

**MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO
CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA
COMPAÑIA**

BRAULIO VIDAL GUTIERREZ GUTIERREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

**MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO
CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA
COMPAÑÍA**

BRAULIO VIDAL GUTIERREZ GUTIERREZ

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Director

LUIS FELIPE HERNANDEZ ROMERO

M.S. en Gerencia de Proyectos Industriales y Logísticos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A mi madre, mi padre, mis hermanos y toda mi familia, por su apoyo y continua ayuda durante la especialización.

AGRADECIMIENTOS

A la compañía ATR S.A.S donde presto mis servicios como ingeniero, por su continuo apoyo durante el tiempo que llevo laborando allí.

A la Universidad Industrial de Santander por su aporte a mi crecimiento profesional y laboral.

A mis compañeros de trabajo por su continuo apoyo y colaboración durante el desarrollo de la especialización.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. ATR S.A.S.	17
1.1 MISIÓN	17
1.2 VISIÓN	18
1.3 POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO	18
1.4 MAQUINARIA	19
1.4.1 Maquinaria nueva	19
1.4.2 Maquinaria repotenciada	24
1.4.3 Maquinaria para el sector petróleos	26
1.5 ALQUILER DE MAQUINARIA	28
1.6 TRANSCURRIR HISTORICO DE ATR S.A.S.	29
1.7 UNIDADES DE NEGOCIOS DE ATR S.A.S.	30
1.7.1 Unidad de refacciones y servicio	30
1.7.2 Unidad de equipo pesado	30
1.7.3 Unidad de industria petrolera	31
1.8 ORGANIGRAMA ATR S.A.S.	31
2. MANTENIMIENTO, COSTOS, INDICADORES DE GESTIÓN Y ASPECTOS FINANCIEROS	32
2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	34
2.1.1 Justificaciones del mantenimiento correctivo	34
2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO	37
2.4 COSTOS	40
2.4.1 Costos fijos	40

2.4.2 Costos variables	40
2.4.3 Costos financieros	41
2.4.4 Costos de la no disponibilidad por fallas	41
2.5 INDICADORES DE GESTIÓN	41
2.5.1 Disponibilidad	42
2.5.2 Mantenibilidad	42
2.5.3 Confiabilidad	43
2.6 ASPECTOS FINANCIEROS DEL MANTENIMIENTO	44
3. ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA DE ATR S.A.S.	46
3.1 LOS EQUIPOS ENTREGADOS EN ALQUILER QUE NO SEAN NUEVOS DEBEN ESTAR COMPLETAMENTE REPOTENCIADOS Y APTOS PARA LA LABOR A REALIZAR	49
3.2 ANTES DE REALIZAR EL NEGOCIO DE ALQUILER EL EQUIPO DE INGENIERÍA DEBE SABER EN DONDE VA A OPERAR EL EQUIPO Y BAJO QUE CONDICIONES	53
3.3 SE DEBE TENER UN MÍNIMO DE 16 HORAS DE PRUEBA A LOS EQUIPOS REPOTENCIADOS QUE SE VALLAN A ENTREGAR EN ALQUILER BAJO LAS CONDICIONES QUE VAN A OPERAR PARA EL CLIENTE	55
3.4 SE DEBE RECOPIRAR TODA LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS EQUIPOS QUE SE ENCUENTREN ACTUALMENTE EN ALQUILER	55
3.5 SE DEBE MONTAR UN MODELO DE CONTROL QUE TENGA LA INFORMACIÓN TECNICA Y ADMINISTRATIVA, Y ADEMÁS LLEVE EL CONTROL DE LOS MANTENIMIENTOS Y REPARACIONES REALIZADOS A ESTOS EQUIPOS EN ALQUILER DURANTE SU OPERACIÓN	62
3.6 SE ASIGNARÁ UN INGENIERO RESPONSABLE DE LLEVAR EL CONTROL DE ESTOS EQUIPOS EN ALQUILER	67

4. CONCLUSIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Excavadora sobre orugas marca DOOSAN.	20
Figura 2. Excavadora sobre llantas marca DOOSAN.	20
Figura 3. Cargador sobre llantas marca DOOSAN.	21
Figura 4. Camión articulado marca DOOSAN.	21
Figura 5. Motoniveladora marca XCMG.	22
Figura 6. Vibro-compactador marca XCMG.	22
Figura 7. Retro-cargadora marca XCMG.	23
Figura 8. Grúa hidráulica marca XCMG.	23
Figura 9. Torres de iluminación marca ALLMAND.	24
Figura 10. Tractor de oruga marca CATERPILLAR.	25
Figura 11. Motor marca CATERPILLAR.	26
Figura 12. Motor marca DOOSAN.	26
Figura 13. Preventoras.	27
Figura 14. Bombas reciprocantes.	27
Figura 15. Equipo de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos.	28
Figura 16. Unidades de negocio de ATR S.A.S.	30
Figura 17. Organigrama ATR S.A.S.	31
Figura 18. Rutinas de mantenimiento de fábrica excavadora Solar 225LCV marca DOOSAN.	36
Figura 19. Resultado de aceite usado.	38
Figura 20. Presupuesto para reparación general de maquinaria RM-21.	50
Figura 21. Cronograma para la reparación general de maquinaria RM-21.	51
Figura 22. Costos de insumos y repuestos utilizados durante la reparación de un equipo RM-21.	52

Figura 23. Costos de mano de obra utilizados durante la reparación de un equipo RM-21.	52
Figura 24. Excavadora con herramienta adicional (martillo hidráulico).	54
Figura 25. Listado general de equipos (hoja de cálculo 1) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.	63
Figura 26. Seguimiento del mantenimiento (hoja de cálculo 2) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.	65
Figura 27. H.V. OT=69DI (hoja de cálculo) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado de equipos en alquiler, según: equipo, OT, modelo, cliente y lugar de operación.	56

RESUMEN

TÍTULO: MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.*

AUTOR: BRAULIO VIDAL GUTIERREZ GUTIERREZ.**

PALABRAS CLAVES: Alquiler de maquinaria, maquina, mantenimiento, correctivo, preventivo, información, seguimiento, implementar, rutinas.

DESCRIPCION:

En la siguiente monografía se desarrolla e implementa un modelo de control para el mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos en alquiler de la compañía ATR S.A.S.

En primer lugar, se muestra la compañía, su transcurrir histórico, sus productos y servicios, su filosofía, su misión y visión, buscando mostrar las necesidades y ventajas corporativas de está en el mercado de refacciones y equipos.

Es importante recalcar la importancia del mantenimiento preventivo en equipos pesados, específicamente aquellos que están en alquiler, porque del seguimiento y el mantenimiento preventivo estricto depende la satisfacción del cliente y las utilidades generadas por esté.

Se muestra el inicio de la compañía en el negocio de alquiler de equipos, la cantidad y variedad de equipos alquilados, los inconvenientes que tubo a causa del gerenciamiento del mantenimiento de estos equipos, el por qué este negocio no parecía interesante para la alta gerencia. Analiza brevemente como el departamento de ingeniería visualizo los inconvenientes del alquiler de equipos desde el punto de vista del gerenciamiento del mantenimiento y que estrategias se propusieron e implementaron con el fin de hacer del negocio de alquiler de equipos un tema importante y llamativo para la alta gerencia.

Finalmente esta monografía presenta como se recopila la información de los equipos en alquiler de la empresa, se organiza la información de acuerdo a su importancia, se diseña e implementa un modelo de control para el seguimiento del mantenimiento de estos equipos y como se recopila la información histórica de los trabajos realizados.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director Luis Felipe Hernández Romero, M.S. en Gerencia de Proyectos Industriales y Logísticos.

SUMMARY

TITLE: CONTROL MODE FOR MONITORING CORRECTIVE AND PREVENTIVE MAINTENANCE RENT EQUIPMENT COMPANY.*

AUTHOR: BRAULIO VIDAL GUTIERREZ GUTIERREZ.**

KEY WORDS: Rental equipment, machine, maintenance, corrective, preventive, information, tracing, implement, routines.

DESCRIPTION:

The monograph develops and implements a control model for corrective and preventive maintenance of the equipment rental company ATR S.A.S.

First, it presents a Company's presentation, its history, products and services, philosophy, vision and mission; it also demonstrates needs and corporative advantages that exist into the market for spare parts and heavy equipment.

It is interesting to emphasize how important is the preventive maintenance for heavy equipment, basically those ones that are for rental. With a right monitoring and preventive maintenance, the company will supply a good service for customers reflected on profits such as satisfaction of client's needs and economic utilities for the organization.

It shows the beginning for the company into the equipment rental business, quantity and variety of rental equipment, the problems due the management of this equipment and why this business was not interesting for the management department. It analyzes briefly how engineering department saw the problems about the rental equipment coming from the opinion of management maintenance and what strategies they proposed and implemented in order to make of the rental equipment business an issue really important and striking for the senior management.

Also, this model shows the equipment's data collection according to the grade of importance, design and implementation of a model control to follow the maintenance for this kind of equipment using historical information based on previous documents and technical reports.

* Monograph.

** Mechanical Engineering School. Specialization in Management of Maintenance. Director Luis Felipe Hernández Romero, M.S. in Management of Industrial and logistics project.

INTRODUCCIÓN

ATR S.A.S. es una empresa dedicada a la comercialización de maquinaria, repuestos y servicios para industrias de los sectores civil, minero y petróleo, incursionando de manera fuerte en el negocio de alquiler de maquinaria, con una amplia gama de equipos y ofertas para el mercado actual.

Para prestar un servicio de alta de calidad y con equipos en buen estado es necesario tener toda una infraestructura técnica que incluya instalaciones, personal y la logística necesaria para garantizar a los clientes maquinaria disponible y eficiente, junto con personal calificado para realizar mantenimiento y reparaciones en campo de forma rápida y eficaz, y toda la logística que permita al personal de la empresa, repuestos e insumos llegar al lugar de operación en el momento oportuno.

Es importante realizar seguimiento y llevar un control de los activos, sus mantenimientos y reparaciones, hodómetro, información técnica de la maquinaria, ubicación geográfica, información de clientes y condiciones del alquiler, e información histórica de los trabajos realizados a los equipos. Todo esto con el fin de prestar un servicio oportuno a los clientes interno y externo, además de tener claro todas las condiciones administrativas y operativas que están en torno al alquiler de las maquinas. Para tal fin es importante realizar un **MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA**, aspecto que no solo permite realizar el seguimiento a los mantenimientos, sino también el poder contar con la información de los equipos completa y actualizada.

Es necesario recopilar toda la información administrativa que tenga relación con los equipos alquilados, tal como ubicación geográfica, cliente, condiciones del alquiler y demás que sean necesarias para prestar un buen servicio; además de la

información técnica referente a los equipos completa como lo es marca, tipo, número de serial y modificaciones realizadas, esto con el fin de prestar un servicio técnico preciso y en el menor tiempo posible.

Con la información recopilada y el MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER terminado, se debe insertar toda esta información al MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA, junto con el estado de los equipos, para empezar a llevar el control de los equipos.

El objetivo es tener una herramienta que permita realizar el seguimiento a los equipos, controlar los mantenimientos correctivos y preventivos, buscando llevar los mantenimientos a solo preventivos, que garantice la disponibilidad de los equipos, la satisfacción del cliente y la rentabilidad de los negocios para la compañía.

1. ATR S.A.S.

ATR S.A.S. es una compañía con más de 30 años en el mercado Colombiano, que brinda soluciones a las necesidades de los clientes en equipos y partes para maquinaria pesada en las industrias de ingeniería civil, minería y petróleos.

Cuenta con personal directo de la compañía, lo cual facilita la programación de servicios y permite una oportuna respuesta ante las solicitudes de los clientes, y cuenta con una experiencia de 20 años en reparación, mantenimiento y repotenciación de maquinaria pesada.

Ofrece el suministro de repuestos en marcas originales y homologadas como son DOOSAN, CATERPILLAR, XCMG, ALLMAND, GHINASSI, IPD, BULLDOG y MIBA, de igual manera suministra maquinaria pesada de marcas como DOOSAN, CATERPILLAR, KOMATSU, XCMG y ALLMAND.

1.1 MISIÓN

ATR S.A.S., está dedicado a la comercialización de repuestos y partes para maquinaria pesada, mantenimiento y reparación de equipos, venta de maquinaria nueva y repotenciada; servicios orientados a satisfacer las necesidades de nuestros clientes a nivel nacional en el sector transporte, minero, obras civiles e industria del petróleo.

La calidad, la seguridad en el trabajo, el cuidado ambiental, la comunicación, el trabajo en equipo e instalaciones adecuadas son una constante en el desarrollo de la organización que garantiza servicios confiables, la protección del trabajador y la preservación del medio ambiente. “Para el logro de nuestra misión nos apoyamos en personal competente, con años de experiencia al servicio del mercado de

maquinaria pesada, actualización en tecnología y estabilidad e interacción con los mejores proveedores”.

1.2 VISIÓN

Institución comercial certificada para servir a los mercados globales de maquinaria pesada.

1.3 POLÍTICA DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO

ATR S.A.S. está comprometido en satisfacer las necesidades de sus clientes, en la prevención de la contaminación generada por sus actividades y en la seguridad y la salud de sus trabajadores mediante:

- La satisfacción de las expectativas del mercado de repuestos y maquinaria pesada, el cumplimiento de los requisitos del cliente y los exigidos por los mercados que interactúan con nuestra organización, personal competente, ofreciendo calidad, cumplimiento y confianza en el servicio.
- La identificación de los aspectos y el control de los impactos ambientales generados por las actividades laborales, el uso eficiente de los recursos naturales, el manejo y disposición de los residuos, la sensibilización y competencia de sus empleados en la preservación del medio ambiente.
- La identificación de sus peligros y el establecimiento de controles que permitan mantener un ambiente laboral seguro favoreciendo la prevención de lesiones y enfermedades profesionales.

Además se compromete con el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y aquellos que la organización estipule como necesarios.

ATR S.A.S. impulsará la mejora continua en la gestión y desempeño en el sistema de gestión, en calidad, seguridad, salud ocupacional y ambiental, y así lograr la efectividad de sus esfuerzos.

1.4 MAQUINARIA

1.4.1 Maquinaria nueva: Actualmente ATR S.A.S tiene la representación de maquinaria, repuestos y servicio a nivel nacional de marcas importantes en el mercado mundial, como son:

- DOOSAN: Fabricante número uno de maquinaria pesada en Corea del Sur, también es dueño de BOB CAT y la división de equipos portables de INGERSOLL RAND. ATR S.A.S. comercializa en Colombia excavadoras sobre orugas y llantas, cargadores sobre llantas y camiones articulados de la marca DOOSAN INFRACORE. (Ver figuras 1,2, 3 y 4).
- XCMG: Fabricante número uno de maquinaria pesada de la República Popular de China. ATR S.A.S. comercializa motoniveladoras, equipos de compactación, línea de retro-cargadoras y línea de grúas hidráulicas de izaje. (Ver figuras 5, 6, 7 y 8).
- ALLMAND: Compañía norteamericana con más de 70 años de experiencia en el mercado de equipos especializados para generación de luz y potencia eléctrica, haciendo lugares de trabajo más iluminados, seguros y eficientes. ATR S.A.S. comercializa torres de iluminación. (Ver figura 9).

Figura 1. Excavadora sobre orugas marca DOOSAN.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 2. Excavadora sobre llantas marca DOOSAN.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 3. Cargador sobre llantas marca DOOSAN.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 4. Camión articulado marca DOOSAN.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 5. Motoniveladora marca XCMG.



Fuente: XCMG.

Figura 6. Vibro-compactador marca XCMG.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 7. Retro-cargadora marca XCMG.



Fuente: XCMG.

Figura 8. Grúa hidráulica marca XCMG.



Fuente: XCMG.

Figura 9. Torres de iluminación marca ALLMAND.



Fuente: ATR S.A.S.

1.4.2 Maquinaria repotenciada: En ATR S.A.S se comercializan equipos repotenciados (equipos reparados hasta en un 100%) de las marcas Caterpillar, Doosan y Komatsu, con garantía y respaldo. Los clientes tienen la posibilidad de adquirir línea completa de movimiento de tierra y compactación: Excavadoras (Ver figuras 1 y 2), Compactadores (Ver figura 6), Motoniveladoras (Ver figura 5), Tractor de Oruga (Ver figura 10) y cargadores (Ver figura 3).

Figura 10. Tractor de oruga marca CATERPILLAR.



Fuente: ATR S.A.S.

Línea completa de motores para aplicaciones industriales, generación y vehiculares: D3300, D3400, D300 y D3500 marca Caterpillar (Ver figura 11); P126TI, P158LE, P180LE y P222LE marca DOOSAN (Ver figura 12).

Estos equipos se entregan con certificados de reparación de sus componentes principales, garantizados y en algunos casos con financiación.

Figura 11. Motor marca CATERPILLAR.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 12. Motor marca DOOSAN.



Fuente: ATR S.A.S.

1.4.3 Maquinaria para el sector petróleo: Por medio de la unidad de Servicios Petroleros ATR S.A.S. suministra soluciones integrales a las necesidades especializadas en equipos para el control de pozos como son Preventoras (Ver figura 13), Bombas Reciprocantes (Ver figura 14) y equipos de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos de petróleo (Ver figura 15).

Figura 13. Preventoras.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 14. Bombas reciprocantes.



Fuente: ATR S.A.S.

Figura 15. Equipo de perforación, mantenimiento y reacondicionamiento de pozos.



Fuente: ATR S.A.S.

1.5 ALQUILER DE MAQUINARIA

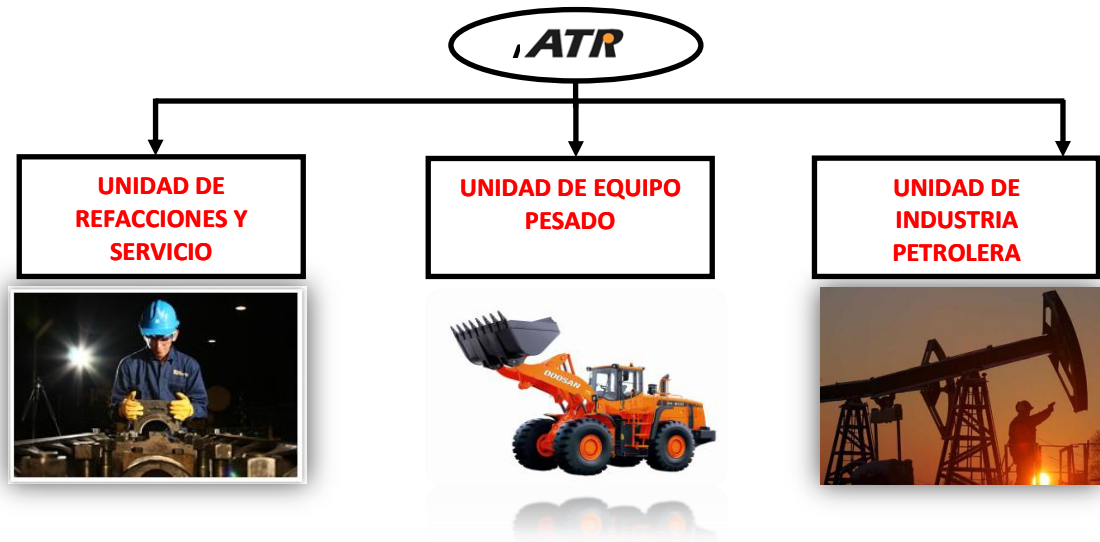
ATR S.A.S, no solo cuenta con los equipos anteriormente nombrados en los numerales 1.1, 1.2 y 1.3 para la venta, sino que también presta el servicio de alquiler de los mismos, es decir, tiene para alquiler equipos en excelentes condiciones y con tarifas competitivas para el mercado. Éste es un mercado muy amplio y competido, ya que en él se encuentran muchas empresas prestando el mismo servicio, lo cual hace que las tarifas sean variadas, en algunos casos muy económicas, por tal razón, de la gerencia inteligente y efectiva del mantenimiento depende el efecto que el costo del mantenimiento tenga sobre las utilidades del negocio (lo cual se analizará y se explicará en la sección dedicada a alquiler de equipos).

1.6 TRANSCURRIR HISTORICO DE ATR S.A.S.

- Fundada en 1981 como Almacén Tracto Repuestos LTDA.
- En 1990 inaugura su división de servicio.
- En 1992 inaugura su división de venta de maquinaria repotenciada.
- En 1998 inaugura su nueva sucursal en Bogotá D.C.
- En 2005 inaugura su división de petróleos y es certificada en la norma ISO9001, correspondiente al sistema de gestión de calidad.
- En 2006 inicia la representación de maquinaria nueva con la marca Coreana DOOSAN.
- En 2007 inaugura su nueva sede de servicios STG (Servicios Técnicos Girón), ubicada en el municipio de Girón, a 20 minutos de Bucaramanga.
- En 2009 inicia la representación de maquinaria nueva con la marca China XCMG.
- En 2011 abre su nueva sala de exhibición de maquinaria en el municipio de Cota (Cundinamarca), cercana a la ciudad capital Bogotá.
- En 2012 adquiere como razón social ATR S.A.S. y es certificada en la norma técnica colombiana ISO 14001 correspondiente al sistema de gestión ambiental y en la norma OHSAS 18001 correspondiente a salud ocupacional y seguridad industrial.

1.7 UNIDADES DE NEGOCIOS DE ATR S.A.S.

Figura 16. Unidades de negocio de ATR S.A.S.



Fuente: ATR S.A.S.

ATR S.A.S. tiene segmentadas sus unidades de negocio en tres:

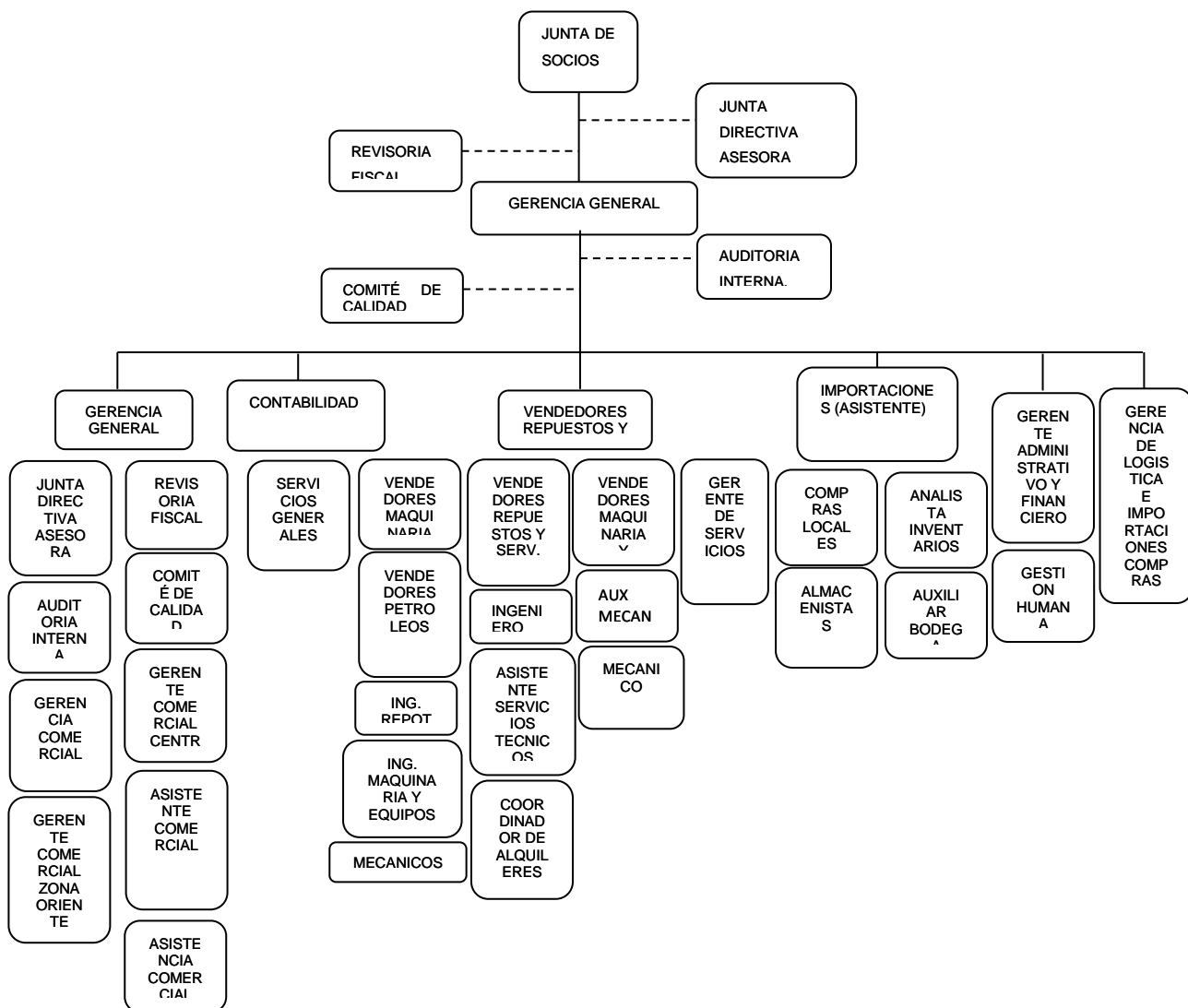
1.7.1 Unidad de refacciones y servicio: Es la unidad encargada de comercializar refacciones y servicio, debe ser auto-sostenible, buscando minimizar costos y maximizar utilidades, logrando la satisfacción del cliente entregando productos de alta calidad, a un precio competitivo y a tiempo.

1.7.2 Unidad de equipo pesado: Es la unidad encargada de comercializar maquinaria pesada nueva y repotenciada, debe ser auto-sostenible, buscando comercializar equipos de buena calidad a precios competitivos, en las industrias civil y minera, apoyados por una buena red de servicios, con personal capacitado e idóneo.

1.7.3 Unidad de industria petrolera: Es la unidad encargada de comercializar maquinaria pesada específicamente para el sector hidrocarburos, visionándolo como un área nueva e interesante de negocio, debe ser auto-sostenible, apoyados por una fuerte red de servicios, con personal capacitado e idóneo.

1.8 ORGANIGRAMA ATR S.A.S.

Figura 17. Organigrama ATR S.A.S.



Fuente: ATR S.A.S.

2. MANTENIMIENTO, COSTOS, INDICADORES DE GESTIÓN Y ASPECTOS FINANCIEROS

El papel del mantenimiento, es el de incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones; su valor se aprecia en la medida en que éstas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos¹.

A través del tiempo el mantenimiento ha evolucionado y ha adquirido mayor peso en las organizaciones, derivado a que hoy en día no solo realiza actividades de corrección y reparación de fallas en los equipos, sino que se ha transformado en un departamento estratégico de las empresas, donde se debe analizar y sustentar la inversión en mantenimiento realizada en los equipos, ya que este rubro afecta directamente la utilidad de la operación.

¿Qué tanto el mantenimiento puede contribuir al rendimiento financiero de las compañías? Empresas competitivas de clase mundial, muestran claramente que para ser productivas, ellas deben ser capaces de suministrar con altísima calidad el producto o servicio y con el menor costo posible a tiempo y con el menor costo posible. Si una empresa competidora logra reducir dinero en los costos de mantenimiento debido a una más eficiente planeación y gerencia del mantenimiento, y mantiene la producción con los mismos niveles de calidad, esta organización podrá ofrecer el producto o servicio a menor precio y aún mantener su margen de utilidad en el sector. Esto hace que una empresa sea de clase mundial y la otra con pobres prácticas de mantenimiento sea de segunda o de tercera y muy difícilmente pueda sobrevivir².

¹ MORA, Alberto. Mantenimiento industrial efectivo. P. 40

² BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. P. 9

El alto grado de importancia que hoy en día tiene el departamento de mantenimiento en las organizaciones se fundamenta en su directa incidencia en las utilidades. Los márgenes de utilidad se incrementan con la implementación adecuada de las metodologías de mantenimiento en las organizaciones, si estas metodologías no son adecuadas o no se aplican apropiadamente, el margen de utilidad disminuirá, incluso puede hacerlo hasta el punto de volverse negativo, es decir, generando pérdidas económicas, lo cual demostraría claras fallas en el gerenciamiento del mantenimiento y obligaría a la compañía a tomar medidas urgentes para evitar una grave situación financiera.

Las metodologías que han ido evolucionando con el tiempo han hecho que el mantenimiento pase de ser una actividad artesanal e intuitiva, a ser una actividad científica, muy dinámica que congrega profesionales que diariamente van aportando y decidiendo que técnicas son obsoletas, y que nuevas técnicas deben ser implementadas con el fin de obtener mejores resultados en el desempeño de los equipos.

El mantenimiento considerado como una ciencia en crecimiento, cuya aplicación y creatividad con que se realice, da paso a lo que hoy en día es llamado INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO, logrando con ello de forma sistemática, práctica y con resultados tangibles, mantener equipos e instalaciones en condiciones favorables de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad.

Con la implementación de un sistema de mantenimiento dirigido, organizado y de alto nivel; el departamento de mantenimiento se justifica, sí logra:

- Obtener una alta disponibilidad de los equipos.
- Obtener buenos resultados de las tareas de mantenimiento.
- Optimizar los costos de mantenimiento.
- Sostener o incrementar la productividad.

- Ser activo en los programas de calidad.

Las prácticas de mantenimiento aplicadas en ATR S.A.S. son mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, la idea de los mantenimientos preventivos y predictivos es hacer que los correctivos se acerquen a cero, o sean cero.

2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en permitir que un equipo funcione hasta el momento en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se deja en operación hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente.

Este tipo de mantenimiento es muy común y conocidos por los responsables del mantenimiento de equipos. Obliga a un extenso conocimiento de la máquina y las piezas susceptibles a falla y aun diagnóstico acertado y rápido de las causas.

En el caso de los equipos en alquiler, la idea es reducir al máximo este tipo de mantenimiento y preferiblemente llevarlo a cero, ya que este tipo de mantenimiento es difícil de pronosticar (ocurre en cualquier momento) y generalmente afecta de manera fuerte los costos de mantenimiento y por ende la utilidad.

2.1.1 Justificaciones del mantenimiento correctivo

- Sí el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o el mantenimiento.
- El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- El equipo tiene gemelo.
- Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de manera planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que pueden ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los mismos³.

Esta técnica de mantenimiento comienza desde el diseño del equipo, ya que es allí donde se piensa en la facilidad del mantenimiento y montaje, en la confiabilidad, duración y cuidados de cada una de sus partes. Las empresas fabricantes de las maquinas entregan unas rutinas de mantenimiento preventivo pre-establecidas en sus instalaciones (Ver figura 18); el departamento de mantenimiento de cada empresa cliente toma estas rutinas como punto de partida para establecer sus mantenimientos preventivos, sin embargo es muy posible que estas rutinas iniciales sean modificadas, con el fin de adaptarlas a las condiciones de operación del equipo.

³ BORRÁS PINILLA. Carlos. Principios de mantenimiento. P.21

Figura 18. Rutinas de mantenimiento de fábrica excavadora Solar 225LCV marca DOOSAN.

SERVICE DATA										
No.	Items To Check	Service	Qty.	S225LC-V						
				Service Interval						
				10	50	150	250	500	1000	2000
1	Front Joint Pin	Grease	19	F100	W10					
2	Swing Bearing	Grease	3							
3	Swing Gear	Grease	1							
4	Swing Reduction Gear	Grease	1							
5	Swing Device	Gear Oil (80W90)	5 L	V			F			
6	Travel Device	Gear Oil (80W90)	2X5.4 L				F			
7	Engine Oil	Engine Oil (15W40)	19 L	V	F					
8	Hydraulic Oil	Hydraulic Oil (Equivis 46)	220 L	V						
9	Fuel Tank	Diesel	350 L	V	V					
10	Radiator	Coolant (Antifreeze)	42 L	V						
11	Water Separator		1	V						
12	Hydraulic Full-flow Filter	Element	1				F			
13	Pilot filter	Element	1				F			
14	Hydraulic Oil Suction Filter	Strainer	1							C
15	Engine Oil Filter	Cartridge	1		F					
16	Fuel Filter	Cartridge	1		V					
17	Air Cleaner (Outer)	Element	1				C			
	Air Cleaner (Inner)	Element	1							
18	Air Conditioner Filter	Element	1							
19	Coolant Recovery Tank	Coolant (Antifreeze)	1	V						
V: Maintenance & Refill.										
C: Cleaning.										
F: First Time Exchange Only.										
F100: Every 10 Hours For First 100 Hours.										
W10: Every 10 Hours If Operating In Water.										
Gray Box: Replacement On Every Interval.										
NOTE: For additional service items see list of "Maintenance Intervals" on page 4-10.										

Fuente: Doosan Infracore.

El mantenimiento preventivo es utilizado hoy en día en la mayoría de las empresas.

2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Producto del desarrollo del mantenimiento preventivo, a través de la “investigación preventiva”. Se ha logrado determinar que el 90% de todas las fallas de los equipos están precedidas de ciertos signos o condiciones indicadoras de que ellas se van a producir; por tanto, medir esos signos específicamente para un equipo, determinará el momento preciso en el cual la falla se presentará y aplicando mantenimiento preventivo se evitará su ocurrencia.

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante la utilización de indicadores y/o registradores, con alarma o sin ella, para medir los parámetros fundamentales de funcionamiento óptimo de las maquinas, estos aparatos de control pueden ser:

- Vibrómetros.
- Manómetros.
- Termómetros.
- Termógrafos.
- Niveles de ruido.
- Analizadores de gases.
- Analizadores de aceite.
- Medidores de espesores y
- Aislamientos eléctricos.

El mantenimiento predictivo es el futuro del mantenimiento, ya que muchos equipos se están construyendo hoy en día con sensores de diversas clases, que puedan enviar señales a registradores e indicadores cada vez más sofisticados, conectados a microprocesadores.

En maquinaria pesada la práctica de mantenimiento predictivo se realiza con el análisis de aceites usados (Ver figura 19) utilizados en el motor, los reductores, el circuito hidráulico y la transmisión, estos resultados nos permiten evaluar el estado de estos componentes y tomar decisiones a futuro de mantenimientos más estrictos o reparaciones, si se considera necesario.

Figura 19. Resultado de aceite usado.



Cliente: COEXITO SA
 No. Reporte: RP2861
 Fecha: 17/08/2012

	UNIDADES	METODO	
No. LABORATORIO			67950
IDENTIFICACIÓN CLIENTE			300174
CÓDIGO DEL EQUIPO			EXC. SOLAR 340LC-V
PRODUCTO			HIDRAULICO ISO 46
FECHA DE TOMA DE MUESTRA			14/08/2012
APARIENCIA	N.A.	MI-001	OSCURA
VISCOSIDAD a 40°C.	cSt	ASTM D-445	39,3
TAN	mg KOH/g	ASTM D-974	0,7
COBRE	ppm	ASTM D-6595	195
HIERRO	ppm	ASTM D-6595	192
PLOMO	ppm	ASTM D-6595	8
CROMO	ppm	ASTM D-6595	4
ALUMINIO	ppm	ASTM D-6595	22
ESTAÑO	ppm	ASTM D-6595	1
SILICIO	ppm	ASTM D-6595	131
CONTENIDO DE AGUA	%	ASTM D-95	<0,05

COMENTARIOS:

MUESTRA 67950

La apariencia de la muestra analizada es la típica para este tipo de productos usados. Se observa una disminución en la viscosidad, con respecto al valor típico esperado, se recomienda estar alerta ante esta propiedad. Se detectó la presencia de agua en niveles bajos, se recomienda realizar los ajustes necesarios para corregir esta contaminación. La concentración de metales de desgaste se encuentran en valores normales, a excepción de la presencia de hierro, cobre y aluminio; que se encuentran en valores críticos, los cuales son consecuencia del desgaste de algún componente del equipo, se recomienda realizar los ajustes necesarios para corregir este desgaste; además la presencia de hierro asociada al silicio indica contaminación externa, se recomienda estar alerta para evitar que esta condición continúe incrementándose. El valor del TAN se encuentra dentro del típico promedio, para este tipo de aceites usados. La muestra se encuentra en estado CRÍTICO. Los resultados obtenidos corresponden a la muestra analizada y no a otra de similar procedencia.

Fuente: Coexito S.A.

Los análisis de laboratorio de los aceites usados se deben llevar a cabo teniendo en cuenta una programación periódica de toma de muestras para su análisis y el re-análisis cuando sea necesario. Ningún programa de muestreo tendrá éxito, si un aceite que presenta algo anormal no se vuelve a analizar una o más veces dentro del intervalo normal del muestreo para investigar más a fondo las causas de un problema que se pueden presentar a mediano o a largo plazo en el equipo rotativo.

Por ejemplo, este puede ser el caso del aceite de un sistema hidráulico que se analiza cada dos meses y que en el último análisis presentó un alto contenido de agua, pero que para llevar a cabo los correctivos necesarios se espera el próximo análisis de laboratorio (dentro de 2 meses). En este caso el re-análisis del aceite hidráulico permitirá predecir una posible falla e implementar los correctivos que sean necesarios para evitar que ésta se presente. Siempre se debe buscar, cualquiera que sea el problema, que el análisis periódico del aceite y el re-análisis sean el mejor seguro de vida que puedan garantizar la longevidad del equipo rotativo⁴.

El análisis de aceites usados que se le efectuó a un aceite usado que está en servicio debe tener los siguientes objetivos:

- Análisis de características físico-químicas, según las normas ASTM, con el fin de detectar como están las propiedades del aceite, y definir si está oxidado de tal manera que se pueda dejar en servicio o sea necesario cambiarlo.
- Análisis de contaminantes tales como: contenido de agua (ASTM D95), dilución por gases o combustibles (ASTM D92) y contenido de partículas sólidas (ISO 4406).
- Análisis del nivel de desgaste de los mecanismos lubricados, mediante la espectrofotometría de emisión atómica y la ferrografía.

⁴ ALBARRACIN AGUILLON, Pedro Ramón. Mantenimiento predictivo. P. 85

2.4 COSTOS

Son aquellos gastos que van ligados al mantenimiento de los equipos, de ahí la importancia de tener un programa de mantenimiento sólido, buenas herramientas y personal capacitado. Porque de su efectividad depende tener unos costos controlados y programados, ya que los re-procesos, paradas inadvertidas y las pérdidas de producción generalmente generan grandes sobrecostos que reducen la utilidad, y se convierten en un indicador fuerte de los problemas de mantenimiento.

2.4.1 Costos fijos: Son aquellos que se refieren a todas las acciones planeadas de mantenimiento, implican los valores que se pagan por usar todos los instrumentos (básicos, avanzados genéricos y específicos como los específicos de orden técnico) que se requieren para llevar a cabo las tareas proactivas.

Estos costos son fijos, porque son independientes del volumen de producción o servicios que se haga, como también porque son planeados para periodos lectivos de tiempo definido previamente⁵.

Estos costos se controlan mediante una buena planeación de las tareas preventivas, planeadas previamente para establecer la cantidad y frecuencia de las intervenciones planeadas mínimas de tal forma que se conserven la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

2.4.2 Costos variables: Son los gastos en los que se incurre cuando aparecen fallas o reparaciones no planeadas. Todas las acciones correctivas o modificaciones no planeadas generan este tipo de costo, igual que el anterior sus valores dependen de la mano de obra, repuestos, materiales, instrumentos de

⁵ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento industrial efectivo. P. 324

mantenimiento, etc. Que se usen para llevar a cabo las reparaciones o modificaciones a los equipos.

Estos costos se pueden controlar mediante la aplicación de instrumentos como el análisis de fallas, análisis predictivos y demás instrumentos disponibles que eviten a toda costa las fallas.

2.4.3 Costos financieros: La inversión que se tenga en repuestos, insumos y/o materias primas de mantenimiento en almacenes, la duplicidad de maquinaria para elevar la confiabilidad (o disponibilidad) y demás valores asociados generan los costos financieros.

2.4.4 Costos de la no disponibilidad por fallas: El valor que implica no poder utilizar una maquina debido a reparaciones o modificaciones, causados por fallas imprevistas es el rubro más importante en los costos de mantenimiento, normalmente es superior a los otros tres anteriores sumados y es el que probablemente menos atención se le presta en las empresas, pero es indudablemente el más relevante de todos.

La suma de los cuatro rubros permite un control estratégico permanente sobre la gestión y operación del mantenimiento, ya que desglosa básicamente todas las actividades y niveles del mantenimiento.

2.5 INDICADORES DE GESTIÓN

El mantenimiento debe ser eficaz y su trabajo desarrollado con la máxima calidad. En teoría esto es lo ideal, pero la práctica está llena de imprevistos y situaciones diversas, que determinan una diferencia entre lo esperado y lo obtenido. La evaluación de un sistema, consiste precisamente, en determinar la ecuación de esa diferencia. Sin embargo, no siempre puede ser conveniente y fácil determinar

la eficiencia del mantenimiento y se prefiera “caracterizarlo”, mediante algunos indicadores que se pueden llamar de gestión, por cuanto su valor, en un instante tal, determina la calidad, eficiencia y operatividad de la organización⁶.

Los indicadores más utilizados son disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

2.5.1 Disponibilidad: La disponibilidad de un equipo es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período. El objetivo más importante del departamento de mantenimiento es lograr la máxima disponibilidad de todos los equipos. En términos matemáticos la disponibilidad se define como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un periodo de tiempo dado. La disponibilidad depende directamente de la confiabilidad y la mantenibilidad. Tener como objetivo una máxima disponibilidad, significa lograr reducir al máximo el número de paradas para obtener una operación exitosa, económica y rentable. En la mayor parte de los casos, un mejoramiento de la confiabilidad y de la mantenibilidad, lleva asociado una mayor inversión inicial, pero resultará una mayor disponibilidad del equipo a lo largo de su vida útil y como consecuencia, un menor costo neto total del ciclo de vida.

2.5.2 Mantenibilidad: Es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos.

También significa la probabilidad de que un equipo que haya fallado, pueda ser reparado en un periodo de tiempo dado.

⁶ BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. P. 117

El tiempo requerido para dejar el equipo nuevamente en condiciones de operación después de la falla, depende de varios factores, entre los cuales se pueden mencionar:

- De las características de diseño del equipo, su modularidad, estandarización y facilidad de acceso a las partes propensas a falla, entre otros.
- De la organización y eficiencia de las dependencias de mantenimiento.
- De la destreza de los técnicos de mantenimiento, encargados de realizar directamente la intervención en el equipo.
- Del equipo humano de mantenimiento disponible.
- De la disponibilidad de repuestos y materiales para adelantar la intervención en el equipo con dificultades.
- De las políticas de mantenimiento, en la empresa.
- De la disponibilidad de transporte para el manejo de materiales y partes requeridas.
- De los procedimientos de diagnóstico existentes.
- De la calidad y disponibilidad de información técnica y por supuesto de la eficacia del sistema de información del mantenimiento.
- De la disponibilidad de equipos para la realización de las pruebas requeridas en el diagnóstico de la falla.
- Del medio ambiente, que permita al personal trabajar cómodamente.
- Del espacio de trabajo, debe ser adecuado, amplio según el requerimiento y con visibilidad.

2.5.3 Confiabilidad: Puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un periodo de tiempo dado. El tiempo promedio entre fallas es un indicativo de la confiabilidad, entre más alto sea el tiempo promedio entre fallas, mayor es la confiabilidad.

Solo se puede hablar de confiabilidad cuando el equipo opere satisfactoriamente, dentro de unos límites dados de funcionamiento y durante un período de tiempo predeterminado.

La confiabilidad es introducida desde el diseño del equipo o sistema. La tendencia actual en el desarrollo de máquinas (mayor capacidad, mayor velocidad, mayor autonomía) hace necesario que las piezas críticas sean más confiables, por consiguiente el ingeniero de mantenimiento debe enfrentarse a la evaluación de la confiabilidad de sus equipos al hacer la selección y producir las recomendaciones de reemplazo en los programas de mejoramiento de equipos tendientes a reducir las paradas y los costos de mantenimiento.

Sin embargo estos no son los únicos indicadores, es normal que las compañías creen y formulen sus propios indicadores, con la idea de evaluar sus procesos de mantenimiento de forma particular, según sus necesidades y requerimientos.

2.6 ASPECTOS FINANCIEROS DEL MANTENIMIENTO

En términos económicos, cuando se habla de una organización con buenas políticas y buenas prácticas de mantenimiento eficiente, significa:

- Que se garantiza una eficaz protección y conservación de la inversión, impidiendo su deterioro, eliminando su depreciación, valorizando los activos e incrementando su vida útil.
- Que el capital de la empresa se halla defendido y la devaluación no socave seriamente sus bases.
- Que es una seria garantía para la producción y calidad de los productos de la compañía.
- Que existe plena seguridad en la prestación del servicio correspondiente.

A pesar de todas las implicaciones y el costo que significa mantener, es preciso convencerse que es más costoso no mantener. Si no se mantiene, no se puede producir, sin producción y sin capital no se pueden renovar equipos. Es mejor mantener los equipos y a través del mantenimiento introducirles mejoras para hacerlos más eficientes.

Es importante controlar y evaluar los gastos de mantenimiento, con el fin de saber qué cantidad de dinero se desperdició en trabajo innecesario. Estos desperdicios de dinero están representados en uso ineficiente de recursos humanos, materiales y control de los recursos del mantenimiento, costos de tener inventarios con muchas partes, que implica costos de almacenamiento, transporte y recursos humanos, el costo de deterioro y mal manejo, etc. Las áreas más comunes que necesitan ser revisadas cuidadosamente para analizar sus implicaciones en los costos de mantenimiento son: planeación del mantenimiento, contratación y entrenamiento de personal calificado, demasiadas paradas y mantenimientos correctivos de emergencia, carencias de control sobre repuestos, carencia de respaldo de la gerencia y entendimiento del problema.

De acuerdo a esto se puede observar que muchas organizaciones mundiales están perdiendo dinero por muchas razones; carencia de una gestión adecuada de mantenimiento, que evite los paros de sus equipos críticos y por lo tanto de sus cadenas productivas, carencia de preparación técnica, profesional, falta de respaldo a la gerencia de mantenimiento por parte de la misma organización que a veces mira el departamento de mantenimiento como un gasto necesario y no como una inversión para elevar la productividad y bienestar de la misma compañía, repercutiendo esta consideración en mayor rentabilidad⁷.

⁷ BORRÁS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. P. 132

3. ALQUILER DE MAQUINARIA PESADA DE ATR S.A.S.

ATR S.A.S. ha prestado el servicio de alquiler de maquinaria pesada desde hace un poco más de 5 años, es decir, desde el año 2006, pero eran pocos los equipos alquilados (tractores sobre orugas, excavadoras o cargadores), por tal razón, el mantenimiento y control de estos activos se manejaba de manera básica, se hacía según el conocimiento y experiencia de los ingenieros y técnicos de la compañía, no se llevaban registros, se dependía mucho de la información que daban los operadores y técnicos, por tal razón, durante la operación del equipo se presentaban varias y repetidas fallas que generaban la inconformidad del cliente, a causa de la continuas paradas de sus obras, y de igual manera la inconformidad de los accionistas de la compañía que veían afectadas sus utilidades, observaban que los costos aumentaban drásticamente a causa de las fallas inesperadas y las utilidades descendían drásticamente, incluso hasta el punto que eran mayores los egresos a los ingresos, es decir, pérdidas. En algunas ocasiones se presentó tal inconformidad de los clientes, que decidieron devolver el equipo, argumentando baja productividad, lo cual genera grandes pérdidas para la compañía en transporte, alistamiento, contratación y logística.

El equipo de ingenieros de la compañía observó que efectivamente al analizar el negocio de alquileres de manera global, el tema no parecía interesante porque aunque no mostraba pérdidas, las utilidades generadas no eran atractivas para los accionistas.

Al analizar el negocio de alquiler de equipos de manera particular, es decir, cada uno de los equipos, se observó que efectivamente algunos habían dado resultados poco o nada satisfactorios, y comparativamente otros habían sido muy rentables y por ende la inversión realizada a los equipos después de reintegrados a la compañía no afectaba de manera fuerte la utilidad del negocio.

El equipo de ingeniería decidió hablar con la junta de socios para sostener el negocio de alquiler de equipos (que otras compañías llevan a cabo con buenos resultados), comprometiéndose a:

1. Los equipos entregados en alquiler que no sean nuevos deben estar completamente repotenciados y aptos para la labor a realizar.
2. Antes de realizar el negocio de alquiler, el equipo de ingeniería debe saber en dónde va a operar el equipo y bajo que condiciones.
3. Se debe tener un mínimo de 16 horas de pruebas a los equipos repotenciados que se vayan a entregar en alquiler bajo las condiciones que van a operar para el cliente.
4. Se debe recopilar toda la información técnica y administrativa de los equipos que se encuentren actualmente en alquiler.
5. Se debe montar un modelo de control que contenga la información técnica y administrativa, además lleve el control de los mantenimientos y reparaciones realizadas a estos equipos en alquiler durante su operación, y un histórico de los trabajos realizados por equipo.
6. Se asignará un ingeniero responsable de llevar el control de estos equipos en alquiler.
7. Las demás áreas de ingeniería que tengan a su cargo la marca de los equipos en alquiler prestarán total apoyo al área de alquiler de equipos con el fin de realizar de manera oportuna y eficaz los mantenimientos y reparaciones de los equipos en alquiler.
8. Los ingenieros y técnicos que tengan a su cargo la marca de equipos en alquiler suministrarán al ingeniero encargado de alquiler de equipos toda la información técnica que necesite para soportar el equipo en alquiler.
9. El ingeniero encargado de alquiler de equipos debe llevar:
 - La información técnica y administrativa de los equipos en alquiler.

- El control de los mantenimientos y reparaciones realizados a los equipos en alquiler.
- El control de costos de los equipos en alquiler.
- El control de las horas de operación de los equipos en alquiler.
- El histórico completo de los trabajos realizados a los equipos en alquiler.

10. El ingeniero encargado de alquiler de equipos será el encargado de organizar toda la parte logística que corresponda a traslado del equipo, trabajos de mantenimiento y reparación, y traslado de insumos y repuestos al lugar donde se realizaran las labores de mantenimiento y reparación.

11. En el momento de devolución del equipo por parte del cliente, el ingeniero encargado del área de alquiler de equipos debe entregar el equipo al área encargada de la marca con un detallado informe de sus anomalías, con el fin de costearlas y realizar los trabajos pertinentes.

Todos estos numerales se deben implementar en el área de alquiler de equipos con el fin de garantizar un buen servicio al cliente, garantizarles un negocio rentable a los accionistas de la compañía y tener la información del equipo al día con el fin de la toma oportuna de decisiones. En este documento se analizarán los primeros 6 numerales que corresponden a la implementación del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.

Al analizar los 6 primeros numerales nombrados anteriormente se observará que algunos de estos estaban montados en la estructura técnica y de servicio de la compañía, solo que no eran tenidos en cuenta en el área de alquiler de equipos, y otros fue necesario crearlos y montarlos, lo cual, es el objetivo de esta monografía, por tal razón se mostrará el desarrollo de estos temas.

3.1 LOS EQUIPOS ENTREGADOS EN ALQUILER QUE NO SEAN NUEVOS DEBEN ESTAR COMPLETAMENTE REPOTENCIADOS Y APTOS PARA LA LABOR A REALIZAR

El equipo de ingenieros de ATR S.A.S. recibe equipos usados en diferentes circunstancias, a causa de:

- Retomas: Equipo nuevo que según previa negociación con al área comercial de la compañía ambas partes acuerdan que la compañía comercializadora lo recibirá a futuro como parte de pago de otro equipo nuevo.
- En parte de pago: Equipos que son dados en parte de pago por equipo nuevo o por equipo repotenciado, generalmente estos sucede cuando se hacen negocios por varias unidades (5 o más equipos).
- Compra: Equipos que por su costo, modelo, estado y costo de su reparación es viable comprarlos con el fin de dejarlos operativos y sacarlos de nuevo al mercado.

El área de ingeniería encargada de la marca del equipo a repotenciar debe:

1. Realizar una inspección minuciosa de funcionamiento y del estado total del equipo.
2. Realizar un presupuesto y cronograma de actividades a realizar en el equipo para dejarlo en su estado operativo y con excelente presentación según formato estandarizado en la compañía RM-21 (Ver figuras 20 y 21).

Figura 20. Presupuesto para reparación general de maquinaria RM-21.

PRESUPUESTO PARA EL MANTENIMIENTO										
EQUIPO O PARTES:		EXCAVADOR DOOSAN S340 LC-V			PROP:	ATR SAS		VALOR TOTAL:		\$ 43.209.651
SERIE:----->		1904			OT:	359DI-A				
INSUMOS		REPARACIONES RP								
REPUESTOS		RT	LOGISTICA	L						
AREA	FASE	# PARTE	PROVEEDOR	CANT.	DESCRIPCIÓN		V. UNITARIO	V. TOTAL		
13-06-2012	I			100	GALON DE ACEITE HIDRAULICO		\$ 20.223	\$ 3.640.176		
13-06-2012	I			50	GALON DE ACPM		\$ 8.180	\$ 409.000		
13-06-2012	I			5	GALON DE GASOLINA		\$ 9.980	\$ 49.900		
13-06-2012	I			1	IMPLEMENTOS PARA PINTURA		\$ 750.000	\$ 750.000		
13-06-2012	I			8	GALON ACEITE MOTOR 15W40		\$ 27.000	\$ 216.000		
13-06-2012	I			5	GALON ACEITE 80W90		\$ 40.000	\$ 200.000		
13-06-2012	I			2	QUINTO DE GRASA		\$ 70.000	\$ 140.000		
13-06-2012	RP		ATR	1	REPARACION CADENA		\$ 1.500.000	\$ 1.500.000		
13-06-2012	RP		ATR	1	REPARACION BALDE		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000		
13-06-2012	RP		ATR	1	REPARACION BOMBA DE INYECCION		\$ 1.125.000	\$ 1.125.000		
13-06-2012	RP		ATR	1	RECTIFICADORA: TRABAJOS EN MOTOR		\$ 1.500.000	\$ 1.500.000		
13-06-2012	RT		ATR	1	PLUMILLA LIMPIAPARABRISAS		\$ 66.195,00	\$ 66.195		
13-06-2012	RT		ATR	1	HOJA DE IMPIAPARABRISAS		\$ 38.070,00	\$ 38.070		
13-06-2012	RT		ATR	1	MOTOR LIMPIAPARABRISAS		\$ 371.250,00	\$ 371.250		
13-06-2012	RT		ATR	1	CONTROL PANEL AIRE ACOND.		\$ 1.148.310,00	\$ 1.148.310		
13-06-2012	RT		ATR	1	ENCENDEDOR DEL CIGARRILLO		\$ 31.815,00	\$ 31.815		
13-06-2012	RT		ATR	1	BOMBILLO CABINA		\$ 18.315,00	\$ 18.315		
13-06-2012	RT		ATR	1	ALARM BUZZER		\$ 480.600,00	\$ 480.600		
13-06-2012	RT		ATR	10	FUSIBLE 10A		\$ 2.565,00	\$ 25.650		
13-06-2012	RT		ATR	10	FUSIBLE 15A		\$ 2.565,00	\$ 25.650		
13-06-2012	RT		ATR	10	FUSIBLE 20A		\$ 2.565,00	\$ 25.650		
13-06-2012	RT		ATR	10	FUSIBLE 30A		\$ 2.565,00	\$ 25.650		
13-06-2012	RT		ATR	6	RELAY		\$ 21.510,00	\$ 129.060		

Fuente: ATR S.A.S.

En este presupuesto (Ver figura 20) se tienen en cuenta los repuestos, tiempos de las actividades de reparación y los insumos necesarios para dejar el equipo en condiciones de operación, listo para la venta o alquiler. Su importancia radica en que se puedan planificar con anticipación los recursos necesarios para la reparación del equipo y se dé prioridad a la consecución de los mismos, como son los repuestos e insumos necesarios, la idea es que en el momento que se necesiten se tengan disponibles y no atrasen las labores programadas.

inicial del equipo la dirección comercial tome la decisión del valor del equipo para el cliente final.

Figura 22. Costos de insumos y repuestos utilizados durante la reparación de un equipo RM-21.

COSTOS MAQUINARIA EN REPARACION									
EQUIPO O PARTES:		EXCAVADOR DOOSAN S340 LC-V			PROP: ATR SAS		VALOR TOTAL:		
SERIE:----->		1904			OT: 359DI-A				
INSUMOS	I	REPARACIONES	RP						
REPUESTOS	RT	LOGISTICA	L						
FECHA	FASE	# FACTURA	PROVEEDOR	CANT.	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V.		
13-06-2012	I	283900	ESTACION SERV. LA AMERICANA	4	GALON DE ACPM	\$ 8.180	\$ 32.720		
2015-06-12	I	15363	REPUESTOS INDUSTRIALES DEL ORIENTE	2	PLIEGO LIJA	\$ 1.500	\$ 3.000		
25-06-2012	RP	2008	DIMAM	2	RECONSTRUCCIÓN, RECTIFICADO Y CROMADO DE TENSORAS	\$ 284.200	\$ 568.400		
27-JUN-2012	I	GC12256	LUBRIGRAS	1	5 GAL ACEITE 80W90	\$ 137.816	\$ 137.816		
27-JUN-2012	I	GC12256	LUBRIGRAS	8	GALON DE ACEITE 15W40	\$ 28.984	\$ 231.868		
19-06-2012	I	5756	MANTENIMIENTO ELECTRICO AUTOMOTOR	1	REPUESTOS ELECTRICOS	\$ 49.500	\$ 49.500		
15-06-2012	I	5746	MANTENIMIENTO ELECTRICO AUTOMOTOR	1	INSUMOS PARA REPARACION ELECTRICA	\$ 277.000	\$ 277.000		
16-06-2012	RP	15381	REPUESTOS INDUSTRIALES DEL ORIENTE	1	ROSCA-RACOR	\$ 28.000	\$ 28.000		
09-07-2012	I	GC12421	LUBRIGRAS	1	QUINTO GRASA	\$ 129.571	\$ 129.571		
09-07-2012	I	GC12420	LUBRIGRAS	1	180 GALON ACEITE HIDRAULICO	\$ 3.921.629	\$ 3.921.629		
11-07-2012	I	GC12450	LUBRIGRAS	1	QUINTO GRASA	\$ 129.571	\$ 129.571		
11-07-2012	RP	15852	REPUESTOS INDUSTRIALES DEL ORIENTE	6	METRO MANGUERA PARKER 5/16	\$ 4.655	\$ 27.930		
15-06-2012	ATR	111249	ATR	1	FILTRO SECO,PRECLEANE,TANQUE DE AGUA, KIT SELLLOS	\$ 416.837	\$ 416.837		
15-06-2012	RT	111248	ATR	1	FILTRO TANQUE COMBUSTIBLE	\$ 32.812	\$ 32.812		
6-2012	RT	444327	ATR	1	HORN	\$ 83.060	\$ 83.060		
13-06-2012	RT	444232	ATR	1	REPUESTOS ELECTRICOS	\$ 1.257.344	\$ 1.257.344		
14-06-2012	RT	111242	ATR	1	REPUESTOS ELECTRICOS	\$ 109.977	\$ 109.977		

Fuente: ATR S.A.S.

Figura 23. Costos de mano de obra utilizados durante la reparación de un equipo RM-21.

CONTROL MANO DE OBRA														
EQUIPO O PART EXCAVADOR DOOSAN S340 LC-V		PROP: ATR SAS			VALOR TOTAL MANO OBRA: \$ 5.445.311									
SERIE:-----1904		OT: 359DI-A												
FECHA	FASE	ACTIVIDAD	OPERARIO	HRS	Ordinaria	Extra Ordinaria	Nocturna	Extra nocturna	Dominical / Festivo	Extra Dominical	Nocturna Dominical	Extra nocturna Dom	Valor unit hrs	Valor total
12-06-2012	A	Revision motor traslacion, sistema combustible	PEDRO SOLANO	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
12-06-2012	A	Revision motor traslacion, sistema combustible	MILTON DIAZ	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
13-06-2012	A	LAVADO GENERAL, DESMONTAR TANQUE DE COMBUSTIBLE	MILTON DIAZ	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
14-06-2012	A	LAVADO GENERAL, LAVADO TANQUE DE COMBUSTIBLE	MILTON DIAZ	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
13-06-2012	A	LAVADO GENERAL	EDGAR DIAZ	6,0	X								\$ 12.676	\$ 76.056
12-06-2012	A	Revision motor traslacion, sistema combustible	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
13-06-2012	A	LAVADO GENERAL, DESMONTAR TANQUE DE COMBUSTIBLE	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
14-06-2012	A	LAVADO GENERAL	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
19-06-2012	A	MONTAR T. COMBUSTIBLE, DESENCADENAR, MTO DISPOSITIVO TRACCION	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
20-06-2012	A	DESMONTAR BALDE, CAMBIO EMPAQUETADURAS CILINDRO BALDE	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
21-06-2012	B	LIMPIAR BUJES BALDE, PASADORES, AJUSTAR TONILLERIA Y CILINDRO	OSCAR DUEÑAS	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
19-06-2012	A	DESENCADENAR, INSPECCIONAR SISTEMA DE TRACCION	PEDRO SOLANO	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037
20-06-2012	A	DESMONTAR BALDE, CAMBIO	PEDRO SOLANO	8,5	X								\$ 7.769	\$ 66.037

Fuente: ATR S.A.S.

Si el equipo es entregado al área de alquiler de equipos, el área encargada de la reparación del equipo debe realizar acta de entrega del equipo RM-01 y junto con ella debe ir en medio magnético el formato RM-21, esto con el fin:

- El área de alquiler tenga conocimiento de los trabajos realizados en el equipo, y si, durante la operación se presenta un daño prematuro, se debe evaluar a quien va cargado el costo, si al área encargada de reparación o a el negocio de alquiler del equipo.
- El área de alquiler tenga conocimiento de los trabajos realizados al equipo, los repuestos e insumos utilizados para realizar programación de mantenimientos.
- Con estos datos se tiene una trazabilidad de la instalación de los repuestos e insumos, y se puede verificar la duración de los mismos durante una operación determinada, con el fin de programar adquisición y cambios, sin afectar la operación.

3.2 ANTES DE REALIZAR EL NEGOCIO DE ALQUILER EL EQUIPO DE INGENIERÍA DEBE SABER EN DONDE VA A OPERAR EL EQUIPO Y BAJO QUE CONDICIONES

Es muy importante que antes de que el equipo sea entregado al cliente, el área de alquiler de equipos y el área encargada de la reparación del mismo sepan dónde va a realizar la operación y bajo qué condiciones, ya que no es lo mismo operar en una cantera de roca que en una carretera, con un adicional extra como un martillo hidráulico (Ver figura 24) que con su dispositivo normal (el balde), no es lo mismo manipular roca que arena o tierra, no es lo mismo en terreno seco que en terreno fangoso. Estos datos son importantes para el equipo de ingeniería, porque:

- Ajustan las rutinas de mantenimiento de acuerdo a las condiciones de operación del equipo.

- Toman decisiones sobre si los elementos de trabajo del equipo son los adecuados para la operación o deben ser cambiados.
- Determinan ajustes o modificaciones al equipo de acuerdo a las condiciones de operación.
- Definen si es viable o no alquilar el equipo bajo la tarifa que se está negociando.
- Observan y analizan las circunstancias logísticas y geográficas tanto para transporte del equipo como para el ingreso de los técnicos, insumos y repuestos.
- Miran viabilidad para encontrar proveedores cercanos tanto en servicio como en insumos que puedan dar respuesta rápida, eficaz y a costos favorables dentro de la región.

Figura 24. Excavadora con herramienta adicional (martillo hidráulico).



Fuente: GRODCO.

3.3 SE DEBE TENER UN MÍNIMO DE 16 HORAS DE PRUEBA A LOS EQUIPOS REPOTENCIADOS QUE SE VALLAN A ENTREGAR EN ALQUILER BAJO LAS CONDICIONES QUE VAN A OPERAR PARA EL CLIENTE

Después de verificar el lugar y las condiciones de operación del equipo, y finalmente llegar a un acuerdo de negociación. Antes de entregar el equipo es muy importante realizar una última prueba mínima de 16 horas bajo condiciones parecidas a las del lugar donde va a operar, esto con el fin de verificar nuevamente estado del equipo, revisar fugas y evidenciar que no va a presentar anomalías durante la operación y está en condiciones de responder a las exigencias de la misma.

3.4 SE DEBE RECOPIRAR TODA LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA DE LOS EQUIPOS QUE SE ENCUENTREN ACTUALMENTE EN ALQUILER

El equipo de ingeniería era consciente de que había varios equipos en alquiler de manera desordenada, faltaba información, los mantenimientos no se realizaban a tiempo, presentaban continuas fallas, no se tenía la información adecuada, no se había realizado inspección a los lugares de operación, además del descontento de la alta gerencia a causa del gerenciamiento que se le estaba dando por parte del equipo de mantenimiento a los equipos en alquiler.

Después de dejar claro los numerales 3.1, 3.2 y 3.3 que se estaban realizando, pero no se tenían en cuenta en el proceso de alquiler de equipos, y que desde ese momento en adelante se entregarían al área de alquiler con el fin de tener la información previa al alquiler del equipo completa y el equipo listo y probado. El equipo de ingeniería empezó la fase de organizar todo lo concerniente a los equipos que tenían en alquiler, con el fin de iniciar este proceso, primero reunió la siguiente información:

- Equipo.
- Modelo.
- Cliente.
- Lugar de operación.

Al realizar esta búsqueda, se encontró que la compañía tenía alquilados en total 20 equipos, referenciados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Listado de equipos en alquiler, según: equipo, OT, modelo, cliente y lugar de operación.

EQUIPO	OT	MODELO	CLIENTE	LUGAR DE OPERACIÓN
TRACTOR SOBRE ORUGAS	494	D6H	OLVICOL	CAMPO RUBIALES
MOTOR	460	D399	SAI	BARRANCA DE UPIA
TRACTOR SOBRE ORUGAS	686	D6M	OLVICOL	CAMPO RUBIALES
CARGADOR	119D I	M300V	LATCO	PRIMAVERA (VICHADA)
PLANTA GENERADORA	20DI	P126TI	ITAC	TAME (ARAUCA)
PLANTA LUMINARIA	395	LIGHT SOURCE	SAI	CAMPO (RUBIALES)
PLANTA LUMINARIA	05W A	WACKER	SAI	CAMPO (RUBIALES)
PLANTA LUMINARIA	397	LIGHT SOURCE	CONCRETO S CALIDAD SAS	LA GLORIA (CESAR)
CARGADOR	187D I	M300V	SAI	YONDO (ANTIOQUIA)
CARGADOR	188D I	M300V	SAI	LA CRISTALINA
CARGADOR	189D I	M300V	SAI	CAMPO RUBIALES

EQUIPO	OT	MODELO	CLIENTE	LUGAR DE OPERACIÓN
EXCAVADORA	69DI	S225LCV	MORELCO	VIA B/MEJA
PLANTA GENERADORA	23DI	P180LE	ITAC	TAME (ARAUCA)
TRACTOR SOBRE ORUGAS	114	D3B	GAYCO	PALETARA
TANQUE PARA LODOS	576		PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)
TANQUE PARA LODOS	588		PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)
PREVENTORA	674	ANULAR	PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)
ACUMULADOR	590	SEIS BOTELLAS	PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)
DAMPENER	626	K-20	PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)
POORBOY	498		PETROWOR KS	TESALIA (HUILA)

Fuente: ATR S.A.S.

Al revisar la tabla se puede ver que hay una variedad de equipos y elementos de diferentes aplicaciones, con diferentes especificaciones técnicas, geometría y uso, que se utilizan en las industrias de ingeniería civil, minera y petróleo, además hay algunos que están compuestos por dos componentes que son de diferente marca, como por ejemplo las plantas generadoras P126TI y P180LE que están compuestas por un motor diesel marca DOOSAN y un generador marca WEG, lo que indica que hay especificaciones de dos marcas distintas, además algunas máquinas pueden tener modificaciones como por ejemplo, en que su motor diesel original haya sido cambiado por otro que cumpla con las especificaciones de diseño del equipo. Teniendo en cuenta estos primeros resultados, se toma la decisión de:

1. Definir qué información de los equipos debe estar en el MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA, con el fin de que el área de alquiler de equipos pueda tomar decisiones acertadas.
2. Recopilar toda esta información de los equipos.
3. Diseñar la primera hoja de cálculo del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA, de acuerdo a la información que es necesaria tener para el gerenciamiento del mantenimiento de los equipos en alquiler.
4. Alimentar esta primera hoja de cálculo con la información completa.

Al revisar la variedad de maquinaria alquilada, entre las cuales están: excavadoras, tractores sobre orugas, cargadores, plantas generadoras, tanques y demás, se decide que la información que debe ir en la primera hoja cálculo del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA es:

1. Tipo de maquina: Se refiere al nombre técnico que el fabricante le da al equipo.
2. Estado actual: Se refiere a que en el momento de actualización esta alquilada o en stock (quiere decir que está vacante para ser alquilada).
3. OT(Orden de Trabajo): Se refiere al número interno que le da ATR S.A.S. al equipo con fines archivar información, cargar gastos y facilitar la búsqueda de la información entre los diferentes equipos de características similares o no.
4. Maquina: Se refiere explícitamente a datos que nos dan información acerca del equipo, como son:
 - Fecha de salida de servicios técnicos: Fecha en la cual fue entregado al cliente.

- Fecha de ingreso a servicios técnicos: Fecha en la cual el cliente devuelve el equipo a ATR S.A.S.
 - Modelo: Se refiere al modelo del equipo que es establecido por el fabricante desde la casa matriz, no es modificado por nadie, ya que es uno de los datos claves para seleccionar los repuestos acertados, obtener en el manual de reparación los procesos de reparación para este modelo de equipos y rutinas de mantenimiento.
 - Marca: Se refiere a la marca del equipo dada por el fabricante, no es modificado por nadie, ya que es un dato importante para seleccionar repuestos, obtener información del manual de reparación para este tipo de equipo exactamente y rutinas de mantenimiento.
 - Número de serie: Se refiere al número de serie del equipo que es establecido por el fabricante desde la casa matriz, no es modificado por nadie, ya que es un dato clave para seleccionar los repuestos acertados, obtener la información de reparación adecuadas para este equipo y rutinas de mantenimiento.
5. Motor: Se refiere específicamente a los datos del motor que esta ensamblado en el equipo, son de gran importancia, sobre todo si son motores ensamblados a un conjunto o componentes de otras marcas y no llegan ensamblados de fábrica, o si el motor que está en el equipo no es el original, es decir se cambió por otro motor; estos datos son:
- OT: Son números internos de ATR S.A.S. que se refieren a motores que llegaron a la compañía solos (es decir solo el motor, no ensamblados en ningún otro equipo) o fueron desmontados de algún equipo, y se ensamblaron a otros conjuntos o se montaron en otros equipos, este número de OT es importante para revisar la información técnica del equipo y revisar su historial de reparación.
 - Marca: Se refiere a la marca específica del fabricante del motor, dato importante para la selección de repuestos, procedimientos de reparación y rutinas de mantenimiento.

- Número de serie: Se refiere al número de serie del equipo, dato clave para la selección de repuestos, procedimientos de fabricación y rutinas de mantenimiento.
6. Generador: Se refiere específicamente a las plantas generadoras comercializadas por la compañía que generalmente están compuestas por un motor diesel y un generador, como se ensamblan en la compañía es normal que el motor sea de una marca diferente a la del generador, por tal razón es importante tener la información técnica del generador, tal como:
 - Marca: Se refiere a la marca dada por fabricante para el generador, es un dato clave para selección de repuestos, procedimientos de reparación y rutinas de mantenimiento.
 - Capacidad: Se refiere a la capacidad de generación del generador, generalmente dada en KW (kilovatios) o KVA (kilo voltamperios).
 7. Hodómetro de salida de ST (Servicios Técnicos): Se refiere al número de horas que marca el equipo en su contador en el momento de salir de servicios técnicos.
 8. Hodómetro de llegada a ST: Se refiere al número de horas que marca el equipo en su contador en el momento de su regreso a servicios técnicos.
 9. Total horas trabajadas durante el alquiler: Se refiere al total de horas trabajadas durante el periodo de alquiler, y se obtiene de restar al hodómetro de llegada a ST el hodómetro de salida de ST.
 10. Horas de operación mensual: En esta casilla se manejan sub-casillas donde se lleva el control de las horas de operación del equipo mensual, esto con el fin de tener claro la cantidad de horas que lleva el equipo tanto para mantenimiento, como para facturación e indicadores de gestión.
 - Hora de inicio: En esta sub-casilla se alimenta la información correspondiente a la fecha de inicio mensual y hodómetro (en horas) del equipo, la fecha de inicio es importante porque el inicio del alquiler generalmente es una fecha diferente al primer día del mes y el hodómetro para seguimiento según horas.

- Hora de revisión de equipo: en esta sub-casilla se alimenta la información correspondiente a la fecha en que se realiza la inspección del hodómetro y el valor hodómetro, la fecha de inspección es importante porque puede ser diferente al último día del mes en el momento de entrega del equipo y el hodómetro para el seguimiento según horas.
 - Horas netas de trabajo: Corresponde a las horas trabajadas por el equipo durante un periodo de tiempo fijo, se obtiene de la resta entre el hodómetro de la hora de revisión equipo y el hodómetro de la hora de inicio.
11. Empresa: Se refiere específicamente a la empresa que toma el equipo en alquiler, es decir, al cliente.
 12. Ubicación: Se refiere específicamente al lugar donde se encuentra operando el equipo.
 13. Forma de pago: Esta casilla se refiere a la convenio comercial entre la compañía y la empresa cliente, donde se deja en claro si se el valor de la tarifa manejar es por días, horas o mensual, en dólares o en pesos colombianos.
 14. Condiciones del contrato: Casilla donde se ubican las condiciones contractuales relevantes para la compañía y el área de mantenimiento.
 15. Ingeniero a cargo: Ingeniero a cargo de la obra o de recibir el equipo por parte del cliente, con quien se tiene que organizar toda la logística de entrega, mantenimiento, reparaciones y retorno.
 16. Teléfono: Número telefónico donde se ubica al ingeniero a cargo.
 17. Comentario de mantenimiento: Se refiere a alguna circunstancia de mantenimiento que se deba manejar porque se sale de la planeación normal del mantenimiento o se debe tener en cuenta para futuros mantenimientos.
 18. Condiciones de mantenimiento: Se refiere a aquellos convenios de mantenimiento que se manejan con la empresa cliente, es decir durante los mantenimientos de los equipos quien suministra insumos, mano de obra, transporte, alojamientos, etc.
 19. Resp. Cobro (Responsable de Cobro): Se refiere cual sede de ATR S.A.S. es responsable del cobro, la de Bucaramanga o la de Bogotá.

20. Operador: Se refiere al nombre del operador u operadores que están encargados de la operación equipo.

21. Teléfono: Se refiere al número de teléfono de operador u operadores encargados de la operación del equipo.

Después de determinar qué información necesaria para el área de alquiler de equipos, se procede a el diseño de la primera hoja de cálculo del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA, se inicia el proceso de recolección y confirmación de información, incluso con visitas al lugar de operación cuando se requiera. Con esta primera etapa terminada se procede a alimentar la hoja de cálculo denominada Listado General de equipos (Ver figura 24) donde se deja toda la información necesaria acerca de los equipos, los clientes y las condiciones de comerciales del alquiler.

3.5 SE DEBE MONTAR UN MODELO DE CONTROL QUE TENGA LA INFORMACIÓN TECNICA Y ADMINISTRATIVA, Y ADEMÁS LLEVE EL CONTROL DE LOS MANTENIMIENTOS Y REPARACIONES REALIZADOS A ESTOS EQUIPOS EN ALQUILER DURANTE SU OPERACIÓN

Con toda la información recopilada, confirmada y montada en el archivo (Ver figura 25), se procede a diseñar en la segunda hoja de cálculo un sistema para el seguimiento de los mantenimientos preventivos, esto con el fin de:

- Planear con anterioridad los mantenimientos preventivos que se deben realizar a los equipos.
- Decidir que técnico debe ir a realizar este mantenimiento, según las tareas a realizar.
- Alistar con anterioridad los repuestos, insumos y herramientas que se necesiten para realizar la tarea.

- Coordinar con el cliente las mejores condiciones para realizar el mantenimiento.
- Coordinar toda la logística necesaria para que tanto el (los) técnico (s), repuestos, insumos y herramientas lleguen al lugar de operación a tiempo, estén bajo buenas condiciones de trabajo y descanso, y retornen sin inconvenientes a sus lugar de trabajo cotidiano.

Figura 25. Listado general de equipos (hoja de cálculo 1) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.

ATR MAQUINARIA PESADA			AÑO: 2012												
TIPO DE MAQUINA	ESTADO ACTUAL	OT	MAQUINA			MOTOR			GENERADOR		HODOMETRO DE SALIDA DE SERVICIOS TECNICOS	HODOMETRO DE LLEGADA A SERVICIOS TECNICOS	TOTAL DE HORAS TRABAJADAS DURANTE ALQUILER		
			FECHA DE SALIDA DE SERVICIOS TECNICOS	FECHA DE INGRESO A SERVICIOS TECNICOS	MODELO	MARCA	NUMERO SERIE	OT	MARCA	NUMERO SERIE				MARCA	CAPACIDAD
Bulldozer	ALQUILADA	494	12-10-2011		D6H	CATERPILLAR	6FC05611		CATERPILLAR 3306	08289702			1848		-1848
Motor	ALQUILADA	460	18-05-2012		D399	CATERPILLAR	25B3076	460	CATERPILLAR	25B3076			0		0
Bulldozer	ALQUILADA	686	02-12-2011		D6M2XL	CATERPILLAR	3VW00666		CATERPILLAR 3116	4TF34862			8764		-8764
Cargador	ALQUILADA	119DI	07-02-2012		MEGA 300-V	DOOSAN	3990		DOOSAN	----			2023		0
Planta Generadora	ALQUILADA	20DI	09-03-2012			DOOSAN			DOOSAN P128TI	702823	VEG	256 Kw / 220 KVA	1064		-1064
Plantas luminarias	ALQUILADA	395	28-04-2012		LIGHT SOURCE/2006	INGERSOL RANG	388706UCQ789		KUBOTA				5730		-5730
Plantas luminarias	ALQUILADA	05VA Propiedad Sra. Janeth Herrera	28-04-2012		Vacker Neuson	VACKER NEUSON	5803565						2245		-2245
Plantas luminarias	ALQUILADA	397 Propiedad Sra. Janeth Herrera	11-10-2011		LIGHT SOURCE/2006	INGERSOL RANG	36700UBQ789		KUBOTA				100		-100
Cargador	VENDIDO	107DI Propiedad Serpeal	25-09-2011		MEGA 300-V	DOOSAN	10052		DOOSAN	DM46TA			14,2		-14,2

Fuente: ATR S.A.S.

Para montar esta hoja de cálculo se realizó un formato que tenga la siguiente información:

1. Tipo de maquina: Se refiere a el equipo que se encuentra en alquiler, como por ejemplo: excavadora, cargador, etc.
2. Estado: Se refiere a si está alquilado o en stock.
3. OT: Se refiere al número interno que suministra la compañía a cada equipo.
4. Empresa: Se refiere a la compañía que ha tomado en alquiler el equipo.

5. Ubicación: Se refiere a la ubicación geográfica donde está operando el equipo.
6. Hodómetro de salida de ST: Se refiere al valor del contador (Hodómetro) que tiene el equipo en el momento de ser entregado al cliente.
7. Mantenimiento preventivo de 250 horas: Teniendo en cuenta que el equipo sale con todos los trabajos técnicos necesarios para que opere a un nivel alto, se empiezan las rutinas de mantenimiento cada 250 horas y por la rutina de 250 horas, según propuesta del fabricante y ajustes que el equipo de ingeniería vea necesarias según las condiciones de operación, en estas casillas se debe dejar la fecha en la cual se realiza el mantenimiento y el hodómetro en el momento de realizar las tareas de mantenimiento.
8. Mantenimiento preventivo de 500 horas: Se refiere a las tareas de mantenimiento de las 500 horas de operación, en las casillas se deja la información de la fecha en que se realizó las tareas de mantenimiento y el valor del hodómetro.
9. Mantenimiento preventivo de 750 horas: Se refiere a las tareas de mantenimiento de las 750 horas de operación, en las casillas se deja la información de la fecha en que se realizó las tareas de mantenimiento y el valor del hodómetro.
10. Mantenimiento preventivo de 1000 horas: Se refiere a las tareas de mantenimiento de las 1000 horas de operación, en las casillas se deja la información de la fecha en que se realizó las tareas de mantenimiento y el valor del hodómetro.
11. Último mantenimiento preventivo realizado: En esta casilla por formulación el formato toma la fecha y el hodómetro del último mantenimiento realizado.
12. Próximo mantenimiento preventivo a realizar: Se refiere a las horas faltantes para realizar el siguiente mantenimiento, en la primera sub-casilla llamada hodómetro al que se debe realizar el siguiente mantenimiento, por formulación toma el hodómetro al cual se realizó el último mantenimiento preventivo y le suma 250 horas para obtener el valor al cual se debe realizar el siguiente mantenimiento. En la sub-casilla hodómetro actual (Hd ACTUAL) el ingeniero a

cargo debe escribir el valor del hodómetro actual del equipo. En la sub-casilla horas que faltan (Hr QUE FALTAN) por formulación se realiza una resta entre los valores de las casillas hodómetro al que se debe realizar el siguiente mantenimiento y hodómetro actual (Hd ACTUAL), con el fin de llevar un control de cuantas horas faltan para el siguiente mantenimiento, esta sub-casilla está formulada con un semáforo que cuando indica verde significa que el futuro mantenimiento está lejano aún; amarillo indica que está a 100 horas del siguiente mantenimiento y en rojo indica que se encuentra a 30 horas del siguiente mantenimiento.

Con esta segunda hoja de cálculo (figura 26) se puede observar el diseño y se alimenta el formato con la información necesaria.

Figura 26. Seguimiento del mantenimiento (hoja de cálculo 2) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.

TIPO DE MAQUINAS	ESTADO ACTUAL	OT	EMPRESA	UBICACIÓN	HODOMETRO DE SALIDA DE SERVICIOS TECNICOS	MANTENIMIENTO PREVENTIVO 750 HORAS		MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1000 HORAS		ULTIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO		PROXIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR		
						FECHA	HOROMETRO	FECHA	HOROMETRO	FECHA ULTIMO MANTENIMIENTO	Hr ULTIMO MANTENIMIENTO	HODOMETRO AL QUE SE DEBE REALIZAR EL PROXIMO MANTENIMIENTO	H4 ACTUAL	Hr QUE FALTA
Catador	ALQUILADA	119DI	LATCO DRILLING	PRIMAVERA - VICHADA	2033					2012-05-21	2578	2828	2578	250
Planta Generadora	ALQUILADA	20DI	ITAC CONTRUCCIONES LTDA	TAME - ARAUCA	1064					1900-01-00	1064	1314	1223	91
Plantas luminarias	ALQUILADA	397	Propiedad Sra. Janelly Herrera	CONCRETOS CALIDAD S.A.S	100	2012-02-26	735			2012-02-26	735	985	860	125
Catador	VENDIDO	187DI	Propiedad Serpecal	SAN ANTONIO INTERNACIONAL SAI 5	14,2	2012-02-03	774	2012-03-30	1081	2012-03-30	1081	1331	1250	81
Catador	VENDIDO	189DI	Propiedad Serpecal	SAN ANTONIO INTERNACIONAL SAI 33	0					2012-04-28	1300	1550	1535	15
Catador	VENDIDO	189DI	Propiedad Serpecal	SAN ANTONIO INTERNACIONAL SAI 07	0					2012-04-26	1657	1907	1841	66

Fuente: ATR S.A.S.

Con estas dos hojas de cálculo listas y alimentadas con la información necesaria para empezar a realizar el seguimiento de los equipos, se ve la necesidad de crear unas hojas de cálculo que van a ser las "hojas de vida" de vida de los equipos,

donde va a ir la información completa de los trabajos de mantenimiento y reparación realizados a los equipos, esto con el fin de tener a la mano la información detallada de las tareas realizadas a los equipos durante el alquiler, poder comparar estas tareas con las tareas previas realizadas antes del alquiler y tomar decisiones respecto a procedimientos y técnicos. Estos formatos se nombrarán como H.V. OT=113, donde H.V. corresponde al nombre dado como hoja de vida, OT se refiere al número interno dado por la compañía, con el fin de que sea fácil su identificación dentro de todas las H.V. de los equipos en alquiler. En este formato se pueden ver las siguientes casillas:

- No. OT: Se refiere al número interno dado por la compañía al equipo.
- Equipo/modelo: Se refiere a el tipo de equipo (excavadora, cargador, etc.) y al modelo del mismo.
- Marca: Se refiere a la marca del equipo.
- Serie: Se refiere al número de serie del equipo.
- Descripción de las tareas realizadas por el técnico: Se refiere a una descripción técnica de las tareas realizadas al equipo por el o los técnicos.
- Fecha de las tareas realizadas: Se refiere a la fecha en la que se realizaron las tareas descritas.
- Lugar de trabajo: Se refiere al lugar donde se realizaron las tareas descritas.
- Tiempo real: Se refiere al tiempo real en que se realizaron las tareas descritas.
- Técnico: Se refiere al técnico o técnicos que realizaron las tareas descritas.
- Hodómetro: Se refiere a la hora (del contador del equipo) en la cual se realizaron las tareas descritas.

Se diseñó el formato y se procedió a su implementación para los equipos en alquiler de la compañía (Ver figura 27).

Figura 27. H.V. OT=69DI (hoja de cálculo) del MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA.

No. OT		Equipo / modelo:		Marca:	SERIE						
69DI		Excavadora	SOLAR 225LCV	DOOSAN	4266						
DESCRIPCION DE TAREAS REALIZADAS POR EL TECNICO							Fecha de la tarea realizada	Lugar de Trabajo	Tiempo R.	Tecnico	Hodómet.
4. Cambio de aceite motor (8 galones 15W140), cambio de filtro de aceite, correccion de fuga de aceite motor por bomba de inyeccion, ajustes, pruebas de funcionamiento estado OK, pendiente por ajuste de carriles inferiores y correccion de fuga de aceite por reguladores de bomba hidraulica.							01-03-12	La Acruada, Pico de Oro Cleoducto	8,5 Horas	Edgar Diaz Milton Diaz	163
5. Cambio de guaya puerta de cabina, se rectificaron roscas y se cambiaron tornillos de carriles, se cambiaron sellos y empaquetadura de los reguladores de bomba hidraulica (front y rear), se colocan guardas y tapas, se acoplaron mangueras. Se realizan pruebas de funcionamiento, estado OK							12-03-12	La Acruada, Pico de Oro Cleoducto	8,5 Horas	Edgar Diaz Milton Diaz	204
6. Cambio de motor de arranque, cambio de filtro de combustible, cambio de filtro de aire interno y externo, limpieza de racores, desaire de sistema de inyeccion, se tensiona correa de alternador, se deja filtro de combustible de repuesto.							20-04-12	La Acruada, Pico de Oro Cleoducto	8,5 Horas	Milton Diaz Oscar Dueñas	308
7. Retoma excavadora que estaba alquilada a Montajes Morelco SA a instalaciones de STG, presenta golpe en parte lateral derecha y parte lateral izquierda en cabina, se debe inspeccionar sistema electrico.							18-05-12	STG	4,5 Horas	Ing. Jesus Fernandez	427
8											
9											
10											
11											
12											
13											

Fuente: ATR S.A.S.

3.6 SE ASIGNARÁ UN INGENIERO RESPONSABLE DE LLEVAR EL CONTROL DE ESTOS EQUIPOS EN ALQUILER

Inicialmente se nombrara para llevar este control al ingeniero encargado de maquinaria nueva, mientras se realiza la contratación de un nuevo ingeniero que tome estas funciones.

4. CONCLUSIONES

- Durante el desarrollo de este proceso el equipo de ingenieros de ATR S.A.S. evidencio las fallas que presentaba el área de alquiler de equipos a causa de sus costumbres gerenciales de mantenimiento, donde encontró varias y serias falencias que tenían en duda a la alta gerencia de la compañía en el sentido de continuar con este portafolio de negocio o mejor cerrarlo.
- Se analizó el proceso de alquiler de equipos evidenciando que es un portafolio importante y rentable para la compañía, mostrando a la alta gerencia sus ventajas.
- Se presentaron e implementaron unas nuevas normas de gerenciamiento del mantenimiento del área de alquiler de equipos encaminadas a la mejora de actividades y organizar las actividades del mantenimiento de equipos en alquiler.
- Se reunió toda la información técnica y administrativa de los equipos que estaban en alquiler, con el fin de tener una base de datos completa y sólida para la certera toma de decisiones.
- Se diseñó en office Excel un MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA, que incluye toda la base de datos completa de los equipos en alquiler, el seguimiento de los mantenimientos preventivos realizados y la hoja de vida de cada uno de estos equipos, con el fin de aportar una herramienta útil, certera y practica para el gerenciamiento del mantenimiento en el área de alquiler de equipos.
- Por medio de este MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA se realizará un seguimiento más estricto a los equipos en alquiler, con el fin de determinar con certeza el momento en que se debe realizar el mantenimiento, y con anterioridad a la ejecución del

mantenimiento tener listo a tiempo todos los recursos necesarios, como son: repuestos, insumos, personal y logística.

- Por medio de este MODELO DE CONTROL PARA EL SEGUIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS EN ALQUILER DE LA COMPAÑÍA se lleva toda la información histórica de las tareas realizadas a los equipos durante las labores de mantenimiento, con el fin de tener evidencia de los trabajos técnicos realizados y manejar tiempos de desgaste y vida útil de los componentes de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Colombia. Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2009. 124p.
- BOTERO B, Ernesto. Mantenimiento Preventivo. Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2009. 157p.
- DOOSAN INFRACORE Co., Ltd. Operation and Maintenance Manual Generator Diesel Engine P158LE, P180LE y P222LE. Korea: 2003.154p.
- DOOSAN INFRACORE Co., Ltd. Operation and Maintenance Manual Generator Diesel Engine P126TI-I, P126TI y P126TI-II. Korea: 2003.154p.
- DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Administración en el Mantenimiento: Como Planear, Organizar, Dirigir y Controlar el Mantenimiento del Equipo Industrial. México: Cecsca, 1973. 175p.
- DUFFUAA, Salih O.; RAOUF, A. y CAMPBELL, Jhon Dixon. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control. México: Limusa Wiley, 2000. 419 p.
- GONZÁLES BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2006. 192p.
- MORA, Luis Alberto. Mantenimiento: Planeación, Ejecución y Control. Bogotá: Alfaomega, 2009. 504p.
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Colombia: Coldi, 2012. 340p.

- ORTEGA CARRILLO, José Antonio. Modelo Gerencial para la Administración del Mantenimiento en la Empresa Flexo Spring S.A.; monografía de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento en la UIS.
- ROBLES RODRIGUEZ, Carlos Andrés. Modelo de Control y Vigilancia para el Seguimiento de Mantenimiento a las Aeronaves de las empresas Aéreas del Sector de Fumigación por Parte de la Aeronáutica Civil de Colombia; monografía de grado para optar al título de Especialista de Gerencia de Mantenimiento en la UIS.
- ROSALER, Robert C. y RACE, James O. Manual de Mantenimiento Industrial. México: McGraw-Hill, 1997.