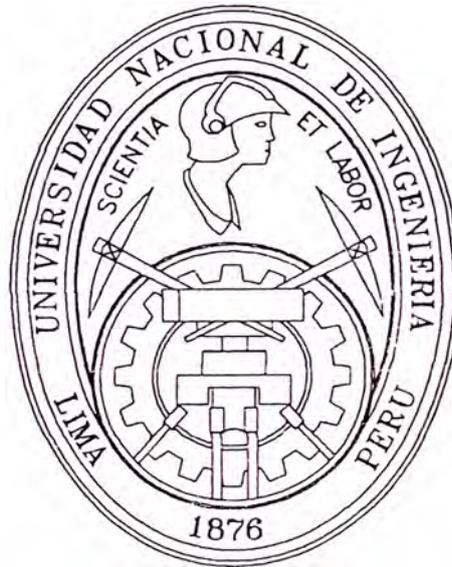


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**INFORME DE INGENIERIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

**“APLICACIÓN DE ACTIVIDADES PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS
EN UNA MINA DE CIELO ABIERTO”**

GUILLERMO ROLDAN CRUZ FIGUEROA

PROMOCION 78 - II

LIMA - PERU
2000

DEDICATORIA

A mi MADRE, por haber guiado mi vida hacia el camino correcto, logrando así alcanzar mis objetivos.

A mi PADRE, por todo el apoyo que supo darme, para llegar a la meta trazada.

A mis HERMANOS, por su cariño que siempre me han brindado.

A mis PROFESORES de la UNI, por habernos dado una formación académica muy competente

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	01
CAPITULO 1: INTRODUCCION	05
CAPITULO 2: UBICACIÓN Y MARCO REFERENCIAL DE LA EMPRESA.	
2.1 Origen de los Yacimientos	11
2.2 Participación dentro del Area Geográfica	12
2.2.1 Enfoque Ambiental	13
2.2.2 Administración de Insumos y Desechos	15
2.3 La Producción y Productividad de la Unidad Operativa	16
2.4 Operaciones en la Mina de Tajo Abierto	19
2.5 Maquinarias y Equipos de Producción Minera	22
CAPITULO 3: SISTEMA ADMINISTRATIVO DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCION	
3.1 Antecedentes	27
3.2 La Organización del Area de Mantenimiento	28
3.2.1 Estructura Funcional del Departamento de Equipo Tajo.	30
3.2.2 Análisis Crítico de la Estructura Funcional del Departamento	35
3.3 Diagnóstico de la Situación Actual del Area de Mantenimiento	41
3.3.1 Los Efectos de Mantenerse la Situación Actual	43
3.3.2 Justificación de Aplicar Actividades No Programadas	44

CAPITULO 4: ANALISIS DE COSTOS Y JUSTIFICACIÓN ECONOMICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

4.1 Entorno de la Actividad Económica de la Empresa	48
4.1.1 Los Costos de Producción en la Empresa	50
4.2 Incidencia de los Costos de Mantenimiento en los Costos Totales de Producción de Minerales.	52
4.3 Evaluación de los Altos Costos de Mantenimiento de Equipos	63

CAPITULO 5: ACTIVIDADES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DE MANTENIMIENTO

5.1 La Competitividad como Entorno de la Productividad	68
5.2 La Gestión de Mantenimiento Basado en Actividades	71
5.2.1 Descripción General del Modelo Aplicado	72
5.3 Actividades de Gestión para Mejorar la Productividad del Area de Mantenimiento	77
5.3.1 Objetivos para Implantar el Mejoramiento Continuo	78
5.3.2 Alternativas de Solución para Alcanzar los Objetivos	79
5.4 Factores que Afectan la Productividad / Disponibilidad	83

CAPITULO 6: ANALISIS Y EVALUACION TECNICA DE MUÑONES DE RUEDA FRONTAL DE VOLQUETES PESADOS.

6.1 Estadísticas para los Análisis y Prevención de Fallas	90
6.2 Objetivos de los Análisis para conocer las Causas de Fallas	97
6.2.1 Solicitud del Tipo de Análisis a efectuarse en los Muñones	98
6.2.2 Inspecciones Realizadas en Muñones Fallados	99

6.3	Objetivos de Estos Análisis para el Mantenimiento Predictivo	105
6.3.1	Procedimiento de Inspección para Muñones que están Trabajando	107
6.3.2	Descarte de Posibles Fallas a Muñones que están Trabajando.	109
6.4	Resultados de los Análisis por Ultrasonido, Líquidos penetrantes y Microestructural	103

CAPITULO 7: SISTEMA DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE EQUIPOS

7.1	Objetivos del Sistema de Control	116
7.2	Funciones de Planeamiento y Programación del Mantenimiento	120
7.2.1	Funciones del Planeamiento de Mantenimiento	120
7.2.2	Funciones de Programación de Mantenimiento	124
7.3	Actividades de Control del Mantenimiento Programado	127
7.3.1	Seguimiento de Ordenes de Trabajo	127
7.3.2	Control de Costos por Ordenes de Trabajo	130
7.4	Evaluación de las Actividades del Mantenimiento Programado	133
7.4.1	Estadísticas del Mantenimiento	134
7.4.2	Evaluación de Costos	135
7.4.3	Evaluación de la Productividad del Mantenimiento	137
7.5	Control del Estado de Flota de Equipos	139
7.5.1	Control de Características y Estado de Equipos	139
7.5.2	Control de Trabajos y Servicios Estandarizados	142

CONCLUSIONES	144
---------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	149
---------------------	-----

ANEXOS	151
---------------	-----

PROLOGO

El crecimiento actual de la minería en el Perú y en el mundo entero, requiere de una gestión competitiva del Mantenimiento de los Equipos que se encuentra inmersa en un sistema productivo de minerales en condiciones optimas de operación, el cual se logra con un sistema adecuado de control de los diferentes componentes que conforman el equipo, a través de los indicadores de gestión establecidos.

La contribución del presente informe, marca la responsabilidad del Area de Mantenimiento, que es la de garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos para atender adecuadamente el Programa de Producción. Así mismo incrementar la productividad del Area, utilizando en forma racional los escasos recursos disponibles para que los costos de Hora-Máquina sean lo

razonablemente competitivo y así contribuir a minimizar los costos unitarios por tonelada de mineral extraído.

El presente trabajo se ha desarrollado en siete capítulos, agrupándolos sistemáticamente de acuerdo a las diferentes actividades que participan

En el **CAPITULO 1**, se hace referencia a la imagen actual que enfoca los esfuerzos del presente informe para lograr los objetivos del Area de Mantenimiento con todas las dificultades que esto significa alcanzar.

En el **CAPITULO 2**, se enmarca el escenario donde se desarrollan las diferentes operaciones de extracción directa de los minerales y el grado de participación de la empresa en las Areas aledañas, de cómo es que su presencia influye en el medio ambiente. Así como también el ciclo productivo de la mina a cielo abierto y de cómo participa el Area de mantenimiento en la Gestión de los Equipos.

En el **CAPITULO 3**, se hace referencia a la gestión administrativa de los Equipos de producción, centrándose en la estructura funcional del Departamento de Mantenimiento para evaluar su actual puesta en práctica de los diferentes niveles jerárquicos partiendo del Diagnóstico situacional del

Area de Mantenimiento para luego generar acciones que no estaban previstas normalmente en la programación.

En el **CAPITULO 4**, de acuerdo a los estados de resultados económicos de la empresa, la razón fundamental de haber desarrollado el presente informe es que los altos costos del Mantenimiento de Equipos es muy preocupante, por lo que en esta parte del capítulo se hace un análisis detallado de los elementos principales, identificando que tipo de equipos de la flota existente es que determinan los elevados costos horario de maquinaria.

En el **CAPITULO 5**, frente al reto de mejorar costos es que presentamos de cuan importante es mejorar la productividad de nuestra Area de Mantenimiento, en base al desarrollo de las acertadas actividades de mejoramiento continuo (motivación del personal, calidad en los servicios, control de insumos, etc.) y en función a los objetivos que nos hemos trazado.

En el **CAPITULO 6**, se presenta el desarrollo piloto de una de las actividades de los varios que se han iniciado, con la única finalidad de incrementar la productividad de la Area de Responsabilidad y mejorar el Mantenimiento Programado con miras a ser aplicados en el próximo Mantenimiento Productivo. Es así como el estudio del análisis, evaluación de

los mufiones de Rueda Frontal de los volquetes pesados, utilizando diferentes métodos de inspecciones, nos permite identificar las causas de las fallas ocurridas y prevenir los mismos en los equipos que están operando.

En el **CAPITULO 7**, se describe el sistema de control elaborado para su aplicación ya que el actual sistema no esta integrado completamente a lo que es un mantenimiento organizado y confiable. Este sistema de control debe interactuar con todas las actividades desarrollados para incrementar la productividad. También se describe como es que a través de las funciones de Planeamiento y Programación de Mantenimiento se lleva el control del estado de equipos, utilizando el seguimiento de ordenes de trabajo, registros de mano de obra, los diferentes insumos, los inventarios, los costos por actividades, etc.

Mi agradecimiento a todo el personal de Mantenimiento, por la acogida que tuvo en su oportunidad, los planteamientos de mejorar los servicios de Mantenimiento Programado a través de la mejora de la Productividad.

Mi reconocimiento a los Directivos de las operaciones por haber dado las facilidades del caso, para realizar las pruebas e inspecciones de componentes de los equipos, el cual nos ha permitido evaluar con mayor exactitud las decisiones a tomar en el momento adecuado y oportuno.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La Empresa Minera donde se desarrolló las actividades del presente informe se encuentra ubicado en el Departamento de Pasco (a 4 300msnm) donde la extracción del mineral es subterránea y a cielo abierto. El Planteamiento del Informe se ha centrado en la Gestión de Equipos Pesados que operan en la explotación superficial de minerales.

El área de influencia de nuestro trabajo, se desarrolló en lo que llamaríamos Gestión de las actividades Administrativas que básicamente fueron la identificación y puesta en práctica de las diferentes actividades para elevar la productividad del Área de Mantenimiento y mejorar la confiabilidad de los equipos de producción para que el proceso sea rentable.

Hay muchos temas netamente técnicas que forman parte de estas actividades que mostramos en forma integral que determinan necesariamente el buen manejo de nuestros activos, pero que están bajo la gestión innovadora de quienes como el autor, tienen la responsabilidad de llevar adelante para alcanzar las metas establecidas.

Las condiciones de Competitividad ejercidos en el mercado actual de producción de minerales, han impuesto a las empresas que administran equipos pesados, el desafío de mejorar la gestión de planeamiento, programación y producción, haciendo uso de los procedimientos más adecuados para manejar los recursos y la información disponible que les permitan obtener mejores niveles de productividad, de manera sustentable y medible.

Los alcances del presente trabajo, es poder medir las actividades que estamos realizando para que así una vez conocido los parámetros, mejorar el planeamiento de los servicios de Mantenimiento Productivo en todas sus facetas apuntando a incrementar las condiciones de productividad, calidad, disponibilidad, para reducir los costos Horarios de maquinaria.

Siempre se relaciono la vida útil de los equipos de producción con la vida contable que es empleado para elaborar un programa de depreciación. Para efecto de un análisis financiero, de las proposiciones de inversión, los costos contables pasan a ocupar un segundo lugar y que los costos que se emplean para el respectivo análisis son los costos económicos actuales.

Luego se puede considerar la vida mecánica del equipo, como el periodo de tiempo durante el cual, los equipos pueden seguir funcionando y que la final de su vida puede haber un valor de recuperación.

Dentro del Análisis Económico, la vida útil de los equipos tiene una importancia secundaria, luego el interés principal se centra en su VIDA ECONÓMICA. Por lo tanto, este es el tiempo en que el activo lleva a cabo un servicio útil a la empresa.

Los análisis de fallas y la determinación de las causas, generalmente es un problema muy complejo e importante obtener tantos datos como sean posible de la pieza que falló, examinando: ¿Cuanto tiempo estuvo funcionando?, ¿estuvo sometido a sobrecarga?, ¿el mantenimiento aplicado fue adecuado?. Tal es así que se han realizado análisis de fallas, evaluaciones de muñones de Rueda Frontal de volquetes pesados, como un indicativo del tipo de orientación que se le da a la mayoría de los componentes de los equipos previamente identificados.

Estas evaluaciones nos permiten prevenir las fallas visibles y ocultas, que sirvan para programar los servicios de mantenimiento en forma eficiente. Las inspecciones realizadas a las piezas que están sometidos a diferentes tipos de cargas, se ha estado realizando a través de empresas de servicios especializados con aplicación de líquidos penetrantes, ultrasonido y análisis microestructural, que servirán a los responsables del Mantenimiento tener mejores herramientas, para tomar las decisiones mas acertadas.

Cada empresa minera es un conjunto de actividades que tienden a maximizar sus puntos fuertes (fortalezas) y minimizar sus puntos débiles (debilidades). Los factores limitantes para la aplicación integral de las actividades a realizar en el Area de Mantenimiento, buscando elevar la

productividad, es la dificultad de lograr completamente el trabajo en equipo y realizar labores polifuncionales. Esta resistencia es a todo nivel, por estar enmarcado dentro de un concepto puramente técnico, que en los actuales momentos con el avance de la tecnología y los sistemas de información del mercado sin barreras esto ya no es posible

Sin un manejo adecuado de costos cualquier actividad técnica o administrativa es suficiente para determinar la operatividad de la empresa por lo que importa desarrollar la capacidad de administrar eficazmente todas las actividades de mantenimiento.

CAPITULO 2

UBICACIÓN Y MARCO REFERENCIAL

DE LA EMPRESA

La Unidad de Producción Minera de Cerro de Pasco esta localizado geográficamente en las estribaciones occidentales de la cordillera central, en la sierra central del Perú, a una altitud promedio de 4,340 m.s.n.m.

Está ubicado dentro de los tres distritos como son: Chaupimarca, Yanahuanca y Simón Bolívar, Provincia de Pasco y Departamento de Cerro de Pasco. El área de desarrollo de la actividad es de aproximadamente 2,734 hectáreas. La parte central de las operaciones mineras de la unidad minera de Cerro de Pasco, está conformado por varios yacimientos. En esta ciudad se extrae el mineral de plomo y zinc (Pb – Zn) por minado subterráneo y minado

de cielo abierto, además se produce cátodos y cemento de cobre por lixiviación y cementación.

2.1 Orígenes de los yacimientos

En la Unidad Minera de Cerro de Pasco hay indicios de explotación desde la época incaica y época colonial, el cual mostramos en un registro cronológico:

1630: El pastor Huaricapcha descubre accidentalmente los yacimientos.

1740: Los descendientes del ex–propietario M.Retuerto vende la mina al Sr.J.Maiz quien tuvo problemas de agua al interior de la mina.

1816: Una Empresa inglesa apoya en el bombeo de agua de mina y es explotado con buenos resultados.

1821: Durante la guerra de la independencia se paraliza la explotación.

1900: Adquiere la mina la compañía Cerro de Pasco Corporation.

1905: El ferrocarril llega a Cerro de Pasco.

1906: La fundición de Tinyahuarco obtiene su primer vaciado de cobre y funciona hasta 1922.

1956: Se inicia la explotación por el método de Tajo abierto.

1963: Se inicia la explotación del plomo-zinc, dejando el cobre.

1974: La Unidad pasa a poder del Estado como: Empresa Minera del Centro del Perú (Centromín Perú)

1981: Se inaugura la Planta de Tratamiento de Agua de Mina.

1996: Es ampliada la Planta Concentradora de 6 000 a 6 700 Ton/Día.

La unidad minera esta conformado por varios yacimientos, siendo el principal y el de mayor dimensión el depósito que alberga la mineralización de plomo – zinc – plata. Estos yacimientos minerales se han formado en el lado este y sur del antiguo volcán de Pasco entre rocas volcánicas y calizas.

Específicamente el mineral del Tajo abierto ha sido clasificado de acuerdo al tipo de roca de la mineralización, esto es mineral de Pb y Zn en pirita y mineral de Pb y Zn en caliza. .

2.2 Participación dentro del Área Geográfica

La industria minera es así mismo fundamental para la cohesión social y económica de muchas colectividades rurales y de zonas remotas donde es inexistente la presencia del estado. Muchas comunidades se encuentran alrededor de los yacimientos de explotación, la pobreza golpeó a este

sector de habitantes y por tal motivo es que la explotación y comercialización minera puede ser una alternativa para mitigar los bajos recursos económicos de la población de este sector. Estas alternativas pueden ser directas o indirectas desde el punto de vista de sus economías. La inversión extranjera en este sector se viene orientando principalmente a la adquisición de minas y yacimientos en operación, pero también está acercándose progresivamente a explorar y realizar la prospección y búsqueda de nuevos yacimientos, que prácticamente se abandonó durante los últimos años.

Estas inversiones bien llevadas, producen el desarrollo económico, social y ambiental dentro del área geográfica. Por esta razón, en nuestro país se ha establecido instituciones y normas con el objetivo de controlar y adecuar ambientalmente a las operaciones mineras, y que permita su desarrollo limpio y ordenado.

2.2.1 Enfoque ambiental

Como sistema social, la organización incorpora la idea de que el medio ambiente está sujeto a cambios dinámicos. Tradicionalmente el ser humano ha decidido sus negocios solo en función de criterios

económicos, la ubicación, el tipo de actividad, el nivel de operaciones, el tipo de producto final, sus procesos, etc. Hoy se utiliza la zonificación ecológica-económica, los reportes ambientales que mide la evolución de la gestión ambiental de la empresa, etc.

La política y gestión que se ha venido realizando en los últimos años en el sector minero, es el de la Evaluación de los Programas de Adecuación y Medio Ambiente (PAMA) que las empresas mineras han venido presentando, corrigiendo, mejorando y que muchos de ellos ya lo tienen aprobados y en ejecución como es el caso de nuestra empresa que ya realizó un gran avance en este programa.

El cumplimiento de este programa de monitoreo fue obligatorio, principalmente dentro de las operaciones de mediana y gran minería, las cuales, siguiendo lo establecido en protocolos que fueron publicados para este efecto, realizaron muestreos periódicos que fueron reportados al Ministerio de Energía y Minas en forma trimestral. Después, obviamente, fueron reunidos todos los resultados en un informe final que fue llamado “La Evaluación Ambiental Preliminar” (EVAP), la que resumía los problemas que tenían las operaciones mineras con respecto al cuidado del medio ambiente.

El informe era evaluado y una vez aprobado pasaba a ser el inicio del Programa de Adecuación al Medio Ambiente (PAMA), que es lo que queremos concluir ahora. Con la conclusión de la evaluación de los PAMA que han presentado las empresas, iniciamos la etapa de adecuación ambiental de las operaciones mineras.

En el ANEXO C-4 se presenta un cuadro de inversiones que la empresa está realizando para mejorar el medio ambiente.

2.2.2 Administración de Insumos y Desechos

El control de los insumos y desechos es uno de los aspectos de mayor relevancia dentro del control de la producción y que hoy en día se diseñan sistemas administrativos específicos, para el mejor manejo de estos y con mayor razón en la explotación y transformación de minerales ya que los insumos utilizados y los desechos producidos son altamente contaminantes.

La contaminación así como la mala calidad en los procesos son indicadores de ineficiencia en la conversión de materias primas en productos terminados. No sólo por prácticas inadecuadas en el uso de

agua o la energía sino porque los procesos son incapaces de incorporar en los productos terminados gran parte de los insumos utilizados como desperdicios o desechos.

Las ventajas de una buena administración en este sector son múltiples; uso eficaz de insumos, mano de obra y equipos, aumento de la productividad, reducción de costos operativos, conservación de agua y energía. En el Area de Mantenimiento el adecuado manejo de insumos ácidos, combustible, aceites, grasas, etc. y los remanentes de los materiales usados han dado como resultado, servicios eficientes y de calidad, así como una reducción de costos en todos los procesos.

2.3 La Producción y Productividad de la Unidad Operativa

Dentro del marco minero, la productividad refleja la capacidad tecnológica y administrativa de toda la cadena de producción desde la prospección, extracción, concentración, fundición y comercialización.

En la actualidad, el mejor costo labor se logra bajo las condiciones existentes que se tiene a la mano como son: mejorando los métodos operativos, adquiriendo maquinarias nuevas y apropiadas, modificando la maquinaria existente, combinando métodos de minado, implementando

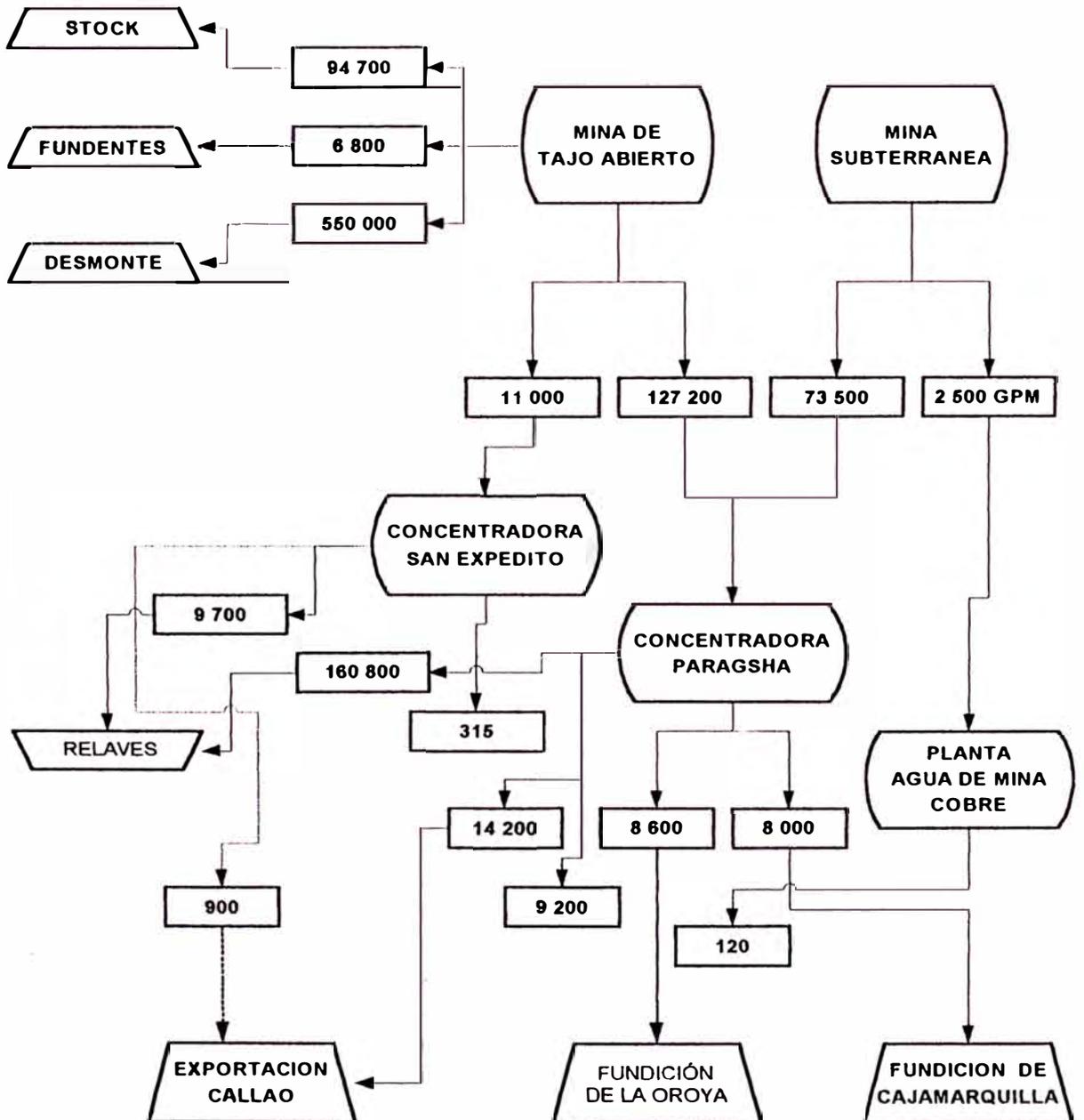
mejoras en la dilución, centrando la atención debida en el personal, buscando formas adecuadas de motivación, entrenamiento y la mejora continua en los incentivos de producción.

En lo referente a la propia operación minera de Cerro de Pasco, esta se caracteriza por su rigidez que es incomparablemente mayor que en otra actividad industrial. Y en el propio ámbito de la unidad, la rigidez es mayor en las labores subterráneas que en la explotación a cielo abierto. Por otro lado, a pesar del alto grado de mecanización a que se han sometido las operaciones mineras, la componente de la mano de obra sigue siendo aún muy elevado, y que la mayor probabilidad de accidentes que ocurren es por las condiciones en que se llevan a efecto los trabajos. La necesidad de mano de obra especializada, constituye en explotaciones con una implantación geográfica aislada, un serio problema, una incidencia que se refleja a corto plazo en los rendimientos; la productividad, calidad y la accidentalidad dentro de las minas.

Con la finalidad de ubicar la situación productiva de la unidad de C. de Pasco, mostramos en el DIAGRAMA 2-1 el Flujo Productivo desde la extracción hasta la comercialización de los minerales indicando la producción en forma cuantitativa medidas en toneladas (TCS) para cada

FLUJO PRODUCTIVO UNIDAD MINERA DE C. DE PASCO

(EN TONELADAS POR MES)



proceso de transformación (extracción, concentración, fundición y comercialización). Cabe indicar que en este flujo se está considerando los volúmenes de producción de mina subterránea y mina superficie y que nuestro estudio está centrado en este último.

2.4 Operaciones en Mina de Tajo Abierto

El Tajo Abierto actualmente es el primer abastecedor de mineral de plomo/zinc en la Unidad y para 1998 se extrajo aproximadamente el 65% de todo el mineral tratado en la Planta Concentradora. Los trabajos de explotación se realizan mediante una secuencia de minado cíclica con perforación y voladura, sistema de carguío con palas electromecánicas y cargadores frontales, siendo el acarreo mediante camiones volquetes fuera de carretera, (13 volquetes de 100 Ton y 2 volquetes de 120 Ton. de capacidad).

La relación actual de desmonte/mineral (stripping) es de 4.1 a 1, las operaciones cuentan con dos botaderos de desmonte en funcionamiento, que tienen una capacidad de 8 y de 2,8 millones de metros cúbicos para acumulación del material respectivo. El almacenamiento se realiza en bancos de 10 a 15 m de altura y bermas de 10 m, para lograr estabilidad

en los taludes. Adicionalmente a estos se cuenta con depósitos para mineral pirrítico y oxidado; siendo a la fecha el desmonte total acumulado de 8 millones de metros cúbicos.

Para la atención de los equipos pesados del tajo, se cuenta con talleres de reparación y mantenimiento y que eventualmente se recurre a talleres de terceros para trabajos muy específicos. Las diferentes características de mineral del tajo, exigen diversos frentes de carguío a fin de alimentar a la planta Concentradora con la mezcla adecuada (Blending), para lo cual se utiliza cargadores frontales y eventualmente tractores para empuje del mineral.

Las dimensiones verticales entre el banco mas elevado (4350) y el mas bajo (4070) es de 280 mts. , con altura entre banco y banco de 10 mts. Los gradientes máximos de recorrido de las unidades móviles son de 8%, aunque en muchos casos sobrepasa los límites.

Las distancias del transporte de mineral desde la zona de carguio hasta las diferentes zonas de descarga se muestra en el reporte de RUTAS DEL TAJO del CUADRO 2-2. Estas distancias varían periódicamente de acuerdo a la ubicación del mineral y en muchos casos de acuerdo a la

REPORTE DE RUTAS
DISTANCIAS DE TRANSPORTE DE MINERAL Y DESMONTE

DE:	A:	DISTANCIA (m)
BANCO: 4 070	CHANCADORA DIRECTO	4 190 m
	PB. DEPOSITO CHANC.	4 090 m
	B. EXCELSIOR	5 290 m
	B. MIRAFLORES	4 440 m
	STOCK 2	5 040 m
	STOCK 14	4 790 m
	C. SAN EXPEDITO	4 140 m
BANCO: 4 080	CHANCADORA	4 010 m
	PB. DEPOSITO CHANC.	3 910 m
	EXCELSIOR	5 110 m
	SAN EXPEDITO	3 960 m
BANCO: 4 320	PB. DEPOSITO CHANC.	1 950 m
	B. EXCELSIOR	3 115 m
	B. MIRAFLORES	2 265 m
	STOCK 2	2 815 m
	STOCK 7	2 415 m
	STOCK 14	2 665 m
	C. SAN EXPEDITO	1 965 m
	B. SANTA ROSA	1 765 m

disponibilidad de los campos de acumulación del desmonte y las zonas para el stock de mineral.

En el ANEXO B-3, B-4, se muestra un diagrama del ciclo operativo de acarreo de mineral y la eficiencia con respecto a las distancias recorridas por la flota de volquetes.

2.5 Maquinarias y Equipos de Producción Minera

En cualquier modelo de explotación minera, el tipo de operaciones que se realizan en ellas define la diversidad y capacidad de las maquinarias o equipos de producción y a su vez define el tamaño de la flota de maquinarias y equipos. La operación lo entendemos como todas aquellas actividades de tipo productivo y logístico que se relaciona con el tema de reemplazo de equipos (por reparaciones generales o por uno nuevo).

Las operaciones, en orden de optimizar los costos deben tender a minimizar los tiempos muertos en la explotación misma con miras a reducir el tamaño de flota; así también el nivel de servicio esta en función de la disponibilidad de equipos, de los tiempos efectivos y tiempos

mueritos en el servicio de Mantenimiento. Por todo ello la gestión de maquinarias en este tipo de operaciones se realiza tomando decisiones interdisciplinarias.

Ingresando al modelo de administrar maquinarias en general, diversos factores deben ser considerados, desde las políticas de producción y el ambiente de producción hasta la cultura organizacional de cada empresa minera en particular. Al inicio o en el camino de todo proyecto de extracción de minerales existe un riesgo tecnológico derivado del hecho de que al no existir yacimientos iguales cada operación precisa de equipos y sistemas para cada tipo de proyecto en particular, con lo cual se inicia una cadena de actividades de producción, apoyado por la utilización de diferentes tipos de maquinarias adaptándose a cada volumen de producción. Cuando hablamos de selección de equipos para trabajos de extracción de minerales en la mina a cielo abierto, la distancia y las condiciones del terreno son elementos fundamentales, entonces viene la pregunta: ¿Que tipo de maquinarias y versatilidad necesito?:

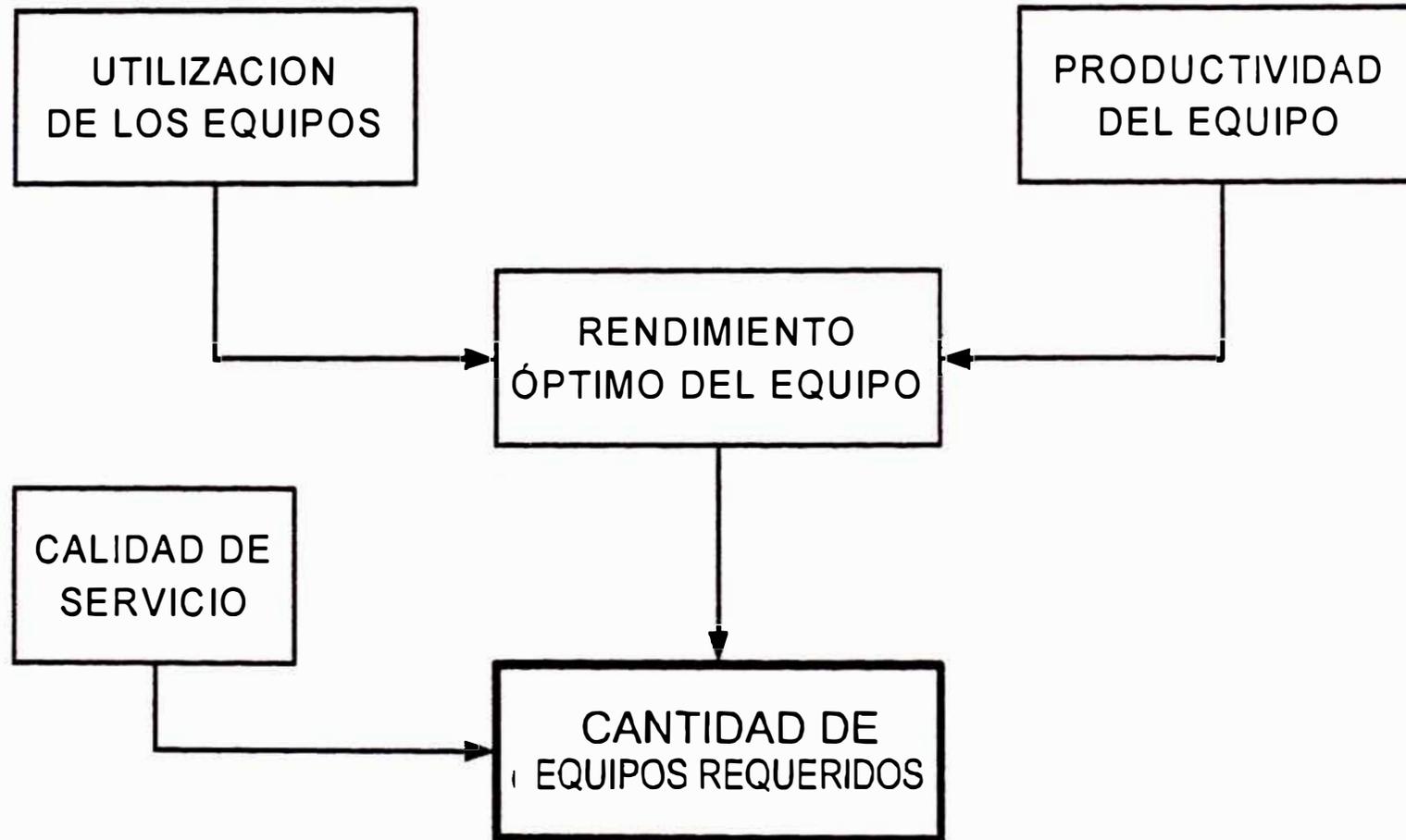
En el caso de equipos para acarreo, lo ideal es tener una flota que de versatilidad de hacer el trabajo actual y poder trabajar en otro tipo de material mas adelante; por ejemplo para el transporte de grandes

cantidades de material a distancias mas largas, los camiones de bastidor rígidos son mucho más eficientes. Así también entre los equipos de carga más populares están los cargadores frontales de ruedas, que son máquinas de gran capacidad, confiables y eficientes en términos de costo por tonelada o por metro cúbico, que es uno de los menos costosos por m³ de capacidad del cucharón.

Dentro del Area de Producción de Operaciones Tajo, el equilibrio entre las capacidades de carguio (con palas electromecánicas de 4.5 y 9 yardas cubicas y cargadores frontales de 14 yardas cúbicas) y del transporte de mineral (con la flota de volquetes de 100 y 120 toneladas), determina los requerimientos de los equipos para un estimado de producción diaria por cada periodo de control.

En el DIAGRAMA 2-3 se indica el flujo de las necesidades operativas de la cantidad de equipos requeridos para la producción diaria, garantizando lo minimo necesario. El Area de Mantenimiento debe brindar un nivel de calidad de los servicios para un rendimiento optimo de los mismos, que a su vez depende de la forma de distribución en los tiempos operacionales.

REQUERIMIENTO DE EQUIPOS Y MANTENIMIENTO POR AREA DE PRODUCCION TAJO



CAPITULO 3

SISTEMA ADMINISTRATIVO DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PRODUCCION.

El servicio de mantenimiento de los equipos se veía en el pasado como una actividad de soporte auxiliar y que por lo general no se esperaba que las organizaciones de mantenimiento fueran administradas profesionalmente. Con el transcurso de los años conforme la maquinaria y los equipos se han ido haciendo más complejos, más sofisticados, más costosos, esa forma de pensar a cambiado. En la empresa a que nos referimos, los directivos al más alto nivel, han reconocido que se requieren profesionales calificados para mantener operativos los equipos y maquinarias y en buen estado de conservación, apuntando siempre a prolongar su vida útil.

3.1 Antecedentes

La Administración de maquinarias dentro de un sistema de producción de minerales no es más que un proceso y que el activo más importante dentro de la organización, son los trabajadores en sus diferentes responsabilidades, realizando los servicios de mantenimiento con la mejor calidad posible, cuyo objetivo es mejorar la posición competitiva del área dentro de la empresa y fuera de ella.

Por esta razón al incorporar la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada (equipos), herramientas como mejoramiento de la calidad, motivación del personal, etc., van a mejorar de manera continua sus procesos respondiendo eficientemente a los requerimientos de incrementar la productividad para integrar a la producción con equipos más confiables.

Por tanto, la eficacia y la eficiencia en la administración de este tipo de organizaciones se consigue sacando el máximo provecho a los recursos más importantes como es el trabajador y los demás insumos para así obtener el logro deseado, ¿cuál es?, el de incrementar la productividad del

área de mantenimiento, para cumplir con las metas de producción establecidos por la empresa.

3.2 La Organización del Área de Mantenimiento

Que tan bien funciona el Sistema de Administración de los equipos y maquinarias, depende por lo general de la forma como se le ha planificado. Aquí se dictan las líneas de responsabilidad y autoridad en su conjunto para el desarrollo del sistema de Mantenimiento de Equipos.

La responsabilidad en la administración del Mantenimiento de Equipos y Maquinarias está plenamente definida en la Empresa Centromin Perú - Unidad Cerro de Pasco. El área de Mantenimiento es responsable de la planificación, ejecución y control de los diferentes trabajos a realizar y que está orientado a lograr incrementar la productividad y disponibilidad del equipo al costo mas bajo posible.

En general se considera tres componentes de la organización:

Actividades del Ciclo de Mantenimiento: Son las tareas que efectúa el área involucrada para conservar las máquinas, como asimismo la retroalimentación que recibe la administración para la toma de decisiones

a partir de los resultados de la inspección y monitoreo, para que posteriormente se efectúe los servicios de Mantenimiento programados.

Actividades de la Organización del Personal: Esto es necesario para el control del ciclo de Mantenimiento y que la organización se verá sobre la base de las funciones y no a la estructura misma de los puestos y que los trabajadores sean polifuncionales, adecuándose al trabajo en equipo, apuntando siempre al proceso administrativo de control de la calidad de todas las actividades realizadas para que los equipos sean confiables en el proceso mismo de producción.

Actividades de Reporte y Archivos: Consiste en la información de partida como son los reportes de entrega de la máquina que será usada por todos los niveles dentro del Departamento, luego la información de salida ayudará a planificar la utilización del equipo, programas reparaciones y tomar acciones correctivas para disminuir tiempo de parada de los mismos. En esta actividad se interviene en la recepción, registro y conservación de la información necesaria para el desarrollo de los servicios de Mantenimiento y de la conservación de los equipos, así mismo también elabora la estadística, trabaja con costos y proporciona la

información que se solicita sobre sus funciones dentro de la estructura organizacional.

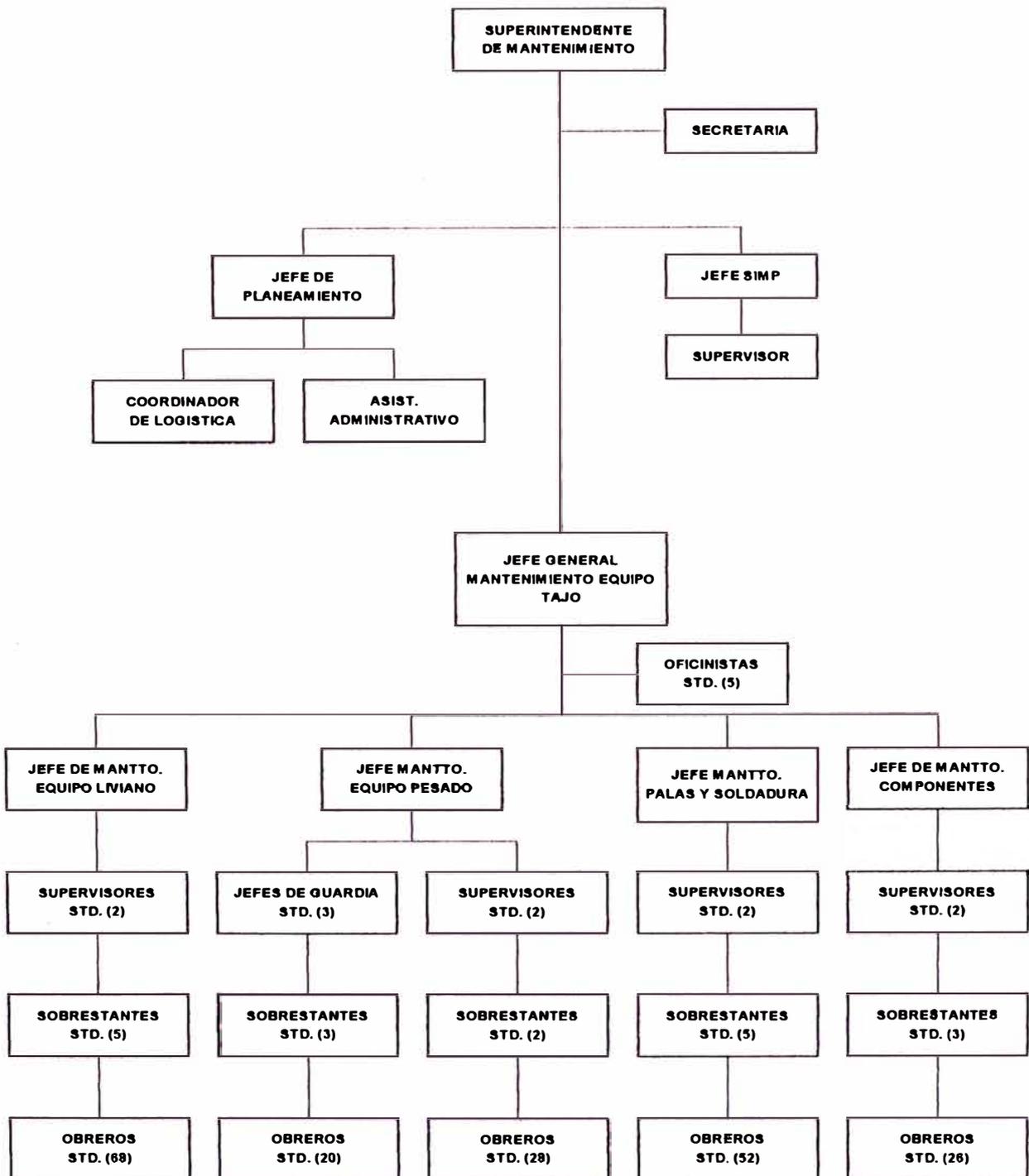
En el Anexo A-1, se muestra la distribución del área de mantenimiento de equipos pesados en la actualidad y los propuestos para ejecutar en el corto plazo y mediano plazo.

3.2.1 Estructura Funcional del Departamento de Equipo Tajo

Una estructura organizacional, debe conocerse profundamente si se desea que funcione de manera correcta, para lo cual es necesario que las políticas de la empresa, sean efectivamente puestos en práctica.

No existe un modo único de organización, cada situación determina siempre lo que funciona mejor. Así el caso de la estructura funcional del Departamento Equipo Tajo, que se muestra en el Organigrama de la FIGURA 3-1, esta diseñado para ser flexible a mayor o menor grado de responsabilidad dentro de la organización y que en ocasiones basta con elaborarlo, para detectar inconsistencias y complicaciones para proceder a su corrección. Toda estructura organizacional, por elemental que sea, puede diagramarse, ya que un organigrama indica las relaciones entre si

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO



de los diferentes niveles de autoridad, por ello en nuestro organigrama de Equipo Tajo, se trazan únicamente las líneas de autoridad para la toma de decisiones y para desarrollar una tradición de cambio que los responsables medios no dejen de cumplir ciertas normas de desempeño adecuado y debidamente entendibles.

En la actualidad existen muchos planes organizacionales excelentemente concebidas, fracasan a causa de resultar incomprensibles para los miembros de la organización. Para contrarrestar esta problemática, se ha elaborado para nuestro Departamento un Manual claramente redactado mostrando los programas y una versión abreviada de las descripciones de puestos. También dentro de las funciones del Departamento se han fijado lineamientos entre poder y autoridad, lo cual implica que todos los miembros (Superintendentes, Jefes de Area, Supervisores, Empleados, etc.) acepten la responsabilidad de sus acciones y tareas:

- * El poder debe ser igual a la responsabilidad.
- * Si el poder es mayor que la responsabilidad, el resultado podría ser una conducta autocrática por parte del supervisor, a quien no se hace responsable de sus acciones.

- * Si la responsabilidad es mayor que el poder, el resultado puede ser la frustración de los subordinados, dado que carecen del poder necesario para desempeñar las tareas del que son responsables.

Tal es así que en el CUADRO 3-2, se muestra la distribución de las responsabilidades de todo el personal que conforman la estructura funcional de Mantenimiento. Dado que los trabajadores deben dedicar mucho tiempo a sus labores, es importante el diseño de puestos o el nivel de responsabilidades y se tome en cuenta la necesidad de que los individuos, se sientan satisfechos en su trabajo. Esto supone una adecuada estructura de puestos en términos de contenido, función y relaciones.

Dentro de las funciones del personal de Mantenimiento, se puede observar en el CUADRO 3-2 la distribución en Porcentaje de los niveles de responsabilidades por categorías de todo el grupo de trabajadores, desde los obreros hasta el Superintendente de Mantenimiento, en las diferentes actividades funcionales: Administrativas, Técnicas, Financieras, de Seguridad y de Contabilidad.

DISTRIBUCION DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

CATEGORIA DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	NIVEL DE RESPONSABILIDAD (EN PORCENTAJES)					VALOR TOTAL (%)
	ADMINISTRATIVO	TECNICA	FINANCIERA	DE SEGURIDAD	DE CONTABILIDAD	
OBRERO		85%	---	15%	---	100%
SOBRESTANTE	5%	75%	---	15%	5%	100%
SUPERVISOR/JEFE DE GUARDIA	15%	60%	---	15%	10%	100%
JEFE DE EQUIPOS	30%	30%	10%	15%	15%	100%
JEFE GENERAL DE EQUIPOS	35%	30%	10%	15%	10%	100%
SUPERINTENDENTE	45%	15%	15%	15%	10%	100%

Estos porcentajes de responsabilidad son flexibles porque la estructura funcional se presta para ir siempre ajustando, dependiendo de la visión que tiene cada nivel jerárquico y del entorno que se vive cada cierto tiempo en la minería, que incide en los replanteamientos periódicos internos, por cambios en los activos (maquinarias, instalaciones), automatización, sistemas de información, recursos (mano de obra, insumos), etc.

3.2.2 Análisis Crítico de la Estructura Funcional del Departamento

Las empresas mineras que administran equipos pesados para la producción continua, no es raro ver que conservan una estructura organizacional tradicional, a pesar de haber efectuado cambios mucho tiempo atrás en sus planes y objetivos. En el caso de nuestra empresa, lo más común es que los administradores se resisten a transferir la toma de decisiones a los niveles inferiores, los cuellos de botella en la toma de decisiones, es la excesiva transferencia de pequeños problemas a los niveles superiores; la sobrecarga de detalles a la superintendencia de Mantenimiento y a la Superintendencia General, por resolver la crisis, da evidencia de que la negativa a delegar autoridad en un grado adecuado es decididamente un error.

A medida que la organización crece y adopta divisiones del trabajo cada vez más complejas entre sus operarios, aumenta la necesidad de una división administrativa del trabajo en la estructura, entre los que realizan y los que supervisan. En nuestra organización particular de Mantenimiento Equipo Tajo, la esencia estructural incluye los trabajos funcionales y dinámicos y que en nuestro organigrama funcional está enmarcado dentro de los principios de las Organizaciones. (FIG. 3-3).

Analizando los niveles de jerarquía mostrados en la FIG. 3-3 y FIGURA 3-4 ve claramente que estas se sitúan dentro de las cinco partes fundamentales de la organización, y que a continuación mostramos:

1ª. - El Ápice Estratégico:

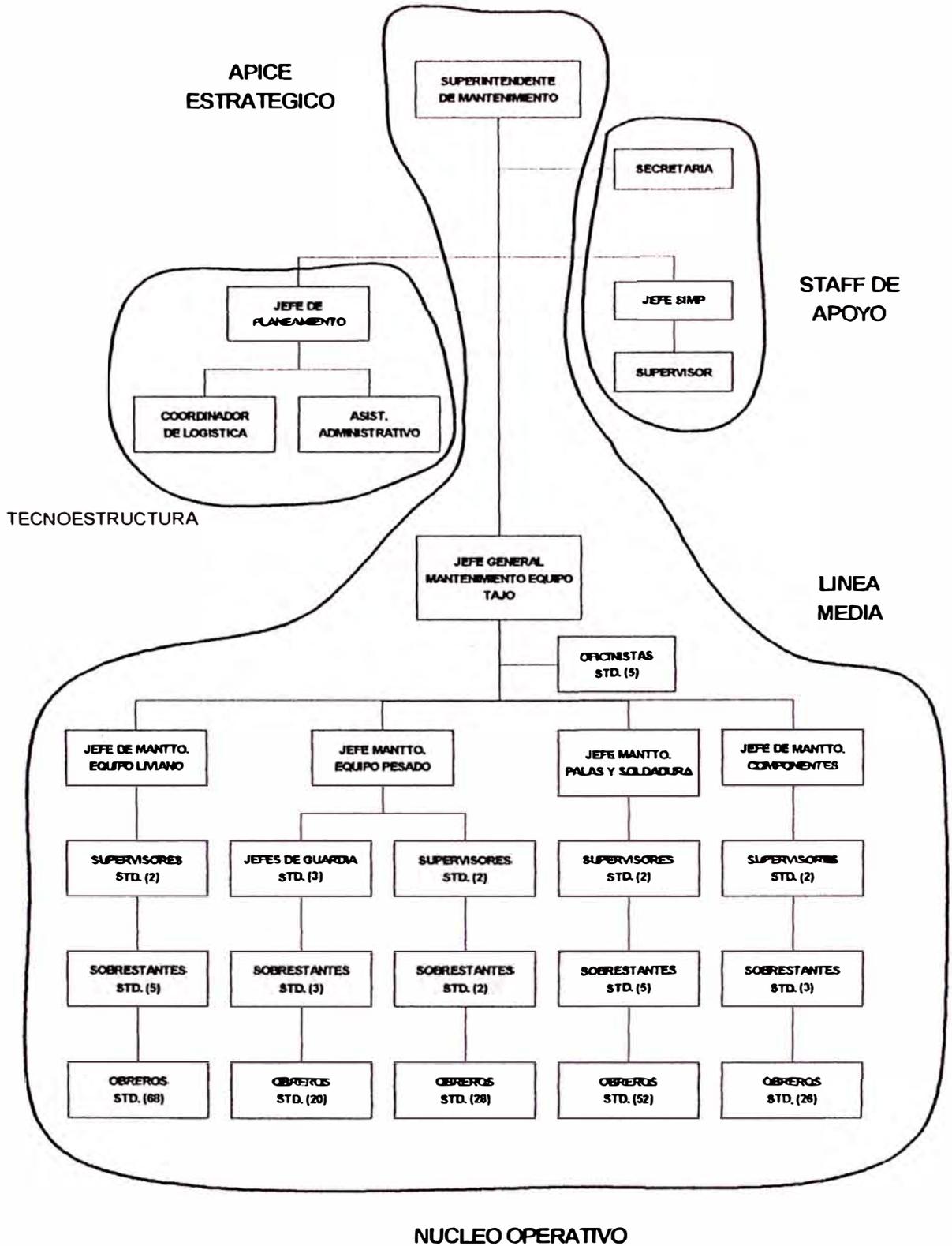
De acuerdo a la estructura organizacional la función estratégica esta determinado por el Superintendente de Mantenimiento, apoyado por el Superintendente General de la Unidad de Producción (no aparece en el organigrama) que son los responsables de formular las estrategias de la toma de decisiones.

2ª. - La Línea Media:

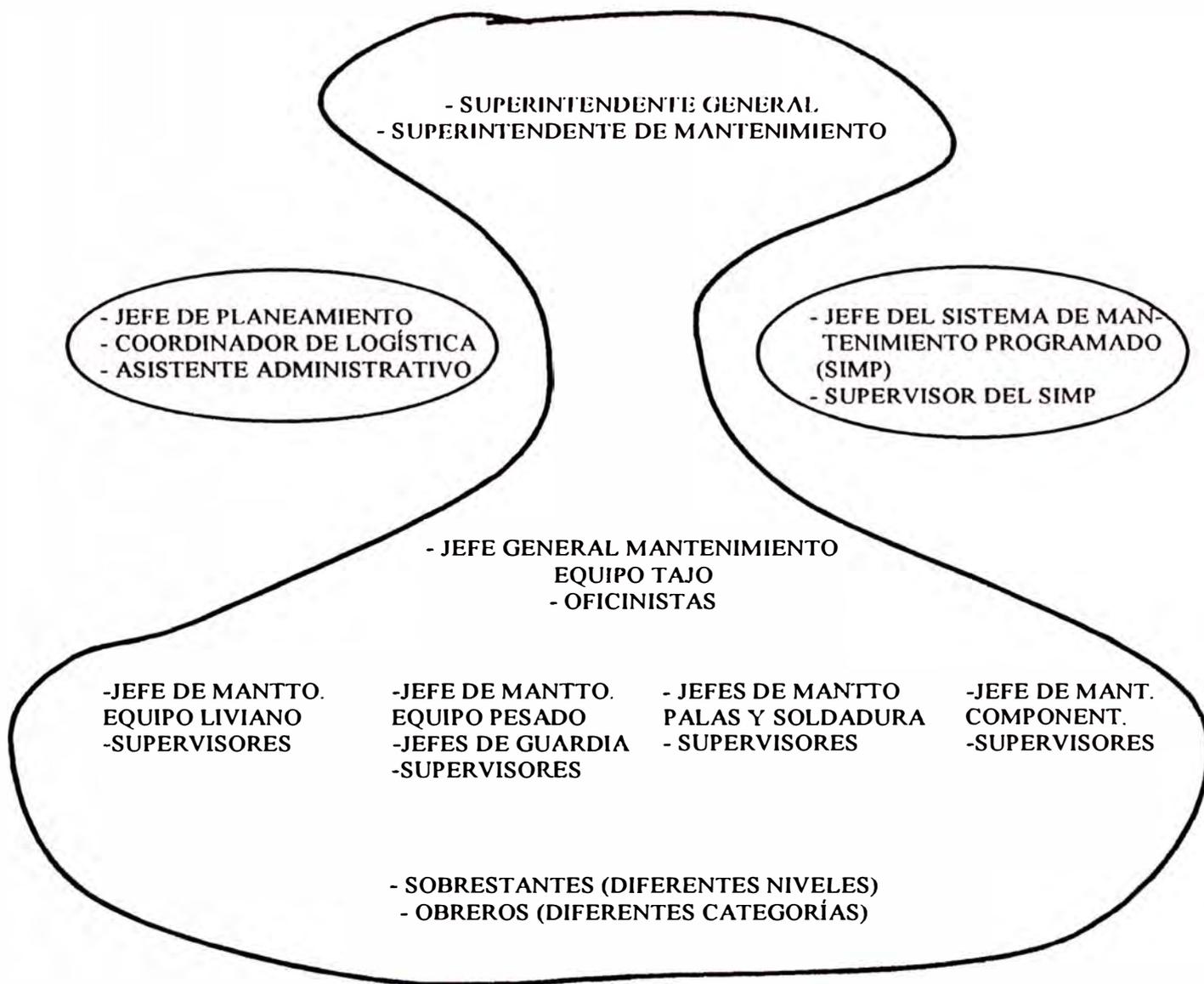
Como se puede apreciar en el organigrama bajo la estructura indicada, son los funcionarios encargados de enlazar a los

FIGURA 3-3

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO



SEGÚN II. MINTZBERG, EL ORGANIGRAMA DEL MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO CON LAS CINCO PARTES DE LA ORGANIZACIÓN, ES EL SIGUIENTE:



sobrestantes y obreros que están en el núcleo de operaciones con el Superintendente de Mantenimiento ubicado en el ápice estratégico.

Esta línea media lo conforman el Jefe General, los cuatro jefes de Mantenimiento de Equipos, los jefes de Guardia y Supervisores de primera línea. (todos profesionales ingenieros) que son los que toman las decisiones directas de la técnica a seguir para el buen desarrollo de los servicios de mantenimiento.

3ª. - El Núcleo de Operaciones:

Aquí los sobrestantes y obreros son los que realizan los trabajos fundamentales de la organización, transforman los insumos (componentes, repuestos, materiales, energía, etc.) en el producto final (equipos operativos, servicios de mantenimiento, etc.), apoyando directamente las reparaciones de los equipos para garantizar el funcionamiento de los mismos y que a la vez sean confiables para poder cumplir con las metas de producción establecidos. Este grupo de personal está bajo la supervisión de la línea media que son los jefes de equipos y supervisores directos.

4ª. - Staff de Apoyo:

Hacia el Diagrama indicado podemos trasladar desde nuestro organigrama a la Secretaría, Jefe del Sistema de Mantenimiento Programado (SIMP) y el Supervisor respectivo, cuyas funciones son proporcionar el apoyo a la organización fuera del flujo directo del trabajo de operaciones. El SIMP se encarga de llevar el control de horas de trabajo de los componentes principales y auxiliares de los equipos, así mismo el registro de las horas paradas y de las horas de funcionamiento, enviando información al Área de Planeamiento y a la línea media para tomar las decisiones que corresponden a cada sección bajo su responsabilidad.

5ª.- Tecnoestructura:

Aquí se sitúa al Jefe de Planeamiento, el coordinador de Abastecimiento de repuestos y materiales (apoyo logístico), al Asistente Administrativo del Dpto. de Mantenimiento, porque son los que planifican de como debe trabajar el personal del núcleo operativo y de la línea media. Los profesionales de la tecnoestructura no intervienen directamente en el proceso mismo de reparaciones y mantenimiento, pero siempre están pendientes

de las mejoras tanto a nivel de procesos, ejecución de tareas y capacitación de todo el personal.

En el Anexo B-1, B-2, se presenta la disponibilidad de los equipos pesados y las formulas utilizados para el cálculo de éstos.

3.3 Diagnóstico de la Situación Actual del Área de Mantenimiento

Hay dificultad para mantener y elevar la disponibilidad de los equipos, con el fin de garantizar la capacidad de producción de la empresa. La operación continua de los equipos después de que estos hayan cumplido su vida útil, dificulta mas aún el mantenimiento y las reparaciones produciéndose así las fallas con mayor frecuencia, con la consecuente escasez de la mano de obra programada (con M.O. programada se realiza los cálculos de volumen de mineral a extraer).

Las fallas prematuras de los equipos es otro de los problemas que se produce como consecuencia del nivel de calidad poco competitivo en las reparaciones. Elevar el nivel de calidad en los diferentes procesos de las reparaciones es fundamental introduciendo actividades simultáneas a los procesos diseñados con anterioridad.

En la actualidad el personal del área de Mantenimiento no logra identificarse con los objetivos de mejorar la eficiencia de las reparaciones para disminuir las horas paradas de los equipos y maquinarias. La capacitación que se les imparte al personal no da los resultados esperados por lo que las horas de reparación que requieren los equipos en el taller va en aumento, generando un malestar en ellos mismos. Como en los últimos tiempos se han adquirido equipos y componentes nuevos con especificaciones mas sofisticadas, este desconocimiento del personal agrava mas el aumento de periodos de reparaciones, sumandos a ello la baja calidad de los mismos.

Para la reparación eficiente de los equipos y maquinarias en situaciones adversas a las de una situación normal, se adolece de una implementación adecuada, que considere que la producción y el cuidado de la seguridad (personas y equipos) van juntos y que un alto porcentaje de ocurrencias está relacionados a los malos hábitos de muchos trabajadores.

Como una medida de motivar al personal brindando areas de trabajo y condiciones de seguridad, en el Anexo **D**, se muestran los formatos de

inspecciones periódicas y de la ejecución respectiva sobre riesgos mecánicos, ocupacionales, biofísicos, eléctricos, etc.

3.3.1 Los Efectos de Mantenerse la Situación Actual.

Si de mantenerse una baja productividad del área de mantenimiento de los equipos, la extracción y producción de minerales estarán condenados a estar por debajo de los niveles mínimos establecidos. La unidad de producción como parte de toda la organización no será competitiva frente a sus similares en el ámbito minero.

En adelante, cuando más distantes estén los cambios de actitud del personal de mantenimiento mayor será la resistencia potencial en el desempeño de sus funciones, puesto que para corregir el mal uso de los materiales y repuestos, daños a la propiedad, daños a ellos mismo, el desorden y las contaminaciones, se estará anulando el concepto de la seguridad como parte integral de la gestión de grandes objetivos.

Así mismo de no realizar los análisis y evaluación de actividades relacionados con las diferentes servicios de mantenimiento para poder mejorar la calidad y confiabilidad de los equipos, estaremos próximos a convertir el Area de Mantenimiento en un sector de baja productividad, con altos costos de hora-máquina. Por tanto la unidad de producción

como parte de toda la organización no será competitiva frente a sus similares en el ámbito minero.

En el Anexo A, se presentan cuadros de inventarios de equipos actuales, de los que han sido dados de baja y la modalidad de los reemplazos.

3.3.2 Justificación de Aplicar Actividades no Programadas

De todo lo anterior nos viene la pregunta:

¿Cuál es la relación entre el grado de motivación de los trabajadores y la calidad de los servicios brindados a los equipos, con el incremento de la productividad del área de mantenimiento?

Como las actividades normales de la gestión de mantenimiento, esta centrado principalmente en las actividades tradicionales de reparación y servicios programados, es que no se ha hecho eco en que el activo mas importante que tiene toda organización es su gente, puesto que del menor o mayor grado de motivación que se le da, dependerá la creatividad e innovación en los trabajos, agregando valor para así ser competitivo frente a los demás.

La practica de medir los estándares de los equipos partiendo del incremento de la productividad del personal del área, es factible de poder lograrlo puesto que al disminuir las horas de reparación de los componentes de los equipos y ser realizadas con la mejor calidad, el costo de hora - máquina se reducirá para beneficio de los costos de producción.

Con la necesidad de dar un determinado nivel de servicio, el cual viene asociado con los tiempos muertos (tiempo improductivo), el presente estudio de aplicación practica definirá una cantidad optima de horas- máquina de equipos que se requiere para cumplir con las metas de producción establecidas.

Tenemos que ser constantes en identificar el grado de aprovechamiento de los equipos con mayores frecuencias de operación sin interrupciones, que solamente se puede lograr con el mas alto nivel de calidad con que se realizan todas las actividades del Mantenimiento Programado y así promover el incremento de la productividad que es lo que finalmente es nuestro objetivo.

Para la aplicación de las diferentes actividades de mejora, se contara con la participación del personal profesional y auxiliar del área, utilizando los instrumentos digitales modernos adquiridos recientemente (vibrómetros, termómetros infrarrojos, estroboscopio, etc.), de tal manera que la obtención de los datos sea confiable y que luego servirán para ir estableciendo parámetros de medición de calidad y tiempo de las reparaciones en los componentes de los equipos, de esta forma ir programando en forma sostenible a través del tiempo.

También es posible el rediseño de los procedimientos para medir y aplicar mejor los incentivos económicos por bonos de producción y poder incluir elementos como mejora de la calidad y confiabilidad de las reparaciones, puesto que estos parámetros no se tomaron en cuenta inicialmente midiéndolos tan solo por volúmenes de mineral extraído.

Por todo lo anterior la decisión de ejecutar las actividades con miras a mejorar la productividad se justifica por ser de interés de toda la empresa y en particular del Area de Mantenimiento.

CAPITULO 4

ANALISIS DE COSTOS Y JUSTIFICACION ECONOMICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

Hoy en día el potencial de una empresa minera se mide, por el grado de mecanización de que esta compuesto cada uno de los procesos de producción de minerales. En nuestro caso particular, de ser los administradores del buen funcionamiento de los equipos pesados que trabajan en la mina de tajo abierto, es que nos induce a utilizar mejor los recursos disponibles, para brindar un nivel de servicio por encima de los estándares establecidos.

Frente a la situación actual, el Departamento de mantenimiento debe ser muy observador de la variación de sus costos, de tal manera que le permita detectar en el menor tiempo posible variaciones sobre sus parámetros referenciales, mas aun será capaz de encontrar las causas que hacen que los costos se incrementan y que la disponibilidad de los equipos disminuyen, lo cual permite tomar medidas correctivas y oportunas. También será necesario poner atención en los costos indirectos que en muchos casos no se detectan fácilmente y que en otras situaciones no se tienen presente, pese a su elevado costo.

Estos costos indirectos son consecuencia de muchos factores: personal de mantenimiento competente, operadores responsables, repuestos de calidad etc. lo que comprometen a otros componentes que trabajan en forma sincronizada como un todo.

4.1 Entorno de la Actividad Económica de la Empresa

La actividad minera es esencial para los programas y políticas económicas nacionales, en razón de su contribución al bienestar económico y social del país. Como es de conocimiento, el Perú se inscribe entre los países de mayores recursos naturales y

particularmente mineros del mundo. No obstante la vieja explotación a que históricamente ha sido sometido, sus reservas son de tal magnitud que lo colocan como un país con reservas mas importantes del orbe.

La presencia de promotores de maquinarias, equipos e insumos mineros procedentes de los fabricantes más prestigiosos en el mundo, están acelerando el ritmo de las operaciones mediante sus representantes en nuestro país. Es por ello que la administración de los empresarios de las empresas mineras tienen que ver con reservas, productos finales, utilidades, repuestos, reemplazo de equipos que son sistemas complejos de manejo y con altos costos de inversión.

En la actualidad se suman la concurrencia del capital de riesgo y de las avanzadas tecnologías en maquinarias, equipos y procesos que están disponibles en el mercado internacional y que pueden desarrollarse en un país como el Perú que ofrezca condiciones competitivas.

En el Anexo C, se presentan ejemplos de la modalidad de ejecución de presupuestos de equipos, además la comparación con los gastos reales, así mismo se indican los costos actuales de lucro cesante.

4.1.1 Los Costos de Producción en la Empresa

La gestión empresarial en la minería, tiene por objeto mejorar la posición competitiva de la empresa para enfrentar las variaciones del mercado cuyos factores se relacionan con productos que tienen características definidas (zinc de 99.99% de pureza) y que se negocian en un mercado sin barreras de entrada.

Esta situación hace que la empresa materia de nuestro estudio identifique como la variable relevante al costo del producto (minerales extraídos) para evaluar su competitividad dentro del mercado. Por lo tanto la razón fundamental de esta gestión consiste en ubicar el producto en el lugar mas bajo de la escala de costos de la industria en el ámbito internacional.

Nuestra unidad de producción no es ajena a esto y entiende que la reducción de costos le permite incorporar a su gestión herramientas de control de costos que ayuden a mejorar de manera continua sus procesos y responder eficientemente a los cambios en el mercado, así como optimizar el rendimiento económico de su recurso mineral.

Por todo lo anterior los objetivos a nivel operativo de la empresa son:

- 1ª.- La rentabilidad y margen de utilidad a nivel operativo de la empresa esté por encima de sus competidores mas cercanos.
- 2ª.- Producir los concentrados de mineral (zinc, plomo) al mas bajo costo que permita a la empresa ubicarse en un lugar de privilegio para enfrentar el mercado.
- 3ª.- Desarrollar una gestión integradora de todas las actividades relacionadas al trabajo bien hecho.
- 4ª.- Aplicar el concepto del control de perdidas para disminuir los accidentes de trabajo, daños a la propiedad y medio ambiente, mal uso de los recursos, etc.

En el momento actual todas las empresas dirigen su atención a revisar, reformular y reducir drásticamente sus costos operacionales. Por tal motivo, tienen en los servicios de Mantenimiento en sus diversas modalidades, una excelente alternativa y que es enteramente viable para su aplicación, por lo mismo, en nuestra unidad de producción se ha tomado conciencia sobre el particular y que en aplicación de técnicas mejoradas de Mantenimiento, son de atención prioritaria y permanente.

4.2 Incidencia de los Costos de Mantenimiento en los Costos Totales de Producción de Minerales

En el presente capítulo analizamos la incidencia de los costos de mantenimiento de los equipos pesados que han intervenido en la extracción de minerales del proceso productivo del año 1998. Este análisis servirá para comprobar el gran papel que desempeña el área de mantenimiento y en que medida es importante mejorar la productividad del área para disminuir los costos a los servicios prestados a las operaciones.

Así podemos ver en el CUADRO 4-1 el costo total de los servicios de mantenimiento en los procesos de extracción y concentración de minerales es de US \$ 24 709 000 que representa el 48% de los costos totales de producción directa sin incluir costos indirectos (indemnización, gastos de inversión, depreciación, etc.), y si incluimos los costos indirectos, representa el 37% del costo total. Como se puede apreciar las cifras son relativamente altas y que por tanto este sector de la empresa merece una atención de mucha importancia para poder evaluar y analizar las causas principales de estos resultados.

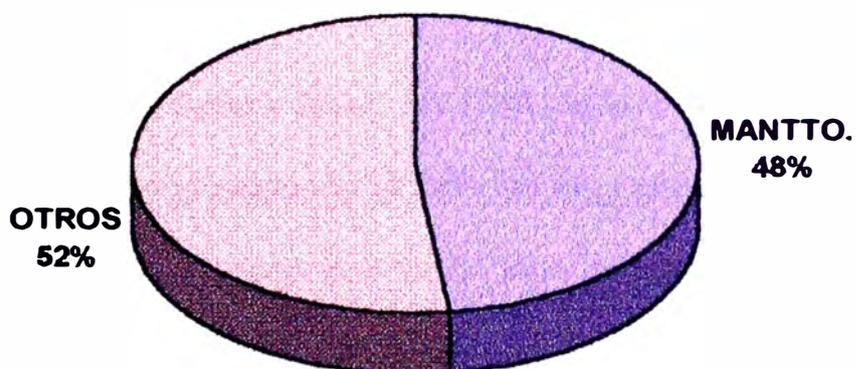
COSTOS DE PRODUCCIÓN

RUBRO	Miles US\$	US\$/Ton	% de incidencia Mantenimiento
MINERIA	36 916	14,1	
CONCENTRADORA	14 627	5,6	
Total Producción Directa	51 543	19,7	48
FLETES	813	0,3	
DEPRECIACIÓN	3 727	1,4	
INDEMNIZACIÓN	1 487	0,6	
GIOS PROPIOS	10 102	3,8	
Var. Antc. Ins/Transf..	498	0,2	
Total Producción	67 175	25,6	37

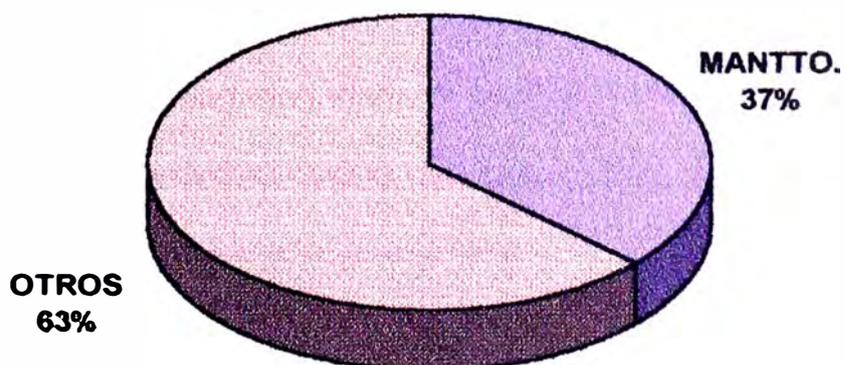
Mantenimiento	24 709	9,4
---------------	--------	-----

Fuente: Resultados Económicos

**INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO
EN EL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
(MINAS + CONCENTRADORAS)**



**INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO
EN LOS COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN**



Para poder visualizar mejor la incidencia de los costos de mantenimiento mostramos el CUADRO 4-2 en donde se muestra los costos por elementos (labor, combustible, repuestos, etc.) para cada área (centros de costos mayores) como son mantenimiento, equipos tajo, mantenimiento equipos mina, mantenimiento eléctrico, administración y vehículos livianos.

Finalmente mostramos en el CUADRO 4-3 los costos de mantenimiento de los equipos pesados por clasificación de flotas con el análisis respectivo por cada tipo de flota.

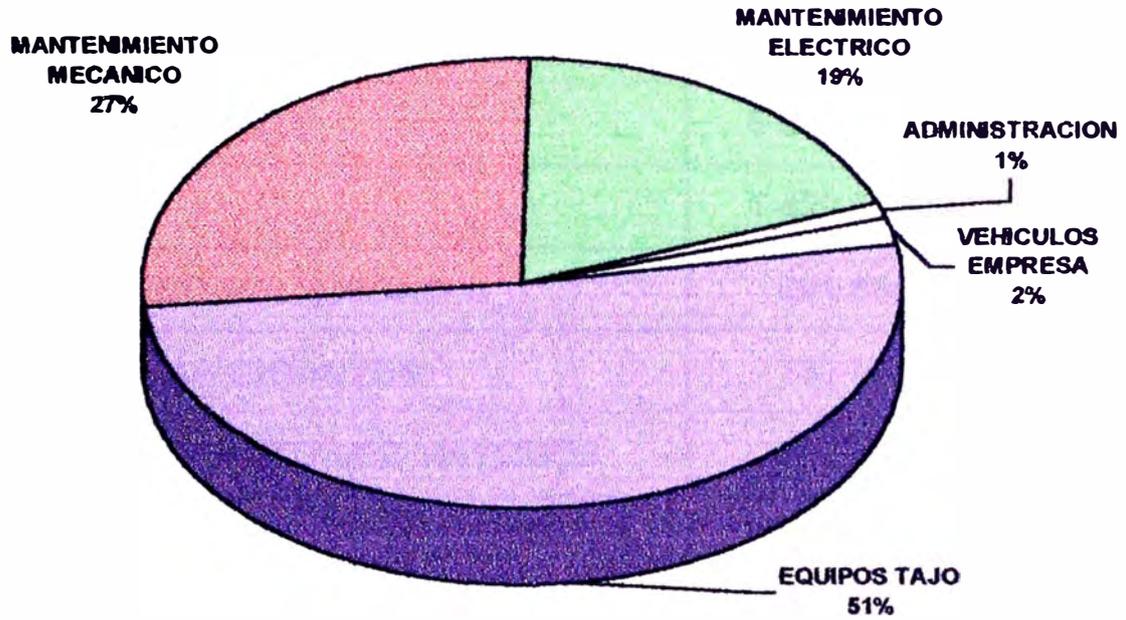
- **Volquetes Lectra Haul:** En 1998 registra un costo de US\$ 5.5 millones representando el 44% de los costos, de la flota de 15 unidades, 13 tienen mas de 16 años de antigüedad, (04 con 23 años), esto implica que sus componentes y su estructura estén sobre el límite de su vida útil, por lo tanto sus componentes y su estructura estén sobre el límite de su vida útil, por lo tanto sus costos de mantenimiento son altos. Los sistemas que registran los más altos costos como se muestra en el CUADRO 4-4 son: el sistema eléctrico/ruedas tracción (22%), motor diesel (19%), llantas (10%) y chasis/tolva (8%).

COSTOS DE MANTENIMIENTO POR ELEMENTO

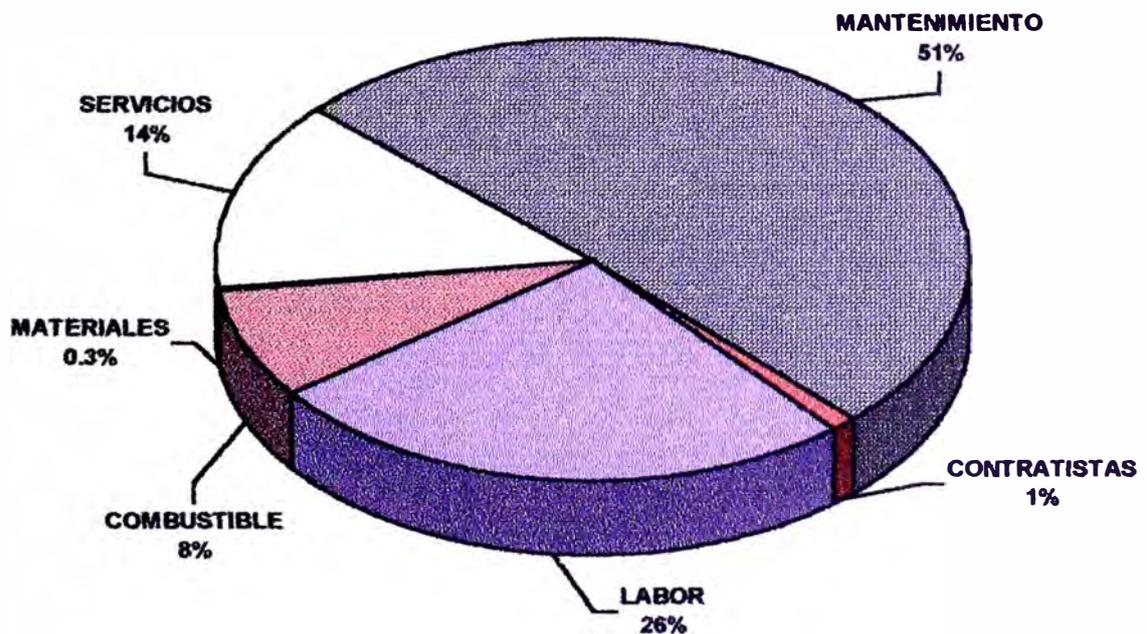
(Dólares US\$)

ELEMENTO	EQUIPOS TAJO	MANTTO. MECÁNICO	MANTTO. ELÉCTRICO	ADMINISTRACIÓN	VEHÍCULOS EMPRESA	TOTAL	%
LABOR	2 264 328	2 212 906	1 918 645	130 667	0	6 436 545	26
COMBUSTIBLE	1 912 276	1 961	2 418	55	49 642	1 966 352	8
MATERIALES	11 928	23 061	8 152	23 350	24	66 516	0.3
SERVICIOS	103 706	1 125 967	2 131 066	46 289	610	3 407 637	14
MANTENIMIENTO	8 138 468	3 406 440	566 556	5 186	425 232	12 541 883	51
CONTRATISTAS	138 883	20 579	141 826	1 919	5 342	308 549	1
INGRESOS	0	0	(182 98)	0	0	(182 98)	(0)
TOTAL 1998	12 569 589	6 700 913	4 750 365	207 465	480 851	24 709 183	100
US\$/Ton	4,80	2,56	1,81	0,08	0,18	9,43	100
TOTAL 1997	12 100 002	6 583 612	4 012 796	204 370	687 323	23 588 103	95
US\$/Ton	4,73	2,57	1,57	0,08	0,27	9,22	98

DISTRIBUCIÓN DE COSTO POR ÁREA



DISTRIBUCIÓN DE COSTO POR ELEMENTO

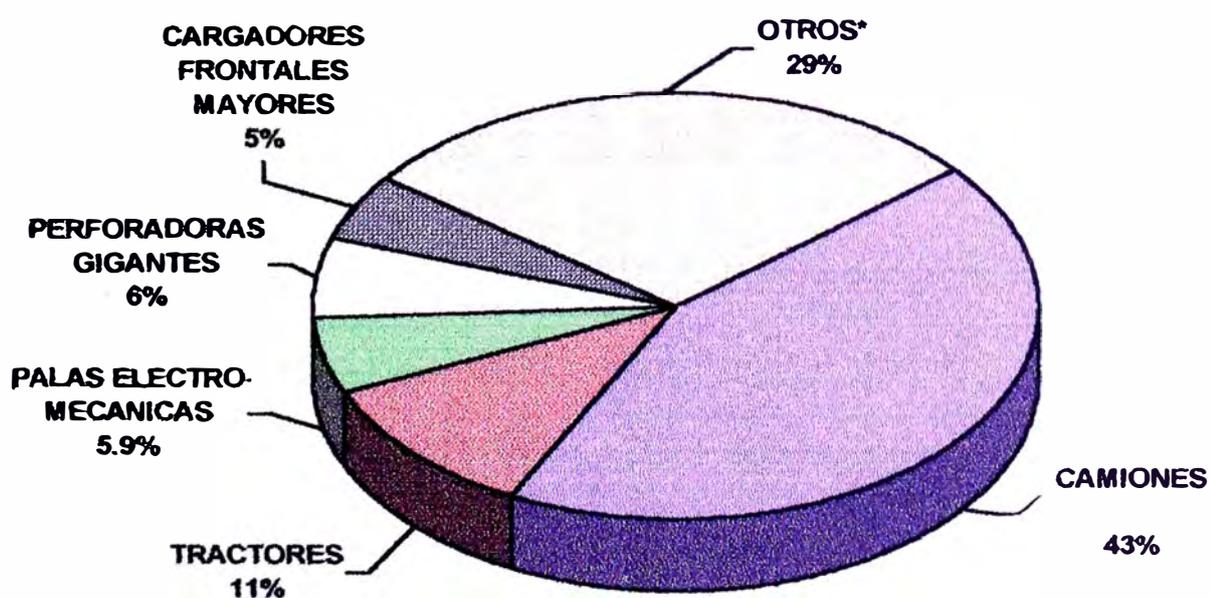


COSTO MANTENIMIENTO EQUIPOS TAJO

FLOTA	US\$	%
CAMIONES VOLQUETE	5 513 757	44
TRACTORES	1 423 584	11
PALAS ELECTRO-MECÁNICAS	691 830	6
PERFORADORAS GIGANTES	732 588	6
CARGADORES FRONTALES MAYORES	569 554	5
OTROS *	3 638 276	29
TOTAL	12 569 589	100

- *Motoniveladoras, cargadores frontales menores, compresoras, grúas móvil, manipulador de llantas jumbo, contratistas, otros servicios, materiales menores, etc.*

DISTRIBUCIÓN DE COSTO POR FLOTAS



CUADRO 4-4

COSTOS POR SISTEMAS - FLOTA DE CAMIONES VOLQUETES

SISTEMA	1996	1997	1998	1998 %
OPERADOR	13898	4875	1527	0.03
TRANSMISIÓN	17480	1375	4129	0.07
FRENOS / DIRECCIÓN	140354	145276	152973	3
SERV. LUBRICANTES	111014	158077	173938	3
SIST. HIDRÁULICO	323807	420974	409015	7
CHASIS / TOLVA	387110	432747	426050	8
LLANTAS	477132	676802	539786	10
MOTOR	862932	909275	1053853	19
SIST. ELECTRICO	1020918	866463	1215145	22
COMBUSTIBLE	1089208	1299121	1537341	28
TOTAL	4443852	4914984	5513757	100

DISPONIBILIDAD	73%	74%	77%
----------------	-----	-----	-----

En 1998 se realizó la reparación del EPT 514 (chasis, sistema neumático y rueda de tracción), EPT 518 (reparación por accidente) y EPT 524 (motor diesel y rueda de tracción) lo cual ha incrementado los costos de la flota, además se realizó 10 reparaciones generales del motor diesel. La adquisición de 2 nuevas unidades ha incrementado la disponibilidad.

- **Tractores:** En 1998 registra un costo total de US\$ 1.42 millones, representando el 11%. Se cuenta con 07 unidades, el EPB 364 tractor de llantas (1 año), el EPB 340 con 3 años son los equipos más nuevos, sin embargo se cuenta con 5 equipos de mas de 16 años de antigüedad (03 con mas de 22 años) por lo tanto estos tienen sus componentes y su estructura muy por encima del limite de su vida útil. Los sistemas que más costo registra son el chasis (26%), motor (23%), transmisión diferencial (16%) y el mantenimiento de orugas (10%).

Se realizó la reparación del motor diesel a los equipos EPB 342, 343, 349, la reparación de carrilería al EPB 342,354 y la reparación del motor/transmisión del EPB 340 (modalidad cambio de componentes con Ferreyros S.A.). Estas reparaciones

han permitido mejorar la disponibilidad de la flota. Es importante recalcar que el EPB 342 registra baja disponibilidad por estar esperando durante 5 meses la reparación de motor diesel por terceros y repuestos de carrilería.

- **Perforadoras Primarias:** En 1998 registra un costo de US\$ 732 mil, representando el 6%. Se cuenta con 03 unidades, estas perforadoras tienen mas de 20 años antigüedad, (02 con 32 años), esto implica que sus componentes y su estructura estén por encima de su vida útil, por lo tanto sus costos de mantenimiento son altos. Los sistemas que mas costo registra es la estructura (69%), transmisión diferencial (11%) y el sistema eléctrico (7%). Se realizó la reparación de EPF 325 (chasis, estructura principal/castillo, sistema mecánico y eléctrico), EPF 323 y 324 (reparación de cabina, chasis y compresora principal) lo cual ha incrementado los costos de la flota. Estas reparaciones han permitido incrementar la disponibilidad de la flota de 76 a 87%.
- **Palas electromecánicas:** En 1998 registra un costo de US\$ 691 mil, representando el 6%. Se cuenta con 04 palas, una tiene mas de 19 años antigüedad y los 03 restantes mas de 32 años, esto

implica que sus componentes y su estructura estén por encima del límite de su vida útil, por lo tanto sus costos de mantenimiento son altos. Los sistemas que más costo registra son: el mantenimiento del cucharón (58%), sistema de lubricación (14%), el chasis (115) y la transmisión diferencial (9%).

Se realizó la reparación general del EPP 338 y el equipo EPP 323 (reparación del sistema de propulsión) lo cual ha incrementado los costos de la flota. Es importante recalcar que los altos costos en mantenimiento de los cucharones se deben principalmente a las continuas reparaciones con materiales antidesgaste con soldaduras y planchas especiales, cambio de uñas, accesorios, etc. Estas paradas continuas por reparación de cucharón han disminuido la disponibilidad de la flota de 89 a 83%.

- **Cargadores Frontales Grandes:** En 1998 registra un costo de US\$ 569 mil, representando el 5%. Se cuenta con 03 unidades, EPL 361,363 y 294 de una antigüedad de 23 años, 8 años y 1 año respectivamente, esto implica que la unidad EPL 361, tiene sus componentes y su estructura muy por encima del límite de su vida útil, por lo tanto su disponibilidad es muy baja (35%)

además en 1998 sufrió un siniestro (incendio). Los sistemas que más alto costo registra son: motor (16%), chasis (15%), cucharón (14%) y el sistema de lubricación (13%).

Se realizó la reparación general del sistema hidráulico, cabina y mandos del EPL 361, la reparación del mando hidráulico y cucharón del equipo EPL 363. El equipo nuevo EPL 294 registra baja disponibilidad (83%) por contabilizar las horas antes que el equipo esté completamente operativo (por el representante E: Ferreyros). Las continuas reparaciones del cargador 361 han disminuido la disponibilidad de la flota de 72 a 70%.

Otros: Está incluido algunos costos de labor, las 03 motoniveladoras, 05 cargadores frontales menores, 01 Jumbo, 03 compresoras, otros equipos, materiales menores y otros servicios. En 1998 registra un costo total de mantenimiento de US\$3.63 millones, representando el 29% de los costos totales del mantenimiento equipos tajo. Los cargadores frontales menores registran US\$ 235 mil,(es la flota que registra mas altos costos) y las compresoras tajo US\$ 137 mil.

4.3 Evaluación de los Altos Costos de Mantenimiento de Equipos

Frente a la situación actual, el Departamento de Mantenimiento debe ser muy observador de la variación de sus costos, de tal manera que le permita detectar en el menor tiempo posible variaciones sobre sus parámetros referenciales, mas aun será capaz de encontrar las causas que hacen que los costos se incrementen y que la disponibilidad de los equipos disminuyen, lo cual permitirá tomar medidas correctivas oportunas. También será necesario poner atención en los costos indirectos que en muchos casos no se detectan fácilmente y que en otros no se tiene presente pese a su elevado costo.

Este incremento de costos es consecuencia de muchos factores que se tiene que tomar en cuenta para minimizarlos hasta donde sea posible y desarrollar actividades de mejora para tener: un personal de Mantenimiento competente, operadores responsables, trabajos bien hechos y repuestos de calidad, que en muchos casos, no alcanzan las horas mínimas establecidas, por lo que comprometen a otros componentes que trabajan en forma sincronizada como un todo.

Para visualizar mejor todo lo anterior (razones para el incremento de la productividad del Area de Mantenimiento) hemos elaborado un marco lógico a través de arboles de decisión que mostramos en el DIAGRAMA 4-4 que nos permitirá identificar las causas / problema / efectos en una forma secuencial.

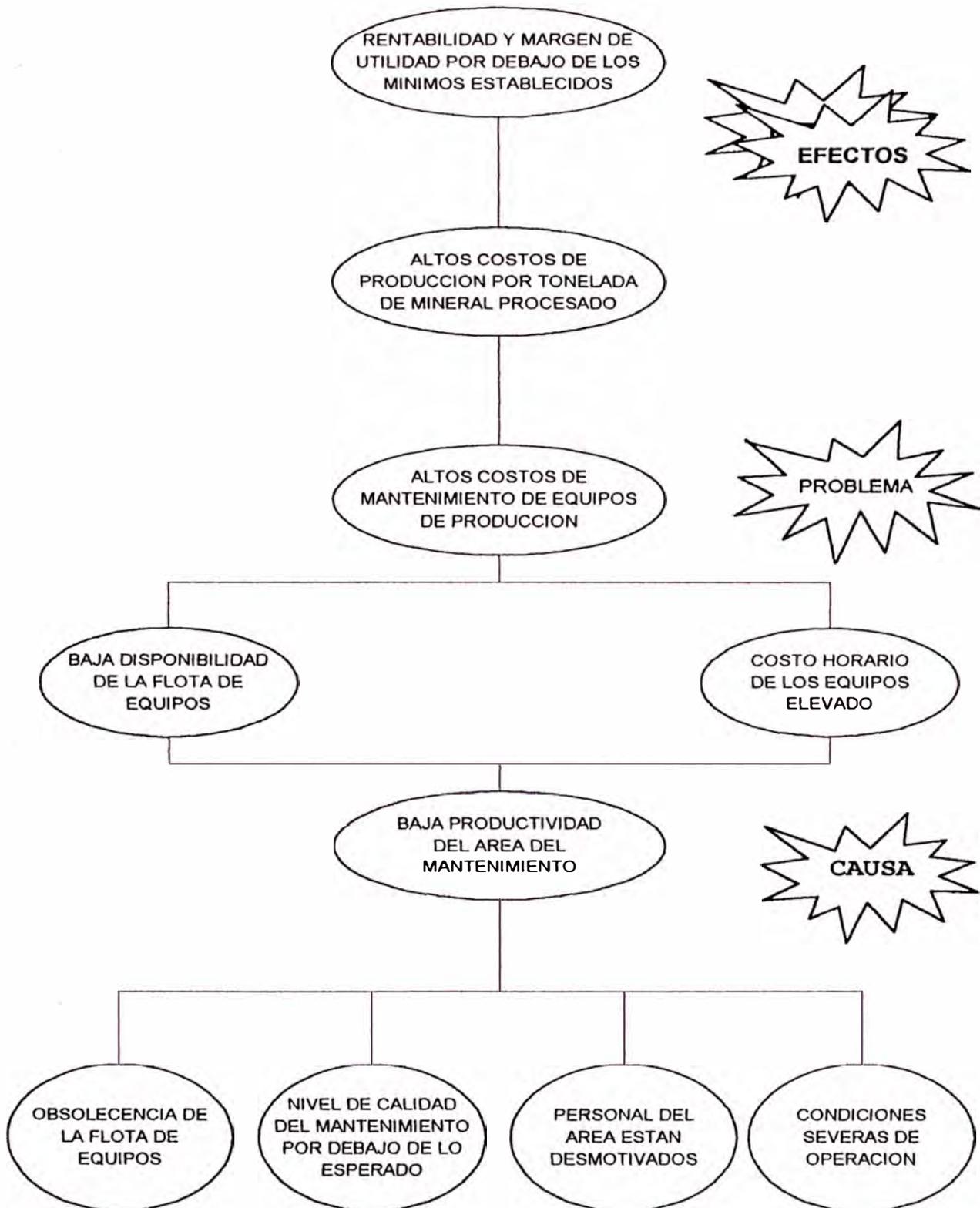
Como se ve en la figura, son varias las causas que afectan la productividad del Area de Mantenimiento y que va a incidir directamente en la baja disponibilidad de la flota de los equipos y paralelamente en los costos elevados de la hora- máquina. Estas influyen directamente en los altos costos de mantenimiento que influyen en el incremento de los costos unitarios de producción (US\$ / tonelada) y así la rentabilidad de la empresa se verá afectada.

Por otro lado es determinante desde la óptica de costos:

- Implementar un Sistema Informático de Control de Costos mas agresivo de acuerdo a la nueva realidad, dando a servicios de terceros la implementación de este sistema con las nuevas tendencias tecnológicas existentes.

- Actualizar el costo anual equivalente de los repuestos estratégicos de acuerdo a las nuevas condiciones de operación.

ÁRBOL DE PROBLEMA



- Complementar el presente estudio correlacionándole con los rendimientos y horas de operación, para actualizar los costos horarios.
- Realizar un estudio detallado de los equipos para identificar los costos mas saltantes y las razones de sus incrementos.
- Es importante dinamizar nuestro sistema logístico, para tener los repuestos y materiales en tiempos oportunos reduciendo así los costos por tiempo de espera.

CAPITULO 5

ACTIVIDADES PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AREA DEMANTENIMIENTO

Cualquier proyecto o proceso es un conjunto único de actividades con un inicio y un final bien definidos. Las actividades deben llevarse a cabo en un orden determinado y que cada uno de estas guarda relaciones de prioridad relativa.

Las estimaciones de tiempo y recursos requeridos para llevar a cabo las actividades previstas (mantenimiento programado), deberán proyectarse y presupuestarse. Cada organización se hace competitiva y eficientes mediante

la eliminación de pérdidas en las actividades operativas, no mediante la gestión de sus recursos.

La capacidad de actuación de nuestra empresa, en particular el Area de Mantenimiento, en respuesta a los cambios inesperados dependerá de su capacidad de control sobre los recursos técnicos, humanos, económicos, financieros, etc. Por tanto una actividad enmarcada dentro los servicios de mantenimiento podemos definirla como la combinación de personas, materias primas, tecnología, métodos y factores ambientales que producen un producto o servicio dado.

Las actividades describen lo que se hace en el mantenimiento de los equipos, el modo y la forma de cómo se emplea el tiempo y los rendimientos del proceso, debido a que las diferentes actividades consumen recursos para tener equipos operativos, tanto en la producción misma como en la espera de la toma de decisiones para enviar a trabajar a uno u otro lugar determinado.

5.1 La Competitividad como Entorno de la Productividad

La gestión de mantenimiento tiene por objetivo mejorar la posición competitiva del área con respecto a sus similares que brindan el mismo

servicio. La variable relevante para evaluar la competitividad del Area de Mantenimiento es el costo de hora – máquina, por lo que el objetivo central de esta gestión es ubicar este costo a un nivel muy competitivo. Para mantener a futuro el costo de hora – máquina a niveles competitivos, demanda que nuestro personal permanezca en las mejores condiciones físico – psicológico para obtener el mayor rendimiento, así como también cautelar el patrimonio y los activos de la empresa.

En líneas generales los factores principales que constituyen la ventaja competitiva son: eficiencia, calidad, innovación, motivación, capacidad de satisfacer al cliente. La ventaja competitiva proviene de la habilidad para disminuir costos mediante alta eficiencia, el firme suministro de mantenimiento de alta calidad y la correcta respuesta a las necesidades del usuario; que en este caso son los usuarios internos que forman parte de la misma empresa, (área de operaciones). También se puede argumentar que su éxito se puede reconocer cuando el grupo humano siempre trabaja con una mentalidad innovadora para lo cual los mecanismos de motivación aplicados sean los mas adecuados.

Toda empresa que compite en un sector industrial posee una estrategia competitiva. Esencialmente cada empresa minera define su estrategia

competitiva que consiste en desarrollar una amplia fórmula de cómo la empresa va a competir, cuáles deben ser sus objetivos y qué políticas serán necesarios para alcanzar sus objetivos.

La utilización de tecnologías de actualidad otorga grandes ventajas competitivas con respecto a los factores genéricos en cualquier empresa. Es así como en el Área de Mantenimiento elevar el nivel de calidad nos conduce a lo siguiente:

- 1ª.- Mejorar la confiabilidad de los equipos de producción que dará como resultado aumentar la disponibilidad de los mismos.
- 2ª.- Incrementar la productividad del Área de Mantenimiento para bajar los costos horarios de los equipos de producción.

A continuación mostramos un DIAGRAMA de FLUJO (DIAGRAMA 5-1) de cómo la calidad en los servicios de mantenimiento es uno de los factores importantes que determinan la rentabilidad de la empresa:

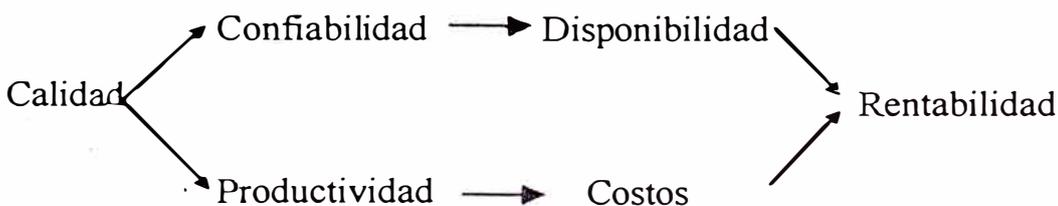


DIAGRAMA 5-1 : la calidad en los servicios de mantenimiento

La existencia de diferentes tecnologías en el mundo, otorga una serie de ventajas a las empresas que lo posean, especialmente en cuanto a la producción de determinados bienes o servicios. Contar con alta tecnología en nuestras actividades de mantenimiento da la posibilidad de una ventaja competitiva que puede ser usado en el mercado nacional e internacional. Para ello todo el personal supervisor y operativo tienden a ser innovadores, creativos y que aplicando la estrategia clásica de costos horarios de mano de obra barata, se logrará incrementar la productividad, que al final incide en la rentabilidad del proceso de producción de minerales.

5.2 La Gestión de Mantenimiento Basado en Actividades

En el área de mantenimiento explicamos las actividades más relevantes para mejorar la productividad. El control de gestión basado en las actividades, consiste en recoger informaciones sobre el rendimiento operativo y costos de cada una de las actividades significativas del Mantenimiento.

Los pasos para la gestión de las actividades operativas son los siguientes:

- 1ª- Plasmar en un diagrama de flujo las actividades de toda las acciones aplicados en el Area de Mantenimiento.
- 2ª- Identificar las fuentes de valor en cada actividad y eliminar cualquiera que no aporta valor identificable en el proceso.
- 3ª- Identificar las causas de retrasos, excesos en todas las actividades y reducir continuamente estas causas hasta minimizarlos.
- 4ª- Hacer un seguimiento de los indicadores de pérdidas: tiempos de montaje, tiempos de ciclos, distancias de traslado, espacios ocupados, número de componentes por actividad, etc.
- 5ª- Utilizar una unidad de medida cuantitativa por cada tipo de procesos que influye linealmente en los costos de cada una de las actividades en un determinado servicio de Mantenimiento.

5.2.1 Descripción General del Modelo Aplicado

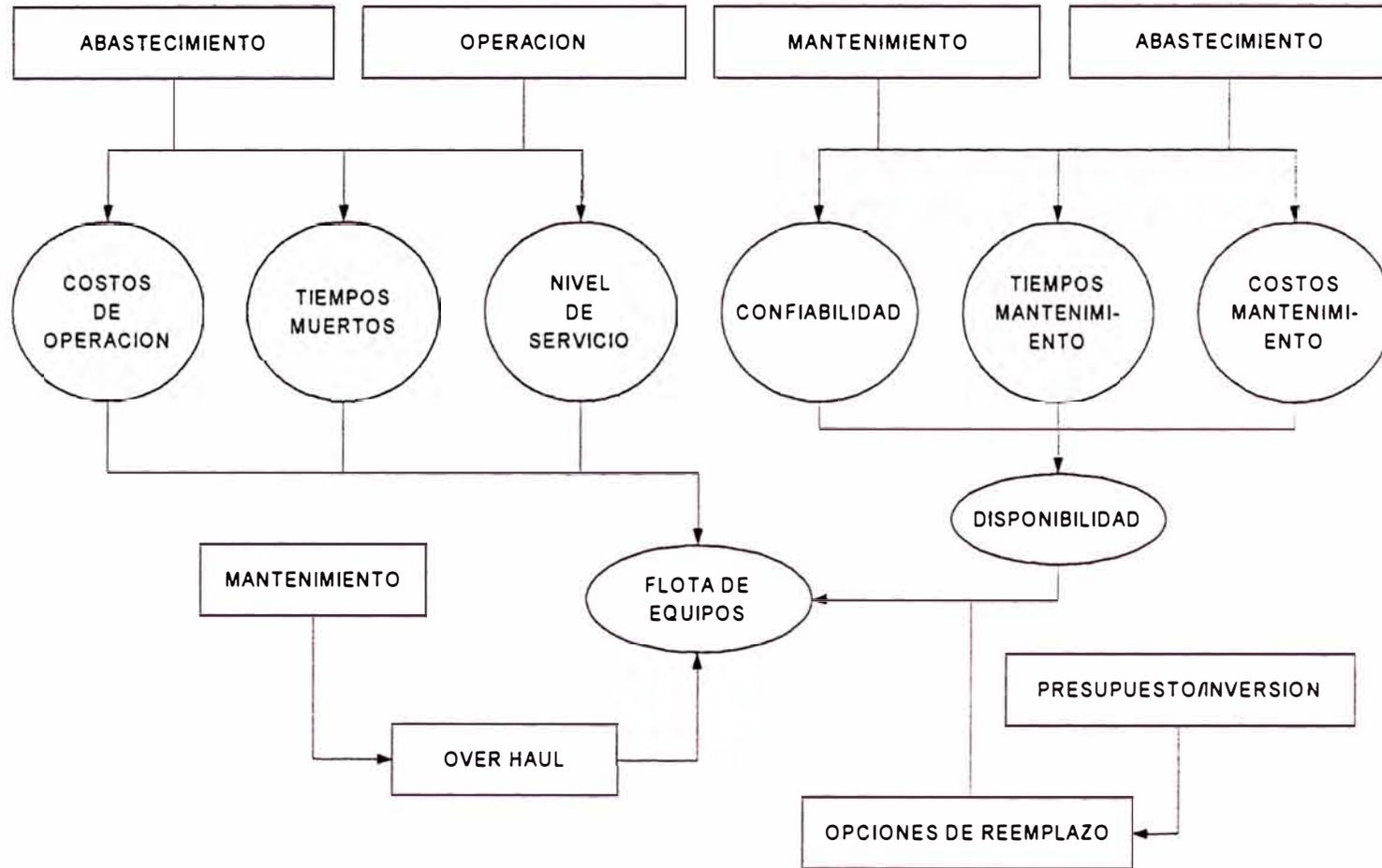
En nuestra área de trabajo se presentan grandes oportunidades para optimizar y mejorar los servicios de mantenimiento, eliminando las

actividades innecesarias que nos vemos en la necesidad de ejecutarlos, tan solo para mantener o elevar la disponibilidad. Pero nuestra responsabilidad va mas lejos, en donde es necesario concentrarnos en aquellas actividades que generan un valor agregado a cada proceso del servicio de mantenimiento.

Es posible que al hacer un análisis del contenido de cada actividad, podamos llegar a simplificar cada vez mas los diferentes procesos que demandan el mantenimiento programado.

A continuación mostramos la secuencia de las actividades que están plenamente identificados en nuestros procesos. Así en el diagrama de flujo mostrado en el DIAGRAMA 5-2 se encuentra como centro de atención la flota de equipos. Como se puede apreciar sobre esta flota intervienen muchas actividades que se inicia con el abastecimiento de recursos e insumos, la operación misma de los equipos en la etapa de extracción de minerales, luego está el servicio de mantenimiento que se brinda a toda la flota de equipos de producción, para así confluir en la disponibilidad de los equipos que finalmente todos dirigen la atención total y permanente en la flota de los equipos.

SECUENCIA DE ACTIVIDADES QUE REQUIERE LA FLOTA DE EQUIPOS



A partir de allí evaluar la vida útil de cada uno de los equipos que componen la flota para tomar las decisiones de repotenciamiento (Over Haul) o el reemplazo por uno nuevo. La determinación del momento de reemplazo de un equipo dentro del contexto de la determinación de la flota optima tiene que minimizar el costo total por atender un determinado servicio.

Cualquier servicio de mantenimiento se realiza a través de muchas actividades, que en nuestro caso podemos integrarlos de la manera siguiente:

1ª- Evaluación de Calidad de Componentes y Repuestos Se refiere a los componentes nuevos (repuestos, materiales, componentes, etc.) obtenidos a través del Area de logística y los componentes reparados en otras instalaciones de la misma empresa o en talleres de terceros. Si la inspección en la recepción de los mismos se han realizado bajo un control estricto, estamos garantizando la utilización sin ningún problema. Por todo ello la calidad de los insumos para brindar el mejor servicio esta garantizado.

2ª- El Proceso de Operación del Mantenimiento: Este proceso constituye la secuencia total de actividades para hacer un trabajo de mantenimiento y que a su vez podemos dividir en: preparación, ejecución y término del servicio de mantenimiento (todo tipo de reparaciones parciales, generales, correctivas, programados, etc.).

- **Preparación:** Consiste en todas las actividades necesarias tal como ubicar el mejor lugar de trabajo, la obtención del insumo, repuestos que se van a utilizar, seleccionar el buen estado herramientas adecuadas.

- **Ejecución:** Es la actividad necesaria para hacer adecuadamente el trabajo de acuerdo a los procedimientos eficaces que se han fijado apuntando siempre a mejorar la productividad para reformular y reducir drásticamente los costos por cada actividad planificado.

- **Termino del servicio:** Las pruebas para una operación optima . Además las actividades del área de trabajo como al inicio: recoger herramientas, materiales, desperdicios, limpieza, etc.

5.3 Actividades de Gestión para Mejorar la Productividad del Area de Mantenimiento

Una de las variables más importantes para que la unidad minera obtenga mayor rentabilidad, alcanzando las metas de producción establecidas, es la Productividad. La productividad es determinante en la evaluación de la competitividad frente a otras empresas similares que explotan los mismos tipos de minerales.

En la explotación (extracción) de minerales, la productividad generalmente se mide en kilogramo de explosivos utilizado por cada tonelada de mineral roto. También se mide en toneladas de mineral extraído por cada hora-hombre utilizado. Es así como la productividad refleja: “la capacidad tecnológica y administrativa de toda la cadena de producción, desde la extracción misma, hasta la comercialización de los concentrados o productos terminados.

En el Anexo **B-1, B-2**, se muestran los cuadros de disponibilidad para el año 1998, junto a las fórmulas utilizadas para calcular la disponibilidad y el porcentaje de utilización de los equipos.

5.3.1 Objetivos para Implantar el Mejoramiento Continuo

Objetivos Generales: Establecer a corto y mediano plazo un sistema de mejora continua de los estándares de medición de los equipos y maquinarias de producción con el incremento de la productividad, a partir de la motivación del personal de mantenimiento y de los servicios realizados a los equipos con la mejor calidad requerida por nuestro cliente interno (Area de producción).

Objetivos Específicos:

- * Diseñar un sistema de gestión administrativa para conseguir que el personal de mantenimiento se sienta motivado cuando busca evitar las fallas de los equipos así como también buscar reducir el retrabajo de las reparaciones eventuales.

- * Buscar que en el mediano plazo el costo-horario de la mano de obra tienda a disminuir para que así el costo de hora-máquina tenga valores competitivos y mejorar los costos de producción.

- * Elevar el nivel de conocimientos técnicos y de liderazgo del personal a través del diseño de un programa de capacitación partiendo de un análisis más exhaustivo de las necesidades de capacitación y que al aplicarlos nos pueda dar los resultados esperados por el área de mantenimiento y toda la organización.

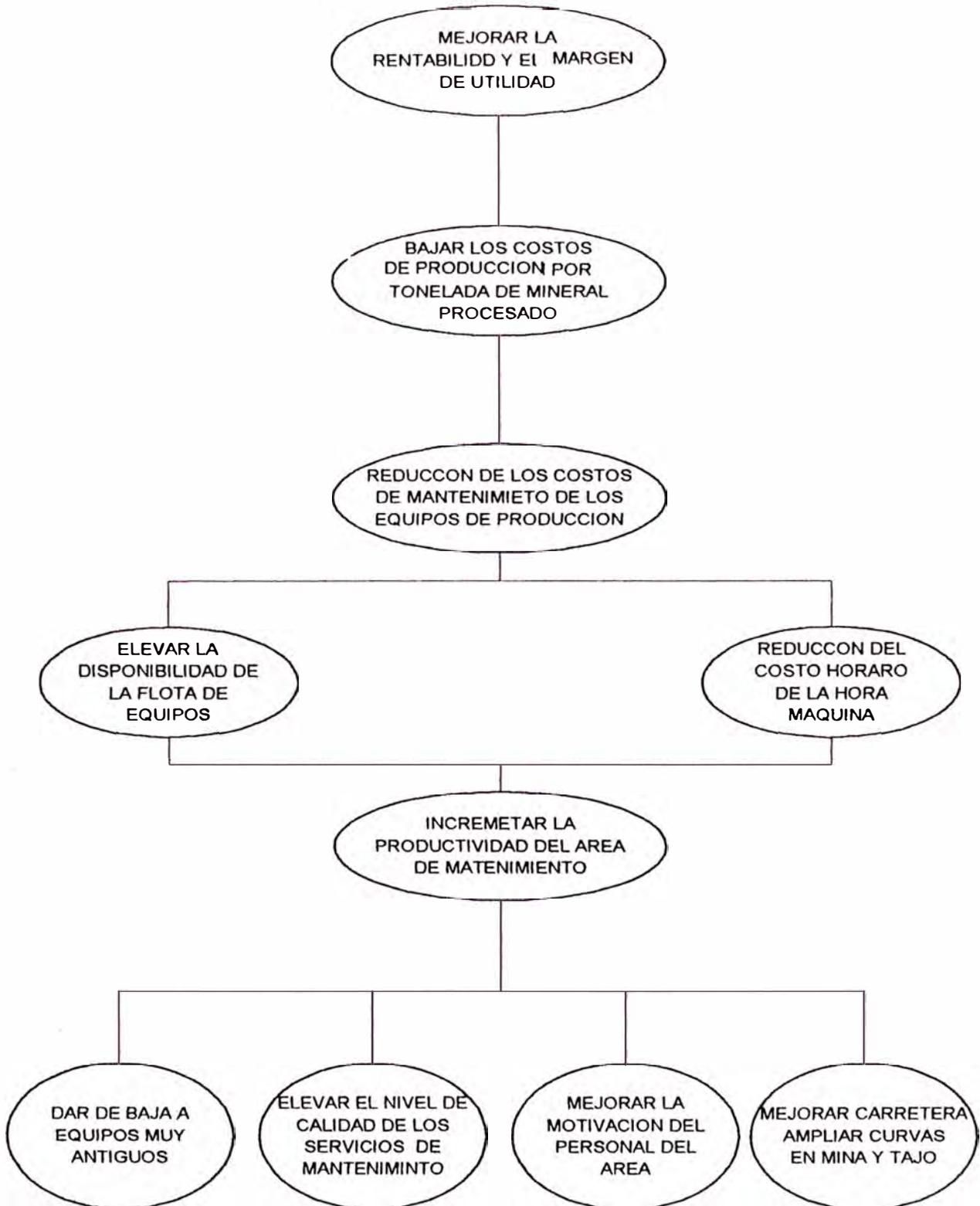
- * Mejorar el nivel de calidad de las reparaciones parciales, generales y los servicios de mantenimiento programado para entregar así equipos de producción más confiables.

Así como en la sección 4.3 se ha indicado el árbol del problema en esta sección de los objetivos para el mejoramiento continuo, mostramos en el DIAGRAMA 5-3, la secuencia de las actividades de gestión para alcanzar las metas establecidos de acuerdo a los objetivos planteados.

5.3.2 Alternativas de Solución para Alcanzar los Objetivos

Para que las alternativas planteadas se pueda cumplir es importante que se implemente las siguientes consideraciones:

ÁRBOL DE OBJETIVOS



- En el proceso de cambio de los componentes mayores, muchas veces se incurre en demoras por los tiempos largos usados para tales procesos, para ello es necesario realizar un buen trabajo en el primer cambio (mantenimiento con calidad de servicio) y que se debe tener en cuenta realizar una evaluación desde el punto de vista del diseño del componente.
- A partir de allí transmitir a los proveedores o representantes de estos componentes, para que tomen en cuenta la experiencia de las fallas ocurridas en el campo, tomando en consideración los costos incrementales incurridos por estas fallas.
- Elevar el nivel de calidad en los procesos de reparación introduciendo normas de seguridad moderna, sin que los responsables de la organización del control de riesgos, pida que los operadores corrijan sus deficiencias, puesto que es responsabilidad de ellos mismos y de toda la organización en su conjunto velar por la seguridad de los equipos y la integridad física de los trabajadores.
- Introducir dentro de la organización el interés recíproco, pensando en que el personal debe ser motivado apuntando siempre a los

resultados esperados, luego ir eliminando los tiempos improductivos, para mejorar los estándares de tiempo en las reparaciones con la mejor calidad en los trabajos realizados.

- A medida de que se le reconozca al personal su contribución en lograr los objetivos del departamento a través de mejoras en las relaciones interpersonales, mejor ambiente de trabajo, elevando el nivel de control de riesgo y capacitación constante, estaremos seguros que se habrá logrado las metas y el entorno previsible de los mismos.
- Por lo anterior, el Area de Mantenimiento deberá hacer evaluaciones de incrementos de costos, debido a las mejoras de calidad de los componentes, para así demostrar y justificar estos incrementos cuando esa mejora es real en lugar de ser una rutina de cambio de componentes. Un aumento en la vida de los componentes mayores determinará el incremento de horas trabajados de los equipos, sin detenerse, el cual redundará en el aumento de toneladas de mineral extraído.

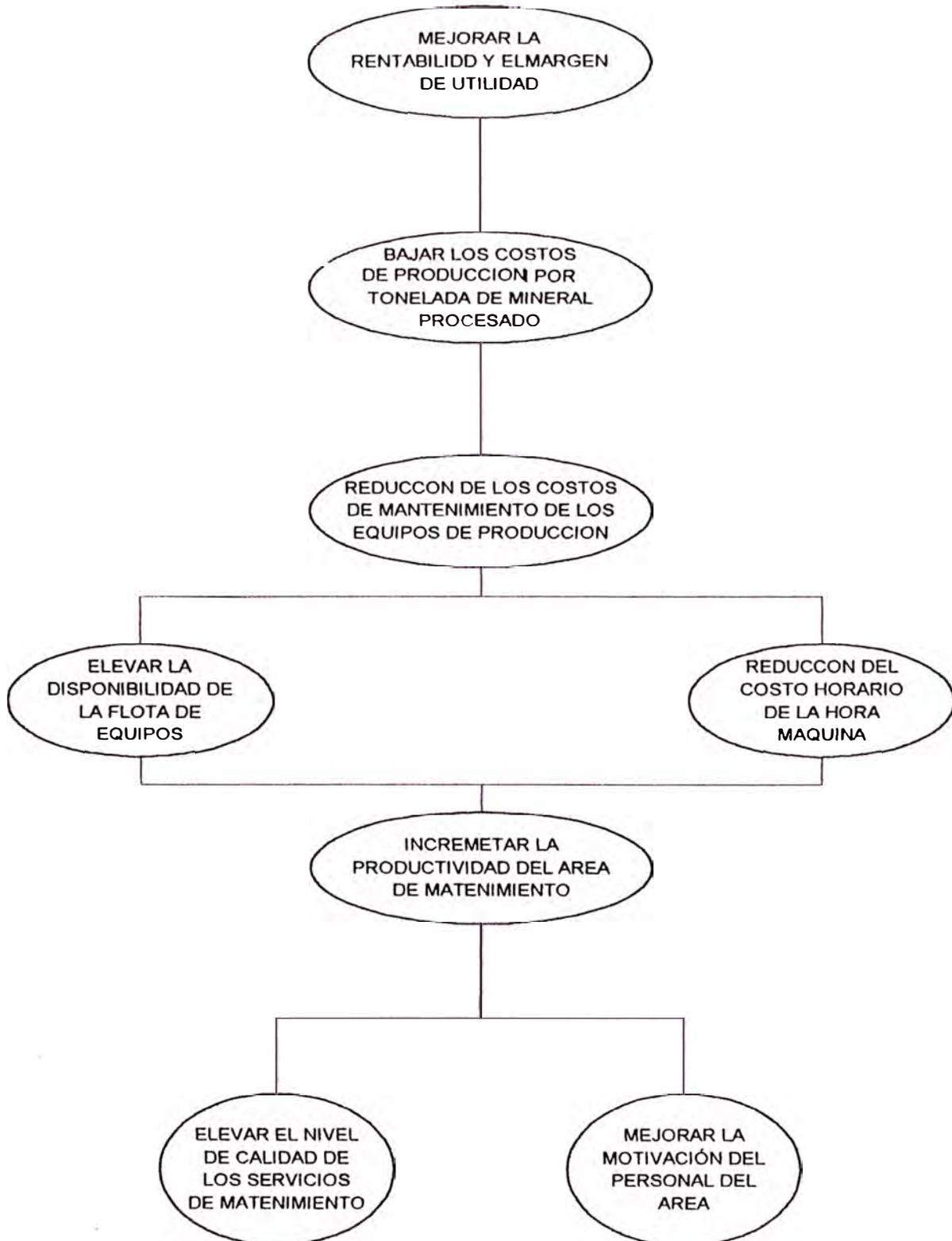
Para visualizar la secuencia del camino elegido en base a las alternativas, en el DIAGRAMA 5-4 se muestra el árbol de estrategias de solución (alternativas) con la dirección de las variables a ser tomados en cuenta.

5.4 Los Factores que Afectan la Productividad / Disponibilidad

En la empresa, el indicador para medir la productividad del Area de Mantenimiento es la disponibilidad que viene a ser el tiempo que durante las 24 horas del día, el equipo está en buenas condiciones de operación disponible para ser utilizado por el área de operaciones (nuestro cliente interno).

Estos factores son muy variados tales como los diferentes tipos de mantenimiento programado, servicios de lubricación, reparaciones programadas, reparaciones no programadas y en forma general un Programa de Mantenimiento Productivo total bien implementado. Influye el tiempo empleado para reparación y cambio de componentes, y la vida útil de los componentes principales (motor diesel, generador y motores de tracción eléctricas, cilindros hidráulicos, suspensiones, etc.).

ÁRBOL DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS



En el CUADRO 5-5 se indica las horas estándar de trabajo de los componentes principales del volquete de 100 Ton., reajustado a 1997.

Por tal motivo es que el tiempo que toma completar, todo los diversos procesos de reparación y mantenimiento, afectan directamente la disponibilidad de los equipos, por lo que es necesario incrementar la productividad del Area de Mantenimiento a partir del mejoramiento de la calidad de los servicios de reparación y mantenimiento programados y no programados como también motivando al personal del área para elevar el nivel del desempeño en las diferentes responsabilidades.

Otra mejora que es posible realizar sería estudios más profundos para aumentar la frecuencia e intervalos de cambios de aceites, de motor, sistemas hidráulicos, frenos, grasas, etc., por el cual los diseñadores de equipos deberán centrarse en estos estudios para elevar la frecuencia de los servicios. También como otra medida a implementar esta el aumentar la frecuencia de los servicios de Mantenimiento Programado partiendo de una mejora en la calidad de los diversos trabajos a realizar en el equipo.

De toda la flota para el volumen de explotación mencionado, los que están relacionados mas directamente con la extracción son los

HORAS ESTÁNDARES DE TRABAJO – VOLQUETES 100 TON.

A.	PALANCA ACODADA	:	30 000
	A-1 : CAMBIO PINES Y BOCINAS (01SD)	:	6 000
	A-2 : CAMBIO TERMINALES (01SD)	:	6 000
B.	RUEDA FRONTAL	:	60 000
	B-1 : CAMBIO DE RODAMIENTOS	:	15 000
	B-2 : CAMBIO DE PUNTA EJE	:	15 000
	B-3 : INSPECCION PUNTA EJE	:	
	CHEQUEO PRE-CARGA	:	5 000
C.	PISTÓN DE DIRECCIÓN	:	10 000
D.	MOTOR DIESEL NUEVO	:	12 000
	MOTOR DIESEL REPARADO	:	10 000
E.	TURBOALIMENTADOR	:	7 000
F.	RADIADOR	:	10 000
G.	ARRANCADOR NEUMÁTICO	:	5 000
H.	COMPRESOR DE AIRE	:	5 000
I.	SUSPENSIÓN FRONTAL	:	20 000
J.	SUSPENSIÓN POSTERIOR	:	20 000

K.	CAJA DE EJE POSTERIOR	:	70 000
	K-1 : CAMBIO PIN/PADS GUIA CUADRADA	:	6 500
	K-2 : CAMBIO PIN/BOCINAS NARIZ CÓNICA	:	13 000
L.	BOMBA HIDRÁULICA (EN ...)	:	8 000
	M-1 : BOMBA LEVANTAMIENTO DE TOLVA	:	10 000
	M-2 : BOMBA DE DIRECCIÓN	:	10 000
M.	CILINDRO DE VOLTEO	:	30 000
	M-1 : CAMBIO PINES-BOCINAS	:	15
	000		
N.	TOLVA	:	80 000
	N-1 : CAMBIO PIN Y BOCINAS PÍVOT TOLVA	:	7 000
	N-2 : PLATINADO DE TOLVA	:	10,000
O.	RUEDA MOTORIZADA	:	8 000
P.	GENERADOR PRINCIPAL	:	10 000
Q.	EXCITADOR	:	10 000
R.	BLOWER GENERADOR	:	10 000
S.	ESTRUCTURA PRINCIPAL	:	80 000

cargadores frontales y los volquetes sin dejar de lado al resto de equipos que juegan un papel fundamental en la preparación y acondicionamientos de las áreas de carga y descarga, vías de acceso, tales como los tractores, motoniveladoras, etc., luego las perforadoras y palas electromecánicas que juegan un papel preponderante en la perforación y carguo auxiliar.

En el presente trabajo nos centramos en los equipos que generan mayores costos de mantenimiento como estudio piloto para el resto de equipos pesados. Un incremento importante en la vida de los componentes mayores de los volquetes es fundamental para mejorar la productividad, disponibilidad, costos y en consecuencia el volumen de producción será mucho mayor.

CAPITULO 6

ANALISIS Y EVALUACION TECNICA DE MUÑONES DE RUEDA FRONTAL DE LOS VOLQUETES PESADOS

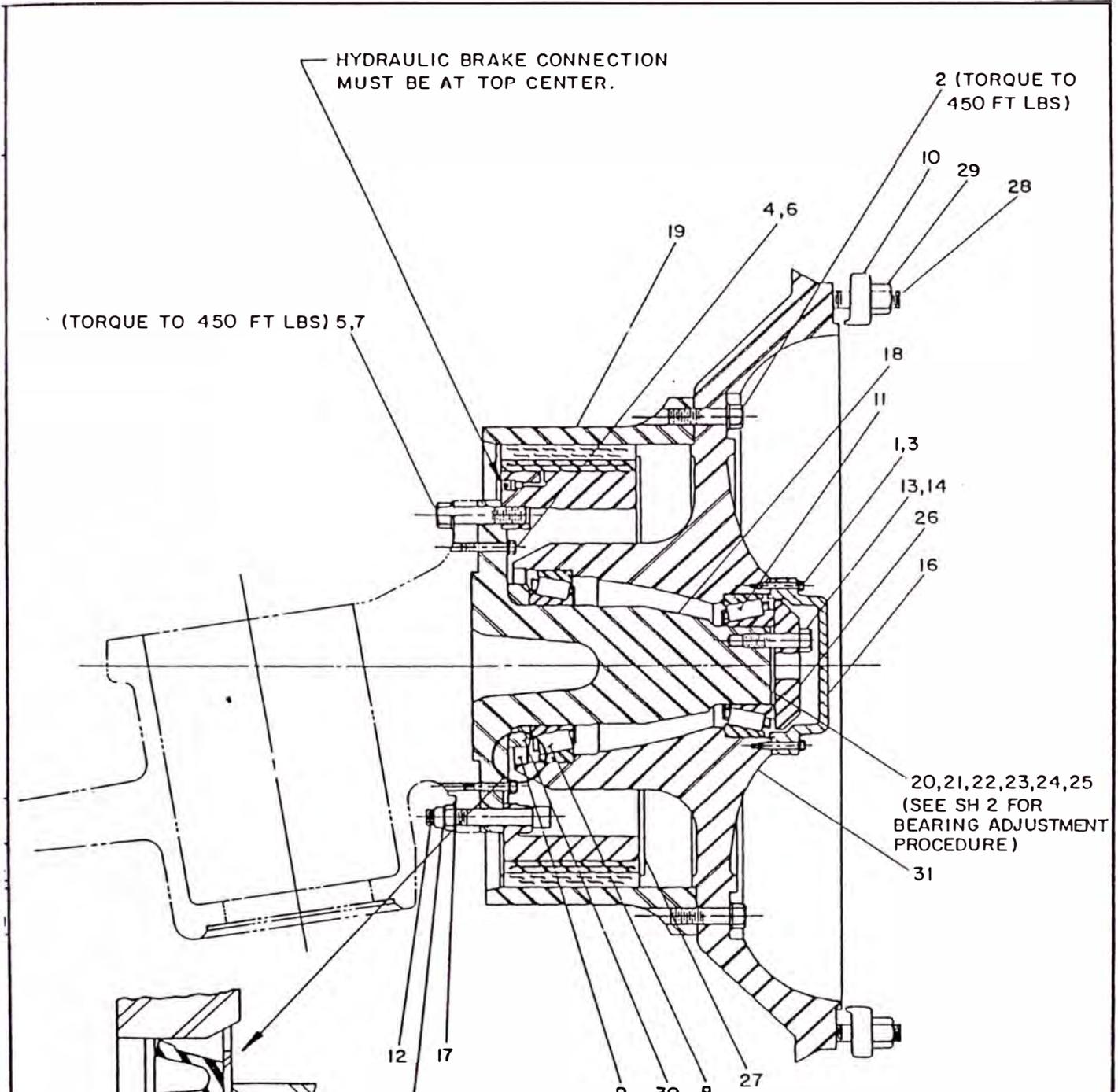
Como una medida técnica de campo, para validar todas las decisiones a tomar en la aplicación de actividades tanto de la gestión administrativa como la de ingeniería que se mencionó en los capítulos anteriores, es necesario identificar como una prueba piloto de campo, algunos trabajos importantes para el mejoramiento continuo de los programas de mantenimiento en sus diversas facetas. Tal es así, que vamos a mostrar el estudio de uno de los trabajos importantes de los muchos que se han aplicado y que se sigue aplicando, ¿cual es?, el análisis y la evaluación de los muñones de las ruedas

frontales de los camiones volquetes de 100 toneladas de capacidad. (VER ENSAMBLE No 6).

Veremos como es que utilizando la tecnología de análisis de fallas podemos determinar las causas por lo que ocurrió la falla y de como estas se pueden evitar usando técnicas de evaluación de los muñones para programar el tipo de mantenimiento adecuado que corresponda.

6.1 Estadísticas para los Análisis y Prevención de Fallas

Con la finalidad de contar con una base de datos centralizada en la oficina de planeamiento, cada sección del Area de Mantenimiento, realiza un levantamiento de datos de cada actividad. . La toma de datos también se realiza a través de los registros establecidos en cada sección por cada equipo y por cada sistema de una determinada Flota. La información que se levanta en el campo, son aquellos para realizar un programa de Mantenimiento a efectuar en un determinado equipo, con todos los parametros y actividades a realizar para tomar acciones de acuerdo a lo observado, asignando a estas los repuestos o componentes necesarios.

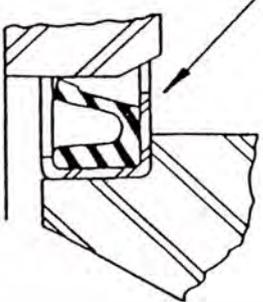


HYDRAULIC BRAKE CONNECTION
MUST BE AT TOP CENTER.

2 (TORQUE TO
450 FT LBS)

(TORQUE TO 450 FT LBS) 5,7

20,21,22,23,24,25
(SEE SH 2 FOR
BEARING ADJUSTMENT
PROCEDURE)



INSTALL SEAL AS SHOWN

15 (TORQUE 790-810 FT LBS)

- A 27:00 X 49 WITHOUT TPMS
- B 27:00 X 49 WITH TPMS
- C 30:00 X 51 WITHOUT TPMS
- E 30:00 X 51 WITH TPMS

M-100

WHEEL ASSEMBLY - FRONT	
SHEET 1	OF 3
NUMBER 74109A-E	

WT. 1,660 LBS

A continuación se presenta en el CUADRO 6-1 un levantamiento de las fallas ocurridas en los muñones de rueda frontal (punta eje) con indicación de la posición y la fecha por cada camión volquete observado, así mismo como consecuencia de cambios de muñones, el remplazo de rodamientos es inminente.

Como se realizó el análisis de costos en el CAPÍTULO 4 desde un punto de vista global por cada elemento o sistema de un equipo determinado (que pertenece a un tipo de flota); en esta parte mostramos un análisis de costo de un solo sistema ocurrido en el campo por una falla de la rueda frontal (específicamente del punta eje). En esta descripción de costos mostrados en el CUADRO 6-2, se indica los repuestos utilizados, en las reparaciones adicionales como consecuencia de la falla, el costo de mano de obra y el apoyo de maquinaria, para auxiliar el equipo fuera de servicio que se encuentra en el campo y su traslado posterior al taller.

Finalmente como prevención para que el abastecimiento oportuno de repuestos no tenga inconvenientes se presenta en el CUADRO 6-3, los requerimientos de consumo de repuestos para un año. Estas cantidades que se presentan se han realizado en base a: estadísticas de fallas

**CAMBIO DE PUNTA EJE DE RUEDA FRONTAL
VOLQUETES 100 TN. AÑOS : 1997 – 1998**

EQUIPO	POSICIÓN	FECHA DE CAMBIO	REPUESTO	OBSERVACIONES
15-11	01	23/11/96	Nuevo	Rotura
	02	29/03/97	Nuevo	Rotura
	01	13/07/97	Nuevo	Rotura
	01	30/03/98	Nuevo	Over Haul
	02	30/03/98	Nuevo	Over Haul
	01	24/12/98	Usado	Rotura
15-1	01	12/10/985	Nuevo	Inspeccionado
15-14	02	30/09/98	Usado	Inspeccionado
	01	04/06/97	Nuevo	Rotura
	01	09/11/97	Nuevo	Rotura
15-17	01	04/06/97	Nuevo	Rotura
	02	21/02/97	Nuevo	
15-18	02	14/12/97	Nuevo	Rotura
15-19	02	21/03/97	Nuevo	Rotura
15-20	02	05/07/98	Usado	Inspeccionado
15-23	01	14/01/97	Nuevo	Rotura
	02	13/06/98	Nuevo	Rotura
15-24	01	13/05/97	Nuevo	Rotura
	02	13/05/97	Nuevo	Rotura

COSTOS POR ROTURA DE MUÑO

1. El siguiente es el costo estimado de reparación por accidente de la punta eje N2 del camión 15-11 (Volquete).

REPUESTOS:

Drum brake	S/.	9 000.00
Seal	S/.	54.00
Spindle (Al 50%)	S/.	6 400.00
Manguera nueva de succión	S/.	30.00
Brake front	S/.	9 764.61
Bearing	S/.	1 325.00
Bearing	S/.	880.00

REPARACIONES:

Enderezar y soldar tres tirantes	S/.	100.00
Enderezar soporte de tanque dual	S/.	50.00
Reconstruir tubos de escape (dos)	S/.	200.00
Enderezar plataforma del camión	S/.	500.00

MANO DE OBRA:

Taller camiones	S/.	3 278.52
Taller llantas	S/.	394.88
Taller de soldadura	S/.	1 706.88
Taller eléctrico	S/.	350.00

APOYO DE MAQUINARIA:

Cargadores frontales (13-64, 13-69) y grúa	S/.	250.00
--	-----	--------

TOTAL	S/.	34 283.89
--------------	------------	------------------

2. A continuación indico el costo estimado de reparación de punta eje N2 por accidente del camión 15-20 (volquete):

REPUESTOS

Spindle	S/.	12 900.00
Tube	S/.	2 000.00
Bearing (interior)	S/.	1 365.00
Bearing (exterior)	S/.	645.00
Seal	S/.	180.00

REPARACIONES

Taparrabo	S/.	80.00
Reconstruir 2 tubos escape	S/.	200.00
Manguera de succión nueva	S/.	30.00
Soporte de tanque reconstruir	S/.	100.00
Brida y pemos de manguera hid.lev.	S/.	50.00

MANO DE OBRA

Taller llantas (2 homb.)	S/.	768.00
Taller camiones (4 homb.)	S/.	4 808.00
Soldadores (2 homb.)	S/.	960.00

APOYO DE EQUIPOS

Hyster de llantas	S/.	232.00
Cargadores frontales 13-63, 13-69	S/.	375.00

TOTAL	S/.	24 693.00
--------------	------------	------------------

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

REPUESTOS PARA CAMBIAR : RUEDA FRONTAL (RODAMIENTOS)

ITEM	CÓDIGO CMP	DESCRIPCIÓN	N° PARTE	CANTIDAD POR EQUIPO	CONSUMO ANUAL
01	78.401.476	Rodaje interior	16764	02	24
02	78.402.605	Rodaje exterior	17817	02	24
03	78.401.480	Seal	16766	02	30
04	78.833.850	Shim	67372A	02	24
05	78.833.860	Shim	67372B	02	24
06	78.833.870	Shim	67372C	04	48
07	78.833.880	Shim	67372D	04	48
08	78.833.890	Shim	67372E	04	48
09	78.833.895	Shim	67372F	04	48

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

REPUESTOS PARA CAMBIAR : PUNTA EJE (SPINALE FRONT)

ITEM	CÓDIGO CMP	DESCRIPCIÓN	N° PARTE	CANTIDAD POR EQUIPO	CONSUMO ANUAL
01	78.833.130	Spindle Front	619986	02	12
02	78.401.476	Bearing	16764	02	12
03	78.402.605	Bearing	17817	02	12
04	78.401.480	Seal	16766	02	12
05	78.007.350	Capsrew	23533	10	60
06	78.833.900	Retainer	67373A	02	24
07	78.801.017	Capscrew	12192	06	36
08	78.831.500	Lock washer	10186	06	36

anteriores, recomendaciones del fabricante, prevención de fallas. Por ejemplo el estándar de duración del punta eje es 10 000 Hrs. y la evaluación recomendada de precarga es cada 5 000 Hrs., los cuales no se cumplen en muchas ocasiones.

6.2 Objetivos de los Análisis para conocer las Causas de Fallas

Cuando usamos el termino Falla, nos referimos a la alteración de una parte o componente de la máquina, causando en consecuencia una operación deficiente, los tipos de fallas progresivas o una reacción en cadena de estas, hasta llegar al daño mayor, o a la inoperatividad de los camiones volquete; pueden ocurrir de manera imprevista. Estas fallas generalmente tienen su origen en el diseño mismo de los muñones, que han utilizado un material inadecuado para las condiciones de terreno en particular, debido a una operación deficiente o una mala reparación. Este ultimo es lo que nos ocupa en el presente trabajo, que en los capítulos anteriores se hizo referencia de cuan importante es brindar un servicio de mantenimiento de calidad para que la operación de los equipos sea confiable.

6.2.1 Solicitud del Tipo de Análisis a Efectuarse en los Muñones

La razón principal de las inspecciones de estos componentes estratégicos cumple las siguientes finalidades:

- * Dar explicaciones de las posibles causas de las fallas presentados en los muñones de rueda.
- * Detectar la presencia de fisuras externas y discontinuidades superficiales.
- * Verificar la continuidad y detectar defectos internos en la masa de todo el volumen del muñón.
- * En el caso del muñón fracturado totalmente, analizar y determinar las causas de la rotura.
- * Para detectar fisuras y discontinuidades superficiales aplicar técnicas del uso de líquidos penetrantes.
- * Para verificar continuidad y defectos internos haciendo uso de técnicas del ultrasonido.

- * Para comprobar la presencia de microfisuras y la corrosión interior en las zonas que indican los defectos superficiales será necesaria aplicar la técnica de la metalografía “in situ” por replicas metalográficas.
- * Para el muñón fracturado, la técnica metalográfica le permitirá evaluar las fisuras internas que se produjeron en esta pieza.

Equipos a Utilizar para las Pruebas por el laboratorio seleccionado:

- Líquidos penetrantes marca Met-L-Check.
- Un equipo de ultrasonido marca Krautkramer modelo USK-6 con Transductor normal para verificación de continuidad por barrido de la masa de elementos fundidos.
- Réplicas metalográficas marca Struers, reactivo Trancopy para análisis microestructural “in situ” y microscopio metalográfico con cámara fotográfica para tomas de micrografía.

6.2.2 Inspecciones realizadas en Muñones Fallados

- * **Inspección con Ultrasonido:**
 - La pantalla del equipo de ultrasonido no ha registrado ninguna “indicación” de discontinuidad, es decir, no se ha

detectado la existencia de defectos Internos y por consiguiente existe “continuidad” en toda la masa de la punta eje No 4.

- En la superficie de la masa del muñón No. 4, se han observado ralladuras de cierta profundidad que podrían generar zonas tensionadas y derivar en fisuras.
- La inspección por ultrasonido del muñón No. 5, determinó que la fisura se extiende en una superficie que cubre el 75% de la zona con cambio de sección (unión brida-cuerpo).
- Para el caso del muñón No. 6 que esta fracturado, esta inspección no ha registrado ninguna indicación de discontinuidad en todo el anillo verificado del disco.

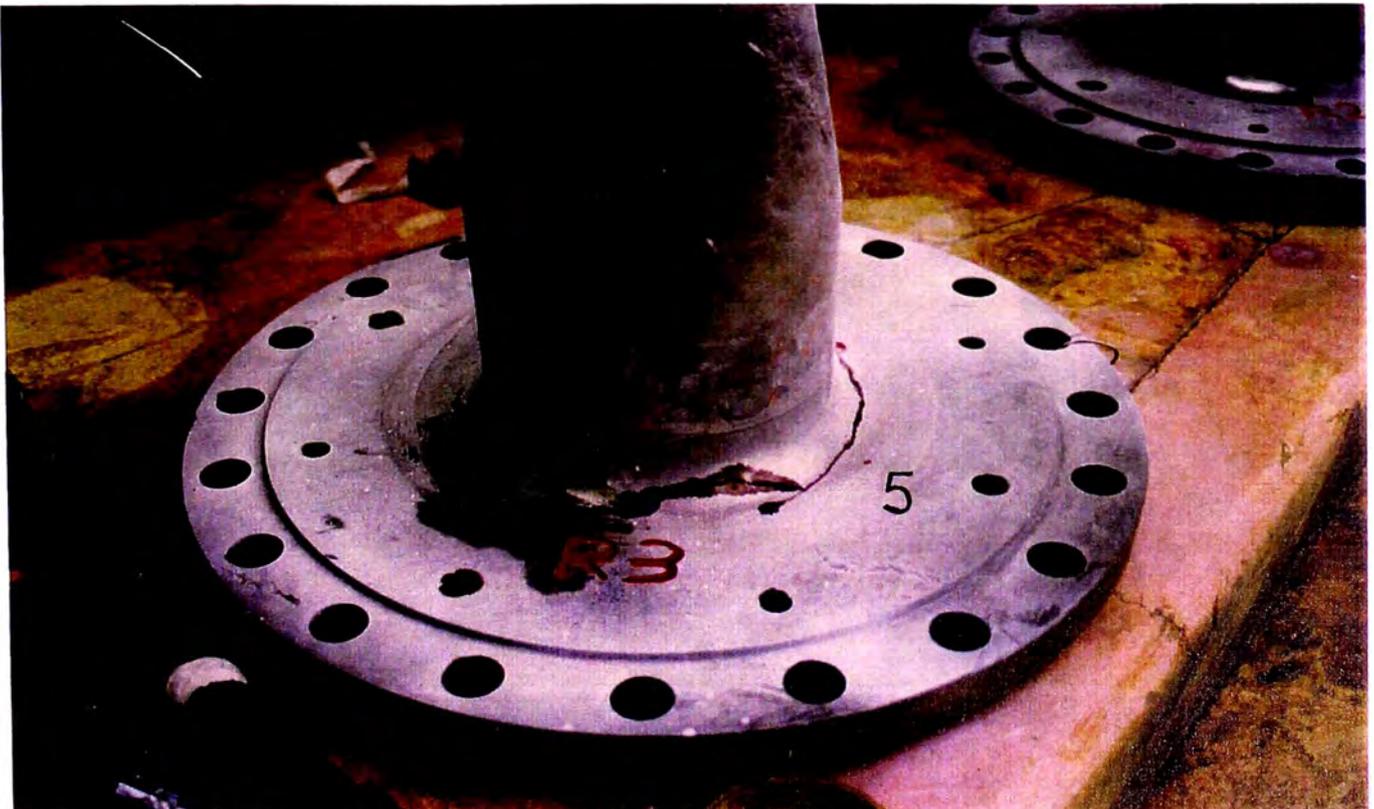
*** Líquidos Penetrantes:**

- En el punta eje No. 5 (FOTOGRAFIA 6-1) al aplicar líquidos penetrantes se puede observar la fisura que rodea el cambio de sección a través de la figura delineada por el líquido. Para el caso del punta eje No. 6; se ha detectado la existencia de fisuras superficiales incipientes de geometría perimétrica en la zona de cambio de sección.

FOTOGRAFÍAS 6-1



**MUÑONES VERIFICADOS CON LÍQUIDOS PENETRANTES
EL No 06 FALLA POR ROTURA, EL No 05 CON FISURAS**



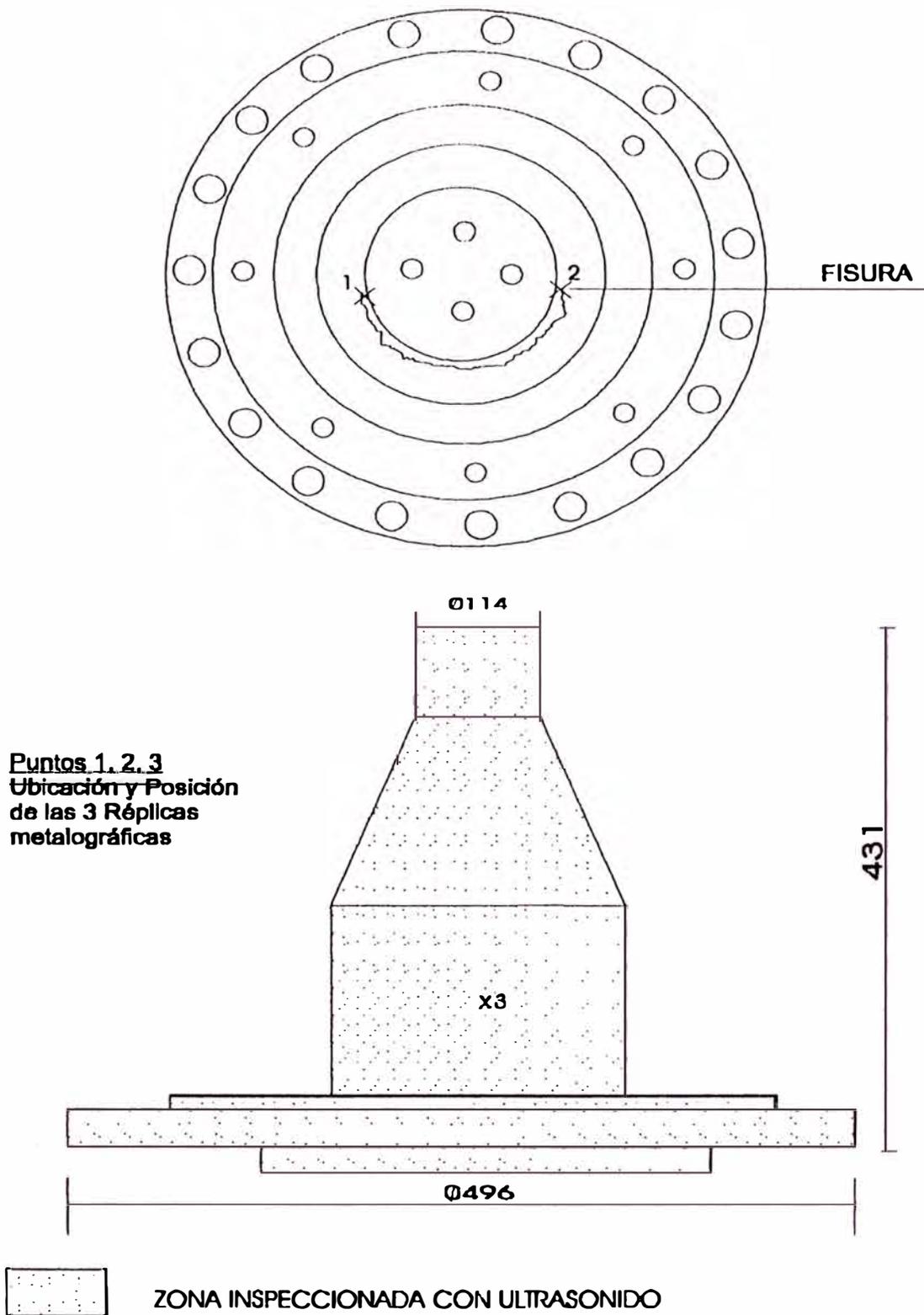
Ello es consecuencia de la fatiga y distorsión de los granos de la microestructura.

* **Análisis Microestructural:**

El análisis microestructural ejecutado en las puntas eje No. 4 y No.5 que se muestran en Fotografía 6-1, reveló una microestructura de matriz ferrita-perlita de grano fino. En la punta eje No. 4 no se han observado evidencias de la presencia de microfisuras; sin embargo, existen algunos defectos microestructurales propios del proceso de fabricación como porosidad e inclusiones tipo escoria muy incipientes que no tienen mayor relevancia.

En el punta eje No. 5 se puede visualizar una fisura, el cual se desarrolla con el cambio de sección de esta pieza, es decir, entre la brida y el cuerpo del eje. Las réplicas tomadas en esta pieza son tres, tal como se indica en el GRÁFICO No. 6-1. La ubicación de las réplicas en los puntos 1, 2, 3, se encuentran sobre la fisura y una en el cuerpo del eje alejado de la zona de fisuramiento. El resultado obtenido, luego de realizar estas réplicas, nos permite determinar que la microestructura es la

GRAFICO 6-1



Medidas en mm.

misma en toda la pieza descartándose cualquier posible cambio de fase o fragilización en la zona de rotura.

Esto nos permite concluir que las posibles causas por las cuales se produjo la fisura de esta pieza, obedecen probablemente a un inadecuado maquinado que haya generado un “meñisco” o hendidura, generando una zona de concentración de tensiones.

La geometría de la pieza con respecto al cambio de sección tiende a concentrar tensiones cuando el radio de curvatura es muy corto y que para evitar estos defectos debe modificarse el diseño ampliando esta radio de curvatura. En ambos casos y básicamente en el primero, de haber un punto (tipo “meñisco” por ejemplo) concentrado de tensiones, existe una elevada probabilidad de que inicie la fisuración por una sobrecarga y el plano de fatiga tendrá un crecimiento que es causado por los esfuerzos flexantes y torsionales, bajo las cuales se encuentra sometido esta pieza.

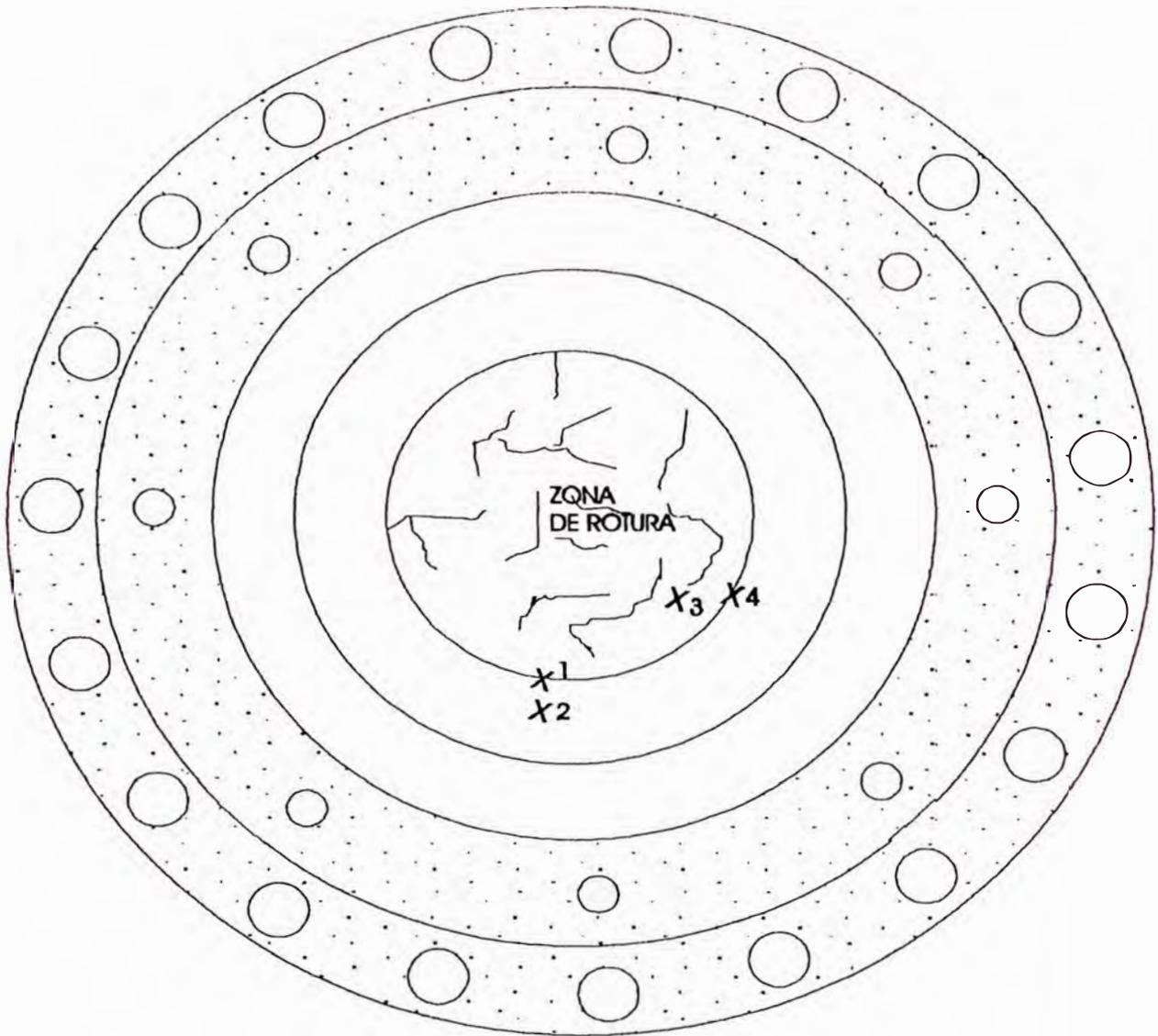
Con respecto al muñón No. 6, el análisis microestructural revela una microestructura de ferrita-perlita con granos distorsionales en la zona de cambio de sección y zona de rotura. En la Gráfica

6-2 se indica los puntos 1, 2, 3, 4, como la ubicación y posición de las réplicas metalográficas que se observa así: Las distorsiones de los granos microestructurales son producto de sobrecarga que generan tensiones muy elevadas en la zona de cambio de sección. La rotura es consecuencia de la fatiga del material en la zona de cambio de sección. Esta zona tiende a concentrar tensiones cuando el radio de curvatura es muy corto. Teóricamente para minimizar estas acciones debe modificarse ampliando el radio de curvatura.

6.3 Objetivos de estos Análisis para el Mantenimiento Predictivo

Cuando se fabrican las piezas metálicas y se ponen en servicio, no es raro que algunos fallen prematuramente. Desde el punto de vista estadístico no es razonable esperar fallas, sin embargo aunque el número de fallas de un equipo dado sea pequeño, son importantes porque pueden afectar su confiabilidad. Es importante obtener tantos datos como sean posibles, de la propia pieza que falló, además de examinar las condiciones en el momento que se produce la falla. A continuación vamos analizar muñones que están operando en los

GRAFICO 6-2



Puntos 1, 2, 3, 4
Ubicación y posición de
las Réplicas metalográficas



Zona Inspeccionada
con ultrasonido



Zona verificada con
líquidos penetrantes

volquetes, los cuales se enviaron a los laboratorios, para detectar a priori, posibles inicios de fallas mas graves.

6.3.1 Procedimiento de Inspección para Muñones que están Trabajando

Lo que se busca en este tipo de inspecciones, es retirar los muñones que están trabajando con aproximadamente de 4000 a 5000 horas de operación, para poder enviar a laboratorios y descartar las posibles fallas internas que pudieran existir. Este tipo de análisis nos da la seguridad de que los muñones están en condiciones de seguir operando otras 4 000 a 5 000 horas mas, hasta llegar a las 15 000 horas donde ha cumplido ya su vida útil recomendado.

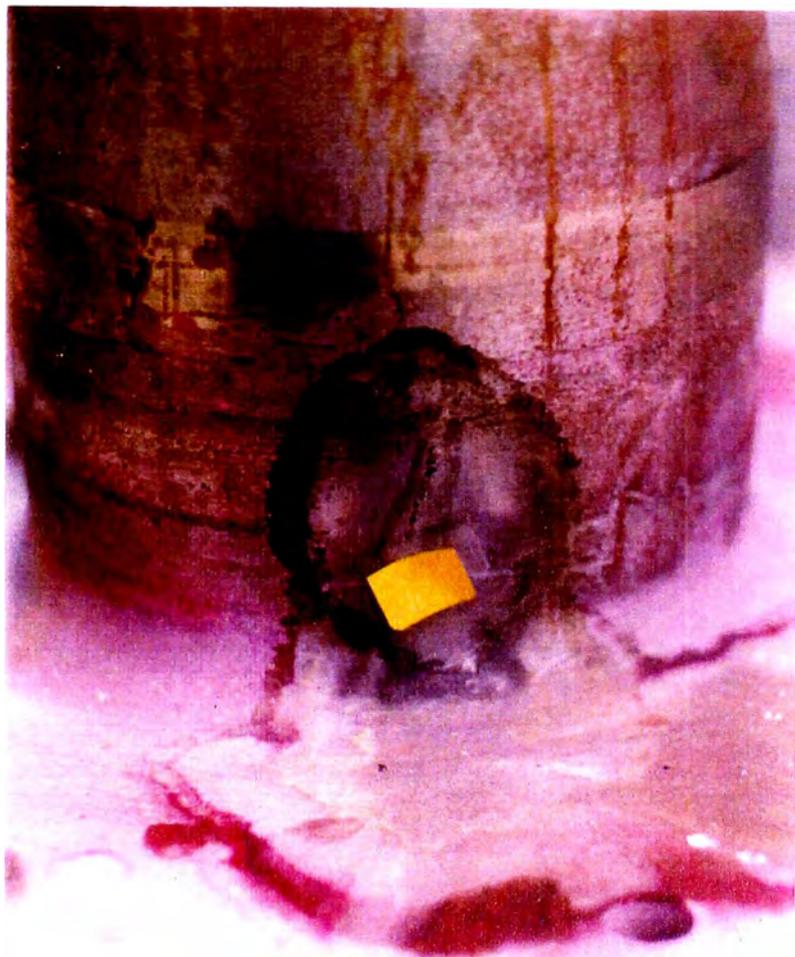
La verificación ejecutada por técnicas no destructivas en dos Puntas Ejes de Rueda Frontal No3, No 1 como se muestra en las FOTOGRAFIAS 6-2, cumplió las siguientes finalidades:

- Verificar “continuidad” y detectar defectos Internos en la masa (volumen), en dos Puntas Ejes aplicando la técnica de Ultrasonido. (se muestra en FOTOGRAFIAS 6-2).

FOTOGRAFÍAS 6-2



**MUÑONES VERIFICADOS CON LÍQUIDOS PENETRANTES
EL No 01 CON FISURA, No 02, No 03 PARA REUSAR**



Detectar la presencia de microfisuras y distorsión Intergranular en las zonas con indicaciones de defecto superficial, en las Puntas Eje estudiadas, aplicando la técnica de la metalografía “in situ” por réplicas metalográficas.

Detectar fisuras y discontinuidades superficiales aplicando la técnica de Líquidos penetrantes.

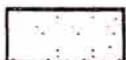
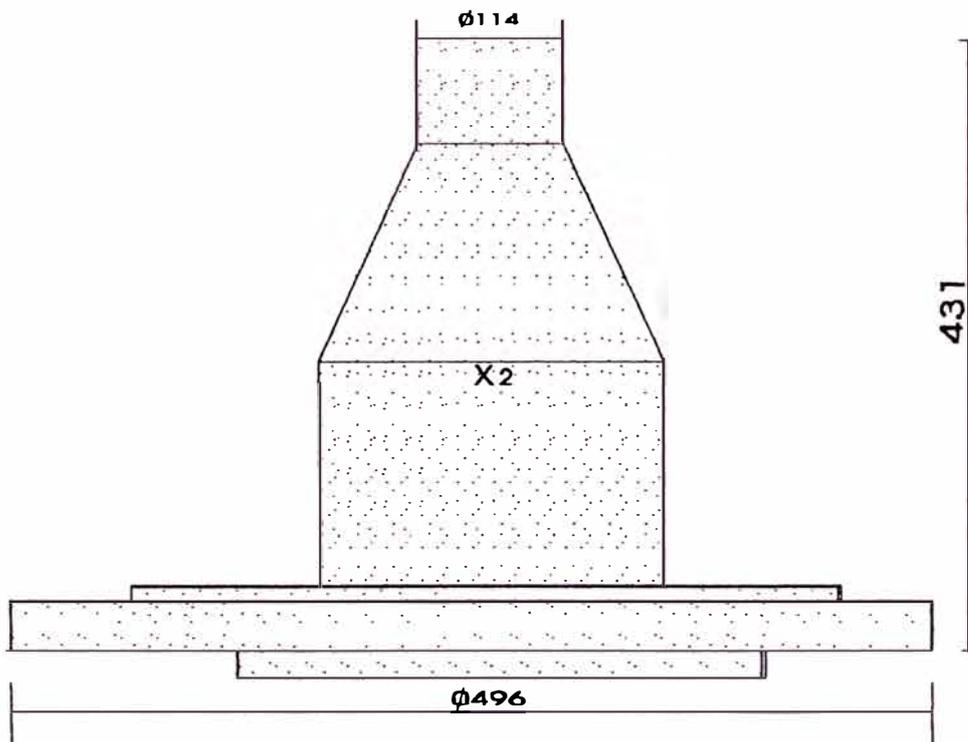
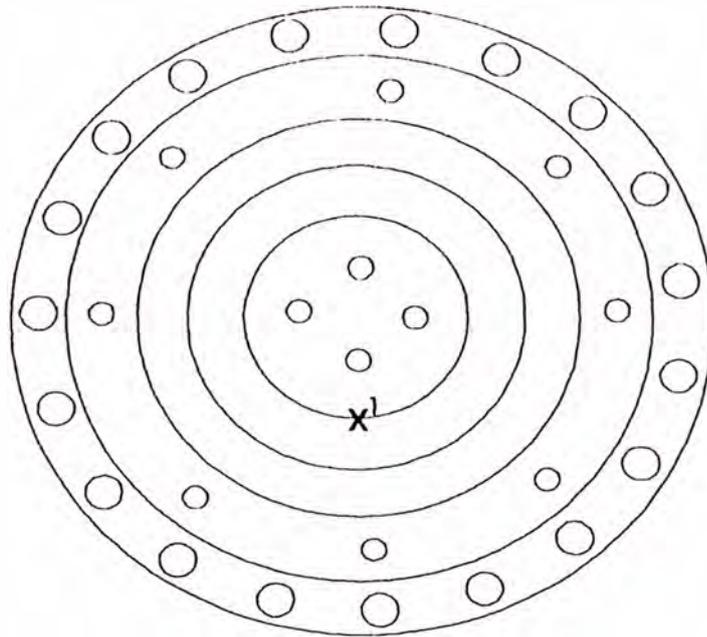
6.3.2 Descarte de Posibles Fallas a Muñones que estan Trabajando

*** Inspección con Ultrasonido:**

De acuerdo a las condiciones de prueba y concluido la limpieza de puntas eje de rueda Frontal No.3 y No.1, se procedió a la inspección, aplicando en el extremo un Transductor normal efectuando de este modo el “barrido” de toda la masa (volumen). Las GRÁFICAS 6-3 y 6-4 ilustran las zonas verificadas de las puntas analizadas.

La pantalla de ultrasonido no ha registrado ninguna indicación de discontinuidad, es decir no se ha detectado la existencia de defectos internos y por consiguiente existe continuidad en toda la masa de la pieza en estudio.

GRAFICO 6-3



ZONA INSPECCIONADA CON ULTRASONIDO

Medidas en mm.

Puntos 1 y 2
ubicación y posición de
las Réplicas metalográficas

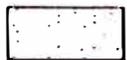
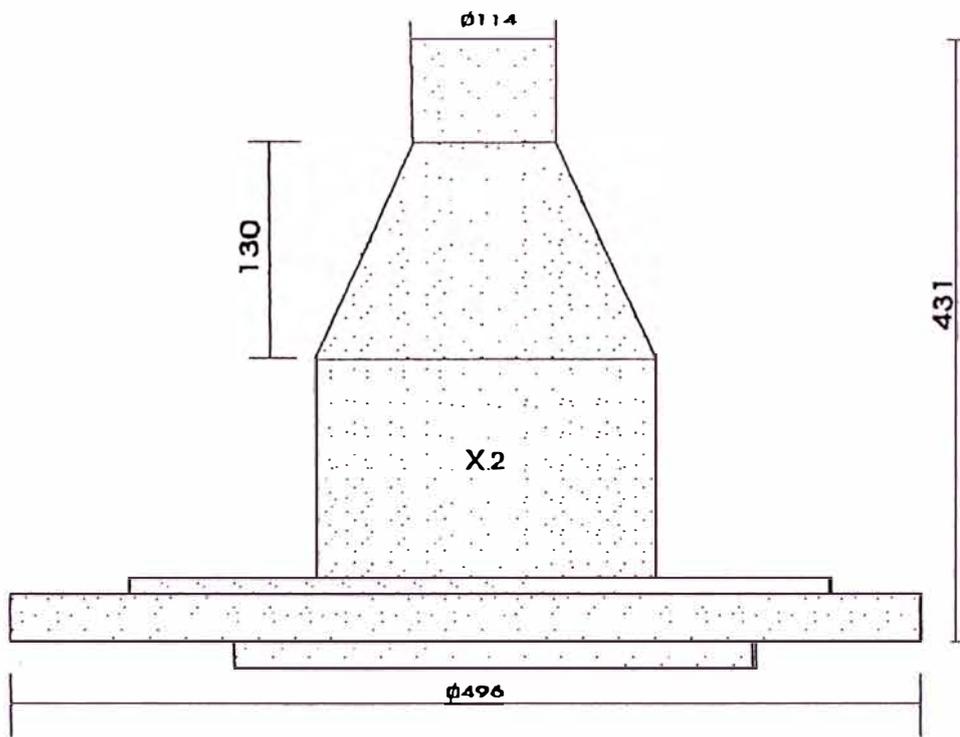
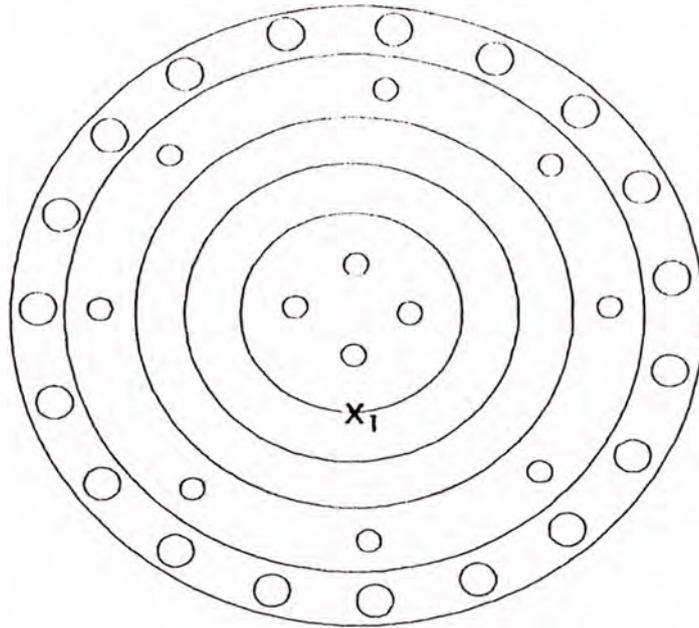
* **Análisis Microestructural:**

Las zonas designadas para el análisis microestructural fueron las más representativas de las superficies verificadas con líquidos penetrantes y con indicios de defecto superficial. La ubicación corresponde a zonas sometidas a mayores esfuerzos de tensión, como el caso del cambio de sección, entre la brida y el eje.

La preparación de las superficies a analizar se inició con el pulido utilizando lijas de diferente granulometría; finalizando esta fase con un micropulido con alúmina y que luego, se realizó un ataque químico para revelar la microestructura correspondiente. La ubicación y posición de las réplicas metalográficas que corresponden a los puntas ejes No. 3 y No. 1 se ilustra en el GRÁFICO 6-4.

El análisis microestructural ejecutado en estos componentes, reveló una microestructura ferrita-perlita de grano fino; (la descripción mas detallada de las fases y defectos de las microestructuras se detallan en otros informes que no es materia del presente trabajo). Los puntas eje No.3 y No.1 no han mostrado evidencias de la presencia de microfisuras; sin

GRAFICO 6-4



ZONA INSPECCIONADA CON ULTRASONIDO

Medidas en mm.

Puntos 1 y 2
Ubicación y posición de
las 2 Réplicas metalográficas

embargo, existen algunos defectos microestructurales propios del proceso de fabricación como porosidad e inclusiones tipo escoria muy incipientes que no tienen mayor relevancia.

6.4 Resultados de los Análisis por Ultrasonido, Líquidos Penetrantes y Microestructural

- * El conocimiento de cada tipo de falla es importante para minimizar problemas futuros.
- * Cada falla durante el servicio debe estudiarse cuidadosamente a fin de obtener la máxima información sobre su causa.
- * Por lo anterior los muñones instalados en los camiones volquetes es importante verificar periódicamente, mediante ultrasonido y líquidos penetrantes.
- * La continuidad de masa en un caso y la continuidad superficial en otro, incide principalmente en la zona de cambio de sección, entre la brida y el punto eje propiamente dicho.

El examen metalúrgico y visual son parámetros importantes en el conocimiento y determinación de la falla. La determinación de las causas primarias y secundarias que producen estas suele ser un problema complejo.

* * En la actualidad el Area de Mantenimiento de nuestra empresa ya no se puede dar el lujo de operar realizando reparaciones de mantenimiento de emergencia.

* * Esta modalidad es muy costosa debido a la pérdida de producción, ocasionado por el excesivo tiempo muerto de los volquetes, la baja calidad y las reparaciones no programadas, que de haberlos realizado en su momento, hubieran sido reparaciones menores a bajos costos.

Es por ello, el estudio que hemos realizado en los muñones están dirigido a prevenir menores trabajos en reparaciones y menos tiempo de parada de equipos, con un incremento de la productividad del Area de Mantenimiento y que al final va a repercutir en menores costos de hora máquina, que es nuestra responsabilidad de que sea lo menos posible.

CAPITULO 7

SISTEMA DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Las condiciones de competitividad ejercido en el mercado de producción de minerales, han impuesto a las empresas que administran equipos pesados de gran tonelaje, el desafío de mejorar la gestión de planificación y producción haciendo un uso adecuado de tecnologías de actualidad que permitan obtener mejores niveles de productividad de manera sustentable y medible.

Una de las premisas del control productivo es poder medir las actividades que estamos realizando y una vez conocido este parámetro, mejorar la planificación de los servicios de mantenimiento apuntando a mejores condiciones de rentabilidad, productividad y disponibilidad.

A partir del análisis de tendencias de los signos vitales de cada equipo pesado, se puede diagnosticar la necesidad del tipo de mantenimiento programado que se va a realizar.

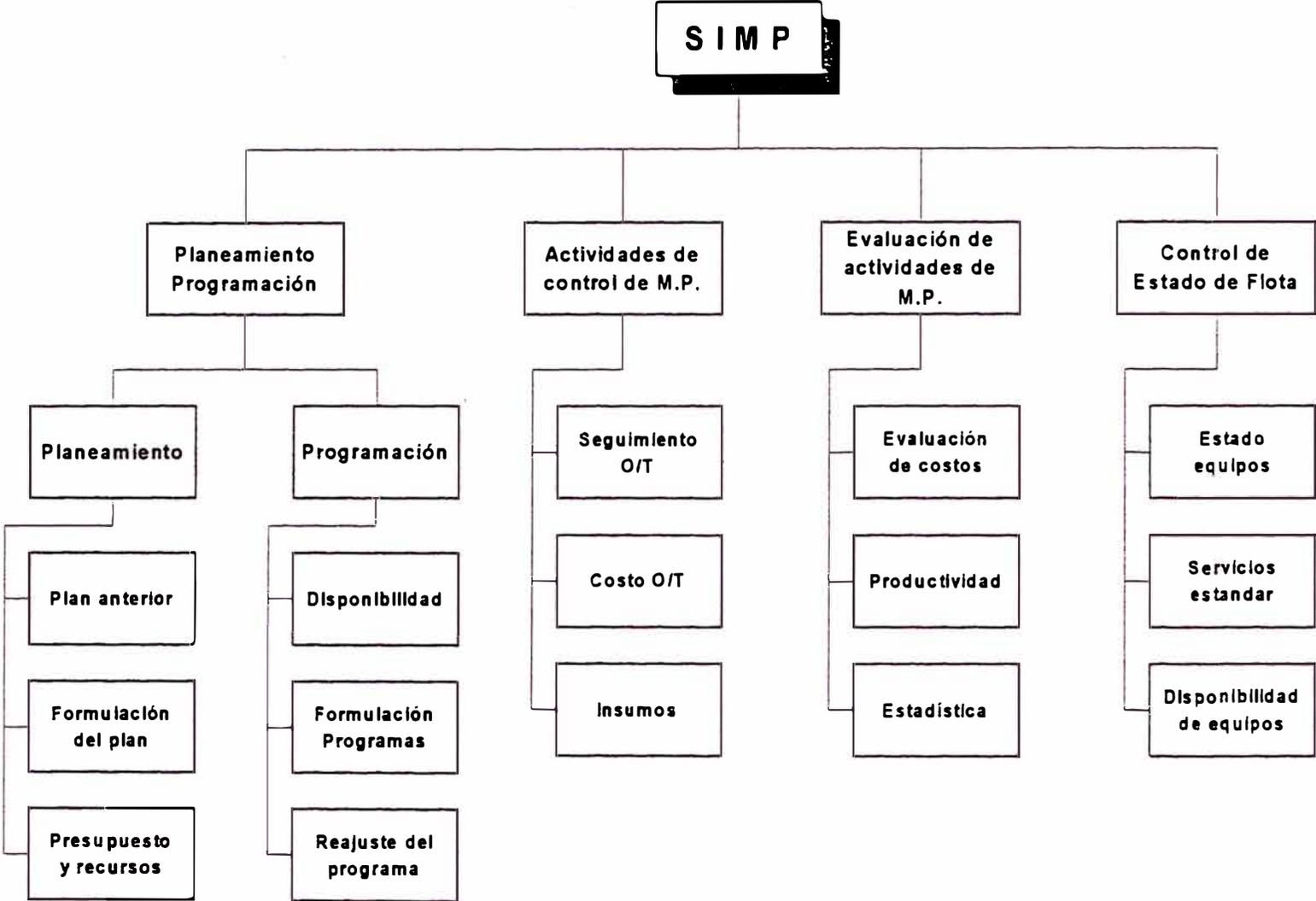
7.1 Objetivos del Sistema de Control

El sistema de Control de Mantenimiento generalmente tiene un conjunto de módulos integrados, los cuales funcionan interactivamente (DIAGRAMA 7-1). En el caso particular del SIMP la necesidad de implantar y controlar un sistema de gestión de mantenimiento, esta determinado por los siguientes objetivos:

Objetivos Generales

Llevar a un nivel más competitivo las actividades de Mantenimiento, minimizando el tiempo de parada de equipos por fallas o por cualquier

DIAGRAMA 7-1



tipo de reparaciones, tratando de que los servicios de mantenimiento programado (Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Productivo), sean de mejor calidad a través del control de información referente a las operaciones de mantenimiento.

Consolidar un Proceso de Mantenimiento planificado con la información oportuna y ordenada para administrar el servicio de mantenimiento en diferentes aspectos y niveles con la información histórica necesaria para desarrollar el conocimiento profundo de los equipos y minimizar los fallos de los mismos.

Objetivos Específicos

Como medida de control y herramienta de toma de decisiones, el SIMP provee la información necesaria para confeccionar los programas de Mantenimiento y las reparaciones mayores en los equipos que controla, alimentándose de la información suministrada por los usuarios del sistema.

De esta manera el SIMP es altamente dependiente de los datos de horas de operación, de los cambios de componentes, de reparaciones,

inspecciones que se realizan en los talleres y en la misma área de operaciones.

Estos datos deben ser proporcionados de manera oportuna y con el mayor cuidado posible, por el jefe de equipo pesado con el apoyo de los jefes de guardia, supervisores de primera línea y los diferentes sobrestantes involucrados.

Todo lo anterior se traduce en lo siguiente:

- 1ª-** El Control de disponibilidad del equipo en función a los planes de producción de las operaciones en el tajo abierto.
- 2ª-** El Control de la productividad y confiabilidad de los equipos, evaluando las frecuencias de paralización por servicios de Mantenimiento, establece los ratios de disponibilidad mecánica a fin de realizar los reajustes necesarios al programa de servicios.
- 3ª-** Calcular el punto crítico del costo de Mantenimiento del equipo en el que se justifique una reparación general (Over Haul) o su reemplazo por una unidad nueva.

7.2 Funciones de Planeamiento y Programación del Mantenimiento

Las funciones de planeamiento y programación de Mantenimiento deben ser apoyados por el SIMP; entendiendo planificación como la cuantificación de las tareas típicas de mantenimiento que se deberán realizar para lograr el nivel de servicio requerido de la flota considerada, durante un periodo dado, además de la estimación de los recursos necesarios para ejecutarlo. También entendiendo la programación como la definición de que servicios y reparaciones programadas, deberán ejecutarse sobre que equipos en el periodo corto siguiente. A todos este programa se debe acompañar las ordenes de trabajo y sus correspondientes requerimientos de suministro.

7.2.1 Funciones del Planeamiento de Mantenimiento

El objetivo es brindar apoyo a la función de planeamiento de Mantenimiento, para lo cual se estimara la demanda de servicios y reparaciones programables o eventuales, que son necesarios para que la flota alcance el nivel de disponibilidad requerida en el plan de operaciones durante un periodo anual. Dicha estimación se llevara a cabo considerando las horas útiles de funcionamiento de la flota. Este

dato se aplicara a cada equipo de manera de calcular en base a los estándares e historia de cada uno de los servicios, reparaciones programables y eventuales que se necesita. Adicionalmente se estimaran los componentes necesarios, materiales, recursos humanos que se necesitan para ejecutar dicho plan.

Para cada flota se emiten:

- Un plan anual de mantenimiento
- Un plan anual de requerimiento de recursos
- Ajustes respecto al plan anual y semestral

Las fuentes de información necesarias son:

- Historia de equipos
- Récord de operación de equipos
- Reparaciones eventuales
- Reparaciones estandarizados
- Reparaciones programados
- Actividades realizadas en el periodo anterior
- Disponibilidad de recursos por cada taller
- Recursos utilizados
- Actividades a realizar el próximo periodo
- Metas para el próximo periodo.

La secuencia que sigue el proceso de planeamiento se indica en el DIAGRAMA 7-2-1 y es como sigue:

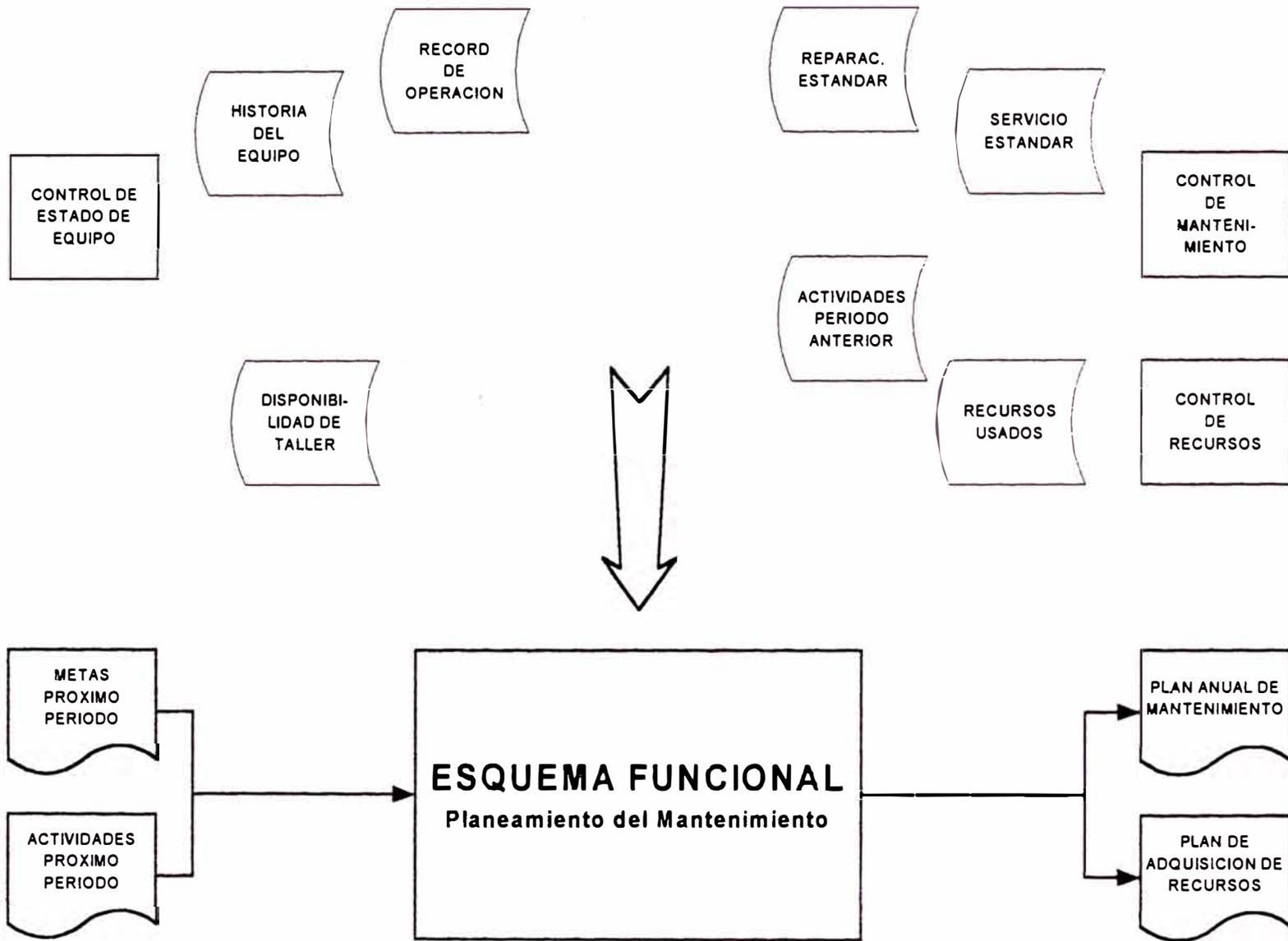
- 1ª.- La evaluación del plan anterior para verificar su nivel de ejecución y sus desviaciones; luego adecuar las consideraciones y procedimientos de la formulación del plan anterior.

- 2ª.- Basándonos en el análisis de las desviaciones, se plantean las nuevas condiciones de formulación, se incorporan las adquisiciones o bajas de equipo que se prevén durante el periodo siguiente y las metas a alcanzar en el próximo periodo (disponibilidad de equipo requerido por operaciones tajo), formulándose el plan de servicios y reparaciones para la flota.

- 3ª.- La próxima etapa es la estimación de recursos para ejecutar el plan elaborado, personal, equipos y materiales. Este plan comparado con la disponibilidad actual, permitirá elaborar el plan de adquisición de recursos.

- 4ª.- Las valorizaciones de los planes de adquisición y de las necesidades de operación, permitirá elaborar los respectivos

DIAGRAMA 7-2-1



presupuestos de inversión y operación. Si este presupuesto no es aprobado se reajustara la formulación del plan.

En el Anexo **D-1**, se muestra la estructura de códigos de los estándares de trabajo así como de los códigos de los componentes de equipo.

7.2.2 Funciones de Programación del Mantenimiento

El objetivo de la programación es determinar las unidades que deben ingresar al taller para servicios o reparaciones programadas. Emite las ordenes de trabajo y sus requerimientos de materiales por cada tarea y controla la ejecución del programa, se determina el programa a base de las siguientes actividades:

- La acumulación de las horas de operación de equipos que el sistema registra diariamente.
- Los resultados de análisis de aceite.
- Los periodos de servicio y/o reparación
- La disponibilidad de los talleres adyacentes

Las fuentes de información son:

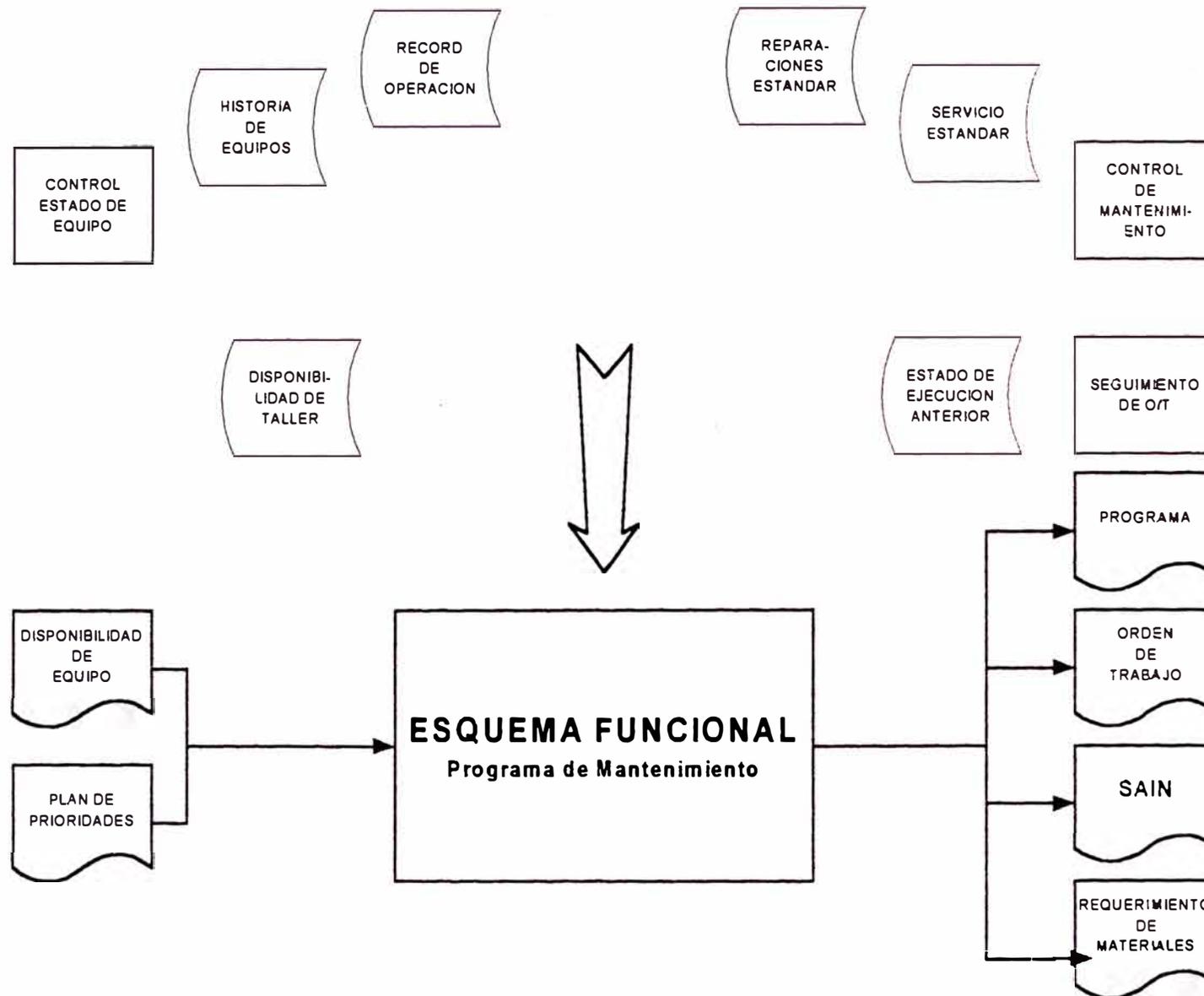
- Disponibilidad del equipo
- Disponibilidad del taller

- Características de equipo
- Plan de prioridades
- Récord de operación de equipo
- Reparaciones eventuales
- Reparaciones y servicios periódicos
- Estado de ejecución del programa anterior

Las Etapas del Proceso de programación se indica en el DIAGRAMA 7-2-2 y es como sigue:

- 1ª.- Chequeo de las horas de operación acumuladas de los equipos desde el ultimo servicio o reparación programada. Estimación de las horas de operación para los próximos días. Revisión del estado de ejecución del programa anterior. Determinación de los periodos de servicios correspondientes a las horas de operación acumuladas mas las estimadas para cada uno de los días que comprende el programa.
- 2ª.- Formulación de programas con la relación de servicios y reparaciones periódicas.
- 3ª.- Incorporación al programa anterior, análisis de aceite.

DIAGRAMA 7-2-2



- 4ª.- Los programas se reajustan considerando un plan de prioridades asignado por la coordinación del SIMP, la disponibilidad del taller de equipos definidos por operaciones tajo.
- 5ª.- Para el programa prevee la incorporación de reparaciones eventuales en el momento que estas se presentan.

7.3 Actividades de Control del Mantenimiento Programado

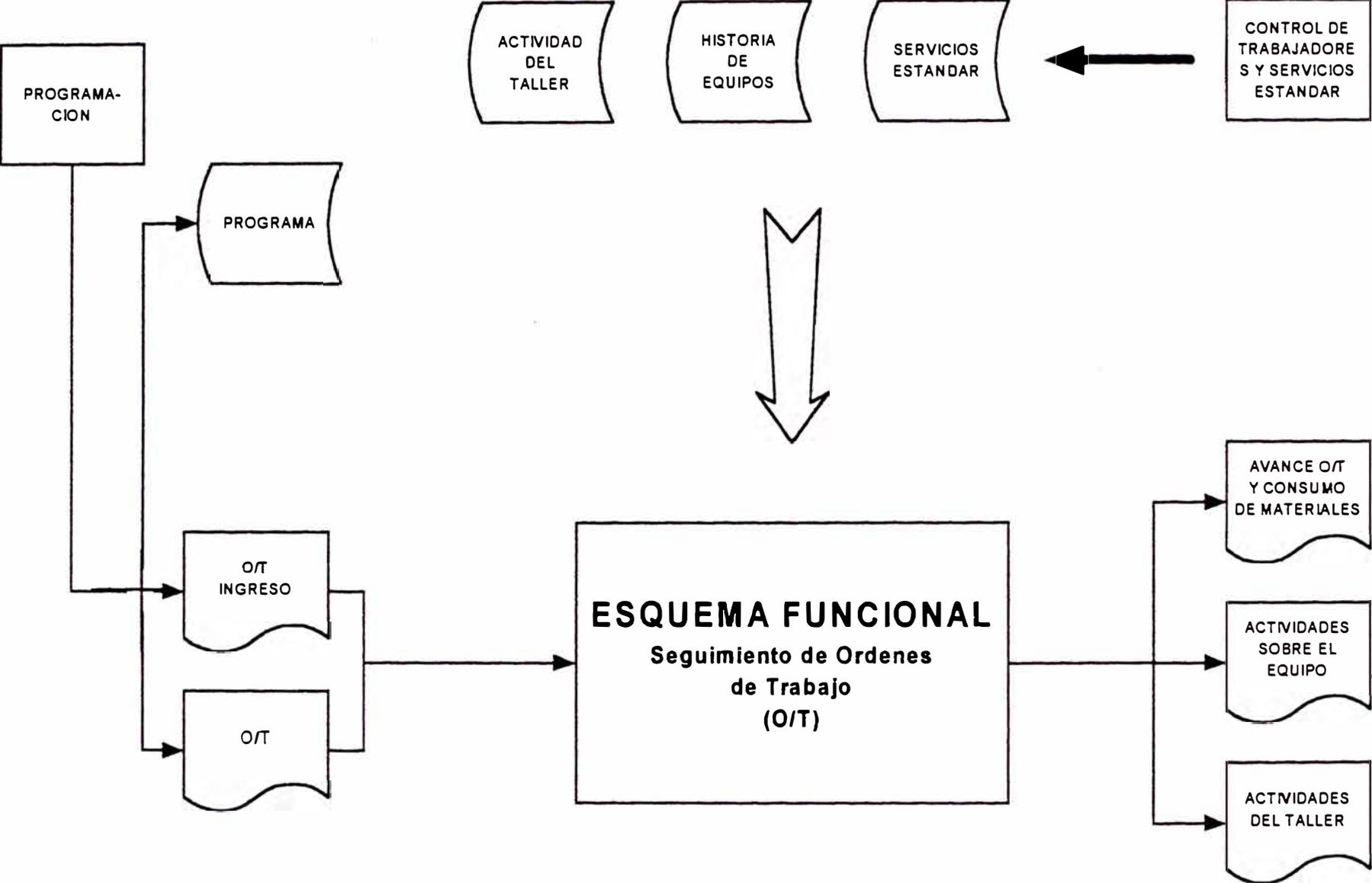
Consiste en controlar el avance en la ejecución de las ordenes de trabajo, registrar las actividades realizadas en la historia del equipo, evaluar las actividades ejecutadas en el taller, controlar los costos por ordenes de trabajo, luego ir ajustando los estándares (periodos de reparación o servicios).

7.3.1 Seguimiento de Ordenes de Trabajo

El objetivo es realizar el seguimiento de la ejecución de una orden de trabajo, registrando : (La secuencia se indica en el DIAGRAMA 7-3-1)

- El día y hora de inicio y termino de ejecución de la orden de trabajo
- Las actividades ejecutadas y sus tiempos de ejecución

DIAGRAMA 7-3-1



- Los recursos utilizados para su ejecución

Deberá clasificar la información de la orden de trabajo ejecutada de manera de permitir:

- Registrar las actividades ejecutadas en el taller
- Registrar el historial del equipo
- Controlar el avance en el plan anual de Mantenimiento
- Controlar el avance en el consumo de recursos
- Controlar el avance en el programa de actividades
- Reajustar los estándares de Mantenimiento.

Los Recursos necesarios para el seguimiento son:

1-. Fuentes de Información

- Programa de Actividades de Mantenimiento
- Ordenes de trabajo programado
- Hoja de requerimiento de materiales
- Informes de inicio/avance de ordenes de trabajo
- Ordenes de trabajo terminados

2-. Productos Básicos

- Avance de ordenes de trabajo
- Avance de consumo de recursos

- Historia de equipo
- Registro de actividades del taller
- Resúmenes de tareas similares para reajuste de estándares
- Reporte de consumo de materiales

3.- Proceso de Actividades

Se registra las actividades ejecutadas:

- Al ingreso del equipo al taller
- Al inicio y final de una actividad
- Al final de la ejecución de la orden de trabajo

Al finalizar las tareas indicadas en la orden de trabajo se actualizan los archivos.

- Actividades del taller
- Plan de trabajo del taller
- Previsión de materiales
- Estándares de mantenimiento

7.3.2 Control de Costos por Ordenes de Trabajo

El objetivo de este control es cuantificar los costos de la ejecución de una Orden de Trabajo correspondiente a mano de obra, materiales,

repuestos; para lo cual valoriza la asignación de recursos que se ha registrado en el seguimiento de O. T. (DIAGRAMA 7-3-2) Los recursos necesarios son:

1.- Fuente de información

- Presupuesto de taller
- Ordenes de trabajo ejecutados
- Requerimiento de materiales
- Esquema de distribución de costos indirectos
- Costos de materiales
- Costo de mano de obra
- Costo de equipo

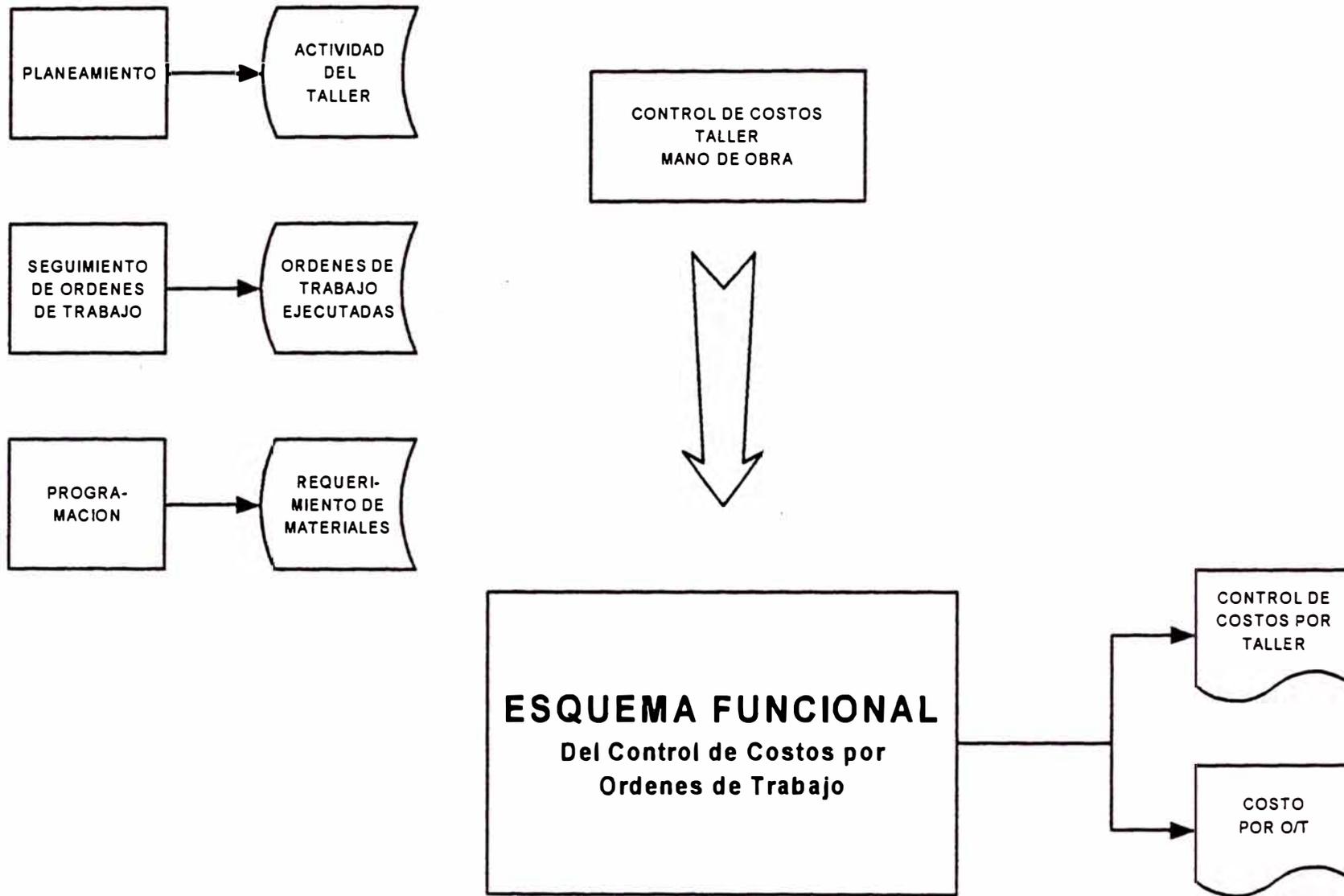
2.- Productos Básicos

- Costos de taller
- Costo de orden de trabajo

3.- Procesos de Actividades

- Por cada actividad de la O.T. ejecutada, se le valoriza la mano de obra y materiales utilizados, de acuerdo a tarifas y costos establecidos.

DIAGRAMA 7-3-2



- Luego, estos costos unitarios, son acumulados como costo directo a la orden de trabajo.
- A este costo directo se agregan costos adicionales por equipos y otros indirectos para determinar el costo total de la O.T.
- La acumulación de las diversas OT de cada taller permitirá calcular el costo de funcionamiento.

7.4 Evaluación de las Actividades del Mantenimiento Programado

Se realiza para establecer los alcances de los objetivos planteados registrando y calculando las horas paradas de los equipos por los diferentes tipos de servicios de Mantenimiento, y luego predecir las tendencias de estas horas que servirán para programar a futuro el mantenimiento respectivo.

La estructura está constituido por las siguientes actividades:

- Estadísticas de mantenimiento
- Evaluación de costos
- Evaluación del rendimiento de las operaciones de mantenimiento.

7.4.1 Estadísticas de Mantenimiento

Los objetivos son: Calcular las frecuencias y tendencias de cada uno de los factores que interese controlar para evaluar las operaciones, tales como: frecuencia de caída de equipos, frecuencia de reparaciones típicas, tiempos promedios de las rutinas, cantidades promediales de Insumos, etc., de manera que permitan reajustar los programas y rutinas de mantenimiento.

Las fuentes de información que se registran son:

- Historia de los equipos
- Récord de operación de los equipos
- Órdenes de trabajo terminadas
- Registros de servicios estándar
- Registros de reparaciones estándar
- Registros de reparaciones eventuales

Las estadísticas diversas de todos los registros del sistema tales como:

- Frecuencias de parada de equipo por reparaciones y servicios
- Probabilidad de ocurrencia por tipos de parada.
- Frecuencias de reparaciones típicas.
- Tiempos promedios de rutina etc.

7.4.2 Evaluación de Costos

El Objetivo principal es calcular los costos promedios por servicios programadas y eventuales, a fin de establecer la relación óptima del número de servicios y los costos totales del mantenimiento con los niveles de calidad requeridos (DIAGRAMA 7-4-2)

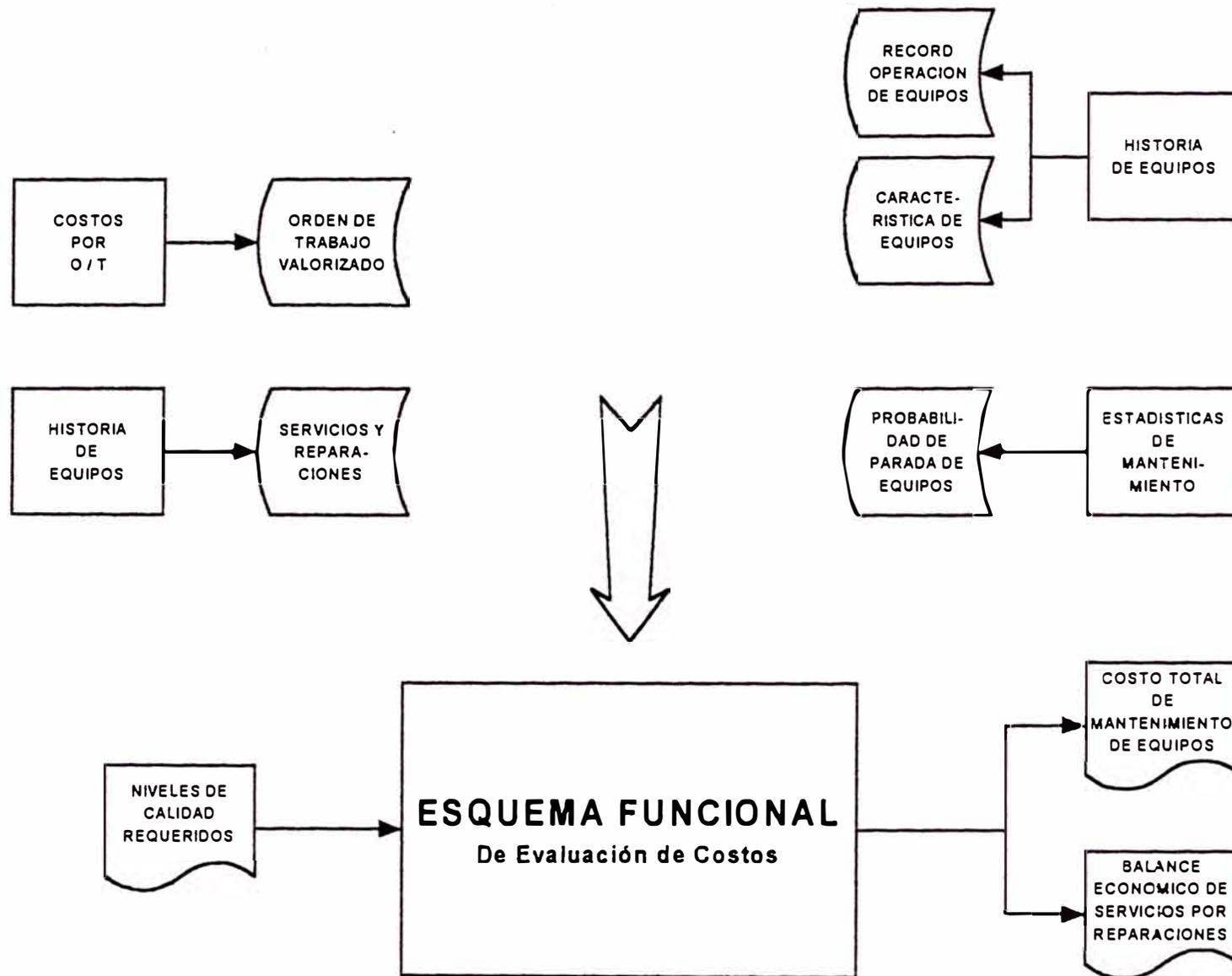
Las fuentes de información son:

- Órdenes de trabajo valorizadas
- Historia de los equipos
- Récord de operación de los equipos
- Ordenes de trabajo terminados
- Registros de servicios estándar
- Registros de operaciones estándar
- Registros de reparaciones eventuales
- Frecuencias de reparaciones
- Frecuencias de servicios

Los productos básicos de costos son:

- Costos promedios por servicios
- Costos promedios por reparaciones estándar
- Costos promedios por reparaciones eventuales

DIAGRAMA 7-4-2



- Balance de relación económica del número de servicios.
- Costo total de mantenimiento

7.4.3 Evaluación de la Productividad del Mantenimiento

Deberá comparar a través del tiempo, la variación de los factores que permiten evaluar el rendimiento de mantenimiento tales como: disminución de parada de equipo por servicio, reducción de costos totales de mantenimiento, aumento de disponibilidad mecánica de los equipos, etc., a fin de reajustar el programa de mantenimiento para que alcance los objetivos planteados (DIAGRAMA 7-4-3)

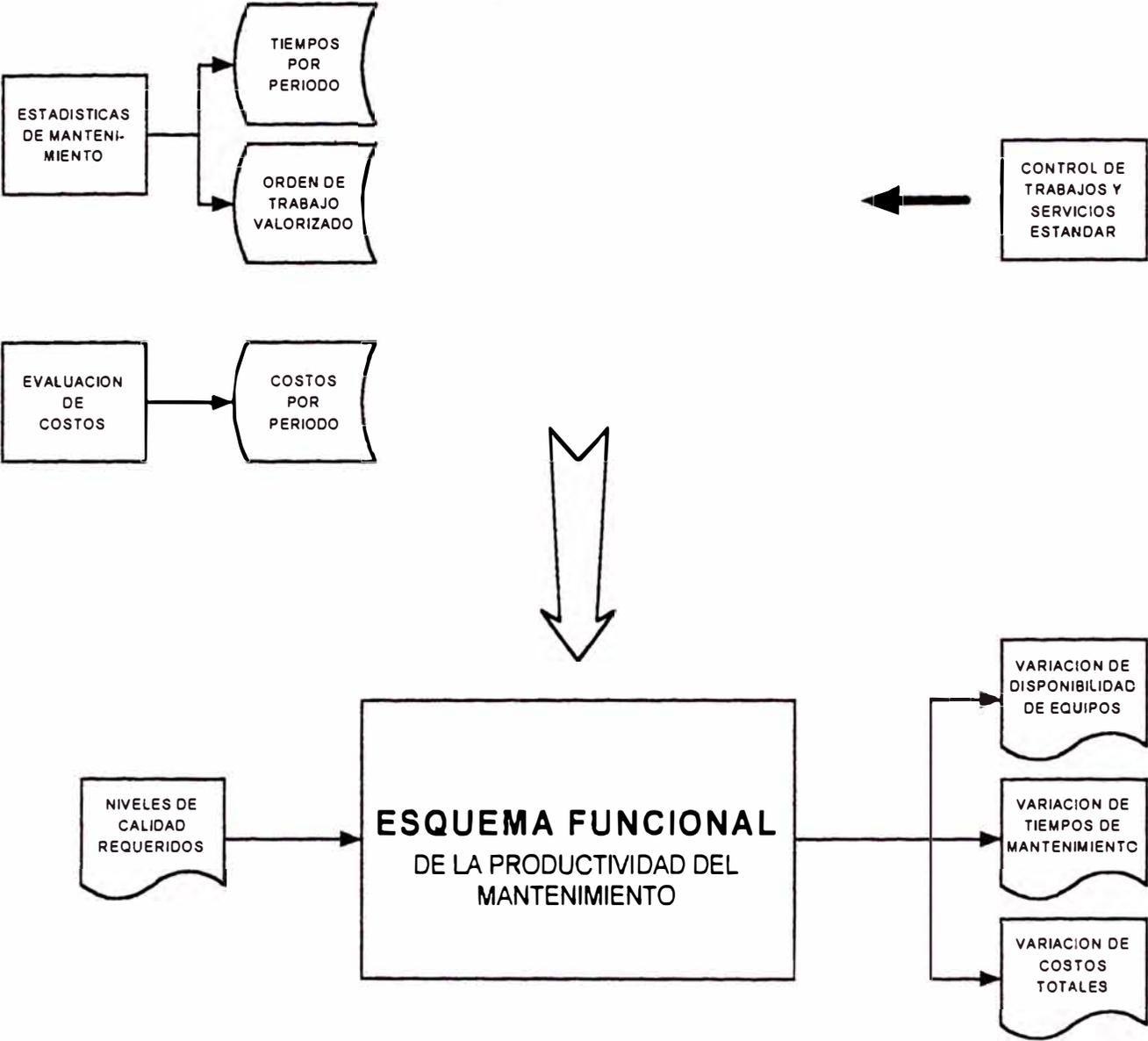
Las fuentes de información son:

- Frecuencias de reparaciones por periodos
- Tiempos totales de reparaciones por periodo
- Costos totales de reparaciones por periodo
- Reparaciones estándar efectuadas
- Reparaciones eventuales efectuadas
- Servicios efectuados

Los resultados básicos serán:

- Variación de disponibilidad mecánica

DIAGRAMA 7-4-3



- Variación de la frecuencia de parada de equipos
- Variación de costos totales
- Variación de tiempos de mantenimiento

7.5 Control del Estado de Flota de Equipos

A fin de proveer los datos de entrada, debe administrar la información correspondiente a:

- Descripción y estado de equipos
- Actividades estandarizadas de mantenimiento y
- Disponibilidad de equipos

Está constituido por los siguientes controles: Control de características y estado de equipos, Control de trabajos y servicios estándar, Control de reposición de equipos por costo de mantenimiento, Control de disponibilidad de equipo, Control de rendimiento de equipo.

7.5.1 Control de Características y Estado de Equipos

Debe registrar la información del equipo correspondiente a:

- Características generales que lo identifiquen y definan

- Componentes que lo constituyen
- Trabajos y servicios estándar ejecutados sobre él
- Récord de operación

Las fuentes de información son:

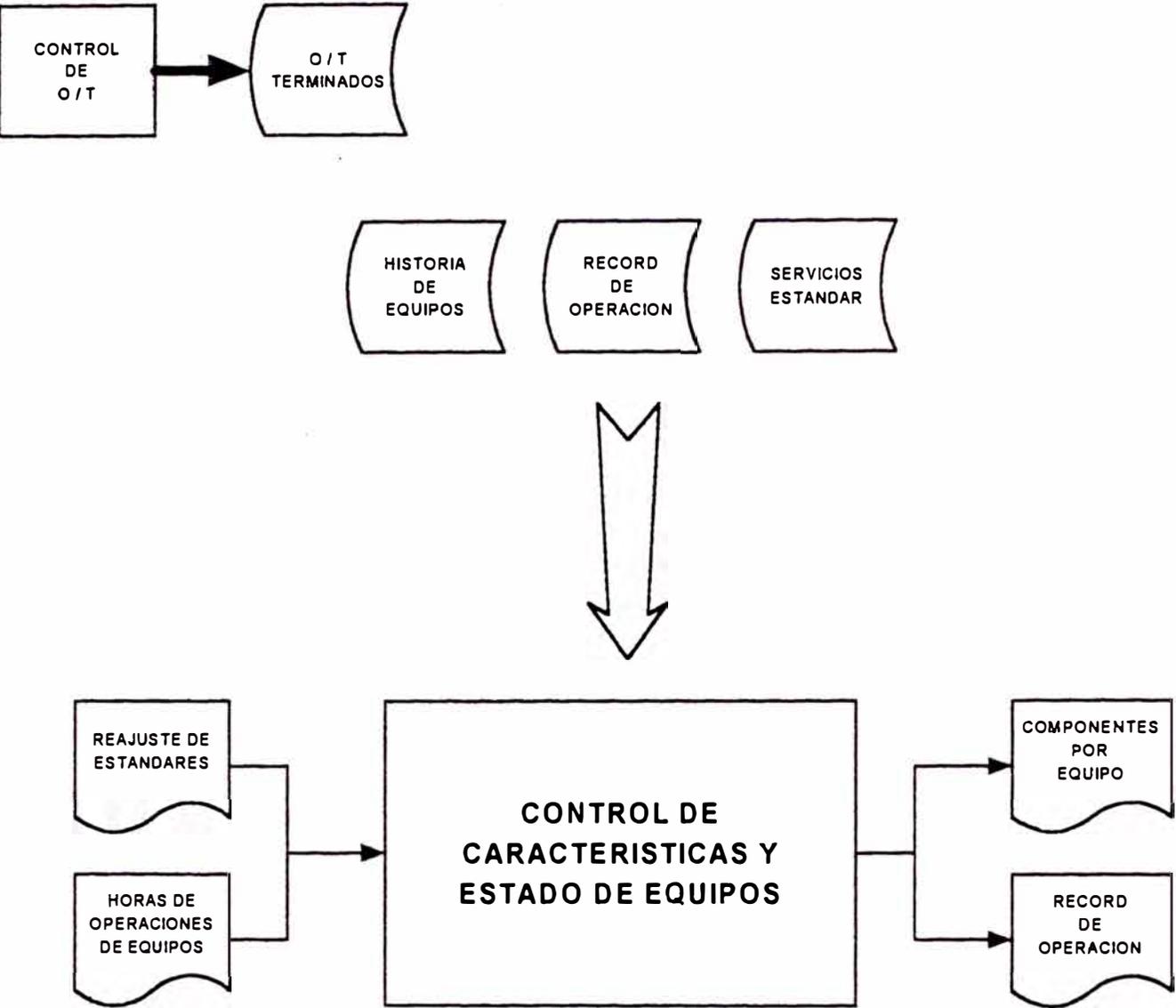
- Informe de reajustes de estándares
- Horas de operación de los equipos
- Ordenes de trabajo terminados
- Informes de estado de aceite, de cambio de llantas

Los registros básicos son lo que se indican:

- Control de características del equipo
- Historia del equipo
- Récord de operación de los equipos
- Servicios estándar
- Reproducciones eventuales

En esta parte se trabajará almacenando la información pertinente a las características y estado de equipo, y del tipo de reparaciones y servicios que es posible ejecutar sobre él, la actualizará permanentemente tomando en cuenta la información de las órdenes de trabajo ejecutadas para abastecer los requerimientos de los demás subsistemas (DIAGRAMA 7-5-1)

DIAGRAMA 7-5-1



7.5.2 Control de Trabajos y Servicios Estandarizados

Sirve para controlar la información pertinente a los trabajos y servicios estándar requeridos para mantener los equipos en operación y de las reparaciones necesarias (DIAGRAMA 7-5-2). Deberá registrar por cada tipo de servicio y reparaciones programables o no, lo siguiente:

- Actividades a realizar
- Materiales y equipos requeridos,
- Mano de obra requerida,
- Tiempos estimados de ejecución.

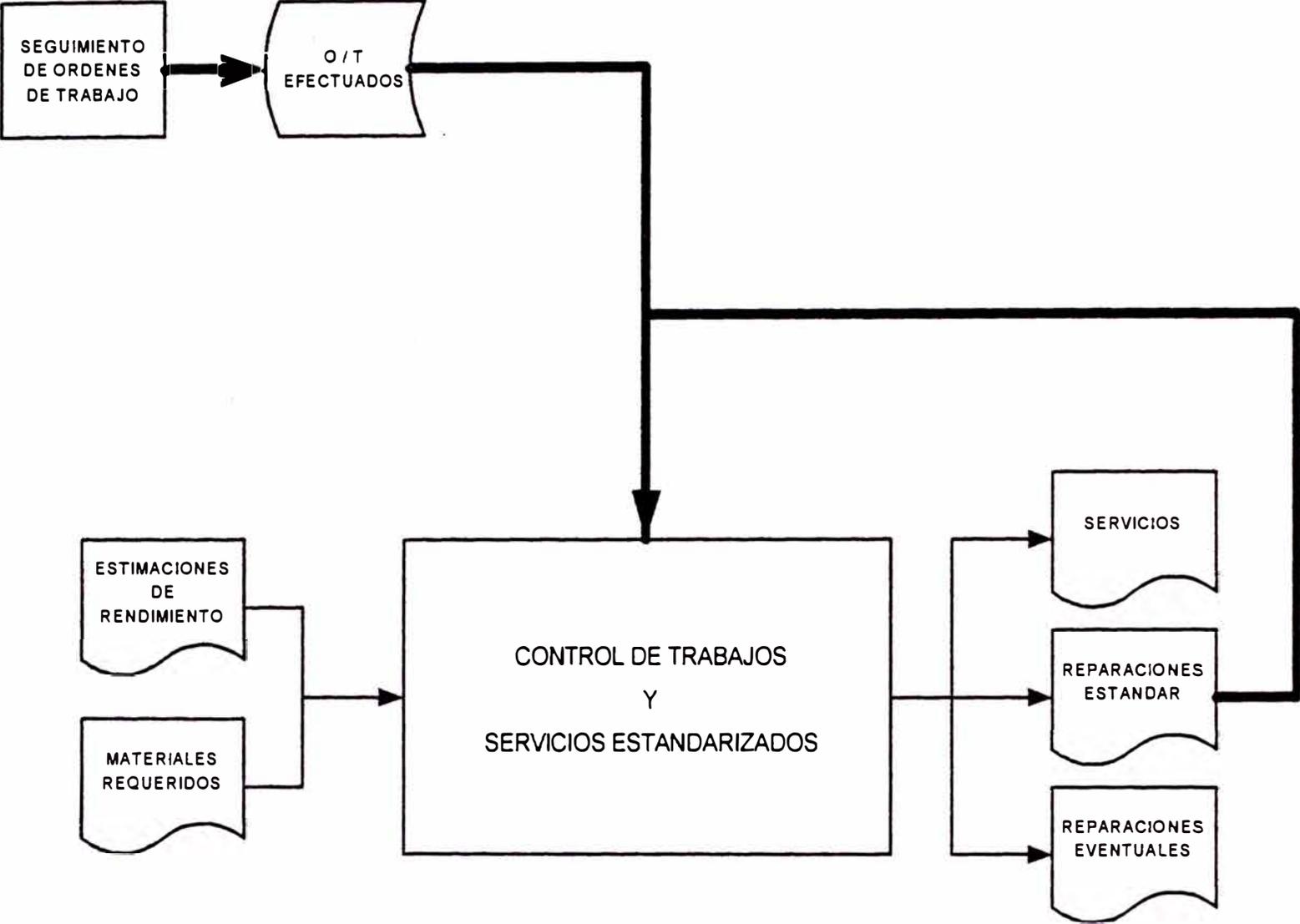
Las fuentes de información son:

- Ordenes de trabajo ejecutadas,
- Catálogos y recomendaciones del fabricante
- Estimaciones de rendimiento
- Materiales requeridos.

Los servicios serán: Servicios estándar, reparaciones estándar, reparaciones eventuales.

En los procesos se trabaja almacenando la información pertinente a los servicios y reparaciones estándar y a las reparaciones eventuales, y la actualizará tomando en cuenta la información correspondiente de las órdenes de trabajo ejecutadas.

DIAGRAMA 7-5-2



CONCLUSIONES

La producción de extracción de minerales es totalmente dependiente de los equipos pesados, por lo que la prioridad que tienen los responsables de mantener operativos estas máquinas, tiene que ser con un buen nivel de productividad para garantizar un Mantenimiento Programado eficiente y un alto grado de confiabilidad de funcionamiento de los equipos con frecuencias mínimas de paradas.

En los últimos años, la gestión de mantenimiento ha evolucionado en gran medida buscando alcanzar el máximo rendimiento de los equipos. En forma particular en la empresa minera motivo de nuestro trabajo, estos cambios se han producido en forma muy rápida, tal es así que la producción de minerales prácticamente es hoy totalmente mecanizada.

El planeamiento del Mantenimiento Productivo es la parte mas crítica, por lo que la eficacia depende de su aplicación, por lo mismo no debe posponerse la programación de las actividades a ejecutar, que incluye la estandarización de procedimientos efectivos, insumos estratégicos y la capacitación integral de todos los niveles jerárquicos que conforma el Area.

Los servicios que se brinda a los equipos pesados en la minería a cielo abierto, con los mejores índices de productividad, se obtiene cambiando el trabajo individual por el trabajo grupal y que los trabajadores deben ser seleccionados con mucho criterio en función de sus habilidades para desarrollar determinadas actividades.

La integración para el trabajo en equipo de las Areas de Mantenimiento con el Area de Producción, depende mucho de estimular al grupo, para el análisis y solución de problemas, tanto del proceso de extracción de minerales, como la falta de los equipos disponibles.

Haciendo uso de cuestionarios, encuestas, entrevistas mediremos la satisfacción de los trabajadores en su área laboral, que no permitirán identificar los factores que los motivan o desmotivan en su desempeño y

responsabilidades. Se identificará los antecedentes de cada personal en forma independiente para así mejorar la productividad parcial de la mano de obra.

Una de las conclusiones mas relevante es que el manejo de costos en cada una de las actividades es de suma importancia para el uso eficiente de los recursos. De nada sirve las mejores decisiones técnicas y de ingeniería si estos no van asociados directamente al control de costos y a la generación de procesos y actividades rentables a favor de la empresa.

De la aplicación de estas actividades podemos decir que cada una de ellas es lo que el personal y el sistema realizan en los equipos, consumiendo recursos para brindar el mejor servicio de Mantenimiento, siendo las tareas los componentes de cada actividad y que explican como estas se realizan.

La medición de costos por actividades es un sistema que:

- Asigna recursos a las actividades de reparación o de gestión y estas a su vez se asigna a los objetos de costo.
- Establece la relación entre las causas de las actividades y los que inducen a generar costos.
- Además mide el costo total y el rendimiento de cada actividad.

Al analizar los resultados de las inspecciones realizadas a los muflones de rueda frontal, nos permite saber las posibles causas de las fisuras en estas piezas. En las partes de concentración de esfuerzos, existe una alta probabilidad de que se inicie la fisuración por sobrecarga a que están sometidos los muflones en el trabajo. Cuando los volquetes recorren con mayores cargas al de su capacidad normal, y a su paso por las áreas cercanas a las zonas de carguío, donde los pisos son de forma sinusoidal estas sobrecargas se acentúan aun más.

De estas inspecciones tenemos que rescatar lo más importante como es el análisis cada 3 000 – 3 500 Hrs. de trabajo, utilizando estos informes en el Mantenimiento Predictivo, servirá para que los equipos garanticen una operación confiable sin interrupciones.

Como la mejora es continua en cada actividad del Mantenimiento, es necesario someter a propuestas a entidades que están en condiciones de realizar estos tipos de inspecciones y análisis en las mismas operaciones, para luego ser usados en otros sistemas de toda la flota de equipos.

La participación efectiva de todos los niveles de la organización permite fijar expectativas de mejorar en forma continua el éxito de todas las actividades, asignando los recursos disponibles para incrementar la

productividad mediante un liderazgo que evidencie su compromiso o responsabilidad por los resultados.

La reorientación que se le tiene que dar en forma permanente a los planes de mantenimiento, para elevar la calidad de los servicios a los equipos de producción, es determinante para garantizar el funcionamiento eficiente de estas maquinarias, en todo el tiempo de operación programada.

Mejorar permanentemente el sistema de Gestión, para iniciar y consolidar un Proceso de Mantenimiento planificado, es necesario una información oportuna y ordenada para controlar los recursos y costos de mantenimiento, por lo que se deberá responder a las siguientes preguntas:

¿Donde se gastó? : Activos, Máquinas, Instalaciones.

¿Como y cuando? : Mantto. Correctivo, Preventivo Predictivo, Over Haul.

¿Porque? : Inspecciones, Reparaciones, Análisis de Defectos, Mejoras.

¿Con que medio?: Mano de obra, Insumos, Amortizaciones, etc.

¿Con que Rentabilidad? : Indices de eficacia y de Productividad, Estado y Valor del Activo, Costo de Oportunidad, etc

La selección para un software, necesariamente debe partir de las funciones de programación y planeamiento desarrollado en el presente informe

BIBLIOGRAFÍA

1. SAMAME B., Mario : “La Minería, Gran Geografía del Perú”
Colección Manfer, España, 1986
2. EVERETT E., Adam : ”Administración de la Producción
RONALD J., Ebert y las Operaciones”
Editorial Prentice Hall, 4ta edición, 1995
3. MINTZBERG, Henry : “Diseño de las Organizaciones
Eficientes”Editorial Ateneo,
Buenos Aires, 1993.
4. GERENCIA DE FINANZAS: “Resultados Económicos y Financieros”
Dpto. de Contabilidad Centromín
Perú - Lima, 1998.

5. GERENCIA DE OPERACIONES: “Análisis y Evaluación de Costos de Operaciones y Mantenimiento”
ARROYO, Abdel
CRUZ, Guillermo
C. de Pasco, Centromin, Lima.

6. DOUNCE V., Enrique: “La Productividad en el Mantenimiento Industrial” Edit. CECSA México, 1998

7. FLORES G.R., Javier : “El Comportamiento Humano en las Organizaciones”, Edit. U. del Pacífico Lima, 1999.

8. ENDECOT S.A.: “Inspección de Ensayos No Destructivos” Informe 1966,2, Pasco, Centromin 1998

9. ISHIKAWA, Kaoru : “¿Qué es el Control de Calidad Total?”. Edit. NORMA, Colombia, 1993.

10. E. VOLLMANN, Thomas: “Sistemas de Planificación y Control de la Fabricación”, Edit. Mc Graw Hill, 1995

ANEXOS

ANEXO A

A1.- Distribución de Areas actuales y propuestos de mantenimiento

Equipo tajo.

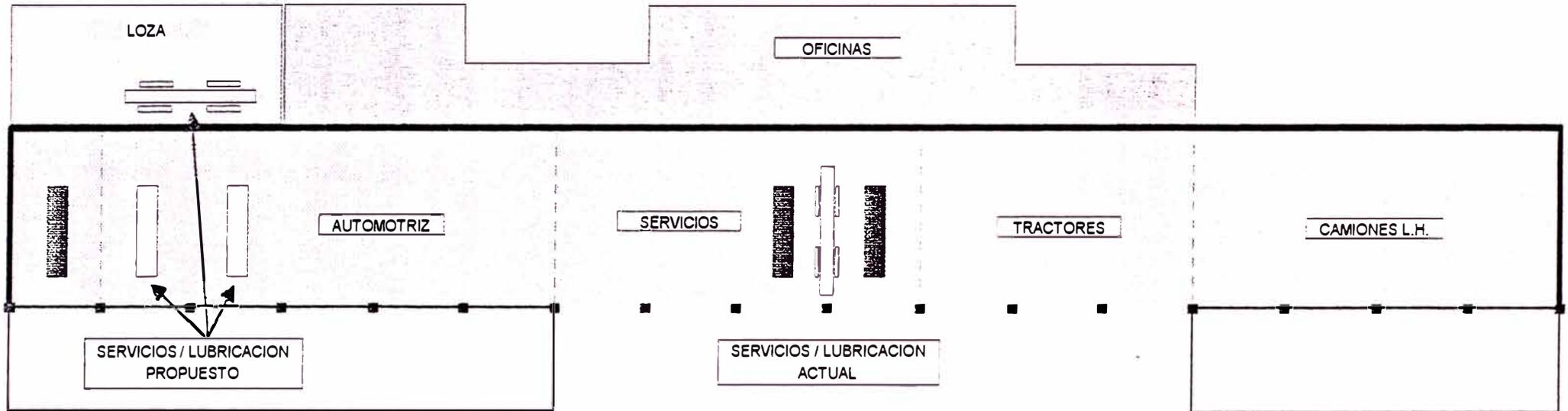
A.2.- Inventario de Equipos Pesados

A.3.- Antigüedad de Equipos Pesados

A.4.- Equipos Pesados dados de baja

A.5.- Diagnóstico Técnico para adquisición de Equipos nuevos

AREA DE MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO



INVENTARIO EQUIPO PESADO DEL TAJO

	No	FLOTA	MARCA	AÑO	MODELO	SERIAL	CAPACIDAD
1	EPT-0511	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1975	M-85	1634	100 TON
2	EPT-0512	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1975	M-85	1635	100 TON
3	EPT-0513	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1975	M-85	1636	100 TON
4	EPT-0514	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1975	M-85	1637	100 TON
5	EPT-0515	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1978	M-100	1899-C	100 TON
6	EPT-0517	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1978	M-100	1901-C	100 TON
7	EPT-0518	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1978	M-100	1902-C	100 TON
8	EPT-0519	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1979	M-100	2018-C	100 TON
9	EPT-0520	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1979	M-100	2019-C	100 TON
10	EPT-0521	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1981	M-100	3137	100 TON
11	EPT-0522	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1981	M-100	3138	100 TON
12	EPT-0523	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1982	M-100	2139	100 TON
13	EPT-0524	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1982	M-100	2140	100 TON
14	EPT-0525	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1997	MT-3000	MM-062	120 TON.
15	EPT-0526	VOLQUETE	LECTRA HAUL	1997	MT-3000	MM-063	120 TON.

INVENTARIO DE EQUIPOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA

CODIGO	NOMBRE	No INTERNO EN C de P	MARCA Y CAPACIDAD	TIPO Y AÑO	MODELO Y SERIE	MODELO Y SERIE DE MOTOR
EPB - 0340	TRACTOR DE ORUGA	13-40	CATERPILLAR 45 TNS.	BULLDOZER 1995	D-9N Serie: 6XJ01095 / Arreglo: 6T3600	MODELO : 3408 Serie: 48W38880 / Arreglo: 1056573
EPB - 0342	TRACTOR DE ORUGA	13-42	CATERPILLAR 30 TNS	BULLDOZER 1976	D9 - G 66*4447	CATERPILLAR D -35.3/66A4447
EPB - 0343	TRACTOR DE ORUGA	13-43	CATERPILLAR 45 TNS	BULLDOZER 1976	D9 - H 90V1348	CATERPILLAR D -353 - E/ 97U4059
EPB - 0349	TRACTOR DE ORUGA	13-49	CATERPILLAR 30 TNS	BULLDOZER 1970	D9 - G 66*8805	CATERPILLAR D -353 / 66A8805
EPB - 0353	TRACTOR DE ORUGA	13-53	CATERPILLAR 25 TNS	BULLDOZER 1982	D8 - K 77V15643	CATERPILLAR D -342 /50V525208
EPB - 0354	TRACTOR DE ORUGA	13-54	CATERPILLAR 45 TNS	BULLDOZER 1979	D9 - H 790V7460	CATERPILLAR D -353E /97U10293
EPB - 0364	TRACTOR DE LLANTAS	13-56	CATERPILLAR 26.62 TNS	BULLDOZER 1997	824G - TR 4SN00344	CATERPILLAR 3406 /41Z04185
EPL - 0361	CARGADOR FRONTAL	13-61	CATERPILLAR 10 Yd ³	CUCHARON 1975	992-B 25K1561	CATERPILLAR D -348-V12 /25K1561
EPL - 0363	CARGADOR FRONTAL	13-63	CATERPILLAR 13.5 Yd ³	CUCHARON 1990	992-C Serie: 49Z01685 / Arreglo: 9C3086	CATERPILLAR 73W11913/Arreg: 1N4400
EPL - 0294	CARGADOR FRONTAL	13-64	CATERPILLAR 14 Yd ³	CUCHARON 1997	992-D 7MJ00745	CATERPILLAR 73W17980
EPL - 0289	CARGADOR FRONTAL	13-67	DRESSER 2.375 Yd ³	CUCHARON 1993	515 - C 43838	DRESSER ENGINE D359T444/5223
EPL - 0281	CARGADOR FRONTAL	13-68	FIAT - ALLIS 0.7 M3	CUCHARON 1992	FR - 10B R10B9TMO495	MERCEDEZ. BENZ MWM - TD229 - EC6 Serie: 22906 - 119904
EPL - 0266	CARGADOR FRONTAL	13-69	CATERPILLAR 3.0 Yd ³	CUCHARON 1991	950-E Serie: 22Z05105 / Arreglo: 9C8372	CATERPILLAR 3304 /73W11913
EPL - 0370	CARGADOR FRONTAL	13-70	CATERPILLAR 3.5 Yd ³	CUCHARON 1979	966-C Z76J13521	CATERPILLAR 3306 - PC/3N7262
EPL - 0379	CARGADOR FRONTAL	13-79	CATERPILLAR 3.5 Yd ³	CUCHARON 1978	966-C 25U2008	CATERPILLAR 3306 /47V5951
EPK - 0385	MOTONIVELADORA	13-85	CATERPILLAR 14 pies BULL(2.25 Yd ³)	GRADER 1976	12G 135M3575	MERCEDEZ BENZ 1982 345-914/55327
EPK - 0306	MOTONIVELADORA	13-06	CATERPILLAR 16 pies BULL(2.25 Yd ³)	GRADER 1985	14G 96U06652	CATERPILLAR 3306/08225185
EPK - 0302	MOTONIVELADORA	13-02	CATERPILLAR 14 pies BULL(2.25 Yd ³)	GRADER 1987	120G 87V07909	CATERPILLAR 3304-D1Z/07Z16032
	MANIP. DE LLANTAS		HYSTER		11360XL - EC	
COT-20002	COMPRESOR	13-92	ING - RAND 900 CFM	PORTATIL DE TORNILLO 1990	P900 WCU 179484/U89580	CUMMIN'S L104 346096641
COT-20003	COMPRESOR	13-93	ING - RAND 900 CFM	PORTATIL DE TORNILLO 1990	P900 WCU 178971/U89580	CUMMIN'S L104 346089947
COT - 0398	COMPRESOR	13-98	ING - RAND 1200 CFM	PORTATIL 1977	1200 DXL 97621/U77650	GENERAL MOTOR 12V71N/7123 - 7000

ANTIGUEDAD DE EQUIPO PESADO

AÑO	TOTAL			EQUIPOS TAJO								
	%	% Acu		CAMION L.H		TRACTOR	MOTONIV.	PALAS P&H	CARF.FROM	PERF.GIO	GRUA	COMPRES
1970	1											
1971	1											
1972	2											
1973	1											
1974	0											
1975	0											
1976	1											
1977	1											
1978	2											
1979	2											
1980	1											
1981	1											
1982	2											
1983	2											
1984	1											
1985	0											
1986	1											
1987	2											
1988	1											
31 años	12	13	13	0		0	0	3	0	2	0	0
1969	1											
1970	2											
1971	0											
1972	0											
1973	0											
1974	1										1	
1975	5			4					1			
1976	3					2	1					
1977	2										1	1
1978	9			3					1			
21-30 años	23	26	38	7		3	1	0	2	1	2	1
1979	5			2		1		1	1			
1980	2											
1981	4			2								
1982	5			2		1						
1983	1											
1984	0											
1985	1						1					
1986	0											
1987	2						1					
1988	1											
11-20 años	21	23	61	6		2	2	1	1	0	0	0
1989	5											
1990	7								1			2
1991	5								1			
1992	1								1			
1993	3								1			
1994	0											
1995	5					1						
1996	2											
1997	8			2		1			1			
1998	0											
1-10 años	36	39	100	2		2	0	0	5	0	0	2
TOT.	92	100		15		7	3	4	8	3	2	3

BAJAS EQUIPO PESADO

No	CMP	TIPO	MARCA	FECHA BAJA	OBSERVACIONES
1	EPL-0372	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	28 Agosto 1,996	BAJA
2	EPL-0362	CARGADOR FRONTAL	CATERPILLAR	09 Setiembre 1,996	BAJA
3	EPT-0516	VOLQUETE	LECTRA HAUL	08 Mayo 1,996	BAJA POR ACCIDENTE
4	EPT-0571	VOLQUETE	DART	08 Agosto 1,996	BAJA
5	EPT-0570	VOLQUETE	DART	25 Octubre 1,997	BAJA
6	EPT-0502	VOLQUETE	WABCO	25 Octubre 1,997	BAJA
7	EPI-0335	PALA ELECTROMECANICA	P. & H.	25 Abril 1,997	BAJA
8	EPT-0581	VOLQUETE	DART	25 Abril 1,997	BAJA
9	COT-0399	COMPRESORA PORTATIL	INGERSOLL RAND	17 Abril 1,997	BAJA
10	COT-90002	COMPRESORA PORTATIL	ATLAS COPCO	17 Abril 1,997	BAJA

BAJAS PENDIENTES EQUIPO PESADO

No	CMP	DESCRIPCION	MARCA	FECHA BAJA	OBSERVACIONES
1	EPT-0361	CARGADOR FRONTAL 992-B	CATERPILLAR		Opera en el área de la tolva de Chancadora del Tajo efectuando el "Blending" de mineral. No existe equipo similar en el mercado para alquilar.
2	EPI-0349	TRACTOR DE ORUGAS D9G	CATERPILLAR		Requiere equipo de reemplazo. No existe en el mercado equipos en alquiler. Tarifa de alquiler onerosa: \$ 140/hora-
3	EPK-0385	MOTONIVELADORA 12G	CATERPILLAR		Opera áreas de acceso de mina. Requiere reemplazo y/o alquiler. No se encuentra en el mercado similar equipo.

DIAGNOSTICO TÉCNICO

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PESADOS MEDIANTE EL SISTEMA LEASING

Nº CMP EPL-0370 TIPO CARGADOR MARCA CATERPILLAR
AREA ASIGNADA CONCENTRADORA AÑO 1979 ANTG. 19

MODELO: 966-C

SERIAL: Z76513521

CAPACIDAD: 3.5 Yd³.

DIAGNOSTICO MECÁNICO

- El bastidor principal y el puente de unión está reconstruido con insertos y soldadura. El chasis soporte tiene injerto de vigas y no es posible dar un alineamiento perfecto al motor/transmisión.
- El sistema de frenos, dirección y mandos finales se les ha adaptado repuestos en la parte de los housing y case.
- En 1997 el costo mensual promedio fue S/.22,345.00, en Enero 98 se gastó S/.37,670.00, cifras muy por encima de un alquiler u otra modalidad.
- Estos costos altos es producto de reconstrucción en nuestros Talleres.
- Cucharón inadecuado para reconstruir.

DIAGNOSTICO ELÉCTRICO

- Sistema totalmente reconstruido tanto en los sistemas de cableado y de protección de los elementos principales: motor, transmisión/convertidor.
 - El sistema de luces no se fija correctamente para trabajos de noche. No funciona alarmas. Acondicionar todos los sistemas electricos y de protección seria muy caro.
 - Equipo expuesto a cortocircuitos y posible incendio por tener muchas fugas de aceites y combustibles.
-
-
-
-

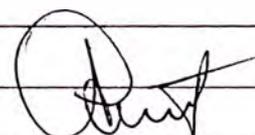
RECOMENDACIÓN

- Dar de baja por su antigüedad, obsolescencia y altos costos de mantenimiento.
 - Es de alto riesgo continuar operando, por ser equipo antiguo y obsoleto.
-
-
-

Evaluación realizada por: ING.

G. CRUZ F.

Firma



ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PESADOS MEDIANTE EL SISTEMA LEASING

Nº CMP	EFL-0370	TIPO	CARGADOR	MARCA	CATERPILLAR
AREA ASIGNADA	CONCENTRADORA	AÑO	1979	ANTIG.	19
MODELO:	966-C	SERIAL:	Z76513521	CAPACIDAD:	3.5 Yd ³
TIPO DE EQUIPO SOLICITADO:	CARGADOR FRONTAL				
MARCA :	CATERPILLAR	MODELO:	966 - F		
MONTO ESTIMADO:					

1.0 OBJETIVO

Para el carguío de concentrados a los vagones y volquetes en la Planta Concentradora "Paragsha".

2.0 CARACTERISTICAS AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima	30 °C
Temperatura Ambiente Mínima	-18 °C
Altitud m.s.n.m.	4300

3.0 CONDICIONES DE TRABAJO

Trabajo Continuo	21 Hrs/Ida, 7 Dias/Semana
Distancia Promedio de Acarreo	50 m.
Capacidad del tanque de combustible	Debe durar para 24 Hrs. de operación.

4.0 MATERIAL DE TRABAJO

Tipo	Concentrado Plomo, Cobre y Zinc
Gravedad Especifica	3100 Kg./m ³
Estado del Mineral	Concentrado

5.0 CAPACIDAD

Para carguío de vagones	50 Tn.
Para carguío de volquetes	40 Tn.
Capacidad en Volumen	3.12 m ³ (4 Yd ³)
Capacidad en Peso	9.500 Kg.
Espacio Libre sobre el suelo	0.475 mts. (18.7")

6.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPONENTES DEL EQUIPO

6.1 DATOS DEL MOTOR

Potencia Bruta a 2100 RPM	300 HP
Potencia al Volante a 2100 RPM	275 HP
Número de Cilindros	6
Cilindrada	14.6 Lt. (0.893 pulg ³)

6.2 DATOS DE LA TRANSMISION

Power Shift - Servotransmisión automática
Power Shift y Convertidor de par de capacidad variable.
Nro. de Velocidades: 4
Avance/Retroceso (Km./hr)
1ra : 7.3 / 8.3
2da: 13.0 / 14.8
3ra: 22.5 / 25.6

6.3 MANDOS FINALES

Diferenciales de patinaje limitado, que mejoran la tracción en terrenos resbaladizos.

6.4 FRENSOS Y DIRECCION

Frenos de Discos en aceite en las 4 ruedas totalmente hermeticas con pedal izquierdo con interruptor neutralizador de transmisión y activa el freno.

Dirección de bastidor articulado (con articulación en el punto medio de la maquina). Permite que las ruedas traseras sigan la trayectoria de las delanteras.

6.5 SISTEMA HIDRAULICO

■ Sistema en Circuito Cerrado con Control de Presión, con cilindros hidráulicos de doble efecto de levantamiento e inclinación.

■ Tiempo de ciclo hidráulico con carga nominal en cucharón:

Levantamiento : 7.1 segundos.

Descarga : 2.0 segundos

Descenso libre: 2.4 segundos.

6.6 NEUMATICOS

■ Llanta sin Cámara de Bajo Perfil standard: 23.5 x 25

6.7 CABINA

- Con estructura "ROPS" bajo normas ISO 3471
- Cabina Hermética, iluminada interiormente, Luces de Tablero.
- Asiento con suspensión de aire, retrovisores, cinturón de seguridad.
- Protección contra incendios.

6.8 SISTEMA ELECTRICO

- Sistema en general: 24 voltios.
- Arrancador Eléctrico : 24 voltios D.C.
- Sistema de Luces Halógenas
- Alarma de retroceso, claxon.
- Tablero de instrumentos completo con alarmas y luces de prevención.
- Protección en general contra cortocircuitos.

7.0 SISTEMA CUCHARON

- Cucharón en "V" con dientes, ensanchado hacia adelante con refuerzos en la base y laterales.
- Capacidad Máxima : 3.6 m³ (4.75 Yd³).
- Capacidad al ras : 3.12 m³ (4.09 Yd³).
- Altura de descarga a pleno levantamiento y ángulo de descarga de 45° : 1.32 mts. (4' - 4")
- Altura a ángulo de descarga de 45° : 1.75 mts. (5' - 10")
- Profundidad de excavación: 0.52 mts. (2")
- Circulo de giro del cargador: 48' - 10".

8.0 DIMENSIONES

• Distancia entre ejes	3.35 mts.
• Altura hasta el techo ROPS	3.43 mts.
• Altura total máxima	5.59 mts.
• Altura de descarga a 45° a Lev. Máximo.	2.98 mts. (9' - 9")

DIAGNOSTICO TÉCNICO

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PESADOS MEDIANTE EL SISTEMA LEASING

Nº CMP EPB-0349 TIPO TRACTOR MARCA CATERPILLAR
AREA ASIGNADA TAJO I RAUL ROJASI AÑO 1970 ANTG. 28

MODELO: D9G SERIAL: 66^a8805 CAPACIDAD: 30 TON.

DIAGNOSTICO MECÁNICO

- El bastidor principal tiene injertos en las uniones y en el puente soporte motor transmisión (Es reconstruido). Chasis fatigado por constantes soldaduras (Nuevo \$ 70,000 FOB). Los brazos y el bulldozer fabricado en nuestro taller (FOB \$ 78,000). El motor D343 modelo antiguo y obsoleto, block con 60,000 hrs..El sistema de ripper, muy necesario para las operaciones. Actualmente no funciona, porque el chasis no lo soportaría. En los sistemas de transmisión/convertidor/dirección/frenos están anulados varios comandos de operación por obsoleto.
 - Reconstrucción total aprox. \$ 350,000 por vida útil aprox. 7 años
 - Los costos de operación en los ultimos 3 años superan los 80 U.S. \$/Hr. con una Disponibilidad de 52% (Tractor nuevo 37U.S. \$/Hr. y 96% de Disponibilidad.
- | |
|--|
| |
| |
| |
| |

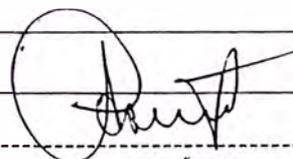
DIAGNOSTICO ELÉCTRICO

- Continuarmente el sistema arrancador/alternador tiene problemas; los sistemas de fijación / soporte del motor fatigados, reconstruidos.
 - El cableado de todos los elementos eléctricos (Protección , luces, tec.) necesitan un cambio total.
 - Los circuitos de protección para los diferentes sistemas es de alto riesgo por estar acondicionados con elementos de otros modelos de equipos (Sensores insuficientes e inadecuados)
- | |
|--|
| |
| |
| |
| |

RECOMENDACIÓN

Por el diagnóstico realizado es muy necesario dar de baja , por baja confiabilidad (Disp. 24 %) y por necesitar mucha inversión para reflotarlo. Por ser obsoletos está expuesto a accidentes de cualquier índole.

Evaluación realizada por: ING. G. CRUZ F. Firma


Nov. '98

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PESADOS MEDIANTE EL SISTEMA LEASING

Nº CMP	EPB-0349	TIPO	TRACTOR	MARCA	CATERPILLAR
AREA ASIGNADA	TAJO "RAUL ROJAS"	AÑO	1970	ANTIG.	28
MODELO:	D9G	SERIAL:	668805	CAPACIDAD:	30.0 Tn.
TIPO DE EQUIPO SOLICITADO:	TRACTOR DE ORUGAS				
MARCA :	CATERPILLAR	MODELO:	D9R		
MONTO ESTIMADO:					

1.0 OBJETIVO

Para ser utilizado en el Mantenimiento de las vías de acceso de los equipos y apilamiento de material en las operaciones del tajo "Raúl Rojas".

2.0 CARACTERISTICAS AMBIENTALES

Temperatura Ambiente Máxima	30 °C
Temperatura Ambiente Mínima	-18 °C
Altitud m. s. n. m.	4300

3.0 CONDICIONES DE TRABAJO

Trabajo Continuo	21 Hrs/Ida, 7 Días/Semana
Distancia Promedio de Trabajo	30 mts
Gradiente Máxima	25°
Factor Operador Bueno	0.75
Eficiencia del trabajador	50 min./Hr.
Capacidad del combustible	Un tanque lleno debe durar mas de 24 Hrs. de operación del equipo.

4.0 MATERIAL DE TRABAJO

Tipo	Rocas sueltas grandes, Húmedo, fragmentos Agudos, difícil de cortar. Congelado se apelmaza.
Contenido de Mineral	Firita con plata.
Gravedad Especifica	4318 Kg./m ³
Estado del Mineral	Roca 0. 80

5.0 CAPACIDAD DEL EQUIPO

Capacidad de arrastre del Tractor	14.4 mt ³ .
Producción mayor de	90 m ³ /Hr
Peso de la Hoja Topadora Aprox.	6900 Kg.
Presión sobre el suelo máx.	16 psi
Defensas inferiores y de radiador	Con bisagras

6.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPONENTES DEL EQUIPO

6.1 DATOS DEL MOTOR

Potencia Bruta a 1900 RPM	405 HP
Potencia al Volante a 1900 RPM	332 HP
Número de Cilindros	8
Cilindrada	18 Lt (1099 pulg ³)

6.2 DATOS DE LA TRANSMISION

Power Shift servo transmisión
Convertidor de par de capacidad variable
Nro. de Velocidades: 3
Avance/Retroceso (Km./hr)
1ra: 3.9/4.8
2da: 6.8/8.4
3ra: 11.8/14.7

6.3 MANDOS FINALES

Con Engranajes Planetarios de perfil convexo y doble reducción de 3 planetarios.
Ruedas Motrices con segmento de aro reemplazable.

6.4 FRENOS

Con Discos Múltiples, enfriado con aceite a presión.
Embrague con activación hidráulica.
Frenos con acoplamiento de resorte y desactiva hidráulicamente
Con freno de parqueo.

6.5 DIRECCION

Mandos Manuales de combinación de desacoplamiento del embrague de dirección y frenado con un control independiente por cadena.
--

6.6 SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema de Control Hidráulico de 4 válvulas para accionar el Bulldozer y el Ripper.
Templador de oruga de Control Hidráulico.
Flujo a 1000 PSI, 1900 RPM: 86.3 GPM.
Presión Válvula alivio de levantamiento : 2700 PSI

6.7 TREN DE RODAMIENTOS

Tren de rodamiento con sistema de suspensión con bastidor de orugas tipo tubular con 8 rodillos.
Cadenas con pines sellados y lubricados de 43 eslabones.
Zapatas para trabajos extrapesado de 24 " de ancho.

6.8 HOJA TOPADORA (BULLDOZER)

Bulldozer con Hoja Semi-universal y cilindro de inclinación con Plancha Protectora de Desgaste (SAE J1265).
Longitud/ Altura : 4.66 mts./ 1.9 mts.
Peso del Bulldozer : 6.9 Ton.
Profundidad de excavación : 0.62 mts.
Espacio Libre sobre suelo levantado : 1.368
Angulo Máximo : +3.4°
Inclinación Hidráulica Máx. : 1.014 mts.

6.9 DESGARRADOR (RIPPER)

Desgarrador tipo Paralelogramo Ajustable Monodiente. Con variación del ángulo del diente accionado Hidráulicamente.
Máximo ángulo de rampa : 34.2
Profundidad máxima de excavación : 1.234 mts.
Ajuste de paso: desgarrador bajado
Hacia adelante : 10°
Hacia atrás : 15.1°
Alcance máximo a nivel del piso : 1.27 mts.

6.10 CABINA

Cabina cerrada ROPS a prueba de volcaduras y con aislamiento contra ruido. Con sistema de aire acondicionado y de calefacción, normas ISO 3471, SAE J395.

Asiento con sistema de suspensión y cinturón de seguridad.

Con tablero para fijar todos los instrumentos de control de funcionamiento y de advertencia de averías, así como tacómetro y horómetro.

Protección contra incendios.

6.11 SISTEMA ELECTRICO

Sistema en general: 24 voltios.

Arrancador Eléctrico : 24 voltios D.C.

Sistema de Luces Halógenas

Alarma de retroceso, claxon.

Tablero de instrumentos completo con alarmas y luces de prevención.

Protección en general contra cortocircuitos.

7.0 DIMENSIONES

Longitud	14.5 mts.
Ancho	4.70 mts.

ANEXO B

- B.1.- Reporte de Disponibilidad – Equipo Pesado 1998
- B.2.- Formulas utilizadas para Cálculo de Disponibilidad y utilización de Equipos en la Unidad Minera.
- B.3.- Diagrama de un ciclo operativo de transporte
- B.4.- Eficiencia de los Equipos vs distancia de acarreo

REPORTE DE DISPONIBILIDAD MECANICA - EQUIPO PESADO - TAJO

- DICIEMBRE 1998

EQUIPO TIPO	HORAS PROGRAMADAS (P)		MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PI)		REPARACIONES MECAN. ELECTR. (R)		OTRAS DEMORAS (O)		DEMORAS OPERATIVAS (OP)		DEMORAS FUJAS (F)		HORAS			DISPONIBILIDAD MECANICA			DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO			UTILIZACION EFECTIVA				
	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	DISPONIBLE	EXCEPCION	REPARADAS	MES 98	AÑO 98	97	MES 98	AÑO 98	97	MES 98	AÑO 98	97		
CAMION LECTRA																										
15-11	624.00	7416.00	9.00	91.50	45.50	3060.55	43.00	299.25	4.75	5.45	43.00	421.50	569.50	521.75	478.75	91.27%	57.50%	72.50%	83.61%	53.39%	65.40%	76.72%	47.70%	56.90%		
15-12	609.00	7184.00	11.00	138.50	99.00	1117.85	34.00	405.00	0.00	18.50	34.00	693.50	498.00	464.00	430.00	81.91%	82.51%	82.40%	76.32%	76.62%	75.80%	70.72%	66.06%	65.90%		
15-13	600.00	7200.00	17.00	115.00	139.00	1097.15	30.50	415.00	0.00	0.50	30.50	707.50	444.00	413.50	383.00	74.00%	83.16%	78.90%	88.82%	77.39%	72.60%	83.83%	87.57%	83.10%		
15-14	720.00	7336.00	0.00	142.00	720.00	3331.90	0.00	206.50	0.00	13.50	0.00	459.50	0.00	0.00	0.00	0.00%	52.65%	46.60%	0.00%	48.56%	42.20%	0.00%	42.29%	36.60%		
15-15	600.00	7192.00	10.00	125.00	136.25	1235.10	30.00	362.00	0.00	8.25	30.00	674.00	453.75	423.75	393.75	75.63%	81.09%	74.20%	70.63%	75.94%	69.10%	65.63%	65.57%	60.10%		
15-17	600.00	7252.00	17.00	133.50	58.25	1491.35	34.50	377.50	0.00	10.75	34.50	649.50	524.75	490.25	455.75	87.46%	77.59%	81.30%	81.71%	72.24%	75.30%	75.96%	63.28%	65.50%		
15-18	632.00	7272.50	8.50	117.50	177.00	976.10	38.00	429.50	0.00	1.25	38.00	727.50	446.50	408.50	370.50	70.65%	84.96%	63.90%	64.64%	79.04%	56.80%	58.62%	69.04%	49.20%		
15-19	600.00	7200.00	9.50	113.00	43.50	1084.80	34.50	404.75	0.00	5.25	34.50	695.75	547.00	512.50	478.00	91.17%	83.59%	83.60%	85.42%	77.98%	77.70%	79.67%	63.44%	67.70%		
15-20	632.00	7256.00	1.00	114.50	232.75	1789.20	26.50	281.50	0.00	10.50	26.50	610.00	398.25	371.75	345.25	63.01%	73.76%	75.30%	58.82%	68.36%	59.70%	54.63%	59.95%	50.70%		
15-21	616.00	7264.00	9.00	137.50	35.50	1003.15	37.00	422.00	0.00	9.00	37.00	701.50	571.50	534.50	497.50	92.78%	84.30%	81.70%	86.77%	78.36%	76.00%	80.76%	68.71%	65.20%		
15-22	648.00	6120.00	8.00	59.00	60.50	2652.95	37.50	231.00	0.00	0.00	37.50	377.00	579.50	542.00	504.50	89.43%	55.89%	81.80%	83.64%	51.91%	75.70%	77.85%	45.75%	65.80%		
15-23	600.00	7216.00	8.50	140.50	51.75	1158.80	36.00	411.00	0.00	3.20	36.00	683.75	539.75	503.75	467.75	89.96%	81.99%	81.70%	83.96%	76.25%	75.80%	77.96%	56.78%	65.10%		
15-24	656.00	7384.00	8.00	130.50	217.00	1795.80	28.50	376.50	0.00	5.95	28.50	631.25	431.00	402.50	374.00	65.70%	73.91%	68.00%	61.36%	68.73%	62.80%	57.01%	60.18%	54.70%		
Total	8136.00	93392.50	116.50	1558.00	2016.00	21794.70	410.00	4801.50	4.75	92.10	410.00	8032.25	6003.50	5588.75	5178.75	73.79%	75.00%	74.70%	68.69%	69.76%	68.60%	63.65%	61.15%	59.80%		
CAMION LECTRA 120 m																										
15-25	616.00	7375.50	9.00	158.50	13.50	697.75	37.50	421.25	0.00	9.00	74.00	792.50	593.50	556.00	402.00	96.35%	88.39%	90.40%	90.26%	82.56%	84.30%	78.25%	71.81%	73.40%		
15-26	616.00	6680.00	8.50	110.50	30.25	1239.60	37.50	347.25	0.00	4.50	74.00	658.25	577.25	539.75	465.75	93.71%	79.79%	91.20%	87.62%	74.52%	84.70%	75.61%	64.67%	73.80%		
Total	1232.00	14055.50	17.50	269.00	43.75	1937.35	75.00	768.50	0.00	13.50	148.00	1450.75	593.50	556.00	402.00	95.03%	84.09%	90.80%	88.94%	78.54%	84.50%	76.93%	68.24%	73.60%		
PALAS F&H-1400																										
13-27	600.00	6448.00	16.00	123.20	16.00	534.45	569.25	2663.75	5.75	749.50	0.00	460.45	576.00	1.00	1.00	94.74%	89.80%	86.20%	0.16%	36.87%	26.00%	0.16%	29.72%	28.30%		
13-28	600.00	7128.00	10.00	134.00	32.75	670.95	258.00	2150.75	61.75	1044.95	45.75	626.70	565.25	245.50	199.75	92.97%	88.71%	91.50%	40.38%	43.87%	41.40%	32.85%	35.08%	32.50%		
Total	1216.00	13576.00	26.00	257.20	48.75	1205.40	827.25	4814.50	67.50	1794.45	45.75	1087.15	1141.25	246.50	200.75	93.85%	89.25%	88.85%	20.27%	40.37%	38.70%	16.51%	32.40%	30.40%		
F&H-1900																										
13-29	624.00	7248.00	15.50	144.50	16.50	1051.25	135.75	1540.45	34.00	434.45	68.75	693.45	592.00	422.25	353.50	94.87%	83.50%	83.40%	67.67%	56.25%	55.10%	55.65%	46.69%	37.40%		
Total	624.00	7248.00	15.50	144.50	16.50	1051.25	135.75	1540.45	34.00	434.45	68.75	693.45	592.00	422.25	353.50	94.87%	83.50%	83.40%	67.67%	56.25%	55.10%	56.65%	46.69%	37.40%		
PERFORADORA BUCYRUS ERIE 40-R																										
13-23	632.00	6920.50	8.00	84.00	23.00	657.30	454.00	3980.70	12.75	189.70	22.00	255.50	601.00	134.25	112.25	95.09%	89.29%	86.40%	21.24%	29.03%	36.60%	17.76%	25.33%	30.80%		
Total	632.00	6920.50	8.00	84.00	23.00	657.30	454.00	3980.70	12.75	189.70	22.00	255.50	601.00	134.25	112.25	95.09%	89.29%	86.40%	21.24%	29.03%	36.60%	17.76%	25.33%	30.80%		
BUCYRUS ERIE 45-R																										
13-25	640.00	6899.75	7.50	118.50	105.00	412.70	170.00	2368.00	15.25	228.50	43.00	606.50	527.50	342.25	299.25	82.42%	92.30%	89.80%	53.48%	54.70%	48.50%	46.76%	45.91%	40.40%		
Total	640.00	6899.75	7.50	118.50	105.00	412.70	170.00	2368.00	15.25	228.50	43.00	606.50	527.50	342.25	299.25	82.42%	92.30%	89.80%	53.48%	54.70%	46.50%	46.76%	45.91%	40.40%		

REPORTE DE DISPONIBILIDAD MECANICA - EQUIPO PESADO - TAJO

- NOVIEMBRE 1998

EQUIPO TIPO	HORAS PROGRAMADAS (A)		MANTENIMIENTO PREVENTIVO (B)		REPARACIONES MECAN. ELECTR. (C)		OTRAS DEMORAS (D)		DEMORAS OPERATIVAS (E)		DEMORAS FIJAS (F)		HORAS			DISPONIBILIDAD MECANICA			DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO			UTILIZACION EFECTIVA		
	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	DISPONIBLE	NO OPERATIVO	TOTAL	MES 98	AÑO 98	97	MES 98	AÑO 98	97	MES 98	AÑO 98	97
JUMBO																								
13-14	200.00	2194.00	8.00	8.00	145.00	766.75	8.75	792.00	10.50	82.50	7.00	116.50	47.00	27.75	20.75	23.50%	64.69%	53.70%	13.88%	24.83%	31.60%	10.35%	15.52%	26.00%
Total	160.00	2194.00	8.00	8.00	145.00	766.75	8.75	792.00	10.50	82.50	7.00	116.50	47.00	27.75	20.75	23.50%	64.69%	53.70%	13.88%	24.83%	31.60%	10.35%	15.52%	26.00%
TRACTORES D-5 CAT																								
13-40	6480.00	7384.00	8.00	133.00	40.50	782.15	97.50	1050.95	0.00	8.75	92.00	1005.95	599.50	502.00	410.00	92.52%	87.61%	84.60%	77.47%	73.23%	70.90%	65.27%	59.83%	57.50%
13-42	704.00	7097.00	15.50	113.50	64.00	1869.75	98.00	1221.55	0.00	24.70	97.50	688.25	624.50	526.50	429.00	88.71%	72.06%	24.30%	74.75%	54.45%	20.00%	50.94%	44.75%	16.50%
13-43	728.00	6594.50	17.00	98.00	361.00	1821.25	62.00	917.75	0.00	21.25	55.00	761.50	350.00	289.00	233.00	48.08%	72.56%	66.20%	39.56%	59.14%	51.90%	32.01%	43.25%	42.50%
13-54	632.00	7032.00	7.00	140.00	233.75	1346.45	85.50	1425.25	4.75	39.00	50.00	720.45	391.25	301.00	251.00	61.91%	78.86%	59.00%	47.63%	58.04%	46.30%	35.72%	47.75%	37.50%
Total	2712.00	28507.50	47.50	484.50	699.25	5819.60	343.00	4615.90	4.75	93.70	294.50	3178.15	1965.25	1617.50	1323.00	72.80%	77.77%	58.53%	59.66%	51.23%	47.26%	48.92%	53.12%	38.89%
TRACTOR DE LLANTAS																								
13-56	600.00	6968.00	17.00	116.00	13.25	1028.50	95.75	1125.50	2.75	15.25	87.50	854.45	569.75	471.25	383.75	94.96%	83.57%	64.50%	73.54%	67.20%	50.60%	63.93%	54.94%	41.50%
Total	600.00	6968.00	17.00	116.00	13.25	1028.50	95.75	1125.50	2.75	15.25	87.50	854.45	569.75	471.25	383.75	94.96%	83.57%	64.50%	73.54%	67.20%	50.60%	63.93%	54.94%	41.50%
CARGADORES 922 B CAT																								
13-61	608.00	7176.00	11.00	76.00	139.00	3584.65	123.50	909.00	7.50	70.25	62.50	467.20	458.00	327.00	264.50	75.33%	48.99%	35.30%	53.78%	35.34%	29.60%	43.56%	28.83%	23.60%
Total	608.00	7176.00	11.00	76.00	139.00	3584.65	123.50	909.00	7.50	70.25	62.50	467.20	458.00	327.00	264.50	75.33%	48.99%	35.30%	53.78%	35.34%	29.60%	43.56%	28.83%	23.60%
LICIONIVELADORAS CAT																								
13-02	520.00	4868.00	5.00	79.00	107.50	1551.80	100.00	889.45	0.00	16.50	52.50	354.75	407.50	307.50	255.00	78.37%	66.50%	52.30%	53.13%	47.85%	38.50%	45.04%	40.80%	29.30%
13-06	624.00	7110.00	16.50	131.50	136.50	1500.40	92.25	1117.75	2.50	12.00	72.50	799.50	471.00	376.25	303.75	75.46%	77.05%	55.70%	50.36%	61.16%	47.40%	48.86%	49.91%	35.00%
Total	624.00	7110.00	21.50	210.50	244.00	3052.20	192.25	2007.20	2.50	28.50	125.00	1154.25	478.50	683.75	558.75	76.92%	71.77%	55.50%	59.72%	54.52%	41.95%	46.85%	45.26%	34.15%
COMPRESORAS IR																								
13-98	200.00	2234.00	0.00	27.00	80.00	440.95	7.50	660.00	9.75	143.25	6.00	112.50	120.00	102.75	96.75	60.00%	79.05%	92.50%	51.36%	43.10%	33.60%	46.32%	38.06%	27.90%
Total	200.00	2234.00	0.00	27.00	80.00	440.95	7.50	660.00	9.75	143.25	6.00	112.50	120.00	102.75	96.75	60.00%	79.05%	92.50%	51.36%	43.10%	33.60%	46.32%	38.06%	27.90%
CARGADORES 662 C CAT																								
13-63	616.00	7288.00	35.50	318.00	25.75	719.70	85.25	1019.95	13.25	153.25	86.25	930.95	554.75	456.25	370.00	50.06%	85.76%	50.60%	74.07%	69.66%	70.50%	60.08%	58.55%	57.10%
Total	616.00	7288.00	35.50	318.00	25.75	719.70	85.25	1019.95	13.25	153.25	86.25	930.95	554.75	456.25	370.00	50.06%	85.76%	50.60%	74.07%	69.66%	70.50%	60.08%	58.55%	57.10%
CARGADORES 552 D CAT																								
13-64	632.00	7404.00	30.00	296.50	11.50	412.05	121.50	1131.20	6.00	39.45	87.50	1049.45	590.50	463.00	375.50	93.43%	90.43%	90.60%	73.26%	74.62%	70.90%	59.41%	60.45%	57.10%
Total	632.00	7404.00	30.00	296.50	11.50	412.05	121.50	1131.20	6.00	39.45	87.50	1049.45	590.50	463.00	375.50	93.43%	90.43%	90.60%	73.26%	74.62%	70.90%	59.41%	60.45%	57.10%
CARGADORES CAT 550-E																								
13-69	632.00	6600.00	11.00	60.50	32.50	2517.35	122.00	991.00	8.00	34.95	85.00	553.20	588.50	458.50	373.50	93.12%	60.94%	80.70%	72.55%	45.40%	65.00%	59.10%	37.02%	53.00%
Total	632.00	6600.00	11.00	60.50	32.50	2517.35	122.00	991.00	8.00	34.95	85.00	553.20	588.50	458.50	373.50	93.12%	60.94%	80.70%	72.55%	45.40%	65.00%	59.10%	37.02%	53.00%

FORMULAS QUE SE APLICAN PARA EL CALCULO DE DISPONIBILIDAD Y UTILIZACIÓN EN LA UNIDAD MINERA

Disponibilidad Mecánica (DM)

Es el factor que muestra la disponibilidad del equipo exceptuando el tiempo perdido por razones netamente de mantenimiento (preventivo y reparaciones). Es un índice que permite evaluar el rendimiento de mantenimiento en los equipos. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$DM = \frac{HP - (MP + RME)}{HP} \times 100$$

Donde:

DM = Disponibilidad Mecánica

HP = Horas Programadas

MP = Mantenimiento Preventivo

RME = Reparaciones Mecánicas Eléctricas

Disponibilidad Física (DF)

Es la disponibilidad operacional total y considera el tiempo perdido por cualquier razón, demoras por mantenimiento, demoras de operaciones (tajo o subsuelo) y otras demoras de otros departamento. Se calcula mediante:

$$DF = \frac{HP - (MP + RME + OD + DO)}{HP} \times 100$$

Donde:

DF = Disponibilidad Física

DO = Demoras de operación mina tajo o subsuelo

OD = Otras Demoras (ocasionados por otros departamentos)

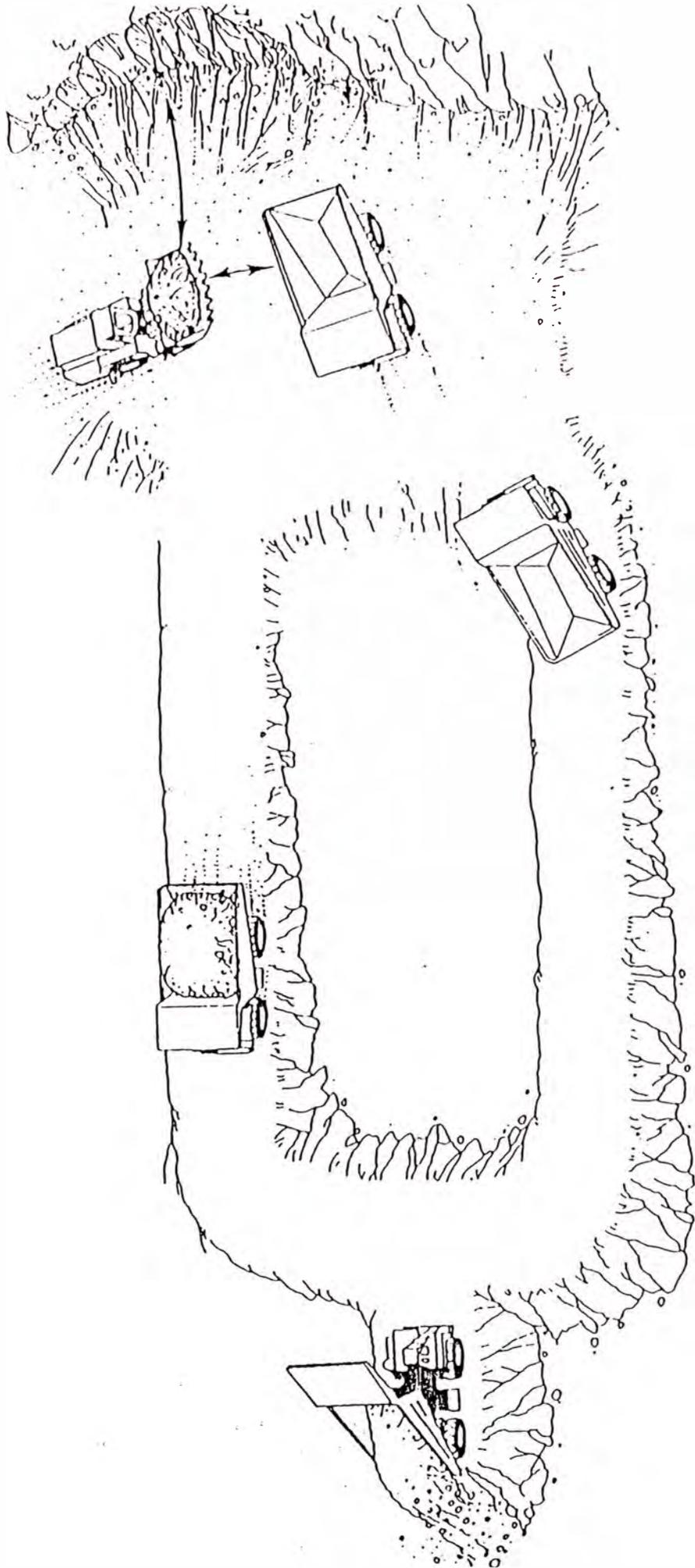
Utilización (U) (del porcentaje de disponibilidad)

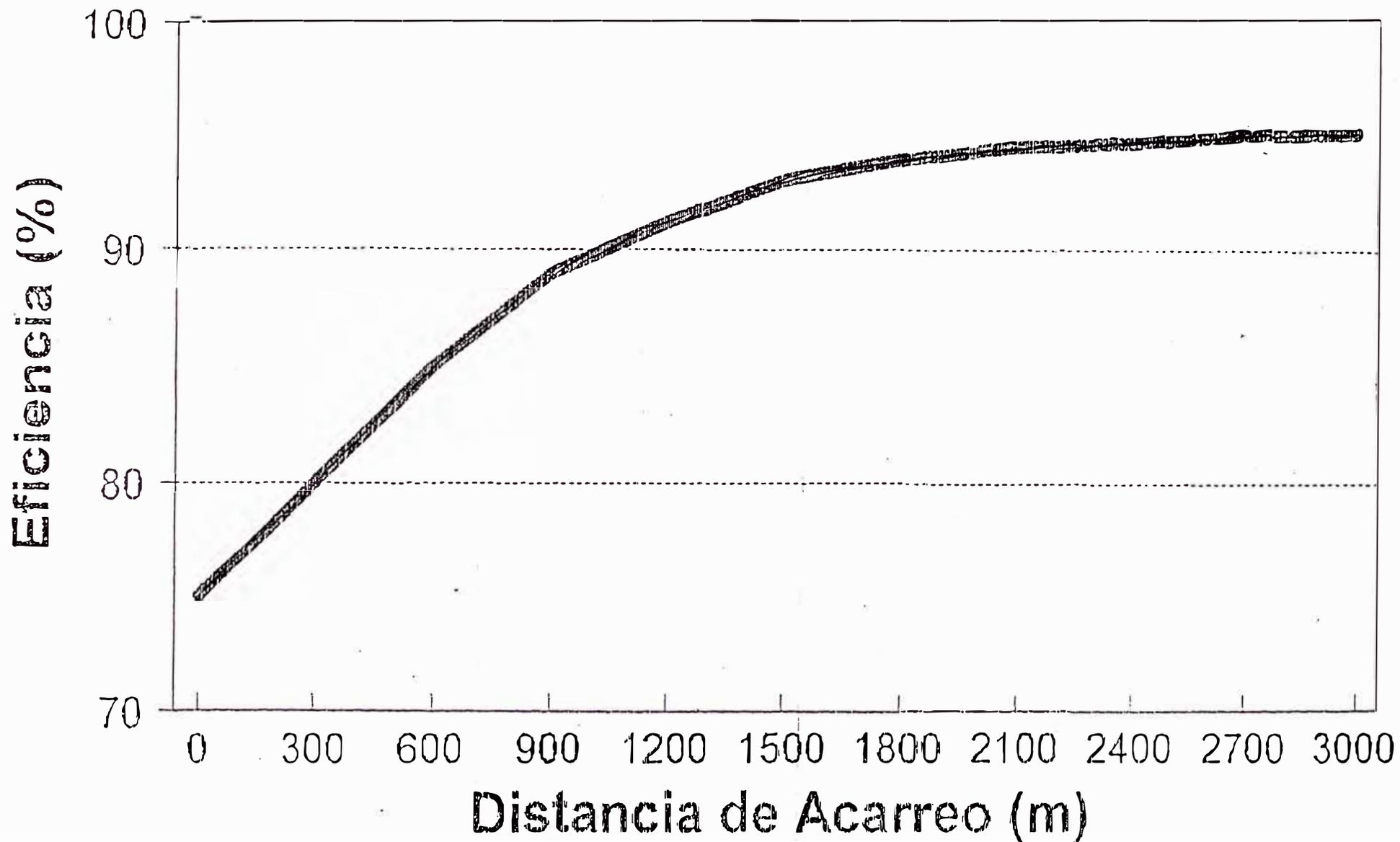
Con que eficiencia, operaciones emplea el equipo disponible de las horas que le son entregadas. Se calcula de acuerdo a:

$$U = \frac{HP - (MP + RME + OD + DO)}{HP - (MP + RME + OD)} \times 100$$

Donde:

U = Utilización





ANEXO C

- C. 1.- Resumen de Gastos del Presupuesto Operativo 1998 para
Cargadores Frontales
- C.2.- Presupuestos de Equipos Pesados vs Gastos 1998
- C.3.- Costos lucro cesante de Equipos Pesados
- C.4.- Presupuesto de Inversión para mejorar el medio ambiente



HOJA ADICIONAL DE TRABAJO: RESUMEN DE GASTOS

AÑO :

CAMPAMENTO : CERRO DE PASCO

DEPARTAMENTO: MANTENIMIENTO

CODIGO CENTRO COSTO 0 2 5 4 6 5 0 6 1 0 1

CENTRO DE RESPONSABILIDAD: CARGADOR 992 B / C

CENTRO DE COSTOS: CARGADOR 992 B / C

ELEMENTOS DE COSTO			PROMEDIO PREVIO SEMESTRE AGOSTO	I SEMESTRE		II SEMESTRE	
CODIGO RAFAS	TIPO DE GASTO	DESCRIPCION		PROMEDIO MENSUAL	TOTAL SEMESTRE	PROMEDIO MENSUAL	TOTAL SEMESTRE
01	01.07	Labor P.A.S		0		0	
02	02.08	Labor Mensual	0	0	0	0	
03	03.09	Labor Diaria	0	0	0	0	
SUB TOTAL LABOR			0	0	0	0	0
20	41	Petróleo Industrial		0	0	0	0
21	42	Petróleo Diesel	139361	14.694	88.164	22.230	133.380
22	44.45	Carbón y Coque		0	0	0	0
23	40	Gasolina		0	0	0	0
24	43.46.47.48	Keros. / Otros Combust		0	0	0	0
SUB TOTAL COMBUSTIBLES			139.361	14.694	88.164	22.230	133.380
31	10.11.19.25	Materiales General		0		0	
18	38	Acidos		0		0	
SUB TOTAL MATERIALES			0	0	0	0	0
41	81	Viaticos/Gastos de Viaje		0	0	0	0
43	69	Equipo Pesado Menor	2056	1.020	6.120	1.068	6.405
44	49	Fuerza		0		0	
46	70	Cargos IBM		0	0	0	0
47	61.62	Vapor / Aire Comp. / Ind.		0		0	
48	94	Entrenamiento		0	0	0	0
49	66/80.82/99	Varios		1.200	7.200	1.500	9.000
SUB TOTAL SERVICIOS			2.056	2.220	13.320	2.568	15.405
52	30/34 36/38	Materiales Mantenimiento	98.615	63.870	383.221	74.410	446.457
53	50/57	Talleres	1.151.768	30.087	180.522	24.924	149.547
54	77	AG'S Gasables		0		0	0
SUB TOTAL MANTENIMIENTO			1.250.383	93.957	563.743	99.334	596.004
61	68	Seguros/Contrat/Serv Terc.		0	0	0	0
62	04	Becarios/Pract./Const.Civ.		0	0	0	0
SUB TOTAL CONTRATISTAS			0	0	0	0	0
TOTAL BRUTO			1.391,800	110,871	665,227	124,131	744,789
DISTRIBUIDO				110,871	665,227	124,131	744,789
TOTAL NETO				0		0	
DISTRIBUIR DE ACUERDO AL SIGUIENTE PORCENTAJE:					Monto en S/.		Monto en S/.
HORAS VENDIBLES :				I SEMESTRE		II SEMESTRE	
				4,425		6,500	
RATE H / M					150.33		114.58

CUENTAS INCLUIDAS EN ESTA HOJA DE TRABAJO: 2-136-1X-XX. 2-136-3X-XX	PREPARADO POR: G. CRUZ
	FECHA: OCT. 21

PRESUPUESTO VS. GASTO 1,998

GASTO / MES Y GASTO ACUMULADO HASTA JULIO 1,998

RECODIGO	AREA/TALLER	GAST/MES	PRES/MES	VAR.	(%)	GAST/ACU	PRES/ACU	VAR.	(%)
2557005100	ADM. DEPARTAMENTO	33,422	46,534	-13,112	-28.18	178,397	304,518	-126,121	-41.42
2557005300	SIMAP	3,655	8,845	-5,190	-58.68	23,835	58,291	-34,456	-59.11
2557005200	COSTOS DE SEGURIDAD	4,364	17,543	-13,179	-75.12	54,267	116,693	-62,426	-53.50
	SUB TOTAL:	41,441	72,922	-31,481	-43.17	256,499	479,502	-223,003	-46.51
2455005200	VEHICULOS EMPRESA	59,502	90,188	-30,686	-34.02	573,597	625,498	-51,901	-8.30
	I. MANT. EQUIPO TAJO								
2551005101	OFICINA GARAJE	22,359	10,591	11,768	111.12	179,153	67,301	111,852	166.20
2553106100	TALLER DE CAMIONES	72,059	82,348	-10,289	-12.49	684,127	542,519	141,608	26.10
2553206100	TALLER VEHICULOS LIVIANOS	28,894	31,470	-2,576	-8.18	204,522	210,108	-5,586	-2.66
2553706100	TALLER ELECTRICO GARAJE	21,337	26,317	-4,980	-18.92	175,492	173,579	1,913	1.10
2553406100	TALLER DE TRACTORES	31,393	81,035	-49,642	-61.26	508,746	532,896	-24,150	-4.53
2552106100	TALLER PALAS Y PERFORAD.	83,947	82,825	1,122	1.35	628,673	545,678	82,995	15.21
2552206100	TALLER DE SOLDADURA	60,773	73,422	-12,649	-17.23	456,392	485,405	-29,013	-5.98
2553606100	TALLER DE SERVICIOS	80,478	97,836	-17,358	-17.74	588,090	642,363	-54,273	-8.45
2553306100	TALLER DE LLANTAS	63,206	44,427	18,779	42.27	313,731	292,421	21,311	7.29
2553506100	TALLER DE COMPONENTES	79,534	79,710	-176	-0.22	526,704	519,896	6,808	1.31
2553005100	MOTOR POOL	78,909	56,132	22,777	40.58	479,806	376,014	103,792	27.60
2546106101	TRACTORES D-9	243,234	286,838	-43,604	-15.20	1,559,707	1,956,427	-396,720	-20.28
2545406101	GRUAS	6,739	15,120	-8,381	-55.43	67,523	98,714	-31,191	-31.60
2547406101	ELECTRA HAUL M85/M100	1,560,515	1,263,371	297,144	23.52	10,395,198	8,645,006	1,750,192	20.25
2546406101	CARGADORES	82,632	13,814	68,818	498.16	494,033	86,032	408,001	474.24
2546306101	NIVELADORAS	75,673	67,954	7,719	11.36	403,030	461,956	-58,926	-12.76
2544706101	DART KW - 44 TON./WABCO		57,205	-57,205	-100.00	64,240	427,781	-363,541	-84.98
2546606101	COMPRESORAS	27,954	39,173	-11,219	-28.64	121,174	262,087	-140,913	-53.77
2546506101	CARGADORES 992B/C	469,063	182,131	286,932	157.54	1,581,739	1,203,351	378,388	31.44
2545106101	PERFORADORAS PRIMARIAS	43,819	104,770	-60,951	-58.18	675,877	715,279	-39,402	-5.51
2545206101	PERFORADORAS SECUNDARIAS	312	2,232	-1,920	-86.02	2,792	14,853	-12,061	-81.20
2545306101	TAJO EQUIPO PALAS	217,024	243,223	-26,199	-10.77	1,360,557	966,533	394,024	40.77
2546106201	TRACTORES D8-K	13,581	25,644	-12,063	-47.04	84,470	172,223	-87,753	-50.95
2546206101	TRACTOR DE LLANTAS	21,196	9,383	11,813	125.90	146,642	61,309	85,333	139.19
	TOTAL:	3,363,435	2,967,588	395,847	13.34	21,585,776	19,398,422	2,187,354	11.12

COSTO LUCRO CESANTE DE EQUIPOS PESADOS

EQUIPO	MODELO	US\$/ HORA
Camión Letra Jul	M100	193. 19
Camión Letra Jul	M3000	231. 77
Cargador Frontal	CAT992D/992C	544. 62
Cargador Frontal	CAT992B	122. 75
Tractor de Orugas	CATD9	60. 04
Tractor de Orugas	CATD8	86. 72
Cargador Frontal	515C	16. 68
Cargador Frontal	CAT 950E	16. 68
Motoniveladora	CAT 14G	24. 54
Motoniveladora	CAT 120G	52. 39

PROYECTO	CRONOGRAMA	INVERSION
<p>1. Manejo de zona de totorales del lago de Junín.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permitirá la reestructuración del equilibrio ecológico del Lago de Junín 	<p>3 años. Inicio: Enero 1997</p>	<p>\$ US 10 000 por año</p>
<p>2. Defensa ribereña del río San Juan, Construcción de muros de contención, gabiones y escolleras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permitirá evitar las inundaciones y afectación de suelos y pasturas por desbordes del río San Juan 	<p>3 años Inicio: Junio 1997.</p>	<p>\$ US 480 000</p>
<p>3. Construcción de obras hidráulicas en el sector Lago de Junín - Laguna Upamayo. Soluciona el problema de contaminación de responsabilidad de Minas Brocal y Centromin</p>	<p>1 Año. Inicio: Junio 1998.</p>	<p>\$ US 1000 000</p>
<p>3. Plan de manejo de pasturas</p> <ul style="list-style-type: none"> • No es responsabilidad directa de Centromin • Permite generar efecto multiplicador para desarrollar parcelas demostrativas. • Permite amortiguar efecto contaminante de productos fitosanitarios (pesticidas, herbicidas y fertilizantes) 	<p>5 años Inicio: Setiembre 1997</p>	<p>Inversión catalítica de CENTROMIN en 5 comunidades US \$ 30 000/año, 1000 Has/año.</p>
<p>4. Sistema de alcantarilla y tratamiento de aguas servidas de poblaciones alrededor del Lago de Junín.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No es responsabilidad directa de CENTROMIN. • Permite que el proceso de eutrofización del lago no se acelera por descarga de materia orgánica. • Permite amortiguar el desarrollo de vectores infecciosos de enfermedades 	<p>3 Años Inicio: Enero 1998</p>	<p>Inversión catalítica Gastos de difusión y concientización de contaminantes de fuentes urbanas. US \$ 20 000 anuales.</p>
<p>5. Reubicación de caleras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No es responsabilidad directa de CENTROMIN. • El Ministerio de Energía y Minas debe aplicar reglamentación legal vigente para reubicar caleras fuera del área de influencia del río San Juan. • Reestructuradas las condiciones de calidad de aguas del río San Juan, vertimientos o descarga de residuos de las caleras elevan pH y aumentan niveles de contaminación 	<p>3 años. Inicio: Octubre 1997.</p>	<p>Inversión catalítica para asegurar el retiro de las caleras ubicadas en las margenes del río San Juan. US \$ 20 000. (Corresponde a 1 campaña de 3 meses/año).</p>

ANEXO D

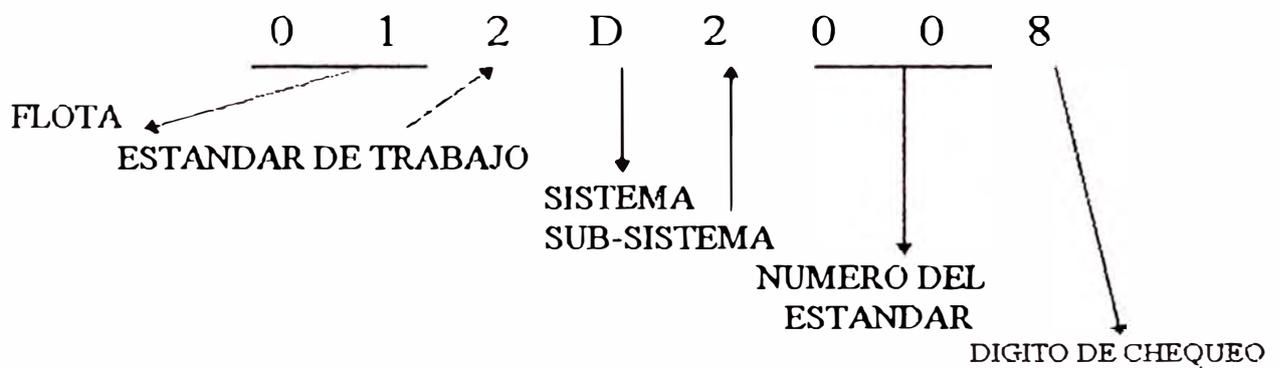
- D.1.- Estructura de Códigos de Estandares de trabajo y de Componentes de Equipos.
- D.2.- Hoja de Análisis para inspección de Riesgos Mecánicos
- D.3.- Hoja de Análisis para Inspección de Riesgos Ocupacionales
- D.4.- Hoja de Análisis para inspección de Riesgos Biofísicos
- D.5.- Hoja de Análisis para Inspección de Riesgos Eléctricos

ESTRUCTURA DE CODIGOS

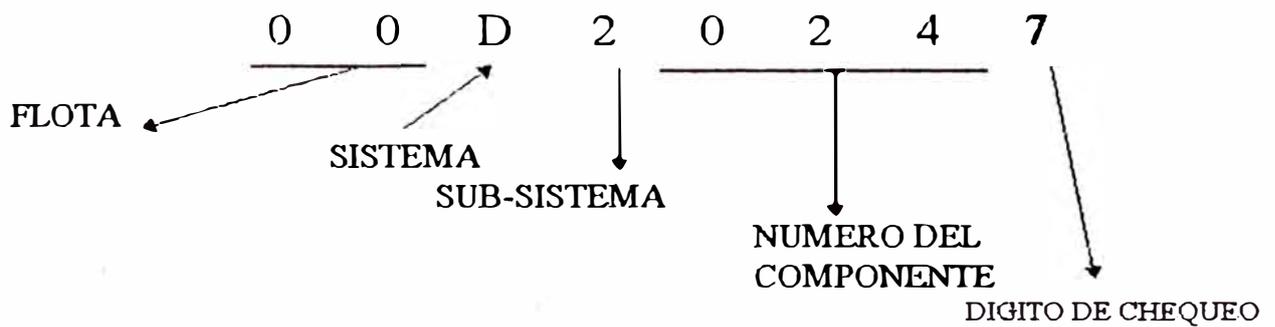
ESTANDARES DE TRABAJO

- 1 Servicios
- 2 Cambio de Componentes
- 3 Reparación Total de Componente
- 4 Reparaciones Eventuales
- 5 Reparaciones Programadas

CODIGO DE ESTANDAR DE TRABAJO



CODIGO DE COMPONENTE





DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO

HOJA DE ANALISIS PARA LA INSPECCION DE RIESGOS MECANICOS

FECHA: _____ HORA: _____

INSPECTORES: _____ LUGAR: TALLER EQUIPO PESADO

COMPRESOR ESTACIONARIO

APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONES								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel de Aceite del Compresor	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Agregar	<input type="checkbox"/>	Otros		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Guarda	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fajas	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manometro	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tanque	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valvula de Drenaje	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Valvula de Seguridad	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Separador de Agua	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Interruptor	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Switch Automático	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros

Acción Correctiva Recomendada: (Identificar localización específica del peligro)

ENSAMBLADOR DE MANGUERAS

APROBADO	RECHAZADO	CONDICIONES								
CORTADOR DE MANGUERAS										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Guarda de Disco	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Guarda de Fajas	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fajas	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Disco de Corte	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soportes	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instalación Eléctrica	<input type="checkbox"/>	Floja	<input type="checkbox"/>	Correcta	<input type="checkbox"/>	Dañada	<input type="checkbox"/>	Otros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Control	<input type="checkbox"/>	Flojo	<input type="checkbox"/>	Correcto	<input type="checkbox"/>	Dañado	<input type="checkbox"/>	Otros



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO

HOJA DE ANALISIS PARA LA INSPECCION DE RIESGOS BIOFISICOS

FECHA:

HORA:

INSPECTORES:

LUGAR:
TALLER EQUIPO PESADO

LIMPIEZA:

INSPECCION PARA IDENTIFICAR ACUMULACION DE POLVO O GRASA EN EQUIPOS, HERRAMIENTAS, ÁREAS DE TRABAJO: ALMACENAJE APROPIADO DE LOS REPUESTOS, MATERIALES/HERRAMIENTAS Y LA LIMPIEZA GENERAL DEL AREA.

ORDEN:

INSPECCION PARA VISUALIZAR CUALQUIER CONDICION QUE CAUSE UN RESBALON, TROPEZÓN O CAIDA, Y OBSTACULOS POTENCIALES PARA TRANSITO DE PERSONAS POR ZONAS DE TRABAJO O DE CIRCULACIÓN.

	M	B	CONDICIÓN
*Camiones			
Bodega Camiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bodega Mangueras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Área Compresor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
*Tractores			
Bodega Tractores Taller	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bodega Tractores Patio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bahia # 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
*Oficina Principal			
Escalera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Acción Correctiva Tomada o Recomendada (identifique / localización específica del peligro):



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO

HOJA DE ANALISIS PARA LA INSPECCIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS

FECHA:	HORA:
INSPECTORES:	LUGAR: TALLER EQUIPO PESADO

RECIPIENTES: DE GRASA, ACEÍTES, SOLVENTES, LIMPIADORES, ETC.

- Etiqueta perdida, incorrecta o ilegible.
- Hoja de datos de seguridad extraviada.
- Escapes.
- Destapado.
- Contaminación química externa o corrosión.
- Recipiente inadecuado

Acción Correctiva Recomendada: (Identificar localización específica del peligro)

BOTELLAS: DE OXIGENO, ACETILENO, NITROGENO.

- Almacenamiento inadecuado.
- Válvulas deficientes.
- Botellas Vacías.
- Sin tapa principal.
- Fugas.

Acción Correctiva Recomendada: (Identificar localización específica del peligro)



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO TAJO

HOJA DE ANALISIS PARA LA INSPECCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS

FECHA:

HORA:

INSPECTORES:

LUGAR:

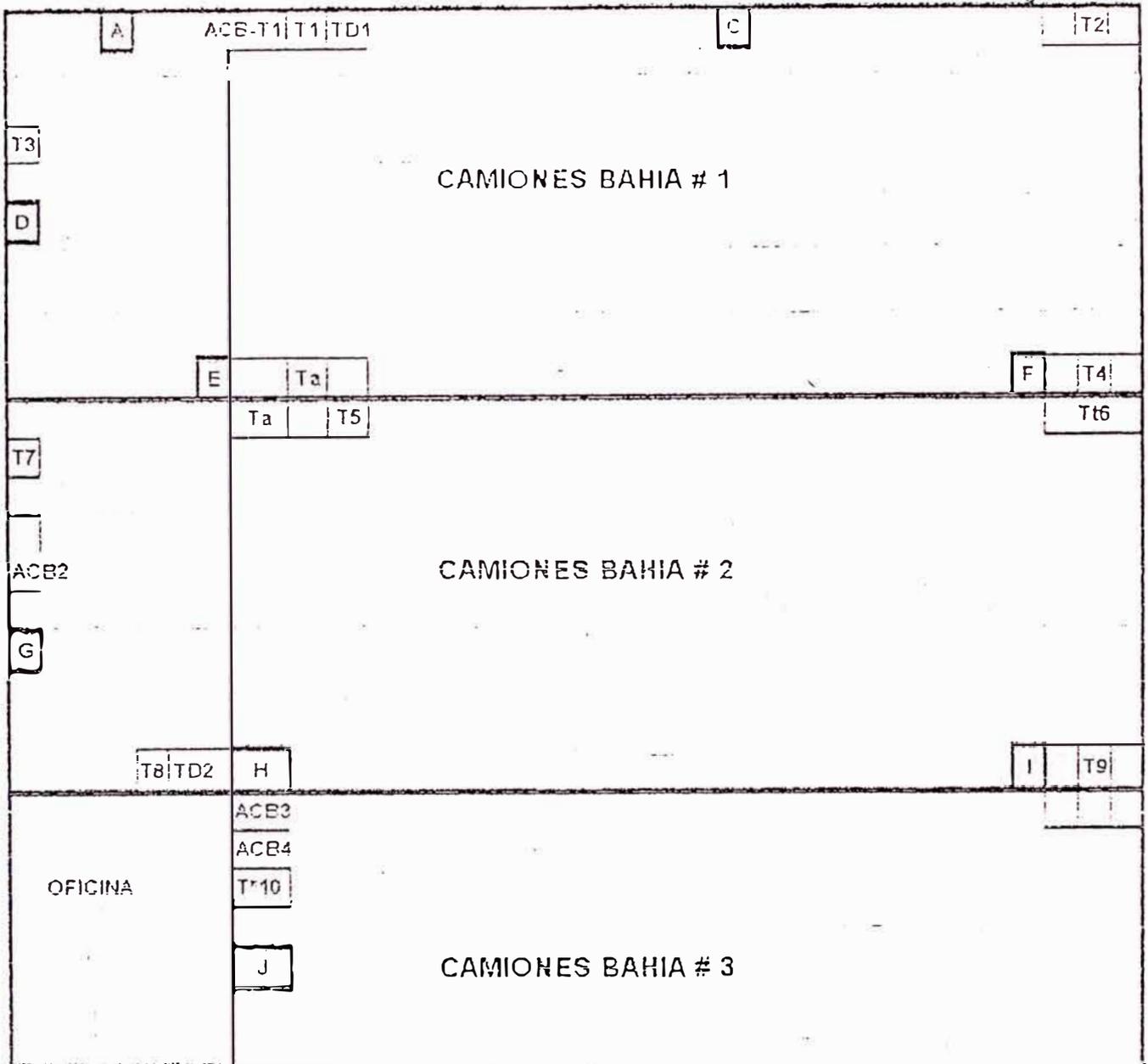
TALLER EQUIPO PESADO

TOMACORRIENTES

(Inspección Visual para revisar Daño Físico)

APROBADO	RECHAZADO	TOMACORRIENTE	CONDICIÓN
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T1	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T2	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T3	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T4	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T6	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T7	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T8	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T9	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T10	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T11	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T12	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T13	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T14	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T15	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T16	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T17	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T18	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T19	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T20	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T21	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T22	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T23	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	T24	

Acción Correctiva Recomendada: (Identificar localización específica del peligro)



ACB: INTERRUPTORES DE FUERZA.

ACB3: INTERRUPTOR DE FUERZA DE MAQUINA DE SOLDAR DE CAMIONES.

ACB7: INTERRUPTOR DE FUERZA DE MAQUINA DE SOLDAR DE TRACTORES.

ACB8: INTERRUPTOR DE FUERZA DE ESMERIL.

ACBT: INTERRUPTOR DE FUERZA TRIFASICO.

S: INTERRUPTOR DE ALUMBRADO.

S3: INTERRUPTOR DE ESMERIL.

T: TOMACORRIENTE DE 110 V.

T*: TOMACORRIENTE DE 220 V.

Ta: TOMACORRIENTE ANULADO.

Tt: TOMACORRIENTE TRIFASICO.

TD: PANELES DE CONTROL.