces post (bases protect)				
	EN BUEN ESTADO				
	(X) 0120 Verif. Func boton del freno de parqueo				
	EN BUEN ESTADO				
	(X) 0130 Inspecc. Estado de porta faros				
	(X) 0140 limpiar panel operador (interno y externo)				
	(X) 0150 Verif. Func de medidores en el panel				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0160 Verif. Func. Switch presion presion baja en accum+				
	(X) 0170 Verif. Cable de tambora				
	NO TIEN EMPALMES				

TABLA 4.6 Ejemplo de Control de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento Preventivo

	(X) 0640 Verif. Articulaciones del eje oscilante				
	(X) 0650 Verif. Articulacion central sup./ inferior				
	TIENE DESGASTE MINIMO				
	(X) 0660 Verif. Estado de la cuchara en general.				
	BIEN				
	(X) 0670 Verif. Soporte y asiento del operador				
	BIEN				
	(X) 0680 Verif. Tapas protectoras				
	(X) 06900 Verif. El boon (aguillon)				
	(X) 0700 Verif. Pinesç, bocinas y rotulasen gral.				
	(X) 0710 verif. Soportes del techo del operador				
Oper	Descripcion	Texto de Notificacion	Pto. Trab.	Centro	Clv. Cont
0020	MECANICO TIPO "B"		MECANICO	MPAR	PM01
	() 0010 SISTEMA DE TRANSMISION "B"				
	(X) 0020 Verif. Presiones embrague: FNR (1,2,3ra)				
	REALIZARON EL MANTENIMIENTO LOS SIGUIENTES MECANICOS				
	MAX ISIDRO				
	RAINER LOPEZ				
	JUAN MAYHUASQUI				
	PENDIENTE				
	SE NECESITA POLINESI HORIZONTALES				
	SE NECESITA DESENGRASANTE PARA HACER UNA BUENA LIMPIEZA AL EQUIPO				
Oper	Descripcion	Texto de Notificacion	Pto. Trab.	Centro	Clv. Cont
0090	ELECTRICO TIPO "A"		ELECTRIC	MPAR	PM01
	() 0020 Examinar cables eléctricos en general				
	SE AJUSTO TERMINALES Y SE CAMBIO CABLES RECALENTADOS				
	(X) 0030 Verif. Cables electricos en general (desgaste, flojo)				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0040 Verif. Func. Del horometro				
	SE ENCUENTRA TRABAJANDO CON 24 V				
	(X) 0050 Verif. Func. Del voltmetro				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0060 Verif. Func. Medidor de temp aceite conv.				
	(X) 0070 Verif. Func. Switch presion baja en conv.				
	(X) 0080 Verificar func. De selenoide de parqueo				
	SE AJUSTO TERMINAL Y SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0090 Verif. Func. Switch de neutro				
	SE AJUSTO TERMINAL DE RELOJ				
	(X) 0100 Verif. Func. Luces delant. (bases protect l)				
	SE AJUSTO TERMINAL DE RELOJ				
	(X) 0110 v Verif. func. Luces post (bases protect)				
	EN BUEN ESTADO				
	(X) 0120 Verif. Func boton del freno de parqueo				
	EN BUEN ESTADO				
	(X) 0130 Inspecc. Estado de porta faros				
	(X) 0140 limpiar panel operador (interno y externo)				
	(X) 0150 Verif. Func de medidores en el panel				
	SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO				
	(X) 0160 Verif. Func. Switch presion presion baja en accum+				
	(X) 0170 Verif. Cable de tambora				
	NO TIEN EMPALMES				

4.4 EJEMPLO DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES EN VOLCAN COMPAÑÍA MINERA

TABLA 4.7 Ejemplo de Programa Mantenimiento Preventivo

 RESUMEN ANUAL - INSPECCIÓN Y MONITOREO DE ANALISIS VIBRACIÓN OTRAS AREAS AÑO 2008												
CRITICO		Valor referencial de vibración peligrosa, indica que el equipo dinámico se encuentra operando en forma Inaceptable, podría ocasionar daños tanto al equipo como al personal operativo, por lo cual es recomendable ponerlo fuera de operación y proceder con la corrección de las fallas diagnosticadas.										
NIVEL DE PRECAUCION		Valor referencial de operación continua no recomendada, que indica que el equipo dinámico se encuentra con limitaciones en su operación, por lo cual debe ser considerado dentro de los planes del próximo Mantenimiento Preventivo.										
NIVEL DE OBSERVACION		Valor referencial de operación continua sin restricciones, que indica que el equipo dinámico se encuentra en condición de funcionamiento aceptable bajo observación programada.										
ACEPTABLE		Valor referencial de operación puesta en marcha, que indica que el equipo dinámico se encuentra en condiciones normales de operación y no necesita intervención.										
SEM	N°	CÓDIGO SAP	EQUIPO	FECHA DE INSP.	FALLAS ENCONTRADAS	RECOMENDACIONES	SITUACIÓN	ORDEN SAP	NOT.	SUB ORDEN SAP	ACCION TOMADA	CONDICION FINAL
SEM09 MINA SUB-SUELO												
SEM09	1	BOM-0120-CE	Bomba 1 - 8212	26-feb-2008	MOTOR.- Niveles de vibración Aceptables. BOMBA.- Presenta vibraciones en: 3H (bomba lado acople horizontal) con (13.96 mm/seg), 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con (3.26 g's), 3V (bomba lado acople vertical) con (10.73 mm/seg), 4H (bomba lado libre horizontal) con (10.02 mm/seg), 4P (rodamiento de la bomba lado libre) con (2.45 g's) . Producto de desbalance por el desgaste en el impulsor.	Verificar el desgaste en el impulsor y de los rodamientos.	PRECAUCION	20002681	SI			
SEM09	2	BOM-0121-CE	Bomba 2 - 8212	26-feb-2008	Parado por operaciones.	Parado por operaciones.	Parado por operaciones.	20003978				
SEM09	3	BOM-0122-CE	Bomba 1 - 1640	29-feb-2008	MOTOR.-Niveles de Vibración Aceptables. BOMBA.-Presenta vibración en: 3H (bomba lado acople horizontal) con (9.55 mm/seg), 3V (bomba lado acople vertical) con (10.71 mm/seg), 4H (bomba lado libre horizontal) con (7.42 mm/seg), 4V (bomba lado libre vertical) con (9.11 mm/seg) .Producto de soldaduras mecánicas en la caja de rodamientos, y ligero desbalance en el impulsor.	Se recomienda verificar tolerancias en la caja de rodamientos.	PRECAUCION	20004215	SI			
SEM09	4	BOM-0123-CE	Bomba 2 - 1640	29-feb-2008	Parado por operaciones.	Parado por operaciones.	Parado por operaciones.					

TABLA 4.8 Ejemplo de Mantenimiento Basado en Condiciones

SEM	Nº	CÓDIGO SAP	EQUIPO	FECHA DE INSP.	FALLAS ENCONTRADAS	RECOMENDACIONES	SITUACIÓN	ORDEN SAP	NOT.	SUB ORDEN SAP	ACCION TOMADA	CONDICION FINAL
SEM09	5	BOM-0164-CE	Bomba 1 - 2125	29-feb-2008	MOTOR. - Presenta valores de vibracion aceptables . BOMBA. - Presenta vibraciones en: 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con 1.71 g's), 3A (bomba lado acople axial) con (11.72 mm/seg) , 4P (rodamiento de la bomba lado libre) con (3.81 g's), 4V (bomba lado libre vertical) con (7.31 mm/seg) , 4A (bomba lado libre axial) con (11.76 mm/seg), Producto del dasalineamiento ligero entre motor y bomba y flexion en el eje de boma por desgaste internas.	Verificar el alineamiento entre motor y bomba, y desgaste internas en las partes del eje de bomba.	PRECAUCION	20004108	SI			
SEM09	6	BOM-0165-CE	Bomba 2 - 2125	29-feb-2008	MOTOR. - Presenta vibracion es por desgaste en la chumacera del lado acople. BOMBA. - Presenta vibraciones en: 3H (bomba lado acople horizontal) con (7.77 mm/seg), 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con (2.74 g's), 4P (rodamiento de la bomba lado libre) con (1.99 g's), Producto de desgaste en el impulsor.	Se recomienda verificar estado del impulsor de la bomba y rodamientos.	OBSERVACION	20004217	SI	CERRADO		
SEM09	7	BOM-0166-CE	Bomba 3 - 2125	29-feb-2008	MOTOR. - Presenta vibracon en: 2H (motor lado acople horizontal) con (10.71 mm/seg), BOMBA. - Presenta vibraciones en: 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con (2.85 g's), 4H (bomba lado libre horizontal) con (10.04 mm/seg), 4P (rodamiento de la bomba lado libre) con (2.01 g's), 4V (bomba lado libre vertical) con (13.56 mm/seg), Producto desgaste en rodamientos y desbalance en el impulsor del lado libre.	Se recomienda verificar estado del rodamiento, del impulsor de la bomba y seguir con su monitoreo para ver su tendencia.	PRECAUCION	20003996	SI			
SEM09	8	BOM-0109-CE	Bomba 1 - 1281	26-feb-2008	MOTOR. -Niveles de Vibracion Aceptables. BOMBA. -Presenta vibracion en: 4H (bomba lado libre horizontal) con (9.70 mm/seg), 4P (rodamiento lado acople)con (2.77g's), Producto de un ligero desbalance por desgaste en el impulsor .	Estos valores se estaran monitoreando en tendencia del tiempo.	OBSERVACION	20004218	SI	CERRADO		

TABLA 4.9 Ejemplo de Mantenimiento Basado en Condiciones

SEM	N°	CÓDIGO SAP	EQUIPO	FECHA DE INSP.	FALLAS ENCONTRADAS	RECOMENDACIONES	SITUACIÓN	ORDEN SAP	NOT.	SUB ORDEN SAP	ACCION TOMADA	CONDICION FINAL
SEM09	9	BOM-0110-CE	Bomba 2 - 1281	26-feb-2008	MOTOR.-Niveles de Vibración Aceptables. BOMBA.-Presenta vibracion en: 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con (2.20 g's), 3V (bomba lado acople vertical) con (13.14mm/seg) , 4P (rodamiento lado acople) con (2.18 g's), 4V (bomba lado libre vertical) con (10.48 mm/seg). Producido por desgaste en el impulsor presentandose desbalance en el impulsor .	Estos valores se estaran monitoreando en tendencia del tiempo.	OBSERVACION	20004219	SI	CERRADO		
SEM09	10	BOM-0111-CE	Bomba 3 - 1281	26-feb-2008	MOTOR.-Vibracion en: M1H (motor lado libre horizontal) con (25.23 mm/seg), M1V (motor lado libre vertical) con (30.95 mm/seg), M1A (motor lado libre axial) con (26.56 mm/seg), M2H (motor lado acople horizontal) con (14.52 mm/seg), M2V (motor lado acople vertical) con (10.93 mm/seg), M1A (motor lado acople axial) con (24.05 mm/seg). Producto por solturas mecanicas en el motor, desalineamiento. BOMBA.- 3H (bomba lado acople horizontal) con (7.02 mm/seg), 3P (rodamiento lado acople) con (2.02 g's), 3V (bomba lado acople vertical) con (56.08 mm/seg), 3A (bomba lado acople axial) con (16.52 mm/seg), 4H (bomba lado libre horizontal) con (15.19 mm/seg), 4V (bomba lado libre vertical) con (22.10 mm/seg), 4P (rodamiento lado libre) con (2.01 g's), 4A (bomba lado libre axial) con (10.15 mm/seg). Producto fallas en el eje de bomba y desalineamiento.	Se recomienda mantenimiento general de la bomba y el motor.	CRITICO	20004029	SI			
SEM09	11	BOM-0112-CE	Bomba 4 - 1281	26-feb-2008	MOTOR.-Niveles de Vibración Aceptables. BOMBA.-Presenta vibracion en: 3P (rodamiento de la bomba lado acople) con (3.33 g's), 3V (bomba lado acople vertical) con (8.13 mm/seg) , 4P (rodamiento lado acople) con (2.00 g's). Producido por ligero desbalance del impulsor.	Estos valores se estaran monitoreando en tendencia del tiempo.	OBSERVACION	20004220	SI	CERRADO		
SEM09	12	BOM-0113-CE	Bomba 5 - 1281	26-feb-2008	MOTOR.-Niveles de Vibración Aceptables. BOMBA.- Presenta vibracion en: 3P (rodamiento lado acople) con (2.33 g's), 4P (rodamiento lado libre) con (1.06 g's), Producto de un ligero desgaste en el rodamiento de la bomba lado acople.	Estos valores se estaran monitoreando en tendencia del tiempo.	OBSERVACION	20004221	SI	CERRADO		
SEM09 WINCHAS Y COMPRESORES												
SEM09	1	WIN-0012-CE	Wincha Excoisior	26-feb-2008	MOTOR Y WINCHA.- Con niveles aceptables de vibracion	NINGUNO	ACEPTABLE	20004223	SI	CERRADO		
SEM09	2	WIN-0011-CE	Wincha Lourdes # 02				FALTA					

4.5 RESULTADO DE LAS TACTICAS DE MANTENIMIENTO

Las tácticas de mantenimiento, puestas en marcha por el área de Ingeniería de Mantenimiento, permitieron un aumento en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos mina, es decir aumento el tiempo de buen funcionamiento de los equipos y se redujo el tiempo de reparación entre falla tal como se muestra en la TABLAS 4.10, 4.11 Y 4.12 .[10]. Todo ello significó para la compañía inversión económica, en el área de Mantenimiento mas se obtuvo una mejora en la producción.

TABLA 4.10 Indicadores de Mantenimiento (Scoops)

FLOTA SCOOPS							
Periodo	Paradas	MTBR (H)	MTTR (H)	TBR	TTR (H)	MTBR 2006	MTBR 2007
E	265	38	5	10149	1225	25	47
F	269	32	4	8551	1108	25	47
M	360	25	3	9128	1222	25	47
A	267	32	4	8437	1021	25	47
M	159	44	6	7010	1019	25	47
J	133	41	8	5398	1007	25	47
J	106	53	6	5586	651	25	47
A	149	36	6	5362	867	25	47
S	104	87	8	9087	812	25	47
O	110	59	5	6521	592	25	47
N	104	62	10	6406	1087	25	47
D	130	50	7	6439	865	25	47
Total	2,156	40.9	5.3	88,073	11,474		

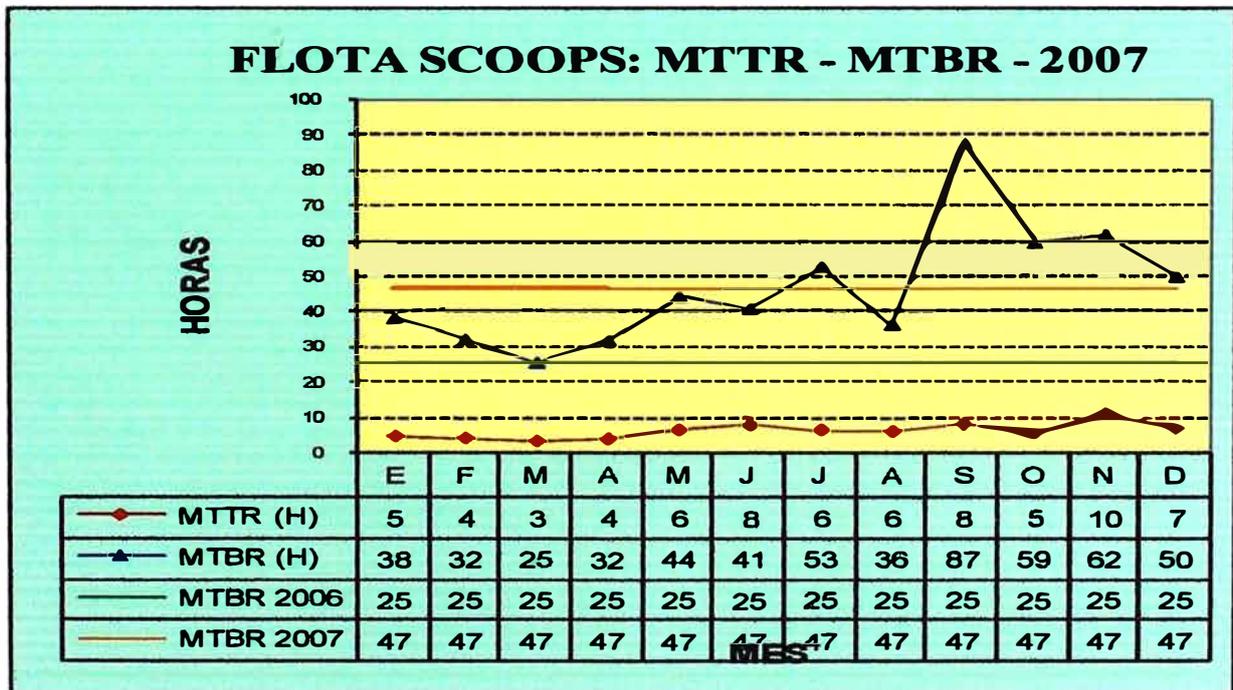


GRÁFICO 4.1 Indicadores de Mantenimiento (Scoop)

TABLA 4.11 Indicadores de Mantenimiento (Jumbos)

FLOTA JUMBOS							
Periodo	Paradas	MTBR (H)	MTTR (H)	TBR	TTR (H)	MTBR 2006	MTBR 2007
E	93	29	10	2697	972	18	32
F	98	21	6	2078	625	18	32
M	129	19	4	2497	479	18	32
A	117	18	2	2050	271	18	32
M	92	31	4	2844	365	18	32
J	108	18	2	1951	231	18	32
J	95	59	4	5648	361	18	32
A	98	35	4	3417	413	18	32
S	77	31	4	2415	291	18	32
O	88	63	12	5548	1033	18	32
N	107	29	13	3130	1432	18	32
D	90	25	4	2284	346	18	32
Total	1192	31	6	36558	6819		

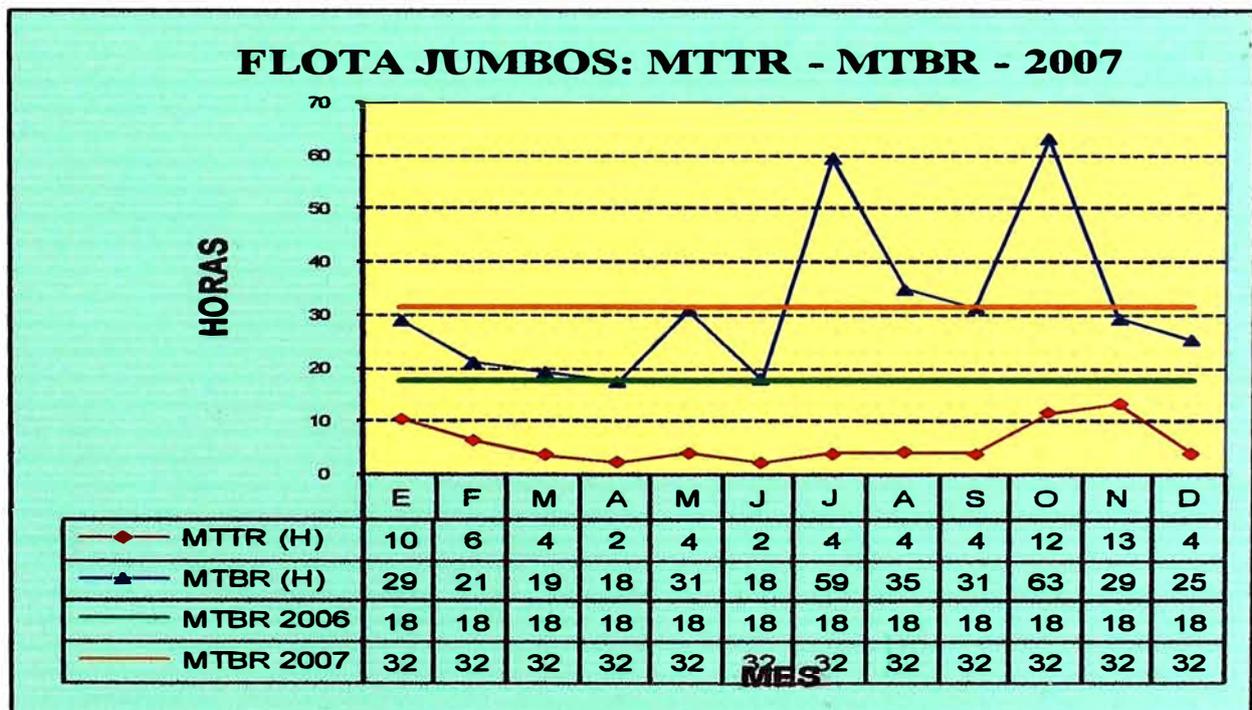


GRÁFICO 4.2 Indicadores de Mantenimiento (Scoop)

TABLA 4.12 Indicadores de Mantenimiento (Locomotoras)

FLOTA LOCOMOTORAS							
Período	Paradas	MTBR (H)	MTTR (H)	TBR	TTR (H)	MTBR 2006	MTBR 2007
E	20	415	3	8294	55	248	455
F	23	245	4	5635	93	248	455
M	23	256	4	5888	87	248	455
A	12	513	4	6152	44	248	455
M	12	920	4	11037	52	248	455
J	19	326	87	6185	1649	248	455
J	19	342	5	6503	101	248	455
A	19	348	9	6618	178	248	455
S	23	210	15	4841	342	248	455
O	14	1020	4	14285	60	248	455
N	14	522	19	7311	267	248	455
D	21	337	5	7085	111	248	455
Total	219	410	14	89835	3039		

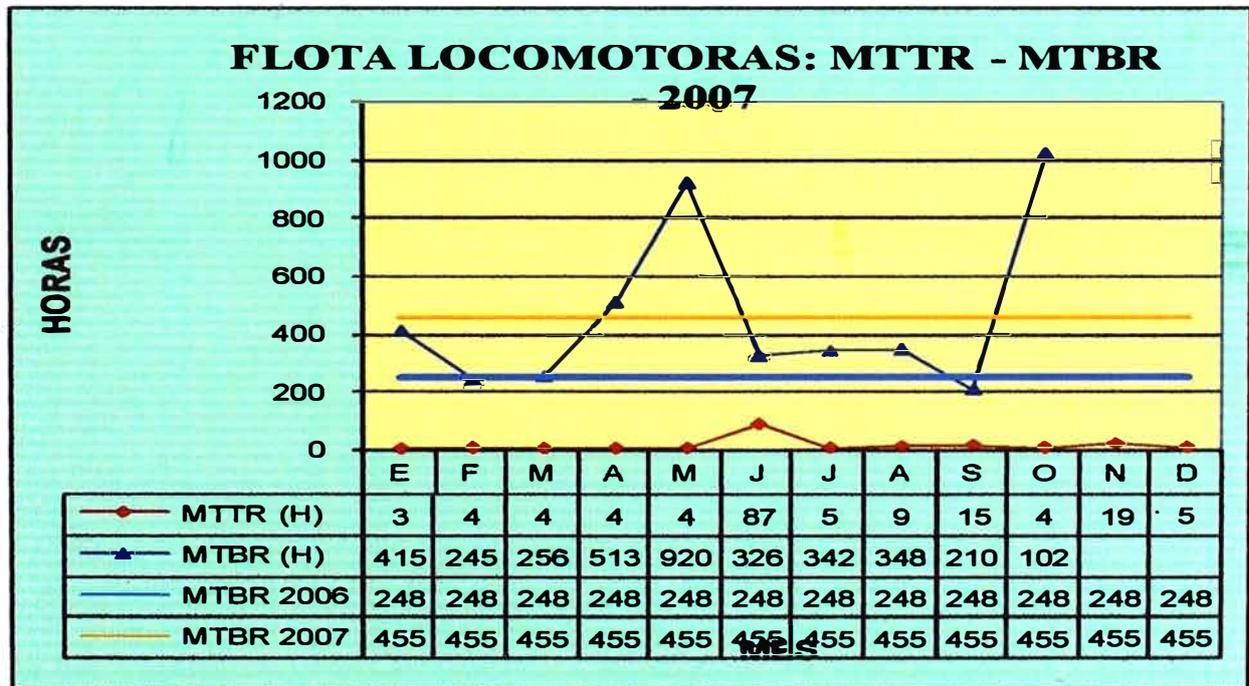


GRÁFICO 4.3 Indicadores de Mantenimiento (Locomotoras)

4.6 BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Es casi irrelevante discutir el costo del mantenimiento sin considerar lo que se consigue con ello. El objetivo del mantenimiento es mantener el equipo en operación y mejorar su velocidad, fiabilidad y precisión. Si esto se hace sólo de modo reactivo, después de que se produzcan averías, los tiempos de parada y las consiguientes facturas de reparación generarán costos sumamente elevados.

Cuando empieza el mantenimiento preventivo, incluso con algunas operaciones simples tales como mejorar la lubricación y cambiar los componentes desgastados, los fallos inesperados declinan y paralelamente las pérdidas de producción que causan. Un enfoque preventivo significará más inspecciones, ajustar, hacer revisiones generales, reemplazar y realizar tests. Al mismo tiempo, las reparaciones de emergencia, declinarán dramáticamente.

En algún punto, tiene que haber un balance entre el costo de las emergencias y el del mantenimiento proactivo. Esta relación se muestra en la **FIGURA 4.1**

La figura asume que el mantenimiento proactivo es con todo apropiado y efectivo para reducir fallos inesperados.

Para estar verdaderamente preparado, se necesita experiencia, recoger y analizar datos apropiadamente, y una combinación de buena ingeniería y trabajar en equipo. Con todo ello, podemos avanzar sostenidamente hasta el punto mínimo de la curva del costo total del mantenimiento. Además estaremos preparados para impulsar hacia abajo la curva de costos como muestra la **FIGURA 4.2**.

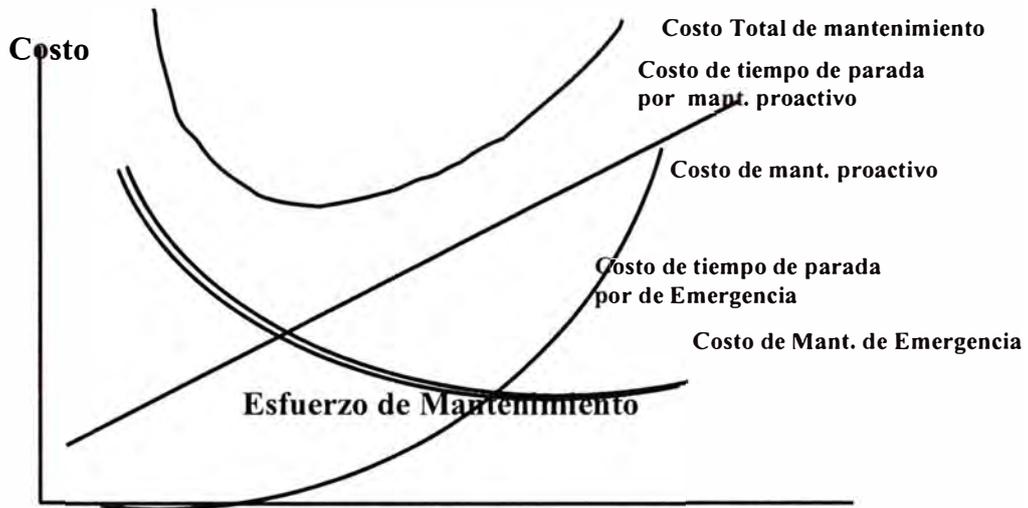


FIGURA 4.1 COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO

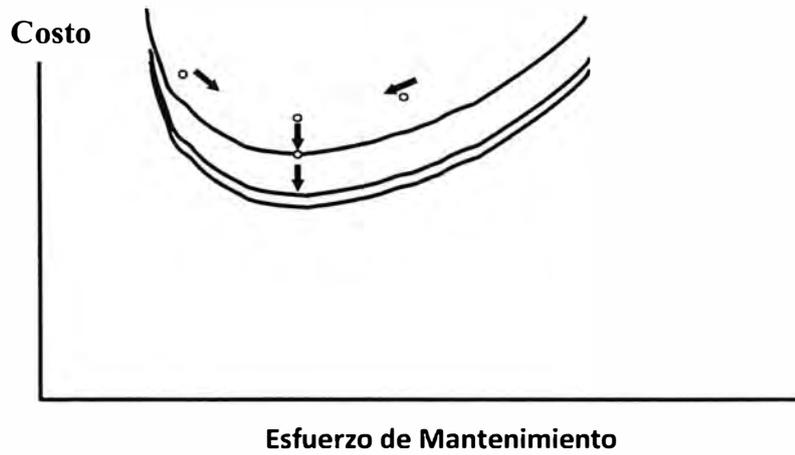


FIGURA 4.2 OPTIMIZAR Y REDUCIR COSTOS

Aplicada las tácticas de mantenimiento se mejora la confiabilidad y disponibilidad de los equipos de mina subterránea lo que trae como beneficio mantener el equipo en operación y mejorar su velocidad, fiabilidad y precisión, reflejándose también en la producción así como se muestra en la **TABLA 4.13** el cual indica un aumento de 21.5% de la producción del año 2007 con respecto al 2006.

TABLA 4.13 PRODUCCION Y TRATAMIENTO

PRODUCCION Y TRATAMIENTO 2006														
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total 2006
Mina Subt.	TMS	89,434.74	92,597.60	95,427.26	99,819.43	93,866.59	100,135.28	94,706.73	94,289.60	89,469.31	101,028.94	99,810.03	101,010.35	1,151,595.86
	% Pb	2.93	2.73	2.52	2.30	2.23	2.18	2.20	2.14	2.21	2.19	2.24	2.37	2.35
	% Zn	6.50	6.28	6.36	6.21	6.10	6.04	5.78	5.65	5.52	5.55	5.47	5.41	5.90
	g/t Ag	141.69	183.71	177.13	122.53	135.14	120.79	120.49	152.33	155.07	157.58	142.30	158.08	147.05
	oz/t Ag	4.56	5.91	5.69	3.94	4.34	3.88	3.87	4.90	4.99	5.07	4.58	5.08	4.73
PRODUCCION Y TRATAMIENTO 2007														
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total 2007
Mina Subt.	TMS	117,000	111,500	117,000	119,000	121,000	121,000	123,000	123,500	127,500	127,500	126,500	134,500	1,469,000
	% Pb	2.16	2.15	2.16	2.12	2.21	2.30	2.22	2.25	2.32	2.30	2.30	2.32	2.24
	% Zn	5.94	5.92	5.89	5.89	5.93	5.98	5.95	6.03	6.16	6.13	6.48	6.74	6.10
	g/t Ag	119.96	118.13	117.86	125.85	101.14	103.83	94.76	93.01	89.60	88.92	84.95	83.21	101.17
	oz/t Ag	3.86	3.80	3.79	4.05	3.25	3.34	3.05	2.99	2.88	2.86	2.73	2.68	3.25

Para el año 2007, en el área de mantenimiento se incrementaron los costos en un 12% más con respecto al presupuesto del año 2006 debido a las inversiones realizadas para las implementaciones del plan de mantenimiento.

ANEXOS

ANEXO A

PRODUCCION Y TRATAMIENTO DE MINERAL 2006: REAL

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total 2006
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------------

Plan Producción Mineral

Mina Subt.	TMS	89.434.74	92.697.60	95.427.26	99.819.43	93.866.69	100.136.28	94.706.73	94.289.60	89.469.31	101.028.94	99.810.03	101.010.36	1.161.696.86
	% Pb	2.93	2.73	2.62	2.30	2.23	2.18	2.20	2.14	2.21	2.19	2.24	2.37	2.35
	% Zn	6.60	6.28	6.36	6.21	6.10	6.04	5.78	5.65	5.62	6.66	5.47	5.41	6.90
	g/t Ag	141.69	183.71	177.13	122.53	135.14	120.79	120.49	152.33	155.07	157.58	142.30	158.08	147.05
	oz/t Ag	4.56	5.91	5.69	3.94	4.34	3.88	3.87	4.90	4.99	5.07	4.58	5.08	4.73
Tajo Abierto	TMS	200.797.42	169.693.66	192.749.92	166.119.56	191.981.26	191.282.26	206.467.41	218.976.76	213.314.45	214.992.63	211.017.96	216.781.46	2.393.174.71
	% Pb	2.22	1.80	1.76	1.96	1.93	2.30	2.40	2.19	2.25	2.27	2.18	2.06	2.12
	% Zn	5.00	5.23	6.15	5.36	4.96	6.06	5.19	5.10	5.26	5.28	5.21	5.24	6.17
	g/t Ag	103.38	65.76	60.66	68.29	61.92	103.65	106.81	79.42	102.32	118.74	94.73	73.52	87.45
	oz/t Ag	3.32	2.11	1.95	2.20	1.99	3.33	3.43	2.55	3.29	3.82	3.05	2.36	2.81
Mina Paragsha	TMS	290.232.16	282.291.26	288.177.18	285.938.98	285.847.84	291.417.54	300.174.14	313.268.38	302.763.78	318.021.67	310.827.98	317.791.81	3.544.770.67
	% Pb	2.44	2.13	2.01	2.09	2.03	2.26	2.34	2.17	2.24	2.25	2.20	2.16	2.19
	% Zn	6.46	5.80	6.65	5.67	5.33	6.39	5.38	6.28	5.34	5.37	5.29	5.29	6.40
	g/t Ag	115.18	107.40	99.23	88.65	85.97	109.54	111.13	101.37	117.91	131.15	110.01	100.40	106.81
	oz/t Ag	3.70	3.45	3.19	2.85	2.76	3.52	3.57	3.26	3.79	4.22	3.54	3.23	3.43

Concentradora Paragsha

Conc. Pb	TMS	10172.06	8006.82	8266.68	8005.29	8426.81	9637.28	10162.13	9804.49	10006.11	10043.06	10004.80	9993.58	112627.10
	% Pb	63.34	63.66	63.15	62.66	62.21	62.68	63.21	63.88	62.03	61.61	61.37	60.86	62.61
	% Zn	3.26	4.22	3.37	3.98	3.28	4.56	3.04	2.95	3.20	2.70	3.22	2.73	3.35
	Oz/t Ag	55.78	57.60	53.34	48.50	50.23	54.60	54.56	51.86	55.97	68.18	51.85	47.99	54.33
	% Recup Pb	76.64	76.80	76.79	75.92	76.85	77.14	76.98	77.66	76.71	73.01	76.18	74.10	75.96
	% Recup Ag	52.79	50.92	47.97	51.22	53.58	51.27	51.70	49.81	48.79	51.39	47.19	46.76	50.25
	Oz Plata	567.398	461.135	440.945	388.257	423.279	526.195	554.446	508.461	559.986	684.735	518.749	479.592	6.113.177
Conc. Zn	TMS	26.406.28	24.048.64	28.148.79	25.006.80	24.910.49	26.491.67	26.213.24	28.674.01	26.334.11	28.684.70	26.319.56	27.007.41	309.042.50
	% Zn	46.80	47.31	47.78	47.72	47.16	47.38	47.52	47.19	47.04	47.06	47.02	47.17	47.26
	% Pb	1.50	1.49	1.68	1.69	1.66	1.91	1.58	1.46	1.45	1.59	1.78	2.03	1.65
	Oz/t Ag	5.24	5.39	5.35	4.84	4.66	5.54	5.03	4.78	4.83	4.93	4.98	5.17	6.06
	% Recup Pb	5.39	6.43	7.57	7.61	7.15	7.42	5.89	5.70	6.43	6.96	6.85	8.01	6.62
	% Recup Zn	75.02	77.40	78.06	79.09	77.04	76.94	77.16	76.04	73.74	73.76	76.20	76.74	76.24
	% Recup Ag	12.39	14.31	15.20	15.96	14.70	13.75	12.30	12.45	10.67	9.84	11.92	13.61	13.07

ANEXO A

PRODUCCION Y TRATAMIENTO DE MINERAL 2007

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total 2007
Días por Mes:	30	28	30	29	30	29	30	30	29	30	29	30	

Plan Producción Mineral

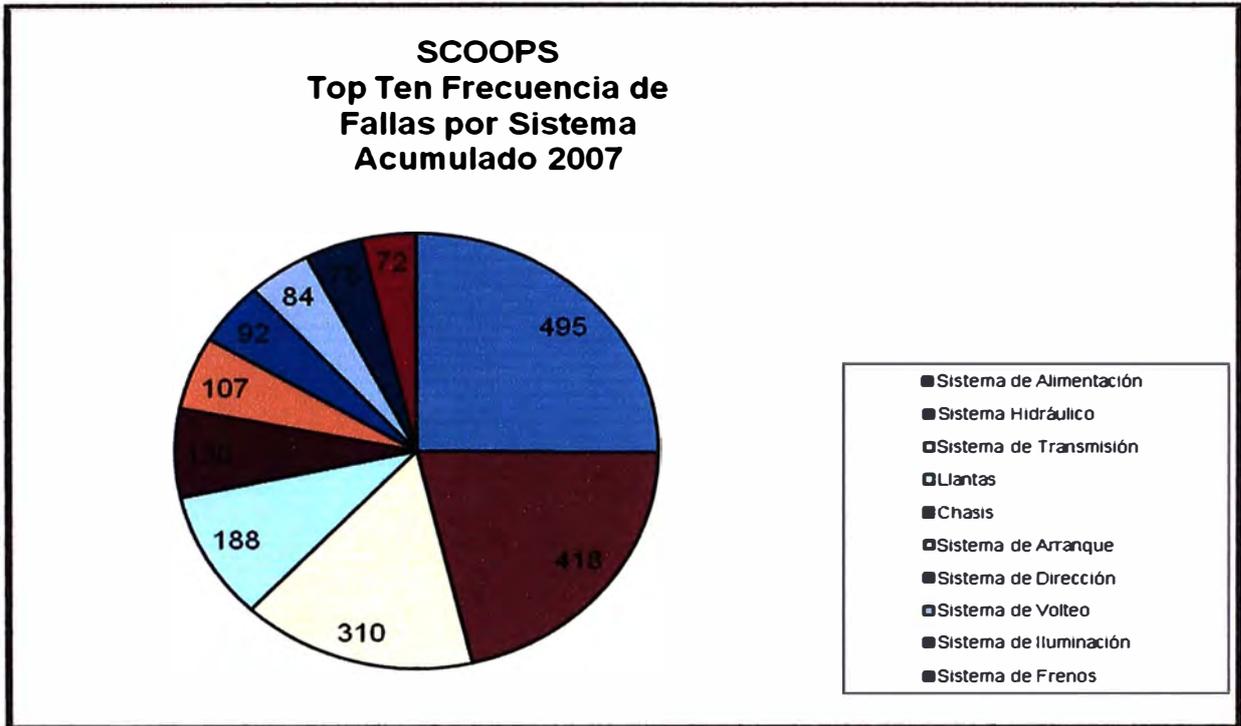
Mina Subt.	TMS	117,000	111,500	117,000	119,000	121,000	121,000	123,000	123,500	127,500	127,500	126,500	134,500	1,469,000
	% Pb	2.16	2.15	2.16	2.12	2.21	2.30	2.22	2.25	2.32	2.30	2.30	2.32	2.24
	% Zn	5.94	5.92	5.89	5.89	5.93	5.98	5.95	6.03	6.16	6.13	6.48	6.74	6.10
	g/t Ag	119.96	118.13	117.86	125.85	101.14	103.83	94.76	93.01	89.60	88.92	84.95	83.21	101.17
	oz/t Ag	3.86	3.80	3.79	4.05	3.25	3.34	3.05	2.99	2.88	2.86	2.73	2.68	3.25
Mina El Pilar	TMS	6,000	7,000	7,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	13,000	14,000	110,000
	% Pb	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
	% Zn	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	5.00	5.00	4.92
	g/t Ag	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
	oz/t Ag	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93
Tajo Abierto	TMS	214,500	217,500	236,000	220,000	230,000	218,000	228,000	227,500	211,500	223,500	208,500	211,500	2,646,500
	% Pb	1.35	1.64	1.45	1.50	1.53	1.52	1.51	1.43	1.52	1.48	1.40	1.08	1.45
	% Zn	3.61	3.99	3.75	3.83	3.70	3.75	3.60	3.68	3.80	3.60	3.40	2.85	3.63
	g/t Ag	45.36	55.37	53.00	64.00	62.00	61.00	46.22	60.00	57.35	56.62	45.11	30.23	53.16
	oz/t Ag	1.46	1.78	1.70	2.06	1.99	1.96	1.49	1.93	1.84	1.82	1.45	0.97	1.71
Mina Paragsha	TMS	337,500	336,000	360,000	348,000	360,000	348,000	360,000	360,000	348,000	360,000	348,000	360,000	4,225,500
	% Pb	1.66	1.84	1.71	1.75	1.79	1.83	1.79	1.75	1.85	1.81	1.78	1.62	1.76
	% Zn	4.44	4.65	4.47	4.66	4.48	4.66	4.44	4.62	4.69	4.63	4.68	4.39	4.62
	g/t Ag	71.48	76.30	74.22	85.05	75.10	75.87	63.15	71.32	69.24	68.14	60.15	51.18	70.03
	oz/t Ag	2.30	2.45	2.39	2.73	2.41	2.44	2.03	2.29	2.23	2.19	1.93	1.65	2.25

Concentradora Paragsha

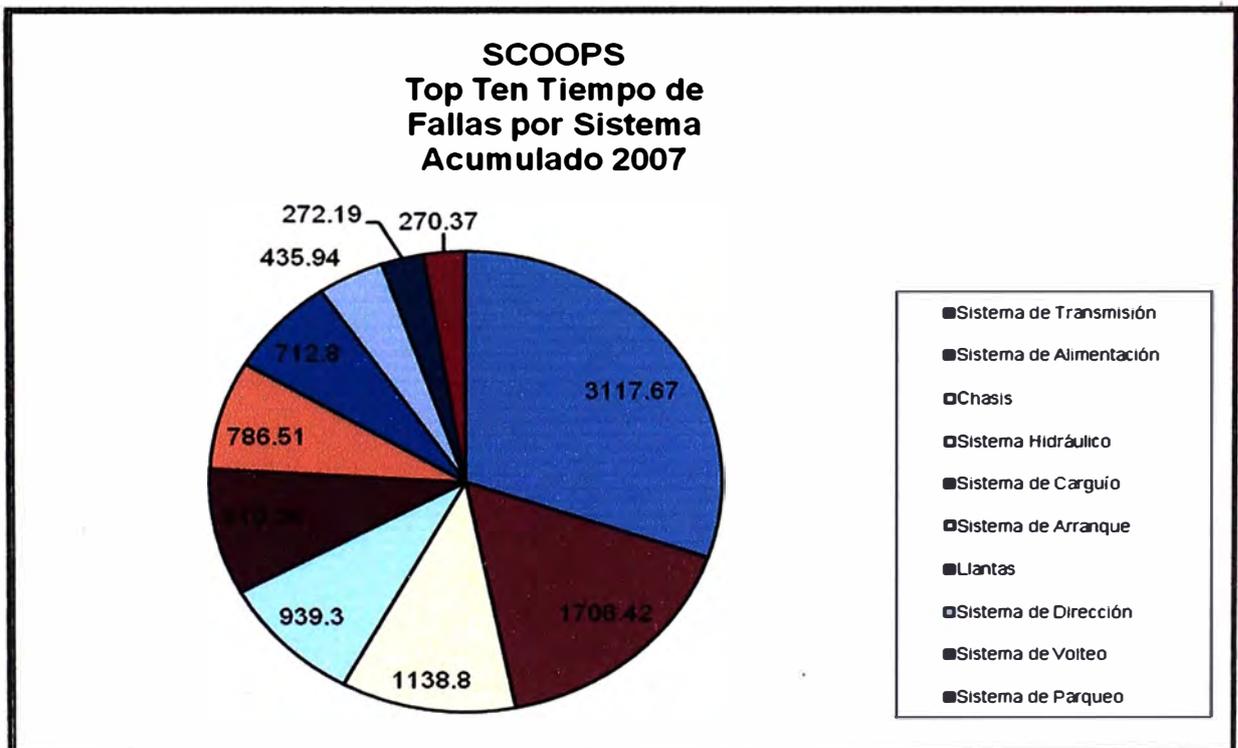
Conc. Pb	TMS	8,041	8,906	8,868	8,755	9,271	9,252	9,385	9,167	9,338	9,406	8,906	8,696	107,989
	% Pb	50.44	50.58	50.51	50.61	50.56	49.96	49.73	49.92	50.22	50.13	50.09	46.80	49.97
	Oz/t Ag	48.10	45.51	47.56	54.04	45.61	44.69	37.57	43.57	40.21	40.50	35.71	30.66	42.75
	% Recup Pb	72.38	72.99	72.78	72.96	72.65	72.74	72.52	72.68	72.85	72.55	71.92	69.97	72.43
	% Recup Ag	49.86	49.18	49.11	49.78	48.65	48.71	48.24	48.33	48.46	48.31	47.26	45.01	48.40
	Oz Plata	386,758	405,330	421,812	473,654	422,862	413,464	352,613	398,978	375,363	380,982	318,013	266,596	4,616,423
Conc. Zn	TMS	23,987	24,673	25,457	25,017	25,459	25,016	25,273	25,444	25,685	25,724	25,151	25,014	301,759
	% Zn	45.37	45.98	45.76	45.90	45.82	45.97	45.43	46.07	46.46	46.14	45.83	45.06	45.82
	% Pb	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	Oz/t Ag	6.47	6.68	6.75	5.13	4.66	4.61	3.89	4.43	4.11	4.17	3.60	3.12	4.79
	% Recup Zn	72.55	72.62	72.40	72.33	72.36	72.53	71.89	72.10	72.74	72.82	72.30	71.35	72.33
	% Recup Ag	20.00	20.00	20.00	13.48	13.64	13.57	13.46	13.66	13.58	13.61	13.46	13.18	15.11

ANEXO B

FRECUENCIA DE FALLAS FLOTA SCOOPS

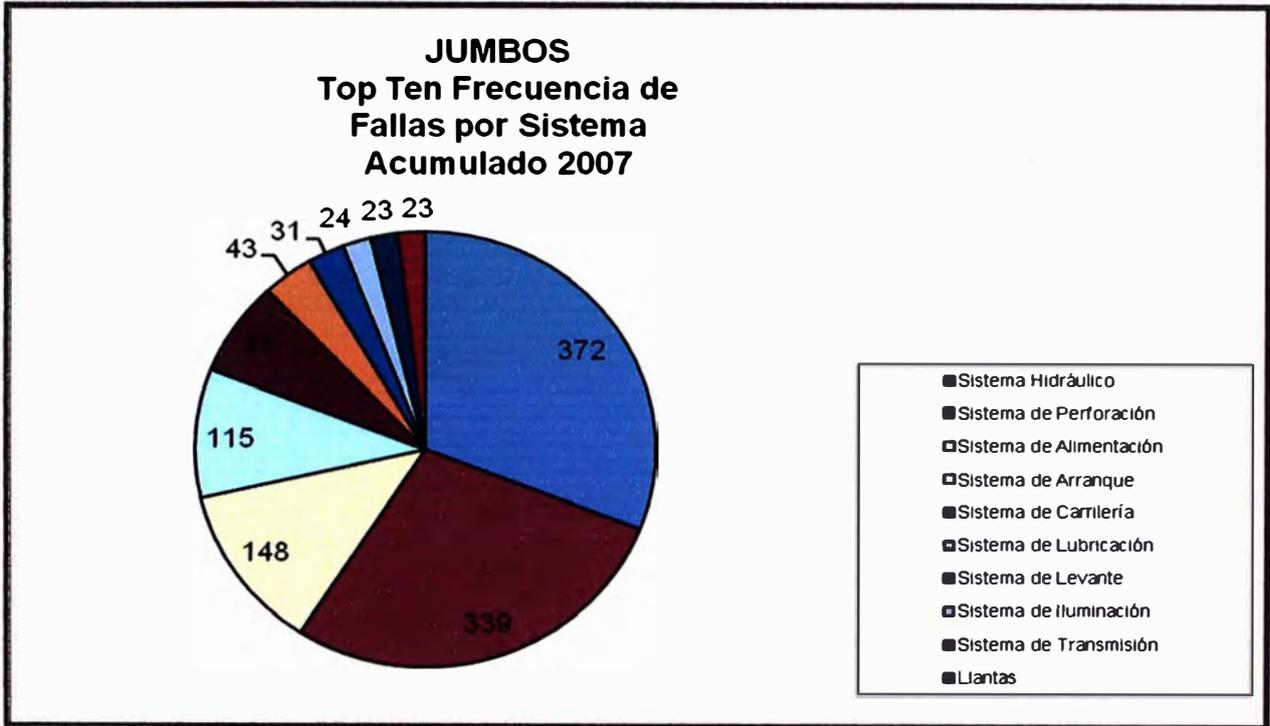


TIEMPO DE FALLAS FLOTA SCOOPS

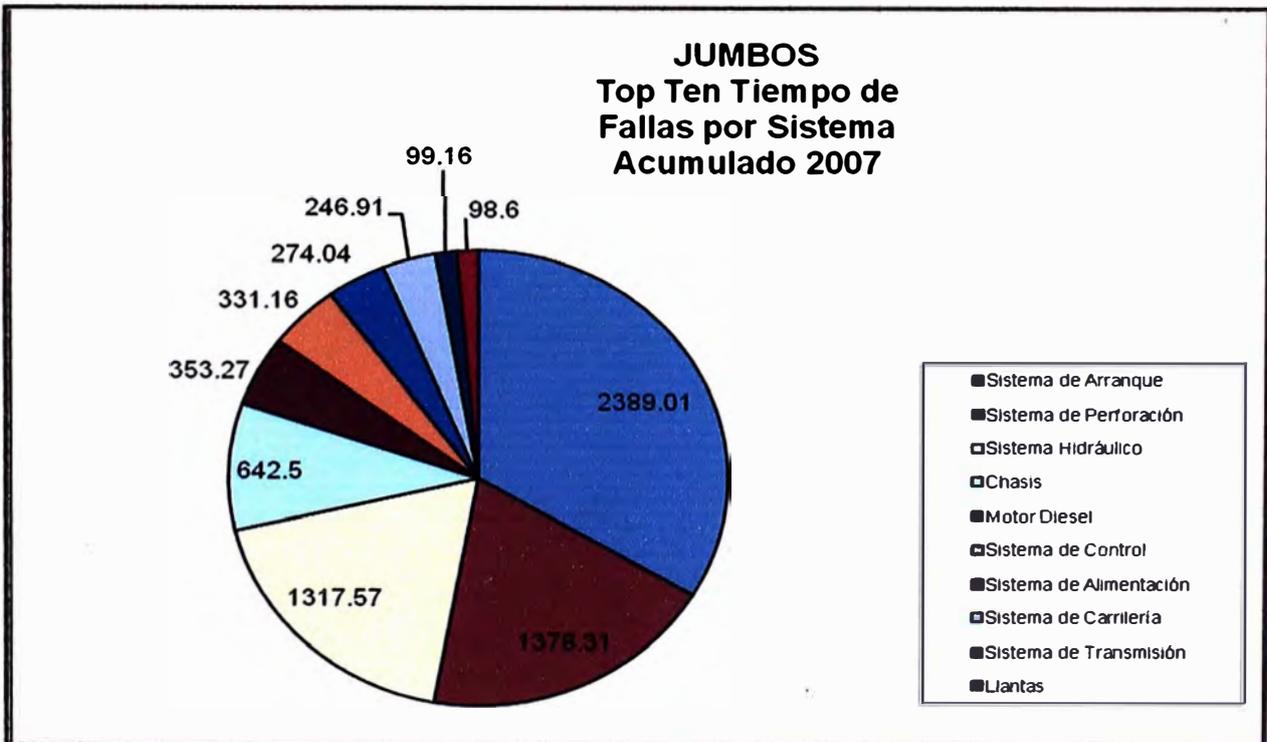


ANEXO B

FRECUENCIA DE FALLAS FLOTA JUMBOS

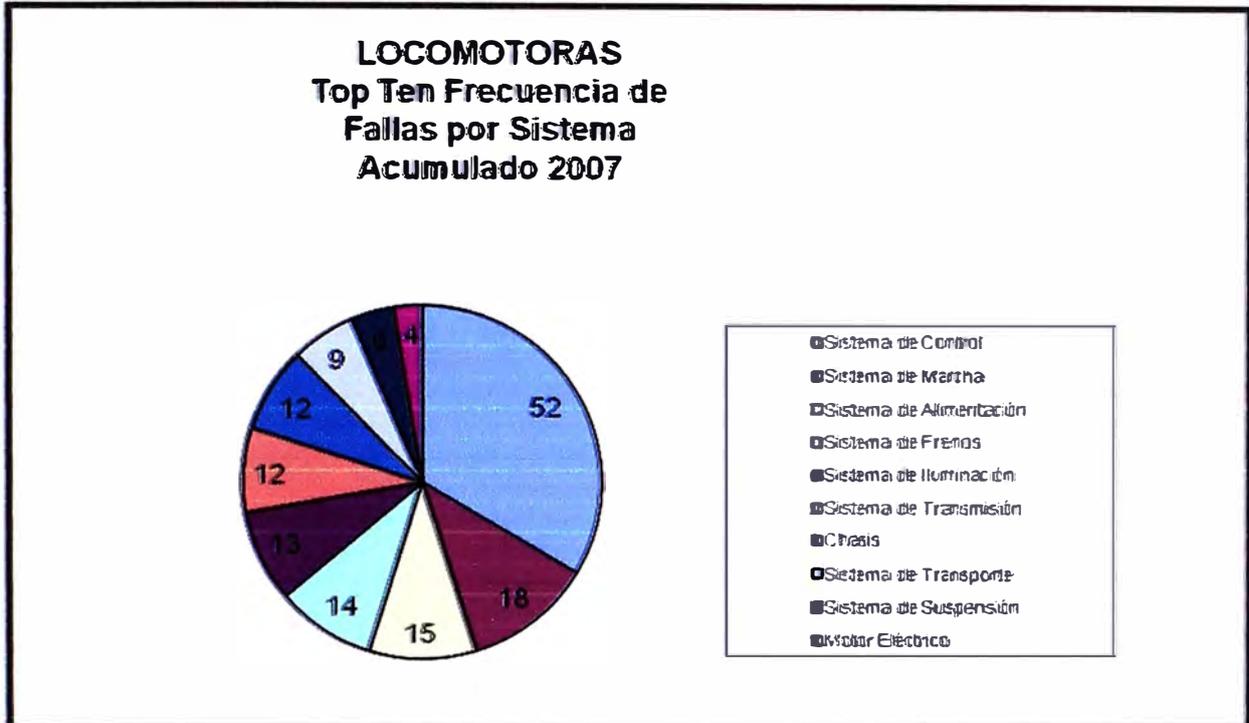


TIEMPO DE FALLAS FLOTA JUMBOS

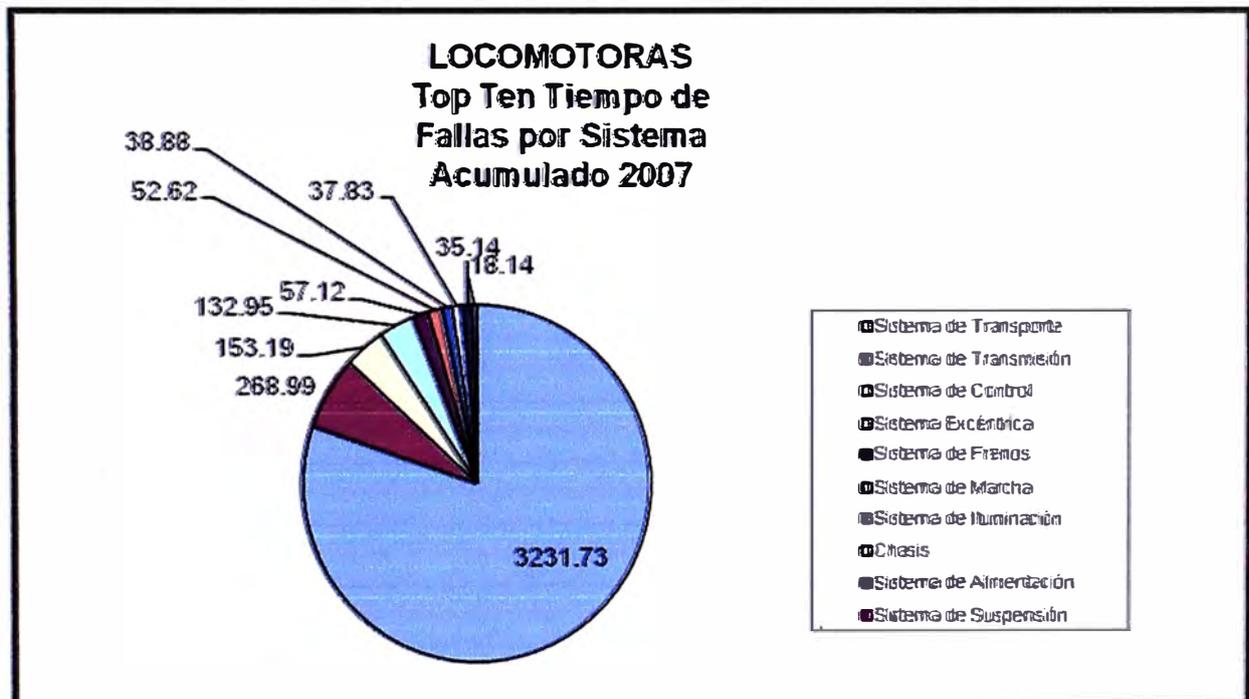


ANEXO B

FRECUENCIA DE FALLAS FLOTA LOCOMOTORAS



TIEMPO DE FALLAS FLOTA LOCOMOTORAS



BIBLIOGRAFÍA

- [1] www.congreso.gob.pe/congresita/2001/gsanchezm/conozca1.htm
- [2] VOLCAN COMPAÑIA MINERA, <http://www.volcan.com.pe>
- [3] STEGMAIR, Raúl y Otros “.Ingeniería de Mantenimiento en la Industria Minera”. Asociación Peruana de Management, - Perú 2007
- [4] Club de Mantenimiento,. Publicación Periódica “El Análisis de Criticidad una Metodología para Mejorar la Confiabilidad Operacional”. Venezuela 2005, HUERTA MENDOZA, Rosendo.www.confiabilidad.net/art_05/RCM/rcm_8.pdf
- [5] Club de Mantenimiento. Publicación Periódica 2001. Artículo sobre la aplicación del Análisis de Criticidad en PDVSA E & P Occidente, Club_mantener@sinectis.com.ar
- [6] DIXON CAMPBELL, John. “Organización y Liderazgo en el Mantenimiento. Productivity Press”, INC, 1995
- [7] BERNARDO DURAN, José. “La Cultura de la Confiabilidad”. Universidad Simón Bolívar, Venezuela, 2004
- [8] JUAREZ HENRRY “Análisis de Criticidad” Julio 2007
- [9] CÁCERES Maria Beatriz, “Como Incrementar La Competitividad Del Negocio Mediante Estrategia Para Gerenciar El Mantenimiento”, Soluciones Integrales Corporativas ICS GROUP S.A, Venezuela
- [10] SOWTWARE SAP de Volcan Compañía Minera, Módulo VII “Gestión de Planes y Mantención”