

**MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA MAQUINARIA
CATERPILLAR PARA MOVIMIENTO DE TIERRA DE LA CONSTRUCTORA
COLPATRIA**

**JULIAN DAVID GARAY REY
JAIRO EDWIN VARON BALLESTEROS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA MAQUINARIA
CATERPILLAR PARA MOVIMIENTO DE TIERRA DE LA CONSTRUCTORA
COLPATRIA**

**JULIAN DAVID GARAY REY
JAIRO EDWIN VARON BALLESTEROS**

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director
YEISON LEANDRO ESCUCHA BARRAGAN
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

Los autores dedican el presente trabajo primero a Dios por la salud y las bendiciones recibidas.

Segundo a nuestras familias por su apoyo inconmensurable, su permisividad en tiempo y espacio.

A todos los docentes por su compromiso y entrega para formarnos como profesionales con altas competencias y calidad.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. CONSTRUCTORA COLPATRIA	15
1.1 RESEÑA HISTORICA	15
1.2 MISION	17
1.3 VISION	18
2. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO	19
2.1. DEFINICION DE MANTENIMIENTO	19
2.1.1. Mantenimiento preventivo	20
2.1.2. Mantenimiento correctivo	20
2.1.3. Mantenimiento predictivo	21
2.1.4. Mantenimiento proactivo	21
2.2. INDICADORES	22
2.2.1. Terotecnología – LCC	23
2.2.2. Gestión de activos	23
2.3. MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO	24
2.3.1. PMO – Optimización del plan de mantenimiento	25
2.3.2. RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad	26
2.3.3. TPM – Aplicabilidad del mantenimiento productivo total	30
3. DESCRIPCION DE MAQUINARIA ACTUAL	40
3.1. INVENTARIO	40
3.2. PROCEDIMIENTOS	41
3.2.1. Excavadoras hidráulicas	41
3.2.2. Motoniveladoras	42
3.2.3. Compactadores de suelos	43

3.2.4. Tractores sobre orugas	44
3.2.5. Cargadores frontales	46
3.2.6. Minicargadores	47
3.3. RUTINAS DE MANTENIMIENTO	48
4. MODELO PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	49
4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PMO	49
4.1.1. Gestión ciclo cíclico	49
4.1.2. Planeamiento y control	50
4.1.3. Determinación del plan de fases	50
4.1.3.1. Lubricación	51
4.1.3.2. Mantenimiento mecánico	51
4.1.3.3. Llantas	52
4.1.3.4. Carrilería	52
4.1.3.5. Elementos de desgaste	52
4.1.3.6. Reparaciones mayores	52
4.1.4. Planeamiento y proyección de recursos	53
4.1.4.1. Materiales	53
4.1.4.2. Mano de obra	54
4.1.4.3. Servicios terceros	55
4.1.4.4. Equipos	55
4.1.4.5. Fletes	55
4.1.4.6. Supervisión	55
4.1.4.7. Depreciación	55
4.1.4.8. Seguros	56
4.1.5. Resultado operativo equipo por equipo	56
4.1.5.1. Tarifa de mano de obra	57
4.1.5.2. División del resultado	57
4.1.5.3. Por tiempo previstos	57
4.1.5.4. Reales	57

4.1.5.5. Venta	58
4.1.5.6. Costo	58
4.1.5.7. Margen	58
4.2. METODOLOGÍAS DE PROYECCIÓN	58
4.2.1. Lubricación	58
4.2.2. Mantenimiento Mecánico y Reparación Mayor	60
4.2.3. Llantas	60
4.2.4. Carrilería	62
4.2.5. Elementos de Desgaste	62
4.3. CONSOLIDADOS	62
4.3.1. Activos	63
4.3.2. Provisiones	63
4.3.3. Resultado final	63
4.4. INDICADORES	64
5. CONCLUSIONES	65
6. RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Historia del Grupo Colpatria	17
Figura 2. Evolución del mantenimiento	19
Figura 3. Ciclo Reactivo	25
Figura 4. Modelo de las 5 Fuerzas	38
Figura 5. Inventario General	40
Figura 6. Excavadora Hidráulica	41
Figura 7. Motoniveladora	42
Figura 8. Vibrocompactador de Suelos	43
Figura 9. Tractor sobre Orugas	44
Figura 10. Cargador Frontal sobre Ruedas	46
Figura 11. Minicargador sobre Ruedas	47
Figura 12. Reporte consumos del Almacén	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A Rutinas de Mantenimiento Excavadora Hidráulica	70
Anexo B Rutinas de Mantenimiento Motoniveladora	77
Anexo C Rutinas de Mantenimiento Vibrocompactador Suelos	85
Anexo D Rutinas de Mantenimiento Tractor sobre Oruga	91
Anexo E Rutinas de Mantenimiento Cargar Frontal	99
Anexo F Rutinas de Mantenimiento Minicargador	107

RESUMEN

TÍTULO: MODELO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA MAQUINARIA CATERPILLAR PARA MOVIMIENTO DE TIERRA DE LA CONSTRUCTORA COLPATRIA¹.

AUTOR: JULIÁN DAVID GARAY REY, JAIRO EDWIN VARÓN BALLESTEROS².

PALABRAS CLAVES: PREVENTIVO, CONFIABILIDAD, ESTRATEGIA.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO: En el negocio de movimiento de tierras, maquinaria pesada involucrado aproximadamente el 20% y el 50% de los costos totales de operación, por lo que las empresas que están en competencia en este mercado, debe asegurarse de reducir los costes operativos y financieros que permitan la estancia en la carrera.

Las inversiones de compra de equipos normalmente requieren una financiación que, básicamente, depende de los tipos de interés que se manejan en el momento, para que sea medio eficiente y eficaz para alcanzar los objetivos mediante la optimización de los recursos a través de una gestión fiable herramienta.

El objetivo de esta investigación es describir una metodología de planificación y control para permitir mejores decisiones, relacionando los conceptos operativos, determinando las directrices básicas de los equipos de planificación e identificar el potencial de la herramienta de automatización.

El estudio analiza los problemas de las empresas que desarrollan los movimientos de tierra y las dificultades de la gestión del mantenimiento de equipos tales como: la relación entre las operaciones y mantenimiento de los equipos, inventario de piezas de repuesto, las relaciones con los proveedores, recursos de formación de capacidad humana y de herramientas.

También se centrará en la descripción de la metodología propuesta y la medida de probabilidad de error propuesto por el método de estadística no paramétrica.

Finalmente, los resultados obtenidos por el método propuesto se compara, la obtención de la reducción de la variabilidad entre proyectada y la realidad.

Este trabajo de grado se basa en las normas internacionales que sirven como una guía para la implementación de programas de vigilancia, estado y aplicación de las tecnologías básicas para el mantenimiento predictivo.

¹ Monografía.

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Yeison Leandro Escucha Barragán, Ingeniero Civil.

SUMMARY

TITLE: MODEL APPLIED TO PREVENTIVE MAINTENANCE CATERPILLAR MACHINERY EARTH MOVING THE BUILDER COLPATRIA ³.

AUTHOR: JULIÁN DAVID GARAY REY, JAIRO EDWIN VARÓN BALLESTEROS ⁴.

KEYWORDS: PREVENTIVE, RELIABILITY, STRATEGY.

DESCRIPTION OR CONTENTS: In the business of earthmoving, heavy machinery involved approximately 20% to 50% of total operating costs, so companies that are in competition in this market, you must ensure lower operating and financial costs that permit stay in the race.

Investments purchase of equipment typically require financing that basically depend on interest rates that are managed at the time, for it to be efficient and effective means to achieve the goals by optimizing resources through a tool reliable management.

The goal of this research is to describe a methodology of planning and control to enable better decisions, relating the operational concepts, determining the basic guidelines of planning teams and identifying the potential of automation tool.

The study analyzes the problems of the companies developing the earthworks and the difficulties of managing the maintenance of equipment such as: relationship between operations and maintenance of equipment, inventorying of spare parts, relationships with suppliers, training resources human and capacity of tools.

It also will focus on describing the proposed methodology and the error probability measure proposed by nonparametric statistics method.

Finally the results obtained by the proposed method is compared, obtaining the reduced variability between projected and reality.

This work of grade is based on international standards that serve as a guide for the implementation of monitoring programmes, condition and application of basic technologies for predictive maintenance.

³ Monograph.

⁴ School of Engineering Physics and Mechanics. Specialization in Maintenance Management. Director: Yeison Leandro Escucha Barragán, Civil Engineer.

INTRODUCCION

En mundo globalizado en constante crecimiento y con apertura de fronteras; los mercados se han vuelto más competitivos, el área de mantenimiento de las empresas tiene que estar a la vanguardia de estos cambios generando una cultura de constante evolución y transferencia tecnológica que les permita estar a la vanguardia y ser competitivos, lo que les permitirá prevalecer.

El mantenimiento dentro de una organización juega un papel muy importante y es por esto que las directivas deben percibir su gestión como una inversión más, y no como un gasto por lo que se requiere que se maneje con la mayor eficiencia, es por esto que se obliga al estudio e implementación de modelos de mantenimiento que permitan alcanzar las metas y objetivos previstos para estas áreas dentro de la organización.

Por ello la presente monografía busca poner en contexto los diferentes modelos existentes y en particular esboza los grandes beneficios que se obtienen al implementar un modelo en especial como es el de la optimización del plan del mantenimiento o PMO, el cual permite la sostenibilidad de la empresa que este en busca de sostenerse y ser competitivo.

La implementación del modelo PMO ha reportado grandes beneficios para muchas de las empresas de talla mundial que lo han adoptado, por lo que se convierte en la propuesta que se presenta en el desarrollo de este trabajo, entregando a la empresa COLPATRIA; las herramientas para administrar el desempeño, los riesgos y los gastos de sus activos fijos durante su ciclo de vida, para lograr así alcanzar las metas y objetivos planteados estratégicamente en sus políticas de negocios.

1. CONSTRUCTORA COLPATRIA

1.1. RESEÑA HISTORICA

El 3 de noviembre de 1955, Carlos Pacheco Devia y un grupo de inversionistas constituyen la Sociedad Colombiana de Capitalización. El objetivo era claro, crear empresa y a través de ello contribuir con la generación de mayor dinamismo, al entonces incipiente mercado colombiano de la capitalización. Años más tarde comenzaría a crecer y posteriormente se constituiría como el Grupo Colpatría, hoy en día una de los holdings de negocios más grandes e importantes de Colombia.

Tras el negocio de la capitalizadora, en 1958 se crea dos compañías más, Seguros de Vida Patria con un servicio orientado a la cobertura de riesgos a personas y Seguros Patria S.A., para seguros generales. En 1961 se conforma la Entidad Financiera Colombiana de Inversiones S.A., hoy conocida como Inversiones Colpatría.

Al finalizar la década de los sesenta (en 1969) y ante las restricciones que, por la época, impedían constituir un banco nuevo, Colpatría adquiere la mayoría accionaria del Banco de la Costa. Esta operación da nacimiento al Banco Colpatría.

En 1972, al implantarse en Colombia el sistema de valor constante para financiación de vivienda, denominado en ese entonces UPAC, el Grupo crea la Corporación de Ahorro y Vivienda Upac Colpatría.

La oportunidad que significaba la financiación de vivienda, da origen en 1977 a la Constructora Colpatría. En la década de los ochenta el Grupo, vio el nacimiento de la Financiera Colpatría; Leasing Colpatría y Salud Colpatría. Ya en los noventa vino

la constitución de la Fiduciaria Colpatría, el Fondo de Pensiones y Cesantías Colpatría y la ARP Colpatría.

En 1997 quienes estaban al frente del Grupo deciden comenzar un proceso de fusión entre la Financiera y la Corporación de Ahorro y Vivienda, al que se uniría y del que sería pieza fundamental el Banco en 1998. Este año marcaría una nueva etapa para el Grupo, con la constitución legal del Banco Multibanca Colpatría, como se conoce hoy en día. En 2007 la firma de un joint venture con el brazo financiero de General Electric.

En el año 2009, Colpatría – GE firma un exitoso medio de financiación dirigido a un segmento de la población que tradicionalmente no ha sido atendido por el sector financiero colombiano, donde los usuarios de energía financian sus productos a través de la factura de energía eléctrica. El programa de financiación se llama Crédito Fácil Codensa y alcanzó tal punto de madurez y crecimiento, que esta empresa optó por ir en busca de inversionistas con amplio conocimiento del mercado de préstamos personales y una importante capacidad de recursos, de tal forma que el programa de crédito siga creciendo y potencializándose.

En 2011 el Grupo Colpatría decide recomprar y emprender la búsqueda de un nuevo aliado estratégico, la multinacional Scotiabank, una de las principales instituciones financieras de Norteamérica y el banco más internacional de Canadá.

En marzo de 2010 en compañía de dos fondos extranjeros que tienen el 20% de la AFP, el Grupo Colpatría adquiere Colfondos.

Desde 1955 hasta nuestros días, Colpatría ha escrito historia en la economía del país y ha sido protagonista de primer orden en el sector bancario y de negocios colombiano. Su sostenido plan de crecimiento a lo largo de este medio siglo de

actividades, lleva a que deje de ser una empresa familiar, para convertirse en una organización patrimonio de los colombianos.

Figura 1. Historia del Grupo Colpatría

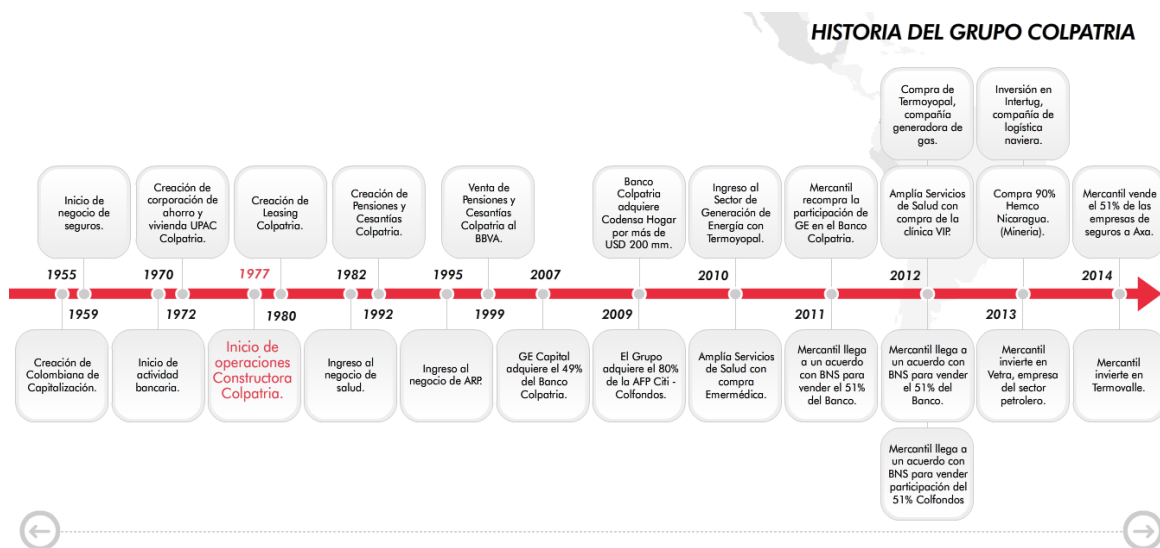


Figura 1. Historia del Grupo Colpatría

1.2. MISION

Cumplir los requisitos de nuestros clientes y accionistas mediante la realización de las actividades de estructuración, diseño, planeación, control, ejecución y comercialización de soluciones de vivienda o cualquier tipo de edificación u obra de infraestructura con óptimas especificaciones técnicas, urbanísticas y de calidad.

Contar con el mejor, más comprometido, eficiente y motivado equipo humano, soportado por una constante innovación.

1.3.VISION

Ser la empresa colombiana que aplica las mejores prácticas constructivas, modelo en el sector de la construcción de vivienda, construcciones a terceros e infraestructura, haciendo obras que aportan al desarrollo de la sociedad.

2. CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

2.1. DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Es el conjunto de actividades realizadas para mantener en buen estado los equipos que intervienen en un proceso. Hay diferentes técnicas de mantenimiento que se plantean de una manera paralela a la evolución del concepto en sí. Esta evolución se desarrolla a partir de tres (03) generaciones las que inician en la década de los años 50 hasta el día de hoy (ver figura 2).

Figura 2. Evolución del mantenimiento



A finales de los 50's los fabricantes de equipos introdujeron recomendaciones de mantenimiento para alargar la vida útil de los equipos, es ahí donde definieron el concepto de mantenimiento preventivo.

Luego en los 60's aparecieron los conceptos de "máxima eficiencia", con la finalidad de extender la vida útil de los equipos y el óptimo de utilización de su capacidad nominal.

Durante los 70's y los 80's nace "la calidad total" en Japón, estableciéndose el "Mantenimiento Productivo", basado en incrementar la confiabilidad de los equipos (cero fallas), involucrando al operador a efectuar parte del mantenimiento, desarrollando las gerencias (Ingeniería, Proyectos y Mantenimientos) para prevenir las fallas desde el diseño, adiestrando a los mantenedores de multioficios a través de programas de motivación personal y la utilización de metodologías de búsqueda de "causa – raíz" de las fallas de los equipos.

Desde los 90's hacia la actualidad se conjugan las filosofías del "Mantenimiento Productivo Total" (TPM), "Mantenimiento basado en la confiabilidad" RBM y el "Mantenimiento centrado en confiabilidad" MCC, que se resumen en "MANTENIMIENTO SIN DESPERDICIO O MANTENIMIENTO MUNDIAL"

2.1.1. Mantenimiento preventivo

Es la detención del equipo que se encuentra en estado productivo para realizarle los ajustes necesarios que permita garantizar la continuidad de la producción, buscando prevenir la aparición de daños más graves que deben realizarse con el equipo este en estado incipiente.

La misión de todo mantenimiento es mantener en buen estado los equipos, bien calibrados, con los ajustes necesarios; enfocándolos en la rutinización del servicio hacia la producción; planeando los tiempos de revisión, inspección y calibración de los mismos.

2.1.2. Mantenimiento correctivo

Es donde se reparan los equipos y se corrigen las averías o desgastes que se producen en la operación de los mismos. Allí se debe parar el equipo por un espacio de tiempo definido para realizar la reparación propiamente dicha.

2.1.3. Mantenimiento predictivo

Realizar un diagnóstico del equipo sin requerir pararlo, con el fin de determinar el final de la vida útil de los equipos y/o sus partes, para esto se practica un muestreo a las partes para su análisis y el registro de variables que puedan predecir este final o la posible falla del equipo o sus partes.

2.1.4. Mantenimiento proactivo

Desarrollar un diagnóstico preventivo para emplear tecnologías que permitan aumentar de manera significativa la vida útil de los equipos y sus partes, disminuyendo así las tareas de mantenimiento y controlando las fallas de las máquinas partiendo de determinar la causa de la misma.

Para el éxito del TPM es necesario realizar 5 actividades esenciales:

- 1) Mejorar la efectividad de los equipos.

Esto implica mejorar la competitividad del área de mantenimiento a través de elevar la disponibilidad de los equipos, la eficiencia de los equipos y aumentando el tiempo efectivo de operación.

- 2) Implantar una cultura de mantenimiento desde el operador.

A través de políticas que involucren a los operadores como los primeros gestores de un programa de mantenimiento, reconocimiento las limitaciones y

necesidades de los equipos, respetando los mantenimientos programados en el tiempo indicado.

3) Implantar un sistema adecuado para la administración del mantenimiento.

Significa evaluar e implementar una herramienta informática de gestión que automatice y ordene los procesos, la que deberá estar a medida del volumen y nivel de detalle que se necesita en la administración.

4) Establecer programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destreza de los operadores y personal de mantenimiento.

No se puede exigir a quien no conoce del tema, por ello es importante dentro del mantenimiento, la capacitación continua de los involucrados dentro de los procesos productivos, de tal forma que cada individuo de la organización comprenda el alcance y consecuencia del trabajo que realiza.

5) Diseñar un plan de reposición de equipos o componentes para brindar la confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de la vida del equipo.

Es una política de planeamiento de los trabajos en función a los requerimientos, esto permitirá prevenir problemas de flujos de dinero para inversiones o reparaciones, incrementará velocidad de respuesta frente a los requerimientos de los equipos.

2.2.INDICADORES

Por lo general, las empresas de construcción deben implementar un área de mantenimiento en donde se establezcan indicadores de gestión y operación, por

medio del cual se haga un control detallado del manejo. Por regla general; se debe trabajar con indicadores de normatividad internacional como pueden ser el costo de ciclo de vida (LCC) y el de confiabilidad-mantenimiento-disponibilidad (CMD).

2.2.1. Terotecología – LCC

Esta es la ciencia que integra todos los aspectos del enfoque kantiano de mantenimiento, por medio de ella se integran los niveles de mantenimiento junto con los elementos estructurales y sus relaciones; siendo gobernadas por el CMD.

Es a partir de esto que se define el concepto del costo económico integral del ciclo de vida LCC; estableciendo los indicadores de mantenimiento como: efectividad, LCC y CMD.

2.2.2. Gestión de activos

Las empresas se enfrentan a diario con la situación de incorporar, administrar y mantener una gran cantidad de activos fijo, para atender los mercados con los mismos servicios y productos, generando la necesidad de desarrollar una metodología de gestión de activos que se basen en los costos y los indicadores CMD para garantizar mayores ingresos y menores gastos.

El impacto de implementar el LCC y la gestión de activos permite definir claramente los objetivos del mantenimiento:

1. Reducir los costos en la gestión y operación del mantenimiento.
2. Aumentar la disponibilidad de equipos y de líneas de producción.
3. Incrementar la vida útil de los activos.
4. Disminuir los inventarios de repuestos e insumos.

La poca coordinación entre los subsistemas de: planificación de producción, de la estrategia de mantenimiento, de la adquisición de repuestos, de la programación de servicios y del flujo de informaciones, genera el conflicto de metas.

Por ello como resultado de un mantenimiento optimizado, de una buena gestión de repuestos y alta calidad de productos se obtiene altas disponibilidades e índices de utilización, aumento de confiabilidad, bajo costo de producción, solo a través de trabajo en conjunto de operación y mantenimiento.

La falta de inversión de una empresa en modernización, genera costos indirectos relacionados con la pérdida continua de competitividad, dificultad de asimilar cambios tecnológicos a medida que pasa el tiempo de acuerdo a las exigencias de la modernización y se pierde el sentido de urgencia que requiere un ambiente tan cambiante y competitivo.

El enigma de determinar un método eficaz de mantenimiento confronta muchas veces a los expertos, pero no existe una respuesta exacta si es un “mantenimiento por ruptura” o un “mantenimiento por tiempo” o un “mantenimiento por condición”; aislados no forman una solución, la combinación correcta de todos los métodos disponibles es la respuesta.

Un mantenimiento planificado alcanza reducciones de costos a través de: la eliminación de desperdicios, del establecimiento de estrategias por equipo, la disponibilidad y confiabilidad de los mismos.

2.3. MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO

Para el análisis de un modelo de gestión que se pueda aplicar, se debe partir del conocimiento de dos (02) conceptos especiales como son la optimización del

plan de mantenimiento o PMO y el mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM, dejando por aclarado que se puede hacer una extensión a la aplicación TPM y la gestión de activos.

Por lo general, el buen manejo del PMO y la estadística; permite determinar el comportamiento de los equipos y su frecuencia de intervención óptima necesaria para alcanzar reducir el costo total mínimo del mantenimiento.

2.3.1. PMO – Optimización del plan de mantenimiento

Método que permite revisar cuales son los requerimientos de mantenimiento; partiendo del historial de fallas y toda la información técnica de los activos de operación. El PMO parte del análisis del ciclo reactivo del mantenimiento adaptado por Steve Turner (ver figura 3).

Figura 3. Ciclo Reactivo



El PMO facilita el diseño de plan de trabajo de manera racional y rentable siempre y cuando esté consolidado y los equipos están bajo control, permitiendo así realizar mantenimiento planeado; optimizando los recursos y el tiempo de desarrollo del personal a cargo de dicha área.

El PMO se basa en el reconocimiento y la solución de problemas, partiendo de obtener la información exacta, optimiza el uso de recursos, mejora el desempeño de los operarios y del personal a cargo del mantenimiento.

El objetivo fundamental del PMO es hacer que todas las acciones del mantenimiento generen un valor agregado y motive la realización de las mejoras dentro del manejo de activos físicos de la empresa; a parte de los análisis básicos del mantenimiento.

2.3.2. RCM – Mantenimiento centrado en confiabilidad

En la actualidad es muy aceptado que la aviación comercial resulta ser la forma más segura para viajar. Al presente, las aerolíneas comerciales sufren menos de dos accidentes por millón de despegues.

Sin embargo, al final de los 1950s, la aviación comercial mundial estaba sufriendo más de 60 accidentes por millón de despegues. Si en la actualidad se estuviera presentando la misma tasa de accidentes, se estarían oyendo sobre dos accidentes aéreos diariamente en algún sitio del mundo (involucrando aviones de 100 pasajeros o más). Dos tercios de los accidentes ocurridos al final de los 1950s eran causados por fallas en los equipos.

Esta alta tasa de accidentalidad, conectada con el auge de los viajes aéreos, significaba que la industria tenía que empezar a hacer algo para mejorar la seguridad. El hecho de que una tasa tan alta de accidentes fuera causada por fallas en los equipos significaba que, al menos inicialmente, el principal enfoque tenía que hacerse en la seguridad de los equipos. (Moubray, 2000). La historia de la optimización del mantenimiento en la aviación comercial desde un cúmulo de supuestos y tradiciones hasta llegar a un proceso analítico y sistemático que

hizo de la aviación comercial “La forma más segura para viajar” es la historia del RCM.

El RCM es uno de los procesos de mantenimiento desarrollados durante los 1960s y 1970s, en varias industrias con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las mejores políticas para mejorar las funciones de los activos físico y para manejar las consecuencias de sus fallas. De estos procesos, el RCM es el más directo.

El mantenimiento centrado en confiabilidad o RCM, se desarrolló por la Industria Aeronáutica Civil de los E.E.U.U. En donde, se describe su función en el apoyo al personal de mantenimiento, permitiéndoles determinar las practicas necesarias para la confiabilidad de las funciones de los activos físicos y manejar las fallas.

El objetivo del RCM es preservar la función del sistema, antes que la función del equipo. La metodología RCM se resume en seis (06) pasos a seguir:

1. Identificación de los sistemas de la planta y sus funciones
2. Identificación de los modos de falla que producen fallas funcionales.
3. Jerarquización de las necesidades funcionales de los equipos usando para ello el análisis de criticidad.
4. Análisis de criticidad de los efectos de las fallas funcionales
5. Aplicar el diagrama de árbol lógico para establecer la estrategia de mantenimiento.
6. Selección de actividades preventivas y otras acciones que preserven la función del sistema.

El RCM parte de un enfoque sistémico que permite el diseño de programas que generen confianza en los equipos; minimizando su costo y riesgo, combinando técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo, proactivo y autónomo.

La información almacenada en las hojas de trabajo de RCM minimizando los efectos de rotación de personal y falta de experiencia.

Para el diseño de proyectos de RCM en pro de la optimización del mantenimiento de la maquinaria, se debe tener en cuenta las siguientes premisas:

1. Disponibilidad de equipos
2. Funciones que desempeñan
3. Aplicar análisis de confiabilidad sistemático

De acuerdo a la SAE JA-110 (Agosto/1999), el programa trazado debe asegurar que se dé respuesta a las preguntas básicas en la misma secuencia:

1. ¿Cuáles son las funciones asociadas al activo en su actual contexto operacional?
2. ¿De qué manera puede no satisfacer sus funciones?
3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
4. ¿Qué sucede cuando ocurren las diferentes fallas?
5. ¿De qué manera afecta cada tipo de fallas?
6. ¿Qué puede hacerse para prevenir/predecir cada falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

En la práctica el personal de mantenimiento no puede contestar a las siete preguntas por sí solos. Esto es porque muchas de las respuestas sólo pueden proporcionarlas el personal operativo o el de producción. Por esta razón la revisión de los requerimientos del mantenimiento de cualquier equipo debería de hacerse por equipos de trabajo reducidos que incluyan al menos una persona de mantenimiento y otra de la función de producción. La antigüedad de los miembros del grupo es menos importante que el hecho de que deben de tener un amplio

conocimiento de los equipos que se están estudiando. Cada miembro del grupo deberá también haber sido entrenado en RCM. El uso de estos grupos no sólo permite que los directivos obtengan acceso de forma sistemática al conocimiento y experiencia de cada miembro del grupo, sino que además reparte de forma extraordinaria los problemas del mantenimiento y sus soluciones. (Mounbray, 2000).

Cuando se desarrolla un análisis de RCM de un equipo; se permite generar un protocolo de mantenimiento bien estructurado que permita aumentar la disponibilidad, confiabilidad y rendimiento del equipo.

Fallas Funcionales. El paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones, lo que es conocido comúnmente como falla funcional, la cual ocurre cuando un activo no puede cumplir una función de acuerdo a al parámetro de funcionamiento que el usuario considero aceptable.

Cuando se presenta una falla funcional el Objeto RCM deja de hacer lo que sus usuarios quieren que haga. Estas fallas sólo pueden ser identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo. Se deben de definir fallas funcionales por cada función. Una función puede tener varias fallas funcionales, las cuales se deben registrar.

Modos de Falla El próximo paso es tratar de identificar todos los hechos que de manera razonablemente posible puedan haber causado cada estado de falla. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir.

Al realizar este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla.

Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Resulta importante identificar la causa de cada falla con

suficiente detalle para asegurarse de no desperdiciar tiempo y esfuerzo intentando tratar síntomas en lugar de causas reales.

Un modo de falla origina una falla funcional y la función del Objeto RCM se afecta negativamente. Se definen modos de falla por cada falla funcional y cada una de estas puede tener varios modos de falla. La descripción de un modo de falla debe consistir de un sustantivo y un verbo y debe de ser descrito de manera específica y concisa. Se debe de evitar el uso de expresiones como falla, rotura o mal funcionamiento.

El siguiente paso del proceso de RCM, enfatiza enlistar los efectos de cada falla, que describan lo que ocurre con cada modo de falla. Concretamente, al describir los efectos de una falla, debe hacerse constar lo siguiente: • Qué evidencia existe (si la hay) de que se ha producido una falla. • De qué modo (si las hay) la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente. • De qué manera (si las hay) afecta a la producción o a las operaciones. • Los daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla. • Qué debe hacerse para reparar la falla.

El proceso de contestar sólo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importantes de mejorar el funcionamiento y la seguridad, y también de eliminar errores. También mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos (Mounbray, 2000).

2.3.3. TPM – Aplicabilidad del mantenimiento productivo total

Es una metodología del mejoramiento continuo que se establece pautas propias de cada trabajo en equipo, adecuándose a las operaciones, para saber lo que la empresa quiere ser y a donde pretende llegar.

Las siglas fueron registradas por el Instituto Japonés de Mantenimiento en Planta JIPM. Donde la “T” significa la participación total de los empleados.

Cada vez que una empresa comete un error de mala calidad este puede llegar a significar entre el 30% a 40% de la producción neta, en el caso de los que se pueden contabilizar; pero en el caso de los no contabilizables, podemos hablar de “mala reputación” para la empresa (devoluciones del producto, lucro cesante por parada del equipo, accidentes, etc.).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un concepto que involucra la participación de personal de producción y supervisión en el mantenimiento de los equipos, buscando la máxima efectividad y disponibilidad durante su vida útil.

La mejora continua implica entender y trabajar en la cadena de valor:

Proveedores – Organización – Cliente, en cada uno de los procesos que participan en esta cadena; esto es optimizar con efectividad y eficiencia cada uno de los procesos, motivando que cada uno de los participantes de la organización se esfuercen por hacer las cosas bien. La meta del TPM es 0 pérdidas en la producción, esto es 0 fallas, 0 defectos y 0 accidentes.

Para el éxito del TPM es necesario realizar 5 actividades esenciales:

1) Mejorar la efectividad de los equipos. Esto implica mejorar la competitividad del área de mantenimiento a través de elevar la disponibilidad de los equipos, la eficiencia de los equipos y aumentando el tiempo efectivo de operación.

2) Implantar una cultura de mantenimiento desde el operador. A través de políticas que involucren a los operadores como los primeros gestores de un programa de

mantenimiento, reconocimiento las limitaciones y necesidades de los equipos, respetando los mantenimientos programados en el tiempo indicado.

3) Implantar un sistema adecuado para la administración del mantenimiento. Significa evaluar e implementar una herramienta informática de gestión que automatice y ordene los procesos, la que deberá estar a medida del volumen y nivel de detalle que se necesita en la administración.

4) Establecer programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destreza de los operadores y personal de mantenimiento. No se puede exigir a quien no conoce del tema, por ello es importante dentro del TPM la capacitación continua de los involucrados dentro de los procesos productivos, de tal forma que cada individuo de la organización comprenda el alcance y consecuencia del trabajo que realiza.

5) Diseñar un plan de reposición de equipos o componentes para brindar la confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de la vida del equipo. Es una política de planeamiento de los trabajos en función a los requerimientos, esto permitirá prevenir problemas de flujos de dinero para inversiones o reparaciones, incrementará velocidad de respuesta frente a los requerimientos de los equipos.

El ciclo de abastecimiento de los almacenes comienza con la generación de los requerimientos por parte del usuario, luego estos pasan a manos del encargado del control de pedido de materiales el cual los revisa para comprobar que sean compatibles con las necesidades de la empresa y que no se tengan en stock. De aquí pasa el pedido al área de compras para su cotización y posterior adquisición.

El proveedor entrega el pedido en el almacén, donde se verifica que esta mercadería concuerde con la Orden de Compra y se procede a darle ingreso al sistema logístico y se emite su respectivo Parte de Ingreso.

Al concluir con la recepción se le comunica al usuario de la llegada del material que ha solicitado para que lo disponga de inmediato o de lo contrario se le dé una ubicación si es que este material va a quedar a cargo del almacén para su custodia.

Un inadecuado control del crecimiento del inventario puede llevar a la empresa a perder enormes sumas de capital por inmovilizados. Generalmente las causas suelen ser:

- Lote de repuestos que vinieron con la compra de equipos. - Este es el problema principal, se presenta por la compra de repuestos asociada a la compra de equipos, como parte de una forma de venta. Finalmente, no todos los componentes fallan al mismo tiempo y los repuestos quedan ahí por buen tiempo hasta que los usen o incluso hay veces que los equipos se vuelven a vender como segunda y no se colocan los repuestos con la venta. De ahí proviene casi el 40% de los artículos inmovilizados, algunos de los cuales están deteriorados y/o desactualizados.
- Demora en el despacho de pedido de artículos. - Por lo que los mecánicos tienen que improvisar o conseguir por medio de compras por caja chica los repuestos que se necesitan de urgencia, quedando por eso almacenados aquellos que luego llegaran.
- Catálogo. - Debido a deficiencias que aún existen en el catálogo en el que aparecen artículos con diferentes códigos que se repiten en pedidos o se ha utilizado solo uno de esos códigos quedando almacenado el resto.
- Stock de seguridad. - A causa de las características especiales de trabajo en las que se tiene que cumplir con la cuota mínima de producción que estipula el contrato, se mantienen stocks de repuestos y accesorios para el normal funcionamiento de las operaciones.

Saldos de grandes mantenimientos. - Repuestos que luego de ser pedidos son dejados en el almacén debido a que todavía no han cumplido con su período de vida útil aquellos que actualmente se encuentran en los equipos funcionando con normalidad.

Dentro de las principales consecuencias se encuentran:

Alto costo de almacenamiento e inventarios. El costo de posesión o almacenamiento “lo que cuesta poseer un material, desde que ingresa hasta que se consume”.

Este costo comprende:

- Costo de capital invertido.
- Prima de seguro.
- Costo de almacén
- Costos administrativos
 - Mermas y pérdidas.
- Riesgo de obsolescencia.
- Impuesto de revalorización.
- Costos de mantenimiento
- Reducción de espacio en el ambiente destinado al almacén. Debido a la gran cantidad de stock acumulado se presenta la necesidad de apilar algunos de los artículos como ocurre con los filtros de gran tamaño con lo cual se reduce el espacio para transitar debidamente.

Dificulta las tareas de ordenamiento y limpieza. - La limpieza de los ambientes del almacén se hace difícil por el limitado espacio con el que se cuenta siendo esto sumamente perjudicial ya que por las condiciones ambientales de las operaciones

de movimiento de tierras donde se utilizan equipo pesado, la acumulación de polvo se hace incontrolable.

Normalmente el manual del fabricante da las pautas de mantenimiento de los equipos, el detalle está en agrupar todos estos conceptos y obtener un documento entendible y administrable por el ingeniero mecánico, civil, industrial, etc.; para obtener otro tipo de análisis posteriores: flujo de cajas, estados de pérdidas y ganancias, etc., que permitan medir la empresa en términos económicos o financieros.

Es este el problema de investigación de la presente tesis, cuyo objetivo principal es diseñar una metodología de planeamiento y control que permita tomar mejores decisiones a través de las áreas involucradas en la empresa.

Los problemas de administración de servicios, logística, compras y despachos de inventarios, entre otros, generalmente están ligados a la necesidad de integrar la gestión de mantenimiento con las demás áreas de la empresa.

En el mercado actualmente existen diversas soluciones determinadas por el tamaño de la organización, la complejidad de sus procesos, el precio del producto, etc.

La tecnología de información según lo definido por la asociación de la tecnología de información de América (ITAA) es “el estudio, diseño, desarrollo, implementación, soporte o dirección de los sistemas de información computarizados, en particular de software de aplicación y hardware de computadoras.” Se ocupa del uso de las computadoras y su software para convertir, almacenar, proteger, procesar, transmitir y recuperar la información.

Los avances en la Tecnología de la Información (TI) ofrece oportunidades para la espectacular y creciente Conectividad e Integración en los sistemas, tal es así que

permite encontrar nuevas oportunidades y estrategias de negocios, así como nuevas formas de relaciones inter e intra organizativas.

Muchas empresas han comprendido que la gestión del conocimiento es importante dentro de la cultura de aprendizaje de una empresa, siendo un conjunto de metodologías, sistemas y herramientas informáticas que ayudan a las empresas en los conocimientos claves para su actividades, por ejemplo gestionar su capital intelectual, gestionar sus actividades actuales y futura que les sirvan para prevenir y evitar los riesgos de descapitalización, gestionar carencias estructurales y coyunturales, acumular la base de conocimientos en cada evento del trabajo, promover la comunicación e intercambio de ideas y experiencias entre los empleados y hacer rentable su base conocimiento.

En la figura se muestra dos aspectos importantes fuera y dentro de las organizaciones; en el primer caso está el modelo de las 5 fuerzas definido por M. Porter en 1980, en donde la defensa consistía en construir barreras de entrada alrededor de una fortaleza que tuviera la organización y que le permitiera, mediante la protección que le daba ésta ventaja competitiva, obtener utilidades que luego podía utilizar en investigación y desarrollo, para financiar una guerra de precios o para invertir en otros negocios, hoy en día los enlaces y conectividad que brindan el desarrollo de tecnologías de información pueden ser para la organización una ventaja o desventaja con sus competidores, dependiendo de la utilización que se dé.

En el segundo caso se muestra la Cadena de valores propuesta por M. Porter en 1986 como la principal herramienta para identificar fuentes de generación de valor para el cliente: Cada organización realiza una serie de actividades para diseñar, producir, comercializar, entregar y apoyar a su producto o servicio; la cadena de valor identifica 9 actividades estratégicas de la empresa, cada una con un costo, a través de las que se puede crear valor para los clientes, estas 9 actividades se

dividen en 5 actividades primarias y 4 de apoyo. Como actividades primarias se consideran, la logística de entrada de materias primas, la transformación de las mismas (producción); la logística de salida (distribución); la comercialización de las ofertas (proceso de ventas) y los servicios anexos a las mismas.

Son estas en las que es necesario poner más énfasis en facilitar la labor de gestión de los procesos básicos de la empresa, la mayoría de los cuales suponen tareas compartidas y de cooperación. Dentro de las actividades secundarias el desarrollo tecnológico es parte esencial para competir frente a la tendencia del mercadeo moderno hacia las relaciones, para poder realizar esta forma de mercadeo es fundamental contar con una buena información como arma competitiva.

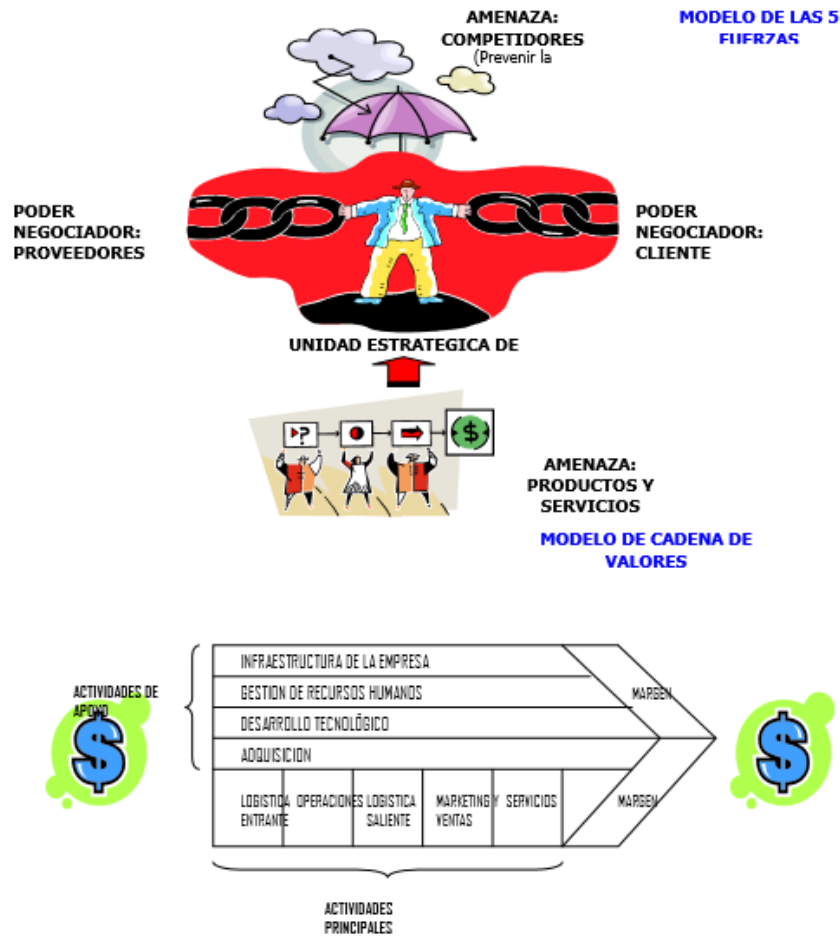
Por esto las empresas están trabajando fuertemente en la construcción de unas buenas bases de datos, que permitan, a partir del conocimiento que se tenga de los clientes, plantear una relación basada en satisfacer sus necesidades y expectativas. Hoy en día, las empresas manejan “Electronic Business” (e-business), este consiste en usar las tecnologías electrónicas para facilitar la transformación de los modelos y los procesos de negocio o parte de los mismos a fin de mejorar la calidad, la velocidad y el costo de las operaciones.

Los ERP (en inglés: Enterprise resource planning, en español: Planificación de los recursos de la empresa) son parte de las herramientas que comprenden el e-Business, siendo los proveedores líderes SAP, PeopleSoft, Oracle, Baan y JD Edwards. [16] Los ERP están diseñados para modelar, automatizar muchos de los procesos básicos con la finalidad integrar información de la empresa evitando el uso de conexiones complejas entre distintos proveedores.

Facilita el flujo de información entre finanzas, logística, recursos humanos y producción. Están compuestos por una base centralizada cuyos datos se ingresan una sola vez de carácter completo y consistente, por ello la mayoría de empresas tienden a alinear sus procedimientos al ERP.

Un problema muy común es que las implementaciones suelen ser largas y costosas (más que la licencia), crea dependencia de un solo proveedor y el hecho de que la empresa se ajustó al ERP puede ocasionar el mínimo detalle.

Figura 4. Modelo de las 5 fuerzas



El recurso humano puede transformarse en uno de los mayores problemas que puede enfrentar el área de mantenimiento, más aún con el actual desarrollo de la

electrónica y sistemas en la maquinaria pesada, los equipos han transformado gran parte de sus componentes en sistemas electrónicos.

Este continuo cambio de tecnología debe guiar a desarrollar políticas de capacitación de personal que equilibre las necesidades del personal.

La capacitación dentro de las organizaciones las beneficia porque:

- Deriva a una rentabilidad más alta y actitudes muy positivas.
- Mejora el conocimiento del puesto a todos los niveles.
- Identifica al personal con los objetivos de la organización.
- Mejora la relación jefes-subordinados.
- Proporciona información respecto a necesidades futuras a todo nivel.
- Se agiliza la toma de decisiones y la solución de problemas.
- Promueve el desarrollo con vistas a la promoción.
- Contribuye a la formación de líderes y dirigentes.
- Incrementa la productividad y la calidad del trabajo.
- Reduce la tensión y permite el manejo de áreas de conflicto.

La capacitación debe ir de la mano con una política de evolución del desempeño, que permita determinar los temas a tratarse, las personas involucradas, las bonificaciones, etc.

La motivación es una consecuencia de factores como: el sueldo, prestaciones, condiciones de trabajo y las políticas de la compañía que propician la satisfacción en el trabajo.

Un buen jefe debe identificar los impulsos y necesidades de los empleados, y canalizar su comportamiento hacia el desempeño del trabajo.

3. DESCRIPCION DE MAQUINARIA ACTUAL

3.1. INVENTARIO

INVENTARIO GENERAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO CONSTRUCTORA COLPATRIA S.A							
CÓDIG O INTER NO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	SERIE O CHASIS	Nº DE MOTOR	AÑO
EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRA Y MATERIALES							
CCEX001	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320DL ME	138 HP - 1,57 M³	A8F00582	GDC09438	2008
CCEX002	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	330DL ME	268 HP - 2,40 M³	R2D00231	THX18013	2008
CCEX003	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	336DL ME	268 HP - 2,52 M³	J2F00155	THX19329	2008
CCEX005	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320D	138 HP - 1M³	A6F00545	GDC12744	2008
CCEX006	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320DL ME	138 HP - 1,57 M³	A8F00767	GDC11203	2008
CCEX007	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320D	138 HP - 1M³	A6F00713	GDC16661	2008
CCEX008	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320DL ME	138 HP - 1,57 M³	A8F00761	GDC11549	2008
CCEX010	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	320D	138 HP - 1M³	FAL02612	GDC24693	2009
CCEX011	Excavadora Hidráulica	Caterpillar	324DL ME	188 HP - 1,84 M³	T2D00659	C7C15278	2009
CCMT001	Motoniveladora	Caterpillar	120M	138 - 153 HP	B9C00321	C6E12583	2008
CCMT002	Motoniveladora	Caterpillar	120M	138 - 153 HP	B9C00320	C6E12581	2008
CCMT003	Motoniveladora	Caterpillar	120M	138 - 153 HP	B9C00385	C6E15200	2008
CCMT004	Motoniveladora	Caterpillar	120H	125 - 140 HP	5FM05605	4TF92685	2008
CCVS001	Compactador de Suelo	Caterpillar	CS-533E	130 HP -10,84 TON	ASL03641	CRS57403	2008
CCVS002	Compactador de Suelo	Caterpillar	CS-533E	130 HP -10,84 TON	ASL03642	CRS57754	2008
CCVS003	Compactador de Suelo	Caterpillar	CS-533E	130 HP -10,84 TON	ASL03707	CRS57295	2008
CCVS004	Compactador de Suelo	Caterpillar	CS-533E	130 HP -10,84 TON	ASL03702	CRS5752	2008
CCVS005	Compactador de Suelo	Caterpillar	CS-533E	130 HP -10,84 TON	BZE01141	G4D22870	2008
CCT0001	Tractor Sobre Orugas	Caterpillar	D6T DS	185 HP	SMC00266	THX18651	2008
CCT0002	Tractor Sobre Orugas	Caterpillar	D6T DS	185 HP	SMC00274	THX18782	2008
CCT0003	Tractor Sobre Orugas	Caterpillar	D5K XL	96 HP	w/w00715	C4E04750	2008
CCCG003	Cargador Sobre Llantas	Caterpillar	938H	180 HP - 2,8 M³	MJC00449	C6E11403	2009
CCMC002	Mini-Cargador	Caterpillar	252B2	70 HP - 0,69 M³	SCP05897	CYM08175	2008
CCMC003	Mini-Cargador	Caterpillar	232B2	57 HP - 0,44 M³	SCH03210	CYS04252	2009
CCMC004	Mini-Cargador	Caterpillar	236B2	70HP - 0,44 M³	HEN09500	CYM11646	2010

Figura 5. Inventario Maquinaria

3.2.PROCEDIMIENTOS

3.2.1. Excavadoras hidráulicas

Figura 6. Excavadora Hidráulica



Se denomina pala excavadora a una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro, y de forma ininterrumpida) que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín, sin que la estructura portante o chasis se desplace.

3.2.2. Motoniveladoras

Figura 7. Motoniveladora



Una motoniveladora es una máquina de construcción que cuenta con una larga hoja metálica empleada para nivelar terrenos, además posee escarificadores para terrenos duros, los cuales puede ubicar al frente, en medio del eje delantero y la cuchilla o en la parte trasera, llamándose en este caso ripper.

Generalmente presentan tres ejes: la cabina y el motor se encuentran situados en la parte posterior, sobre los dos ejes tractores, y el tercer eje se localiza en la parte frontal de la máquina, estando localizada la hoja niveladora entre el eje frontal, y los dos ejes traseros. En ciertos países como Finlandia, la mayoría de las motoniveladoras están equipadas con una segunda cuchilla, localizada frente al eje delantero.

La principal finalidad de la motoniveladora es nivelar terrenos, y refinar taludes. Una de las características que dan gran versatilidad a esta máquina es que es capaz de realizar el refino de taludes con distintas inclinaciones.

El trabajo de la motoniveladora suele complementar al realizado previamente por otra maquinaria de construcción, como excavadoras o bulldozers.

3.2.3. Compactadores de suelos

Figura 8. Vibrocompactador de suelos



Son máquinas diseñadas para acelerar la compactación de diversos tipos de terrenos. El material se extiende en tongadas para posteriormente ejecutar los rellanos, que deben ser compactados.

Compactar consiste en aplicar la energía necesaria durante la construcción del rellano, para producir una disminución significativa del volumen de huecos del material empleado. De esta forma aumentar la resistencia superficial del terreno.

La elección de una u otra máquina compactadora y el proceso de compactación es importante con vistas a que la energía de la compactación no se disipe, dando lugar a tongadas irregulares con deformaciones. Si no se elige la máquina adecuada se puede perder energía y tiempo; implicando un gasto adicional de dinero.

3.2.4. Tractores sobre orugas

Figura 9. Tractor sobre Orugas



Un tractor oruga es un dispositivo de transporte utilizado principalmente en vehículos pesados, como tanques y tractores, u otro tipo de vehículos. Consiste en un conjunto de eslabones modulares que permiten un desplazamiento estable aun en terrenos irregulares.

La mayoría de las orugas forman parte de un cinturón flexible con un conjunto de eslabones rígidos unidos unos a otros fuertemente.

Los eslabones ayudan al vehículo a distribuir el peso en una superficie mayor que la que hubiera tenido con el empleo de ruedas, y esto hace que pueda moverse por un número mayor de superficies sin hundirse debido a su propio peso.

Por ejemplo, la presión que ejerce un automóvil sobre el suelo es igual aproximadamente a 207 kPa, mientras que las setenta toneladas que pesa un carro M1 Abrams ejercen una presión sobre el firme de 103 kPa.

3.2.5. Cargadores frontales

Figura 10. Cargador Frontal



El cargador frontal es un equipo tractor, montado en orugas o ruedas, que tienen una cuchara de gran tamaño en extremo frontal.

Los cargadores son equipos de carga, acarreo y eventualmente de excavación, en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo en distancias cortas.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y aumentar la producción. En el caso de excavaciones con explosivos, la buena movilidad de este le permite

moverse fuera de la voladura con seguridad y antes de que el polvo de la explosión disipe, recogiendo la roca regada y preparándose para la entrega del material.

Los cucharones del cargador frontal varían en tamaño desde 0,19 m³ hasta más de 19,1 m³ de capacidad. El tamaño del cucharón está relacionado con el tamaño de la máquina.

3.2.6. Minicargadores

Figura 11. Minicargador sobre ruedas



El minicargador es una máquina de construcción que consta de un chasis rígido con cabina cubierta desmontable sobre el cual se monta una cuchara frontal de pequeña capacidad.

El único motor (de gasolina o diésel) de esta máquina suele estar acoplado en la parte trasera, en el punto de unión entre los brazos de la cuchara y el chasis. Cuenta con un sistema hidráulico para la elevación de la cuchara o para permitir el montaje de otros accesorios. El chasis se desplaza sobre un sistema de orugas o de

neumáticos, siendo más habitual este último con una distribución de cuatro neumáticos de igual diámetro repartidos equitativamente a los lados.

3.3. RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Las rutinas de mantenimiento que se aplican en la actualidad en la empresa Colpatria se realizan dado el cumplimiento de ciertas horas de trabajo por parte de cada uno de los equipos del inventario objeto de estudio.

4. MODELO PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PMO

4.1.1. Gestión ciclo cíclico

Una vez que la organización determina gestionar el mantenimiento de sus equipos, es importante definir la metodología que permita obtener resultados de acuerdo al modelo establecido.

Este modelo debe ser lo suficientemente claro para poder ser identificado y medido durante las diferentes etapas del ciclo gestión que está formado por la función de planificación y control, de manera dinámica y continua.

A continuación, se describe que comprende cada una de las etapas del método cíclico:

Planear y Organizar

- Establecer la misión y los objetivos del proyecto. - Definir los procedimientos de trabajo. - Determinar el tiempo de ejecución (Programa de Actividades). - Programar las necesidades de recursos en el tiempo - Delinear la organización del proyecto y el equipo de trabajo. - Establecer el resultado económico del proyecto.

Dirigir y Controlar

- Usar el programa de actividades para guiar las decisiones. - Comparar avances y costos reales contra el programa actual. - Actualizar el programa original con datos reales de campo. - Comunicar los resultados del proyecto. - Evaluar el rendimiento y la productividad. - Pronosticar, analizar y recomendar acciones.

4.1.2. Planeamiento y control

Peter Druker decía: “Lo que no se puede medir no se puede administrar”, esto implica que “Si no se mide lo que se hace, no se puede controlar y si no se puede controlar, no se puede dirigir y si no se puede dirigir no se puede mejorar”.

Por ello en el planeamiento y la programación el éxito está en dedicarse a analizar cómo pueden suceder las cosas, qué métodos usar, qué recursos, todo aquello que garantice los mejores resultados de calidad, tiempo y costos.

Pero la política es distinta de acuerdo a la empresa, aun cuando se trata de negocios similares, por ello es importante la flexibilidad en el planeamiento y control de costos, de tal manera que el esquema de control sea una réplica exacta de los trabajos que se ejecutan.

La planificación es el reflejo de las intenciones de cómo queremos que se realice un proyecto, es parte del proceso de gestión cíclico que requiere evaluar si se está cumpliendo lo esperado, por ello es necesario el control, ya que la planificación no es una herramienta aislada.

Entonces podríamos definir que los objetivos del control son verificar la ejecución de los trabajos de acuerdo al planeamiento, tomar acciones correctivas si las hubiere y aumentar la productividad y calidad a través de un mejoramiento continuo. Para llevar a cabo un adecuado control es importante tener la cantidad de información necesaria que de veracidad, confiabilidad y oportunidad de ser útil en tiempo real.

4.1.3. Determinación del plan de fases

El programa de actividades es la conceptualización del planeamiento en concordancia con las condiciones contractuales, dividiendo los mantenimientos de

los equipos en una secuencia de actividades interrelacionadas y distribuidas en el tiempo.

Se inicia con la definición de las fases de control, considerando que las actividades son una unidad mínima de información para el control, estas son las mismas fases usadas para el modelo económico.

4.1.3.1. Lubricación

Este referido al control de los trabajos de lubricación que se hacen a los equipos, se trabaja con los planes de mantenimiento de los equipos donde se describen la frecuencia y la posición del mantenimiento a cada cantidad de horas.

El mantenimiento preventivo es recomendable para que los equipos proporcionen una mayor eficiencia durante las horas de trabajo. Para esto debe existir un programa para el servicio de estos equipos en los intervalos apropiados.

Tomando como referencia los resultados que arroje el control de horas los encargados del mantenimiento preventivo presentan un listado semanal de que equipos y a qué horómetro les toca su respectivo mantenimiento para que el operador ponga a disposición su equipo para que se realicen los trabajos necesarios.

4.1.3.2. Mantenimiento mecánico

Son las reparaciones realizadas por desgaste normal de los equipos. Estos mantenimientos generalmente implican reparaciones de componentes, por ello se recomienda dividir en:

- Mantenimiento Mecánico de Motor –Convertidor- Compresor
- Mantenimiento Mecánico de Transmisión

- Mantenimiento Mecánico de Tren de Fuerza □ Mantenimiento Mecánico de Sistema Hidráulico
- Mantenimiento Mecánico de Chasis y Otros

Esto puede seguir subdividiéndose más, es cuestión de definir a qué nivel se quieren controlar los costos.

4.1.3.3. Llantas

Son los mantenimientos de los neumáticos de los equipos, que pueden concluir en la reposición de la llanta por una nueva o una reencauchada. Interviene el control de las cocadas (mm) de los equipos para determinar que tanto puede durar la llanta en función de las horas que tiene por trabajar el equipo, en otros lugares se controla las cocadas en función de los kilómetros que recorre (depende de la unidad que se maneje en el control).

4.1.3.4. Carrilería

Son los mantenimientos de las carrilerías de los equipos con oruga, que pueden incluir, recalce de zapatas, cambios de la carrilería, etc. La frecuencia de cambio está relacionada con las condiciones del terreno.

4.1.3.5. Elementos de desgaste

Son los mantenimientos de los elementos de desgaste, que suelen ser cuchillas, puntas, etc. Al igual que el anterior la frecuencia de cambio está relacionada con las condiciones del terreno.

4.1.3.6. Reparaciones mayores

Son todas aquellas reparaciones que se hacen al tercio o mitad de la vida útil del equipo que permiten a sus componentes llegar al tiempo previsto con una disponibilidad establecida. Los montos generalmente están por la mitad del valor de compra del equipo dependiendo que sea lo que se va a realizar.

4.1.4.

Planeamiento y proyección de recursos

4.1.4.1.

Materiales

Está formada por la cantidad y el valor de los bienes y/o insumos sin incluir el IGV, que se encuentran especificados en las órdenes de compra, las cartas de crédito y rendiciones de gastos; y que van a quedar incorporados como parte del mantenimiento de los equipos del proyecto contratado.

Estos bienes e insumos corresponden a la incidencia teórica (modelo económico) por unidad de horas máquina, distribuidos en el tiempo, en función del programa de horas de equipos de la obra.

A continuación, presentamos un detalle de las principales categorías del reporte salidas/consumos de almacén, donde se clasifican las fases a las que pueden estar asignados los tipos de artículo, así como los responsables de la asignación de fases y tipos.

Esta tabla de validación permite verificar el registro de la información del almacén, porque suele suceder que los pedidos los solicite personal no instruido en el tema asignando valores que no corresponden.

El responsable de emitir el reporte es el Jefe del Almacén, pero quien se encarga de validar el reporte en la asignación de fases y de equipos es el Jefe del Taller.

Figura 12. Reporte consumos de almacén

REPORTE DE CONSUMOS DEL ALMACEN			
TIPO DE ARTICULO	DESCRIPCION	CODIGO EQ/ FASE	RESPONSABLE
1. Repuestos	Repuestos para los Equipos	COD. EQ. / LU, MM, ED, LL, CA, RM.	Jefe de Almacén (Entrega de la Información)
2. Repuestos Taller	Repuestos para los Equipos de Taller o para el Taller	VARIOS / TALLER	
3. Herramientas	Alicate, Dados, Desarmador, Llaves, Martillos, etc.	VARIOS / TALLER	
4. Llantas		COD. EQ. / LL	
5. Materiales	Materiales usados para los Equipos	COD. EQ. / LU, MM, ED, CA, LL, RM	
6. Insumos	Materiales usados para el Taller	VARIOS / TALLER	Jefe de Taller (Determina la Fase y el tipo del Artículo)
8. Lubricantes	Filtros, Aceites, Grasas.	COD. EQ. / LU, MM	
9. Consumibles	Trapos, Ácidos, Lijas, etc.	VARIOS / TALLER	
10. Combustibles	Combustible de los Equipos del Taller	(X)	
11. Artículos de Limpieza		VARIOS / TALLER Ó INDIRE	
12. Economato		VARIOS / TALLER Ó INDIRE	
13. Útiles de Oficina		VARIOS / TALLER Ó INDIRE	
14. Implementos de Seguridad		VARIOS / TALLER Ó INDIRE	
(X) En el caso del Combustible, algunos implementos de seguridad, consumos o servicios para Equipos del Taller: se registra las salidas al Código del Equipo para el control del Consumo, pero todo este Gasto va a la Tarifa Vestida.			

4.1.4.2.

Mano de obra

Comprende las H-H y el costo necesario para realizar todos los trabajos de mantenimiento de los equipos durante la duración de la obra. Éstas H – H están directamente relacionadas con las reparaciones que se efectúan.

Los rendimientos dependen de: las condiciones de trabajo, supervisión de obra y situación del mercado. Hay que tener en cuenta, que dicho costo no sólo incluye jornales, sino también las leyes sociales, como son seguro social, dominicales, feriados, impuesto a las remuneraciones, vacaciones, etc.

4.1.4.3. Servicios terceros

Son los montos totales de trabajos efectuados por servicios terceros, están compuestos por las valorizaciones según los avances que se verifican directamente en obra. Estos servicios pueden ser del tipo de servicios de mano de obra y/o suministro de repuestos, reparaciones para el taller, reparaciones de repuestos de equipos, alquiler de equipos y vehículos terceros, fletes terceros. Los documentos utilizados son las órdenes de servicio u órdenes de trabajo.

4.1.4.4. Equipos

Es el costo de los equipos propios y de terceros usados para el mantenimiento del equipo de operación. Por ejemplo, una grúa para desmontaje, el montacarga etc.

4.1.4.5. Fletes

Estos son los transportes de los equipos o materiales para el mantenimiento de los equipos, no incluye las movilizaciones y desmovilizaciones de los equipos de operación (esto es normalmente asumido por el área de operaciones).

4.1.4.6. Supervisión

Este rubro corresponde a todos los empleados (Jefes de obra, Ingenieros Asistentes, Ingenieros Junior, Administrativos, supervisores, etc.), necesarios para la supervisión y desenvolvimiento administrativo del área de mantenimiento de la obra.

4.1.4.7. Depreciación

Es el valor del capital de la cuota bancaria, estos equipos suelen comprarse con financiamiento por el valor, una vez finalizado el plazo ya no se considera costo.

4.1.4.8.

Seguros

Es el porcentaje del costo de la prima anual del equipo, las aseguradoras determinan un porcentaje de recuperó del valor de compra actual del equipo y la franquicia o deducible en que aplicará el seguro Todo Riesgo de Equipo de Contratistas (TREC), multirriesgo, responsabilidad civil, etc.

4.1.5.

Resultado operativo equipo por equipo

Es un sistema estructurado y formalizado que integra el planeamiento y control de costos. Permite medir la gestión, analizar la fase y el equipo que requiere una mejora, por ello la necesidad de la veracidad de sus datos.

También permite proyectar las políticas futuras de la organización. Contiene un previsto original, consumo real, un previsto actual (el real más la proyección de los recursos), muestra la distribución en el tiempo de las cantidades necesarias para cumplir con las actividades programadas para cada equipo.

Equipos principales: llamados así a todos los equipos que intervienen directamente en la operación, por ejemplo, en un trabajo de “conformación de la capa de sub-base para una carretera”, la moto niveladora, el rodillo, el camión cisterna de agua, el camión cisterna de combustible, la camioneta del capataz son los equipos principales.

Equipos auxiliares: llamados así a todos los equipos que sirven para prestar el servicio de mantenimiento a los equipos principales, por ejemplo, el camión lubricador, el torno, el manipulador de llantas, las camionetas de los mecánicos son los equipos auxiliares.

Un ejemplo de equipo secundario: el montacargas, se ha considerado así porque este equipo sirve para trasladar las llantas de los equipos pesados en el taller; si

este equipo hubiera servido para trabajos en el almacén de operaciones ya no sería equipo secundario sino más bien principal, he ahí la diferencia de las definiciones.

4.1.5.1. Tarifa de mano de obra

En un taller existen dos tipos de gastos, los que se asignan a un equipo específico y los que están asignados al conjunto en general; un ejemplo es un filtro que siempre estará asignado a un equipo, pero una llave inglesa (herramienta) sirve para reparar diversos equipos como: un camión, un cargador, una motoniveladora, etc.; su división es difícil porque es un material que no se consume específicamente para un solo equipo, sino más bien para varios. Entonces cuando se tiene un costo que no puede dividirse o asignarse a un equipo en especial, este se acumula en la “Mano de Obra”, que es un total que se prorateara a cada equipo en función de las horas hombre de mecánicos asignados a cada equipo.

4.1.5.2. División del resultado

Consta de una división vertical de periodos de tiempo y una horizontal de la naturaleza de la fuente.

4.1.5.3. Por tiempo previstos

La total obra consta de tres partes: Original, Anterior y Actual; en el primero está referido a los datos del presupuesto inicial (de la oferta); el segundo está referido a los datos del presupuesto del mes anterior y el tercero está referido a los datos calculados en el ejercicio del mes actual.

En los tres casos se evalúa el tiempo total del presupuesto, en los dos últimos incluyen lo ya ocurrido y lo proyectado.

4.1.5.4. Reales

Está referido a los datos del mes que transcurrió, este resultado se evalúa con respecto a lo que se previó anteriormente, lo que se busca es comparar lo

presupuestado y lo ejecutado para determinar las variaciones, las causas y aprender.

4.1.5.5. Venta

En el resultado de equipos existen 2 tipos de ventas, la primera es el producto de las horas valorizadas por sus componentes y la segunda es la facturación a terceros que se realiza por trabajos hechos del personal de mantenimiento.

4.1.5.6. Costo

Está compuesto por todos los recursos necesarios para cumplir el planeamiento de los equipos (materiales, mano de obra, servicios, equipos y vehículos propios, fletes, supervisión y gastos generales). La distribución estará dada por la siguiente configuración por cada fase por cada equipo:

4.1.5.7. Margen

Es el resultado económico del taller, la diferencia entre la venta y el costo que puede ser pérdida o ganancia.

Se representa en función a un porcentaje de la venta.

4.2. METODOLOGÍAS DE PROYECCIÓN

El dato inicial de partida es el requerimiento en horas de los equipos, éste debe verificarse de acuerdo a la disponibilidad actual de estos, para confirmar si es viable el requerimiento o si es necesario traer otro equipo similar.

4.2.1. Lubricación

Para este tipo de mantenimiento se trabaja con los planes de lubricación, en donde se describe que posición toca para cada uno y los respectivos recursos.

$$\% \text{ Margen} = (\text{Venta} - \text{Costo}) \times 100$$

Un ejemplo sería un equipo con horómetro 0, si consideramos que la frecuencia de mantenimiento es a las 250 horas, se harían en total 8 mantenimientos, pero con 4 tipos de mantenimientos (250, 500, 1000 y 2000).

El primero sería a las 250 horas del tipo 250, el segundo a las 500 horas del tipo 500, el tercero a las 750 horas del tipo 250, el cuarto a las 1000 horas del tipo 1000, el quinto a las 1250 horas del tipo 250, el sexto a las 1500 horas del tipo 500, el séptimo a las 1750 horas del tipo 250, el octavo a las 2000 horas del tipo 2000, el siguiente mantenimiento correspondiente a las 2250 horas comenzaría nuevamente desde el primer plano y así sucesivamente.

Luego hay que costear cada posición de acuerdo a cada plan por equipo, en la tabla 18 se observa el plano 3 de un remolcador (porque es un mantenimiento tipo 250), ahí se describe que se debe hacer el cambio para el MOTOR en 10 galones de Aceite Mobil Delvac MX 15W/40, que se debe cambiar 2 filtros de aceite de motor, 2 filtros de combustible primario y que se debe realizar las siguientes inspecciones:

- Lavar pre filtro de aire y respiraderos de motor.
- Revisar poleas, templador de fajas, fajas de alternador, bomba de agua.
- Revisar estado de cardanes, crucetas, pernos.
- Revisión y limpieza de respiraderos de transmisión.
- Revisión y limpieza de respiraderos de sistema hidráulico.
- Revisión de tolva, pistón de levante, pines.
- Revisar estado de carga: Alternador, baterías, cables, switch máster de corriente.
- Revisar sistema de luces en general.
- Engrase general del equipo.

Los planos están determinados por los cambios descritos a cada posición según las recomendaciones del fabricante (inicialmente), tienen el detalle de los aceites

grasas, filtros y repuestos según cada componente de cada equipo. Descrita las cantidades, se actualizan los precios y se determina el costo de cada posición por tipo de material (lubricantes, grasas, filtros, repuestos, materiales y mano de obra).

Luego con los datos del último horómetro de mantenimiento y las horas que trabajará el equipo, se determina en que fechas se realizaran los mantenimientos.

De esta manera se obtiene el costo por mes de lubricación del equipo. Aquí lo importante es tener los planes para poder programar, tal vez en la primera ocasión se observe que han faltado algunas consideraciones, por lo que debe siempre compararse el plan previsto contra el real, esto permitirá aprender más y mejorar a futuro las estimaciones hechas en el equipo.

4.2.2. Mantenimiento Mecánico y Reparación Mayor

Estos son los mantenimientos más complicados de programar, porque se establece en función de las recomendaciones del fabricante y la historia de equipos similares, aquí hay que tener cuidado en no confundir la historia del mantenimiento por correctivo con el preventivo.

El método es dividir en componentes y determinar su vida útil. Para el caso aplicado, se utilizó un cargador 988H en donde la vida útil son las 50, 000 hm, los mantenimientos mecánicos están determinados a lo largo de este periodo y las reparaciones mayores para las 16 000; 22 000 y 30000 hm.

4.2.3. Llantas

La proyección de unidades de llantas nuevas y reencauches, es muy similar a la que se usa para la lubricación, consta de un rendimiento que se mide por las cocadas de los neumáticos algunos en función de las horas trabajadas y otros en casos en función de los kilómetros recorridos, esto dependerá del modo de medición que se tenga internamente.

También se adjuntan los datos de las horas transcurridas desde que se colocó la llanta y el costo de cada una, con estos datos adicionales se calcula el desgaste en mm/hm así como el costo de cada llanta en mm/h. Los cálculos efectuados anteriormente son básicos para establecer la proyección en función al desgaste y al costo de la llanta según su tipo y/o marca. Para el cálculo de las horas hombre se debe estimar el ratio de hora hombre de reparación por llanta.

De la data obtenida se estima el rendimiento promedio de los neumáticos del equipo (en este caso está en mm/hm), para proyectarlo de acuerdo a las horas de trabajo a futuro.

Aquí interviene el dato de la última medición en mm de las cocadas de cada neumático para determinar el saldo por consumirse. Hay que tener en cuenta que las llantas no se consumen hasta el último milímetro, generalmente se deja una cantidad de milímetros por un tema de seguridad o políticas de reencauche.

También hay ocasiones que cuando los cambios de las posiciones paralelas no se producen a la vez, se adelanta algún otro a fin de que estén con llantas con cocadas similares (estabilidad para el equipo).

Se indica dos partes: las condiciones actuales y las próximas (la medida de cocada para las llantas nuevas), así como también se establece el desgaste en cada caso, en ambos casos son similares porque se considera que la reposición será con llantas del mismo tipo y marca.

Luego al multiplicar el desgaste por la cantidad de horas proyectadas en cada mes, se establece el consumo de milímetros de cocadas en cada mes.

A las cocadas actuales se le resta el consumo por mes hasta que la diferencia de ambos sea igual o menor al saldo de milímetros determinado para cada equipo;

cuando esto sucede se considera el cambio de llanta y la diferencia se hace considerando los milímetros de la nueva llanta colocada.

4.2.4. Carrilería

Este mantenimiento está referido al recalce de zapatas o al propio cambio de carrilería (oruga), su programación es similar al mantenimiento mecánico.

4.2.5. Elementos de Desgaste

Es un mantenimiento de las cuchillas, cantoneras, uñas, pines, etc. de los equipos, se puede definir como los elementos que están en contacto directo con los materiales de la operación. Este rendimiento es muy variable, porque un mismo equipo con el mismo tipo de aceros puede consumirse más rápidamente si un material es más abrasivo que el otro.

Eso significa que al elaborar una tarifa hay que tener en cuenta siempre las condiciones del material en cada una de las zonas de trabajo, algunos propietarios prefieren trasladar este costo al arrendador con la finalidad de evitar las pérdidas por un mal cálculo de consumo de elementos de desgaste. Para el cálculo de las horas hombre se debe estimar el ratio de h/elemento.

4.3. CONSOLIDADOS

Un consolidado es la unión de los informes de los talleres, esto permite visualizar integralmente el área de equipos, así como el costo total de cada equipo (cuando el equipo rota de sede los costos están repartidos en los diferentes talleres de ahí la necesidad de consolidar).

En el resultado a nivel de los talleres se tiene el costo financiero o leasing financiero, la depreciación y los seguros.

El análisis del resultado pendiente permite determinar la contingencia, para finalmente determinar si en el acumulado existe un margen a favor o pérdida respecto al acumulado.

4.3.1. Activos

Es todo aquello que posteriormente originará ingresos por concepto de venta o un menor costo en el taller por ejecutar. Puede estar contenido en el costo acumulado o en la venta proyectada.

Por ejemplo: el stock de materiales (ya no representa un costo cuando se ejecute y valore la actividad que los utilice), cuando se adelanta un costo de reparación mayor.

Es importante procurar siempre tener el menor número de activos, ya que estos representan una inversión de dinero que afectara el flujo de caja.

4.3.2 Provisiones

Esto aquello que se haya valorizado y que después genere un costo, puede estar considerado en el costo proyectado o en la venta acumulada, pero para llegar al margen promedio del taller debió significar un costo acumulado o una venta valorizada.

Por ejemplo: las valorizaciones de las subcontratistas atrasadas, cuando se provisiona tarifa de reparación mayor para un futuro costo.

Se debe procurar que este monto no sea muy alto ya que implican un compromiso de deuda que debe ser controlado.

4.3.3. Resultado final

Es el análisis del margen considerando los activos y provisiones, es un margen futuro que aún no ha sido ganado o perdido.

RESULTADO FINAL =MARGEN +ACTIVOS (positivo)+PROVISIONES (negativo)

4.4. INDICADORES

El propósito de cualquier monitoreo y evaluación es mejorar la performance final. Por lo tanto, los indicadores son los puntos de partida para el establecimiento de un sistema de monitoreo y evaluación.

Para hacerlo, deben considerarse los siguientes aspectos:

- Naturaleza de la información requerida.
- Niveles de la información, cuando es generada.
- Modos y formatos para los reportes
- Quién provee la información a quién (flujo de información),
- Consolidación de la información a diversos niveles.

5. CONCLUSIONES

Las empresas con un patrimonio compuesto principalmente por maquinaria, están obligadas a procurar que el equipo tenga el mayor tiempo disponible para operar, garantizado a través de adecuados mantenimientos que disminuirán finalmente los costos.

La gestión del mantenimiento se construye sobre todos los que intervienen, a través de la continua capacitación de su personal a cargo sobre las políticas y normas que concluyan en buenas prácticas para la empresa.

El principal activo de toda empresa es el personal que la conforma, más aun si la prestación de servicios es lo que se vende, por lo tanto ninguna herramienta por muy potente que sea no servirá mientras las personas que la manejan no son las idóneas.

La gestión del mantenimiento tiene que estar precedida por la gestión del conocimiento, que permitirá a la empresa administrar el conocimiento clave del planeamiento y programación del mantenimiento de los equipos.

El resultado del taller sirve para controlar las ventas y costos de los equipos asignados a un lugar específico, mientras que al convertir esta información a equipo por equipo se está controlando el modelo económico del equipo y observando el comportamiento del real frente a las proyecciones con la posibilidad de mejorar lo propuesto.

La comparación del Modelo Económico versus el costo acumulado en un determinado instante del tiempo de un equipo, es una versátil metodología que permite pronosticar la tendencia del equipo con respecto al plan inicial de inversión,

porque disgrega el análisis de las actividades de mantenimiento con detalles útiles para diferentes usuarios, los que son coherentes y fáciles de interpretar.

La metodología de planeamiento y control propuesta, permite integrar variables operativas y financieras, mejorando los canales de comunicación entre las áreas y por consecuencia los resultados de la empresa.

La planificación de equipos tiene que ser un sistema flexible integrado con los objetivos y estrategias, no basarse en una extrapolación del pasado ni por expresión de los deseos sino en un análisis del entorno y un examen interno, esto establecerá el impacto que tendrán las decisiones que se tomen hoy en el futuro.

La versatilidad de la metodología en analizar los equipos con diferentes dimensiones (relaciona el centro de costos, equipo, actividades, frecuencias y tipos de recursos), es un beneficio no solo para el área de mantenimiento sino también para el área de comercial en la elaboración de presupuestos más competitivos y para el área operativa en la disponibilidad operativa del equipo.

6. RECOMENDACIONES

La gestión de mantenimiento en una empresa debe estructurarse dentro del plan estratégico de la empresa (a nivel de accionistas y directivos a largo plazo), para establecer un planeamiento específico (a nivel de la gerencia a mediano plazo) y un planeamiento operativo (a nivel de las jefaturas en corto plazo); esto permitirá establecer los objetivos, las metas, las actividades a realizar y finalmente determinar los indicadores que medirán el cumplimiento de los planes trazados.

Debido a las nuevas realidades del mercado, para liderar la transformación de sus entornos competitivos, la empresa debe dejar de lado los paradigmas tradicionales y tener la capacidad de adoptar en cada momento aquellos sistemas, prácticas y estilos de gestión que mejor satisfagan los requerimientos para competir exitosamente.

Para la gestión del stock de repuestos y materiales se debe identificar los repuestos por marca, fecha de ingreso, equipo para el que fueron comprados, número de parte, etc. Esto con la finalidad de determinar si es que aún estos repuestos van a ser utilizados en la reparación de los equipos que están trabajando en la obra y de no ser así se debe buscar la forma de venderlos o en todo caso darles de baja del stock. Se debe habilitar ambientes para el correcto almacenamiento de estos repuestos, los cuales brindan las mejores condiciones para evitar el deterioro y sirven además de sala de exhibición para los posibles compradores.

Siempre debe estar en obra personal exclusivo para la gestión de compras. Esto tornará más fluido este proceso además de que la persona encargada de comprar se familiarice más con los repuestos que se entregan en la obra ya que a veces no sucede así, porque las compras se centralizan en la sede central. Además, con esto el comprador tiene más claro cuales repuestos se requieren con urgencia y cuáles no.

La calidad y velocidad de respuesta de los proveedores ante algún requerimiento hecho por el área de mantenimiento es decisivo para el variar los inventarios incrementándolos o disminuyéndolos; por ello las alianzas y estrategias con los proveedores deben garantizar una rápida respuesta frente a las necesidades de obra, esto permitirá no incrementar el stock.

BIBLIOGRAFIA

AMENDOLA Luis José, Retorno de la Inversión sobre el mantenimiento de activos, 2006, Disponible en <http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/rima.pdf>

ALVAREZ Manuel, Herramientas para la elaboración de la Gestión Minera. 2004,
BECERRA Fabiana, Estudio de los elementos para la gestión del Mantenimiento para alcanzar la excelencia, Venezuela. 2006, Disponible en: <http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/excelencia.pdf>

BEDOYA Enrique Osvaldo, La nueva gestión de personas y su evaluación de desempeño en empresas competitivas, Perú.

Disponible en:

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/empre/bedoya_se/contenido.htm

BERNAL Edgar, La contratación de mantenimiento. 2004, Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/PonenciaEdgar.pdf>.

CÁCERES María, Como incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerencia el mantenimiento, Venezuela. 2004, <http://internal.dstm.com.ar/sites/mmnew/bib/notas/competitividad.pdf>

CARDENAS Jorge, Curso de costos y presupuestos”, Universidad de Ciencias Aplicadas UPC, Perú. 2001,

CARHUANCHO Oswaldo, Mejoramiento de los procesos operativos de Barrick, Perú. 2004,

GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de especialización. UIS, Bogotá, 1999.

ANEXOS

ANEXO A



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Excavadora Hidráulica

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 1		
2	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DE MOTOR		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		
4	LIMPIAR CONDENSADOR		
5	TOMAR MUESTRA DE ACEITE MANDOS FINALES		
6	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDOS FINALES		
7	LUBRICAR RODAMIENTO DE CORONA DE GIRO		
8	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DEMANDO DE GIRO		
9	INSPECCION GENERAL FUGAS		
10	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS - PANEL DE CONTROL)		
11	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
12	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES - BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Excavadora Hidráulica

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE AUX		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
5	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
6	INSPECCIONAR TAPA Y TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	LIMPIAR MALLA RECOLECTORA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (STRAINER)		
8	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
9	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
11	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS DE MOTOR		
12	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
13	LIMPIAR CONDENSADOR		
14	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO FINAL		
15	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO FINAL		
16	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL SISTEMA HYD		

17	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
18	LUBRICAR RODAMIENTO DE COORNA DE GIRO		
19	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
20	INSPECCION GENERAL FUGAS		
21	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS - PANEL DE CONTROL)		
22	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
23	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES - BUJES)		

PERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Excavadora Hidráulica

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	REALIZAR CALIBRACION DE VALVULAS DE MOTOR		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE AUX		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
7	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
8	INSPECCIONAR TAPA Y TANQUE DE COMBUSTIBLE		
9	LIMPIAR MALLA RECOLECTORA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (STRAINER)		
10	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
11	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DE MOTOR		
12	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
13	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS DE MOTOR		
14	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
15	LIMPIAR BATERIA		
16	LIMPIAR CONDENSADOR		

17	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO FINAL		
18	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO FINAL		
19	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL SISTEMA HYD		
20	REEMPLAZAR FILTRO DE DRENADO DE CARCASA SISTEMA HYD		
21	REEMPLAZAR FILTRO PILOTO SISTEMA HYD		
22	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
23	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
24	LIBRICAR RODAMIENTO DE CORONA DE GIRO		
25	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
26	LUBRICAR VARILLAJE DEL BOOM		
27	LUBRICAR VARILLAJE DEL STICK		
28	APRETAR SOPORTE DE BATERIA		
29	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SISTEMA A/A		
30	REEMPLAZAR FILTROS DE CABINA		
31	INSPECCION GENERAL FUGAS		
32	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
33	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
34	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Excavadora Hidráulica

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 4		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	REALIZAR CALIBRACION DE VALVULAS DE MOTOR		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE AUX		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
7	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
8	INSPECCIONAR TAPA Y TANQUE DE COMBUSTIBLE		
9	LIMPIAR MALLA RECOLECTORA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (STRAINER)		
10	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
11	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DE MOTOR		
12	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
13	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS DE MOTOR		
14	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
15	LIMPIAR BATERIA		
16	LIMPIAR CONDENSADOR		
17	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO FINAL		
18	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
19	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO FINAL		

20	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL SISTEMA HYD		
21	LIMPIAR SCREEN DE TANQUE HYD		
22	REEMPLAZAR FILTRO DE RETORNO SISTEMA HYD		
23	REEMPLAZAR FILTRO DE DRENADO DE CARCASA SISTEMA HYD		
24	REEMPLAZAR FILTRO PILOTO SISTEMA HYD		
25	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
26	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
27	LIBRICAR RODAMIENTO DE CORONA DE GIRO		
28	LUBRICAR CORONEA DE GIRO – PIÑON		
29	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE MANDO DE GIRO		
30	LUBRICAR VARILLAJE DEL BOOM		
31	LUBRICAR VARILLAJE DEL STICK		
32	APRETAR SOPORTE DE BATERIA		
33	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SISTEMA A/A		
34	REEMPLAZAR FILTRO DE CABINA		
35	REEMPLAZAR FILTRO DE CABINA		
36	INSPECCION GENERAL FUGAS		
37	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
38	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
39	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado

ANEXO B



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Motoniveladora

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 1		
2	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
3	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
4	REEMPLAZAR FILTROS DE AIRE		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
6	LUBRICAR CILINDRO CENTERSHIFT		
7	REALICE PRUEBAS AL FRENO PARQUEO		
8	REALICE PRUEBAS AL FRENO DE SERVICIO		
9	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		
10	INSPECCIONE SPLINDER DE LAS RUEDAS		
11	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
12	DRENE SEDIMENTOS DE LOS TANQUES DEL SISTEMA DE FRENOS		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Motoniveladora

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	PURGE EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
4	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
5	INSPECCIONAR TANQUE Y TAPA DE COMBUSTIBLE		
6	LIMPIAR STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
8	TAKE & ANALYZE S-O-S FROM ENGINE OIL		
9	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
10	LIMPIAR SCREEN DE LA TRANSMISION		
11	REEMPLAZAR FILTRO DE LA TRANSMISION		
12	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE TRANSMISION		
13	REEMPLAZAR RESPIRADERO DE LOS TANDEM		
14	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE LOS TANDEM		
15	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE LOS TANDEM		
16	TOMAR MUESTRA SPLINDER DE LAS RUEDAS		
17	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		

18	REALICE PRUEBAS AL FRENO PARQUEO		
19	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO		
20	REEMPLAZAR FILTRO DE RETORNO SISTEMA HIDRAULICO		
21	TOMAR MUESTRA DE ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
22	INSPECIONE SHUTOFF DE LA MAQUINA		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Motoniveladora

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	CAMBIAR FILTROS DE AIRE		
3	PURGE EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
5	REEMPLACE EL FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
6	INSPECCIONAR TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	LIMPIAR FILTRO STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
8	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR		
11	LIMPIAR SCREEN DE LA TRANSMISION		
12	REEMPLAZAR FILTRO DE LA TRANSMISION		
13	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE TRANSMISION		
14	REEMPLAZAR ACEITE DE LA TRANSMISION		
15	REEMPLAZAR RESPIRADERO DE LOS TANDEM		
16	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE LOS TANDEM		
17	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE LOS TANDEM		

18	TOMAR MUESTRA SPLINDER DE LAS RUEDAS		
19	INSPECCIONE NIVEL DE ACEITE SPLINDER DE LAS RUEDAS		
20	REALICE PRUEBAS AL FRENO PARQUEO		
21	REALICE PRUEBAS AL FRENO DE SERVICIO		
21	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO		
22	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE RETORNO SISTEMA HIDRAULICO		
23	INSPECCIONE EL ACUMULADOR DE LA HOJA		
24	TOMAR MUESTRA DE ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
25	INSPECCIONE LA ESTRUCTURA Y CABINA DE LA MAQUINA		
26	REEMPLAZAR FILTRO DE A/A DE LA CABINA		
27	INSPECCIONE SHUTOFF DE LA MAQUINA		
28	INSPECCIONAR CORREA		
29	INSPECCIONAR TAPA DE RADIADOR		
30	LUBRICAR CILINDRO CENTERSHIFT		
31	DRENE SEDIMENTOS DE LOS TANQUES DEL SISTEMA DE FRENOS		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Motoniveladora

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 4		
2	CAMBIAR FILTROS DE AIRE		
3	REPLACE AIR FILTER ELEMENT SECONDARY		
4	INSPECCIONAR Y/O CALIBRAR VALVULAS DEL MOTOR		
5	INSPECT VALVE ROTATOR ENGINE		
6	INSPECCIONE EL DAMPER DEL MOTOR		
7	PURGE EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
8	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
9	REEMPLACE EL FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
10	INSPECCIONAR TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE		
11	LIMPIAR FILTRO STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
12	REALIZAR PRUEBAS A LA UNIDAD INYECTORA		
13	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
14	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
15	LIMPIAR TAPA DEL RADIADOR		
16	R MUESTRA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR		
17	INSPECCIONAR CABLES Y BATERIA (Medir Voltaje)		

18	LIMPIAR SCREEN DE LA TRANSMISION		
19	REEMPLAZAR FILTRO DE LA TRANSMISION		
20	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE TRANSMISION		
21	REEMPLAZAR ACEITE DE LA TRANSMISION		
22	REEMPLAZAR RESPIRADERO DE LOS TANDEM		
23	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE LOS TANDEM		
24	DRENAR Y LLENAR ACEITE DE LOS TANDEM		
25	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE LOS TANDEM		
26	TOMAR MUESTRA SPLINDER DE LAS RUEDAS		
27	DRENAR Y LLENAR ACEITE DE SPLINDER		
28	INSPECCIONE NIVEL DE ACEITE SPLINDER DE LAS RUEDAS		
29	REALICE PRUEBAS AL FRENO PARQUEO		
30	REALICE PRUEBAS AL FRENO DE SERVICIO		
31	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO		
31	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE RETORNO SISTEMA HIDRAULICO		
32	INSPECCIONE EL ACUMULADOR DE LA HOJA		
33	TOMAR MUESTRA DE ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
34	DRENAR Y LLENAR ACEITE DEL MOTOR DE GIRO		
35	LIMPIAR CONDENSADOR Y CALENTADOR A/A		
36	INSPECCIONE LA ESTRUCTURA Y CABINA DE LA MAQUINA		
37	REEMPLAZAR FILTRO DE A/A DE LA CABINA		
38	INSPECCIONE SHUTOFF DE LA MAQUINA		

39	LUBRICAR CILINDRO CENTERSHIFT		
40	DRENE SEDIMENTOS DE LOS TANQUES DEL SISTEMA DE FRENOS		
41	INSPECCIONAR TAPA DE RADIADOR		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado

ANEXO C



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Compactador de Suelos Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 1		
2	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
3	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
4	CAMBIAR FILTROS DE AIRE		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
6	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE EJE TRASERO		
7	INSPECCIONAR CORREA		
8	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE MANDO FINAL TRASERO		
6	CHEQUEAR ALISMIENTO DEL TAMBOR		
7	COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
8	CHEQUEAR NIVEL DEL MOTOR DE VIBRACION		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Compactador de Suelos Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	REEMPLACE EL FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
4	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
5	CAMBIAR FILTROS DE AIRE		
6	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
7	INSPECCIONAR CORREA		
8	TOMAR MUESTRA DE AC DE EJE TRASERO		
9	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE EJE TRASERO		
10	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE MANDO FINAL TRASERO		
11	HACER PRUEBAS FRENO DE PARQUEO		
12	TOMAR MUESTRA DE AC SISTEMA HIDRULICO		
13	CHEQUEAR ALISMIENTO DEL TAMBOR		
14	COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
15	CHEQUEAR NIVEL DEL MOTOR DE VIBRACION		
16	REALICE PRUEBAS DE VIBRACION		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Compactador de Suelos Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

Instruction		OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	INSPECCIONAR Y/O CALIBRAR VALVULAS DE MOTOR		
3	INSPECCIONAR SOPORTES DEL MOTOR		
4	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
5	INSPECCIONAR TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
6	LIMPIAR FILTRO STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
8	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR		
10	INSPECCIONAR CORREA		
11	INSPECCIONAR TAPA DE RADIADOR		
12	TOMAR MUESTRA DE AC DE EJE TRASERO		
13	CAMBIAR ACEITE EJE TRASERO		
14	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE EJE TRASERO		
15	TOMAR MUESTRA DE AC MANDO FINAL TRASERO		

16	CAMBIAR ACEITE MANDOS FINALES		
17	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE MANDO FINAL TRASERO		
18	HACER PRUEBAS FRENO DE PARQUEO		
19	TOMAR MUESTRA DE AC SISTEMA HIDRULICO		
20	CAMBIAR ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
21	REEMPLAZAR RESPIRADERO TANQUE ACEITE HIDRAULICO		
22	CAMBIAR FILTRO ACEITE HIDRAULICO		
23	CHEQUEAR ALISMIENTO DEL TAMBOR		
24	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
25	CAMBIAR ACEITE DEL REDUCTOR DE VIBRACION		
26	COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
27	CHEQUEAR NIVEL DEL MOTOR DE VIBRACION		
28	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR DE VIBRACION		
29	TOMAR MUESTRA DE AC DEL MOTOR DE VIBRACION		
30	INSPECCIONE LA ESTRUCTURA DE LA MAQUINA		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Compactador de Suelos Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

Instruction		OK	Comments
1	EJECUTAR PM 4		
2	INSPECCIONAR Y/O CALIBRAR VALVULAS DE MOTOR		
3	INSPECCIONAR SOPORTES DEL MOTOR		
4	INSPECCIONAR POLEA DEL DAMPER		
5	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
6	INSPECCIONAR TAPA DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	LIMPIAR FILTRO STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
8	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE DEL MOTOR		
11	INSPECCIONAR CORREA		
12	INSPECCIONAR TAPA DE RADIADOR		
13	TOMAR MUESTRA DE AC DE EJE TRASERO		
14	CAMBIAR ACEITE EJE TRASERO		
15	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE EJE TRASERO		

16	TOMAR MUESTRA DE AC MANDO FINAL TRASERO		
17	CAMBIAR ACEITE MANDOS FINALES		
18	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE MANDO FINAL TRASERO		
19	HACER PRUEBAS FRENO DE PARQUEO		
20	TOMAR MUESTRA DE AC SISTEMA HIDRULICO		
21	CAMBIAR ACEITE SISTEMA HIDRAULICO		
22	REEMPLAZAR RESPIRADERO TANQUE ACEITE HIDRAULICO		
23	CAMBIAR FILTRO ACEITE HIDRAULICO		
24	CHEQUEAR ALISMIENTO DEL TAMBOR		
25	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
26	CAMBIAR ACEITE DEL REDUCTOR DE VIBRACION		
27	COMPROBAR NIVEL DE ACEITE DEL REDUCTOR DEL TAMBOR		
28	CHEQUEAR NIVEL DEL MOTOR DE VIBRACION		
29	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR DE VIBRACION		
30	TOMAR MUESTRA DE AC DEL MOTOR DE VIBRACION		
31	REEMPLAZAR DRYER A/C Y RECARGAR SISTEMA		
32	INSPECCIONE LA ESTRUCTURA DE LA MAQUINA		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado

ANEXO D



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Tractor Sobre Orugas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 1		
2	LIMPIAR TANQUE DE COMBUSTIBLE Y PURGAR SISTEMA		
3	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
4	TOMAR MUESTRA DEL REFRIGERANTE		
5	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
6	LUBRICAR POLEA FAN DRIVE		
7	CHEQUEAR NIVEL DE AC MANDOS FINALES		
8	INSPECCIONAR TREN DE RODAJE		
9	AJUSTAR TREN DE RODAJE		
10	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
11	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
12	LUBRICAR SISTEMA WINCHER – SI ESTA EQUIPADO CON ESTE.		
13	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE WINCHER		
14	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE BARRA EQUALIZADORA		
15	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
16	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
17	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Tractor Sobre Orugas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	PURGAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
5	INSPECCIONAR TAPA Y TANQUE DE COMBUSTIBLE		
6	LIMPIAR STRAINER		
7	DRENAR SEDIMENTOS DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE (SEPARADOR DE AGUA)		
8	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
9	REEMPLAZAR FILTRO DE AC Y AC DE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
11	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE DE MOTOR		
12	AJUSTAR Y TENSIONAR CORREAS Y POLEAS		
13	LUBRICAR POLEA DEL FAN		
14	TOMAR MUESTRA DE AC DE LA TRANSMISION		
15	REEMPLAZAR FILTRO DE AC DE LA TRANSMISION		

16	TOMAR MUESTRA DE AC MANDO FINAL		
17	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE MANDO FINAL		
18	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE TENSOR (BASTIDOR)		
19	AJUSTAR CADENAS		
20	INSPECCIONAR ENSAMBLE DE CADENAS (BUJES – PASADORES – TORNILLOS – ETC)		
21	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
22	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
23	TOMAR MUESTRA DE AC DEL SISTEMA HCO		
24	REEMPLAZAR FILTRO DE AC HCO		
25	LUBRICATE WINCH ROLLER		SI SE REQUIERE
26	CHECK WINCH FLUID LEVEL		SI SE REQUIERE
27	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE BARRA EQUALIZADORA		
28	INSPECCIONAR PAD Ó SOPORTES DE BARRA EQUALIZADORA		
29	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
30	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
31	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Tractor Sobre Orugas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	PURGAR SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
5	INSPECCIONAR TAPA Y TANQUE DE COMBUSTIBLE		
6	LIMPIAR STRAINER DE TANQUE COMBUSTIBLE		
7	DRENAR TANQUE DE COMBUSTIBLE (<u>SEDIMENTOS</u>)		
8	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
9	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE Y ACEITE DE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE AC MOTOR		
11	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
12	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS (<u>AJUSTAR TENSION</u>)		
13	LUBRICAR POLEA DEL FAN		
14	CHEQUEAR NIVELES DE BATERIA		
15	TOMAR MUESTRA DE AC DE LA TRANSMISION		
16	LIMPIAR RESPIRADERO DE TRANSMISION		
17	LIMPIAR SCREEN MAGNETICO DE LA TRANSMISION		
18	REEMPLAZAR FILTRO DE AC DE LA TRANSMISION		

19	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE AC DE LA TRANSMISION		
20	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MANDO FINALES		
21	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE MANDO FINALES		
22	CHEQUEAR NIVEL DE AC DEL TENSOR (BASTIDOR)		
23	AJUSTAR CADENAS		
24	INSPECCIONAR ENSAMBLE DE CADENAS (BUJES – PASADORES – TORNILLOS – ETC)		
25	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
26	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
27	TOMAR MUESTRA DE AC DEL SISTEMA HCO		
28	REEMPLAZAR FILTRO SISTEMA HCO		
29	DRAIN & REFILL WINCH OIL		SI SE REQUIERE
30	CLEAN WINCH BREATHER		SI SE REQUIERE
31	LUBRICATE WINCH ROLLER		SI SE REQUIERE
32	CHECK WINCH FLUID LEVEL		SI SE REQUIERE
33	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE LA BARRA EQUALIZADORA		
34	INSPECCIONAR PAD Ó SOPORTES DE BARRA EQUALIZADORA		
35	INSPECCIONAR SOPORTES DE CABINA		
36	REEMPLAZAR FILTRO DE A/A RECIRCULACION		
37	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE CABINA		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Tractor Sobre Orugas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	PERFORM PM 4		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	INSPECCIONAR SOPORTES DE MOTOR		
5	PURGAR EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE PRIMARIO		
7	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
8	INSPECCIONAR TANQUE Y TAPA DE COMBUSTIBLE		
9	LIMPIAR STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
10	DRENAR SEDIMENTOS Y HUMEDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE		
11	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
12	REEMPLAZAR FILTRO DE AC DE MOTOR		
13	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
14	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE DE MOTOR		
15	TENSIONAR CORREAS		

16	LUBRICAR POLEA DEL VENTILADOR		
17	CHEQUEAR FLUIDO DE BATERIA		
18	TOMAR MUESTRA DE AC DE LA TRANSMISION		
19	LIMPIAR RESPIRADERO DE LA TRANSMISION		
20	LIMPIAR SCREEN MAGNETICO DE LA TRANSMISION		
21	REEMPLAZAR FILTRO DE AC DE LA TRANSMISION		
22	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE AC DE LA TRANSMISION		
23	TOMAR MUESTRA DE AC DE MANDOS FINALES		
24	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE AC DE LOS MANDOS FINALES		
25	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE MANDOS FINALES		
26	INSPECCIONAR NIVEL DE AC DE RESORTE DE RUEDA GUIA - RECOIL SPRING		
27	AJUSTAR TENSION DE CADENAS		
28	INSPECCIONAR ZAPATAS		
29	INSPECCIONAR PASADORES DE CADENAS - LINKS		
30	INSPECCIONAR RUEDA GUIA		
31	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
32	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
33	TOMAR MUESTRA DE AC DEL SISTEMA HIDRAULICO		
34	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE AC DEL SISTEMA HIDRAULICO		
35	REEMPLAZAR FILTRO DE AC HIDRAULICO		
36	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE AC DE WINCHER		SI ESTA EQUIPADO
37	LIMPIAR RESPIRADERO DEL WINCHER		SI ESTA EQUIPADO

38	LUBRICAR RODAMIENTO DE WINCHER		SI ESTA EQUIPADO
39	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE WINCHER		SI ESTA EQUIPADO
40	INSPECCIONAR BARRA ECUALIZADORA		
41	CHEQUEAR NIVEL DE AC DE BARRA ECUALIZADORA		
42	INSPECCIONAR SOPORTES DE BARRA ECUALIZADORA		
43	LIMPIAR CONDENSADOR DE AIRE ACOND.		
44	REEMPLAZAR DRYER – SECADOR DE SISTEMA A/A		
45	INSPECCIONAR ROPS Y SOPORTES DE CABINA		
46	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE		
47	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA		
48	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
49	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
50	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado

ANEXO E



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Cargador Frontal Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 1		
2	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR – ULTIMO CAMBIO		
3	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
4	LUBRICAR EJE CENTRAL		
5	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE EN DIFERENCIALES		
6	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
7	EVALUAR ACUMULADOR DE FRENO		
8	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
9	LUBRICAR QUICK COUPLER		
10	INSPECCIONAR INDICADOR DE FILTRO DE AIRE		
11	INSPECCION GENERAL FUGAS		
12	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
13	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
14	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Cargador Frontal Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	REEMPLAZAR ELEMENTO SEPARADOR DE AGUA		
5	INSPECCIONAR Y LIMPIAR TAPA TANQUE DE COMBUSTIBLE (CAMBIAR SELLO)		
6	LIMPIAR STRAINER DE TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	LIMPIAR RESPIRADERO DE MOTOR		
8	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE ACEITE MOTOR		
10	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
11	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE MOTOR		
12	TOMAR MUESTRA DE ACEITE TRANSMISION		
13	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE DE LA TRANSMISION		
14	LUBRICAR EJE CENTRAL		
15	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL TRASERO		
16	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL DELANTERO		
17	CHEQUEAR NIVELE DE DIFERENCIALES		
18	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
19	EVALUAR ACUMULADOR DE FRENO		

20	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
21	TOMAR MUESTRA DE ACEITE HCO		
22	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE HCO		
23	LUBRICAR QUICK COUPLER		
24	INSPECCIONAR INDICADOR DE FILTRO DE AIRE		
25	INSPECCION GENERAL FUGAS		
26	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS - PANEL DE CONTROL)		
27	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
28	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES - BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Cargador Frontal Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
5	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
6	INSPECCIONAR Y LIMPIAR TAPA TANQUE DE COMBUSTIBLE		
7	LIMPIAR STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
8	LIMPIAR REPIRADERO MOTOR		
9	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE MOTOR		
10	TOMAR MUESTRA DE ACEITE MOTOR ULTIMA MUESTRA		
11	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
12	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE MOTOR ULTIMO CAMBIO		
13	LIMPIAR BATERIA		
14	REEMPLAZAR SCREEN MAGNETICO DE LA TRANSMISION)		
15	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE LA TRANSMISION ULTIMO CAMBIO -		
16	REEMPLAZAR FILTRO DE LA TRANSMISION		
17	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE LA TRANSMISION		
18	LUBRICAR CARDAN		
19	LUBRICAR EJE CENTRAL		

20	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL DELANTERO - ULTIMO CAMBIO -		
21	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL TRASERO ULTIMO CAMBIO -		
22	CHEQUEAR NIVELES DE ACEITE DE DIFERENCIALES		
23	LUBRICAR SOPORTE DE EJE DE MANDO		
24	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
25	EVALUAR ACUMULADOR DE FRENO		
26	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
27	TOMAR MUESTRA DE ACEITE HCO ULTIMO CAMBIO		
28	REEMPLAZAR FILTRO HCO		
29	LUBRICAR QUICK COUPLER		
30	LUBRICAR PIN PIVOTE DE ARTICULACION		
31	LUBRICAR FENDER		
32	APRETAR SOPORTE DE BATERIA		
33	INSPECCIONAR ROPS/FOPS DE CABINA		
34	REEMPLAZAR FILTRO AIRE DE CABINA		
35	INSPECCIONAR INDICADOR DE FILTRO DE AIRE		
36	INSPECCION GENERAL FUGAS		
37	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS - PANEL DE CONTROL)		
38	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
39	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHICHAS - DIENTES - BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Cargador Frontal Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 4		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	ADJUST INLET/EXHAUST VALVE ENGINE		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
6	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
7	INSPECCIONAR Y LIMPIAR TAPA TANQUE DE COMBUSTIBLE		
8	LIMPIAR STRAINER TANQUE DE COMBUSTIBLE		
9	LIMPIAR REPIRADERO MOTOR		
10	REEMPLAZAR FILTRO DE ACEITE MOTOR		
11	TOMAR MUESTRA DE ACEITE MOTOR		
12	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
13	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE MOTOR		
14	LIMPIAR BATERIA		
15	REEMPLAZAR SCREEN MAGNETICO DE LA TRANSMISION		
16	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE LA TRANSMISION		
17	REEMPLAZAR FILTRO DE LA TRANSMISION		
18	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE LA TRANSMISION		
19	LUBRICAR CARDAN		

20	LUBRICAR EJE CENTRAL		
21	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL		
22	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DIFERENCIAL		
23	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL DELANTERO		
24	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE ACEITE DIFERENCIAL TRASERO		
25	CHEQUEAR NIVELES DE ACEITE DE DIFERENCIALES		
26	LUBRICAR SOPORTE DE EJE DE MANDO		
27	EVALUAR FRENO DE SERVICIO		
28	EVALUAR DISCO DE FRENO		
29	EVALUAR INDICADOR DE DISCO DE FRENO		
30	EVALUAR ACUMULADOR DE FRENO		
31	EVALUAR FRENO DE PARQUEO		
32	TOMAR MUESTRA DE ACEITE HCO ULTIMA		
33	REEMPLAZAR FILTRO HCO		
34	LIMPIAR VALVULA VENTILADOR HCO		
35	LUBRICAR QUICK COUPLER		
36	LUBRICAR PIN DE ARTICULACION		
37	LUBRICAR FENDER		
38	APRETAR SOPORTE DE BATERIA		
39	LUBRICAR ACTUADOR DE INCLINACION DE CAPO		
40	REEMPLAZAR RECEIVER/DRYER DEL A/A		
41	INSPECCIONAR ROPS/FOPS DE CABINA		
42	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA		
43	INSPECCIONAR INDICADOR DE FILTRO DE AIRE		

44	INSPECCION GENERAL FUGAS		
45	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
46	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
47	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado

ANEXO F



Rutina de Mantenimiento Preventivo PMI Minicargador Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR MANTENIMIENTO PM 1		
2	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
3	REEMPLAZAR FILTRO Y ACEITE DE MOTOR		
4	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		
5	CAMIBAR FILTROS DE AIRE		
6	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE		
7	INSPECCION GENERAL FUGAS		
8	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS - PANEL DE CONTROL)		
9	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
10	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES - BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM2 Minicargador Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 2		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE SECUNDARIO		
4	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
5	REEMPLAZAR FILTRO AC Y ACEITE DE MOTOR		
6	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DE MOTOR		
7	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
8	INSPECCIONAR CORREAS Y POLEAS		
9	CHEQUEAR LUBRICACION DE CADENAS DE MANDOS DE TRASLACION		
10	CHEQUEAR TENSION DE CADENA		
11	TOMAR MUESTRA DE AC DEL SISTEMA HCO		
12	REEMPLAZAR FILTRO DE AC HCO		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM3 Minicargador Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	EJECUTAR PM 3		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	CALIBRAR VALVULAS DE MOTOR		
5	REEMPLAZAR FILTRO DE COMBUSTIBLE DE LINEA SUPLIDORA		
6	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
7	REEMPLAZAR FILTRO DE AC Y AC DE MOTOR		
8	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
10	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		
11	DRENAR Y COMPLETAR NIVELES DE AC EN MOTORES DE TRASLACION		
12	CHEQUEAR LUBRICACION DE CADENAS DE MANDOS DE TRASLACION		
13	CHEQUEAR TENSION DE CADENAS		
14	TOMAR MUESTRA DE AC DEL SYSTEMA HCO		
15	REEMPLAZAR FILTRO DE AC HCO		
16	INSPECCIONAR SOPORTES DE CABINA		

17	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA		
18	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA DE RECIRCULACION		
15	INSPECCION GENERAL FUGAS		
16	INSPECCION GENERAL SISTEMA ELECTRICO (BOMBILLOS QUEMADOS – PANEL DE CONTROL)		
17	INSPECCION GENERAL EQUIPO ACCESORIOS FALTANTES		
18	INSPECCION DE ELEMENTOS DE DESGASTE (CUCHILLAS - DIENTES – BUJES)		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado



Rutina de Mantenimiento Preventivo PM4 Minicargador Sobre Llantas

Cód. Interno: _____ Fecha: _____

Horómetro: _____ Proyecto: _____

	Instruction	OK	Comments
1	PERFORM PM 4		
2	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE PRIMARIO		
3	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE SECUNDARIO		
4	CALIBRACION DE VALVULAS DE MOTOR		
5	CALIBRACION DE BOMBA DE INYECCION		
6	REPLACE FUEL FILTER SUPPLY LINE		
7	REEMPLAZAR FILTRO SEPARADOR DE AGUA		
8	REEMPLAZAR FILTRO DE AC Y AC DE MOTOR		
9	TOMAR MUESTRA DE AC DE MOTOR		
10	INSPECCIONAR POLEAS Y CORREAS		
11	TOMAR MUESTRA DE REFRIGERANTE		
12	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE AC DE MOTORES DE TRASLACION		
13	CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE CADENAS DEMOTORES DE TRASLACION		
14	CHEQUEAR TENSION DE CADENAS DE MOTORES DE TRASLACION		
15	TOMAR MUESTRA DE AC HIDRAULICO		
16	REEMPLAZAR FILTRO DE AC HIDRAULICO		

17	DRENAR Y COMPLETAR NIVEL DE AC HIDRAULICO		
18	REEMPLAZAR DRYER A/A		SI LO REQUIERE
19	INSPECCIONAR SOPORTES DE CABINA		
20	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA		
21	REEMPLAZAR FILTRO DE AIRE DE CABINA RECIRCULACION		

OPERADOR	MECÁNICO	JEFE M&E
Recibí de Conformidad	Ejecutado	Autorizado