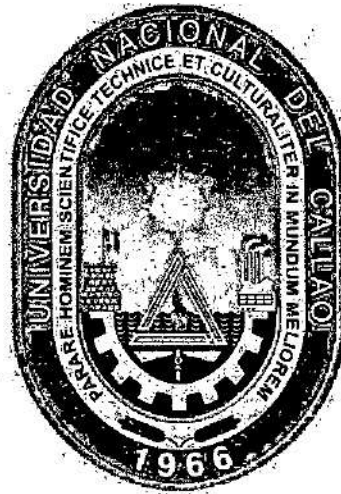


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
LAS MAQUINARIAS. PLANTA PRODUCTORA DE SAL C.A.-  
VENEZUELA”**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**RAFAEL DOMINGO SARMIENTO ALEGRE**

**Callao, Junio, 2017**

**PERÚ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**

**I CURSO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR INFORME DE  
EXPERIENCIA LABORAL**

**ACTA DE EXPOSICIÓN DE INFORME FINAL DE EXPERIENCIA LABORAL**

Siendo, las 18:50 horas del día viernes 09 de junio del 2017 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los Informes Finales de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 084-2017-CF-FIME de fecha 23.05.17, conformado por los siguientes docentes:

**Presidente : Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO**  
**Secretario : Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE**  
**Vocal : Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN**

Asimismo, contamos con la presencia de la Dra. Ana Mercedes León Zárate – Vicerrectora de Investigación de la Universidad Nacional del Callao (Supervisora General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad), y el Lic. Rogelio Efrén Cerna Reyes - Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos);

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la "Directiva para la Titulación Profesional Modalidad por Informe de Experiencia Laboral con Curso Taller de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao", aprobada por Resolución de Consejo de Facultad N° 025-2017-CF-FIME de fecha 19.01.17;

Se procede con el acto de exposición de Informe Final de Experiencia Laboral del I Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, título: "IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINARIAS. PLANTA PRODUCTORA DE SAL C.A. - VENEZUELA", presentado por el Bachiller **SARMIENTO ALEGRE RAFAEL DOMINGO**, contando con el asesoramiento del Mg. **RUBÉN FRANCISCO PÉREZ BOLÍVAR**.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado de Exposición, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación;

Este jurado acordó calificar al Sr. Bachiller **SARMIENTO ALEGRE RAFAEL DOMINGO**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Mecánico** por la modalidad de Curso Taller de Titulación Profesional por Informe de Experiencia Laboral, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
<b>14(CATORCE)</b>	<b>BUENO</b>

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 19:20 horas del día viernes 09 de junio del 2017.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

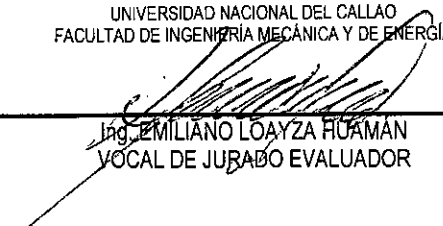
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
\_\_\_\_\_  
Ing. VICTORIANO SÁNCHEZ VALVERDE  
SECRETARIO DE JURADO EVALUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
\_\_\_\_\_  
Ing. EMILIANO LOAYZA HUAMÁN  
VOCAL DE JURADO EVALUADOR

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi padre Don Oswaldo, a mi madre Marcelina que desde el inicio de mi vida son una inspiración a superar y forjar metas a mis hermanos que siempre los he tenido con los oportunos consejos y apoyo incondicional.

A mi esposa Lisbeth y mi hijo Rafael Junior quienes son la razón de mi esfuerzo y motivación de desarrollo y constancia.

## **AGRADECIMIENTO**

A la empresa Servicios Integrales S&B C.A. y a la Empresa Productora de Sal C.A., así como al personal técnico que con su apoyo se logró cada día completar las tareas encomendadas.

A los profesionales y técnicos que apoyaron en la realización de este informe, en especial a los ingenieros Jesús Rodríguez, Ing. Ronald Nava y al Lic. Javier Finol.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	
<b>I. OBJETIVOS.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivo general.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>1</b>
<b>II. ORGANIZACIÓN DE SERVICIOS INTEGRALES S &amp; B C.A. ....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Empresa SEINCA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Estructura Orgánica .....</b>	<b>5</b>
<b>III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Actividades desarrolladas por SEINCA .....</b>	<b>8</b>
<b>IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Descripción del tema.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. Antecedentes .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3. Planteamiento del problema .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4. Justificación.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5. Marco teórico .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.1. Mantenimiento .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.2. Objetivos del mantenimiento .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.3. Beneficios del mantenimiento.....</b>	<b>37</b>
<b>4.5.4. Tipos de mantenimiento .....</b>	<b>38</b>
<b>4.5.5. Principales indicadores de gestión de mantenimiento... </b>	<b>47</b>
<b>4.6. Fases del proyecto .....</b>	<b>52</b>
<b>4.6.1. Evaluación general de los equipos y componentes .....</b>	<b>52</b>

4.6.2. Verificación del uso apropiado del equipo (capacitación de operadores y personal de mantenimiento) .....	73
4.6.3. Auditar el stock de repuestos e insumos .....	76
4.6.4. Relación de pedido de repuestos mantenimiento preventivo de las maquinarias.....	81
4.6.5. Relación de pedido de repuestos para el mantenimiento correctivo de las maquinarias.....	88
4.6.6. Implementar el área del taller central para intervenir los equipos y componentes tanto en taller como en campo.....	94
4.6.7. Generar procedimientos de reparación de equipos y componentes .....	100
□ Trimestralmente o cada 500 horas .....	112
<b>V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO .....</b>	<b>145</b>
5.1. Evaluación Técnica.....	145
Análisis económico, detallado por equipos, meses y otros .....	150
5.2. Consolidado del análisis económico .....	160
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>165</b>
6.1. Conclusiones .....	165
6.2. Recomendaciones .....	166
REFERENCIALES .....	168
ANEXOS .....	170
ANEXO 1. Contrato de Mantenimiento.....	171
ANEXO 2. PLANTA DE SAL. ....	172
ANEXO 3. CURSO DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS .....	173

## INDICÉ DE TABLAS Y GRÁFICOS

### Tablas

<b>Tabla 1:</b> Personal de la empresa Servicios integrales S\$B C.A.....	6
<b>Tabla 2:</b> Foda de la empresa SEINCA.....	9
<b>Tabla 3:</b> Seriales de equipo pesado Produsal.....	13
<b>Tabla 4:</b> Inspección de cargador 950B.....	53
<b>Tabla 5:</b> Inspección de cargador 966G.....	56
<b>Tabla 6:</b> Inspección de motoniveladora 140G.....	59
<b>Tabla 7:</b> Inspección de motoniveladora 140H.....	62
<b>Tabla 8:</b> Inspección de Excavadora 330CL.....	65
<b>Tabla 9:</b> Inspección de Cosechadora COS 1.....	68
<b>Tabla 10:</b> Inspección de Retroexcavadora 416B.....	70
<b>Tabla 11:</b> Formato de Verificación de maquinarias.....	73
<b>Tabla 12:</b> Incremento de la confiabilidad de los equipos más críticos en el periodo 2012.....	153
<b>Tabla 13:</b> Incremento de la confiabilidad de la confiabilidad de los equipos en el periodo 2012-2013 .....	154
<b>Tabla 14:</b> Gastos por consumo de repuestos e insumos 2012-2013	155
<b>Tabla 15:</b> Gastos por consumo de repuestos para reparación año2012	156
<b>Tabla 16:</b> Gastos por consumo de repuestos para reparación año 2013	157
<b>Tabla 17:</b> Estructura de gastos para mantenimiento de maquinarias	158
<b>Tabla 18:</b> Horas de operación de las maquinarias 2012	160
<b>Tabla 19:</b> Horas de operación de las maquinarias 2013	161
<b>Tabla 20:</b> Gastos de operación Periodo enero-agosto 2012	162
<b>Tabla 21:</b> Gastos de operación Período enero-agosto 2012	163
<b>Tabla 22:</b> Costo beneficio en la gestión de la implementación del plan de mantenimiento de las maquinarias.....	164

## Gráficos

<b>Figura 1.1:</b> Cargador Caterpillar 966G	1
<b>Figura 2.1:</b> Servicio integral a Cargador Caterpillar	4
<b>Figura 2.2:</b> Organigrama de la empresa	5
<b>Figura 2.3:</b> Servicio cosechadora COS 1	7
<b>Figura 4.1:</b> Diagrama Ishikawa de la empresa PRODUSAL	10
<b>Figura 4.2:</b> Cargador 950B	14
<b>Figura 4.3:</b> Retroexcavadora 416B.	15
<b>Figura 4.4:</b> Motoniveladora 140G	16
<b>Figura 4.5:</b> Motoniveladora 140H	17
<b>Figura 4.6:</b> Excavadora 330CL	18
<b>Figura 4.7:</b> Cargador 966G	19
<b>Figura 4.8:</b> Cosechadora COS 1	20
<b>Figura 4.9:</b> Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento	35
<b>Figura 4.10:</b> Sistema típico de mantenimiento	36
<b>Figura 4.11:</b> Tipos de mantenimiento	38
<b>Figura 4.12:</b> Curva de latina de baño	43
<b>Figura 4.13:</b> Probabilidad condicional de falla contra la edad del equipo	43
<b>Figura 4.14:</b> Categoría clase mundial	46
<b>Figura 4.15:</b> Inspección excavadora 330CL	67
<b>Figura 4.16:</b> Capacitación de operador de excavadora 330CL	75
<b>Figura 4.17:</b> Auditoria almacén PRODUSAL	76
<b>Figura 4.18:</b> Plano de planta del taller	98
<b>Figura 4.19:</b> Implementación del área del taller	99
<b>Figura 4.20:</b> Protección anticorrosiva a componente cargador 966G	99
<b>Figura 4.21:</b> Rejilla de admisión de aire del cargador 950 B	100
<b>Figura 4.22:</b> Indicador de filtro Motoniveladora 140G	101
<b>Figura 4.23:</b> Filtro de aire Excavadora 330CL	102
<b>Figura 4.24:</b> Nivel de aceite motor Motoniveladora 140H	105



<b>Figura 4.25:</b> Nivel de aceite hidráulico Cargador 950B	106
<b>Figura 4.26:</b> Nivel de aceite de la transmisión Motoniveladora 140H	107
<b>Figura 4.27:</b> Filtro primario de petróleo separador de agua	114
<b>Figura 4.28:</b> Drenaje y llenado de aceite del mando final cargador 950B	119
<b>Figura 4.29:</b> Llenado de aceite del diferencial trasero cargador 959B	120
<b>Figura 4.30:</b> Drenaje de aceite del diferencial delantero Cargador 966G	120
<b>Figura 4.31:</b> Llenado de aceite del diferencial trasero Cargador 966G	121
<b>Figura 4.32:</b> Caja de mando de tornamesa Motoniveladora 140H	121
<b>Figura 4.33:</b> Tandem de Motoniveladora 140H	122
<b>Figura 4.34:</b> Diagrama de decisión del tipo de mantenimiento a aplicar	123
<b>Figura 4.35:</b> Orden de trabajo	124
<b>Figura 4.36:</b> Evaluando reparación de cilindro de inclinación cargador 966G	127
<b>Figura 4.37:</b> Equipos de protección de personal	128
<b>Figura 4.38:</b> Uso de careta facial en inspección de estructura de cosechadora COS1	129

## INTRODUCCIÓN

En el presente informe profesional, se describe mi experiencia como Gerente de Operaciones de la empresa SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A.

Productora de sal, C.A., contrató los servicios de la empresa Servicios Integrales S&B C.A. con el fin de levantar su productividad, ya que durante los años anteriores se vio perjudicada por sus excesivos gastos operativos pues necesitaban alquilar equipos para suplir sus deficiencias. La implementación del programa de mantenimiento considero una combinación de mantenimiento preventivo, correctivos y predictivo de acuerdo a las características de cada maquinaria. Se realizó en primer lugar el diagnóstico de la empresa en general haciendo uso de herramientas como el FODA y el Diagrama de Ishikahua, donde se obtuvo una visión del antes y después, enfocándonos en el mantenimiento de las maquinarias.

El registro de las actividades de mantenimiento y operaciones durante la ejecución del programa se realizó el seguimiento al funcionamiento de los equipos utilizando para estos las hojas de vida y los informes presentados por los operadores y también de la supervisión del cliente.

Se recopiló información suficiente para elaborar el nuevo plan y darle continuidad al programa de ese modo obtener un mayor índice de disponibilidad en la operación de las maquinarias de producción.

La experiencia adquirida en el rubro del mantenimiento de maquinaria pesada, equipos de Minería, constructoras y campos petroleros, así como la experiencia en las empresas: Maquinarias Internacional S.A. Dealer KOMATSU y montacargas TOYOTA; Maquinarias Venequip S.A. Dealer CATERPILLAR, Meta Guayana S.A, Dealer JCB, y SANDVIK, en Venezuela, ha permitido desempeñarme en este campo de la actividad del mantenimiento de las maquinarias.

# **I. OBJETIVOS**

## **1.1. Objetivo general**

Implementación de un Plan de Mantenimiento de Maquinarias para las flotas de vías, cristalizadores, carga y cosecha de sal en la empresa Productora de Sal, con la finalidad de incrementar la disponibilidad, disminuir los niveles de riesgos y aumentar la confiabilidad de la operación dentro de la planta.

## **1.2. Objetivos específicos**

Diagnosticar la situación real de mantenimiento de las maquinarias en la empresa Productora de Sal C.A.

Establecer las estrategias de mejoras a implementar en las flotas de carga y cosecha de sal, con el propósito de alcanzar el nivel de disponibilidad requerido por la empresa.

**Figura 1.1** Cargador Caterpillar 966G



Fuente: Elaboración propia

## **II. ORGANIZACIÓN DE SERVICIOS INTEGRALES S & B C.A.**

### **2.1. Empresa SEINCA**

La empresa Servicios Integrales S&B C.A. es una empresa fundada en el año 2010, para:

Realizar servicios y mantenimiento Industrial, a las empresas en el área; de la construcción, petrolera y minera, ubicada en la región del estado Zulia, Venezuela.

Cubrir la demanda en servicios que requiere la industria en ser atendida en sus procesos productivos en sus diferentes actividades que conlleva tener sus equipos con altos niveles de operación y confiabilidad.

Está integrada por personal con experiencia formada a través de los años en los Dealer de la localidad así mismo en los diferentes institutos de formación técnica del estado Zulia, personal y profesionales, formados en el campo de la actividad de servicios en equipos de movimiento de tierra y equipos mineros e industriales, preparados para brindar un eficiente servicio técnico en la atención en las diversas reparaciones de estos equipos de las diversas empresas al servicio de la industria petrolera; construcción y minera.

La empresa ha sabido capitalizar los recursos humanos del personal técnico y administrativo para poner al servicio de las industrias una solución efectiva a sus requerimientos de servicios a sus maquinarias. Nace como alternativa a prestar sus conocimientos efectivos a realizar intervenciones

integrales y parciales a los equipos y componentes mecánicos.

La experiencia adquirida de atención al cliente se cristaliza con visitas en sus campos de operaciones; entre los cuales sus principales clientes son:

ZULIA INDUSTRIAL CONSTRUCCIONS S.A.

PRODUCTORA DE SAL C.A.

ALFARERIA CABIMAS, C.A.

ALFASUR, S.A.

HERMANOS PIETRALUNGA S.A.

HIDROMECA.

SERVIEQUIPOS MARA. C.A.

Así mismo la política de postventa de visitar al cliente después de los servicios entregados se convirtió en una estrategia de mercado y dio fortaleza en las ventas de servicio y repuestos donde la empresa asume los retos que presenta la competencia en un mercado activo.

### **Declaraciones estratégicas:**

#### **Misión**

Ser una empresa líder en Mantenimiento integral de maquinarias pesada Venta de repuestos y servicios, ser una alternativa de solución a nuestros clientes en la región Zuliana.

#### **Visión**

Manejar los contratos de mantenimientos a las empresas constructoras, petrolera y minera de la región con uso de tecnología de vanguardia reconocida por ofrecer servicios

que satisfacen íntegramente las expectativas de sus clientes, basándose en altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.

### **Valores**

Honestidad

Responsabilidad

Ética profesional con nuestros clientes y proveedores

Nuestro éxito es nuestros recursos humanos.

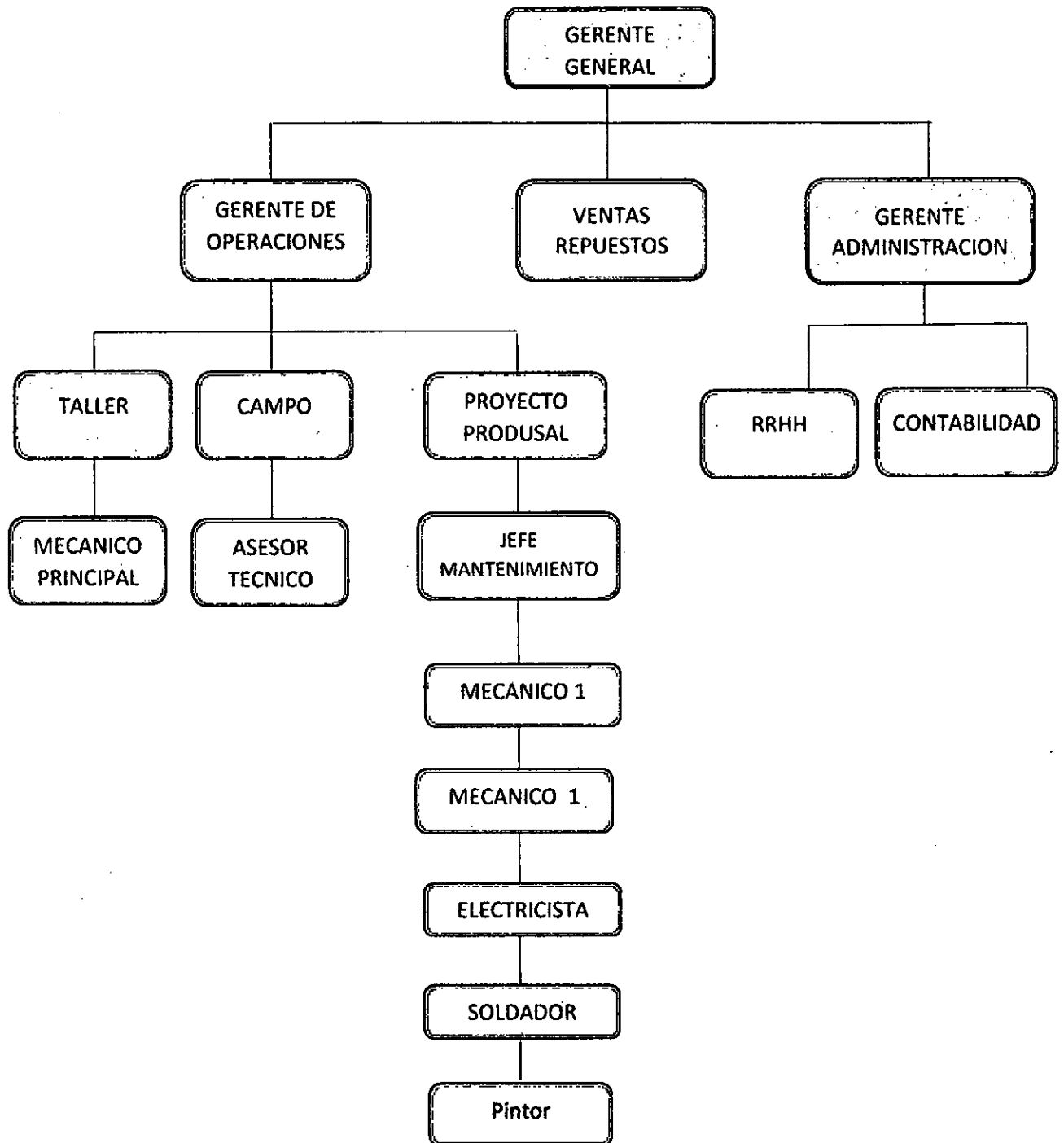
**Figura 2.1 Servicio integral Cargador Caterpillar**



Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Estructura Orgánica

Figura 2.2 Organigrama de la empresa



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 1**

Personal de la empresa Servicios Integrales S&B C.A.

<b>Nombres</b>	<b>Cargo</b>
<b>Personal Administrativo</b>	
Javier Finol	Gerente general
Lisbeth Beltrán	Gerente administrativa
Rafael Sarmiento	Gerente de operaciones ( PRODUSAL)
Harold Marín	Supervisor de mantenimiento (PRODUSAL)
Armado Rivera	Supervisor Técnico Costa Oriental del Lago
<b>Personal técnico</b>	
Marcos Zapata	Técnico en Motores.
John Meza	Técnico Mecánico
Víctor Parejo	Técnico Mecánico
Euro García	Mecánico de primera (PRODUSAL)
Lenin primera	Soldador (PRODUSAL)
Nelson Vera	Ayudante de mecánico (PRODUSAL)
Ender Gonzales	Electromecánico (PRODUSAL)
Florencio Piña	Mecánico de primera (PRODUSAL)
Yoandry Prieto	Pintor. (PRODUSAL)
Máximo Pineda	Vendedor de Repuestos y servicios

Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

### **2.3. Funciones del informante**

Durante mi participación en el proyecto efectué las siguientes actividades:

- Manejo de los contratos de servicio, planificación de mantenimiento de maquinarias de movimiento de tierra.
- Reparación integral de componentes y equipos a los clientes de la empresa.



- Asesoría en control de costos en la operación y mantenimiento de los equipos de clientes en la región del estado Zulia Venezuela.
- Planeación, organización, dirección y control de los servicios de Mantenimiento del Área .
- Administración en su ámbito, las acciones de mantenimiento (preventivo, predictivo y correctivo) del equipo y asegurar su empleo adecuado.
- Mantenimiento del equipo en excelentes condiciones operativas por periodos de tiempos extensos e ininterrumpidos – Maximizar utilización y MTBS.
- Mantener un grupo de personas, facilidades, herramientas, técnicas, comunicaciones y sistemas, con el objetivo de retornar rápidamente al equipo a la producción, después de una paralización programada o no.
- Establecimiento de estándares de rendimiento de los Equipos y evaluar los Índices de gestión estableciendo una política de mejora continua.

**Figura 2.3** Mantenimiento correctivo a Cosechadora COS 1.



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

### **III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA**

#### **3.1. Actividades desarrolladas por SEINCA**

La empresa Servicios Integrales S&B C.A. brinda sus servicios a diferentes sectores tal como se detalla a continuación:

**Petróleo.** Atención fallas específicas de bombas hidráulicas, motores, componentes de las gabarras de perforación y estaciones de flujo.

**Minería.** Canteras de caliza, arcilla, maquinarias: perforadoras, excavadoras, tractores, cargador y camiones.

**Construcción.** Reparación y mantenimiento de equipos de movimiento de tierra. Planta de Asfalto chancadora de piedra.

**Venta de repuestos.** Compra y venta de repuestos originales y reemplazo con respaldo del fabricante. Así mismo en la asesoría de compra y alquiler de maquinarias y compra de componentes de las marcas CATERPILLAR, KOMATSU, JHON DEERE, JCB, TEREX.

#### IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

##### 4.1. Descripción del tema

A mediados del año 2012 Productora de Sal contacta con la empresa Servicios Integrales S&B C.A. para que evalúe las condiciones de sus equipos y maquinarias y mejore su disponibilidad.

Se realiza en primer lugar un diagnóstico de la empresa, utilizando dos herramientas administrativas: el análisis FODA y el Diagrama de Ishikahua.

El análisis FODA es una herramienta que permitió conformar un cuadro de la situación actual de la empresa, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permitió en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos planteados.

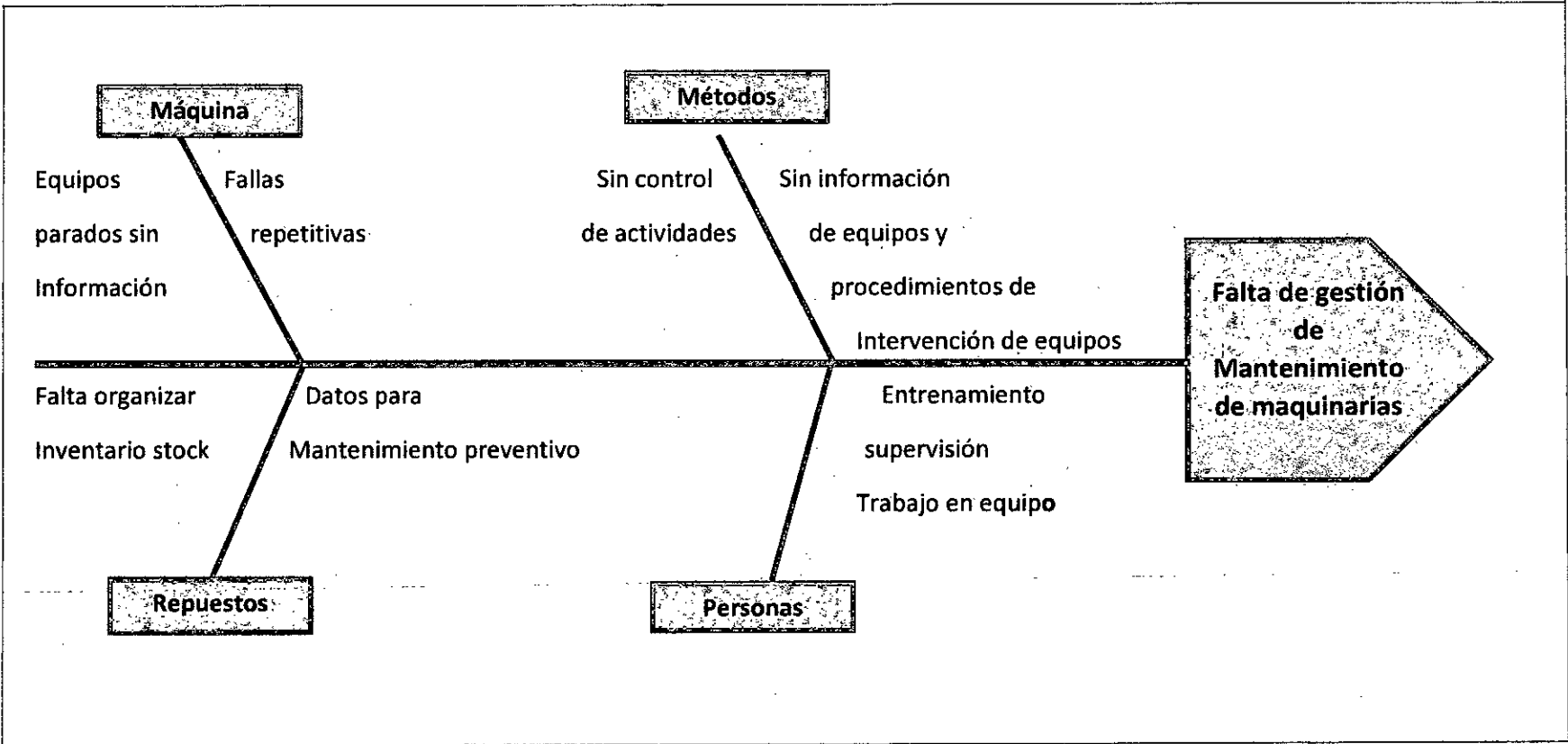
**Tabla 2**

**FODA DE LA EMPRESA SEINCA**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Información técnica de maquinarias y equipos. Cuenta con personal técnico altamente calificado. Experiencia en asesoría con técnicas de mantenimiento al sector minero, petrolero y construcción.	Falla en conseguir repuestos. Los proveedores cada vez están restringidos por falta de divisas y los trámites burocráticos en la compra de repuestos a proveedores extranjeros.
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Con la falta de repuestos nace una oportunidad de reconstruir ciertas partes estructurales de equipos y Re manufacturarlos en maestranza locales con las especificaciones de fábrica.	La inseguridad de inversión, robos de vehículos y herramientas e instrumentos. Fuga de personal técnico por falta Continuidad de nuevos Proyectos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.1. Diagrama Ishikawa de la empresa PRODUSAL



Fuente: Elaboración propia

### **Empresa Productora de Sal C.A. (Produsal)**

Es una de las principales productoras de sal de Venezuela, comercializando más de 650,000 toneladas de sal por año. Es una de las más recientes y modernas plantas por evaporación solar del mundo, ubicada en el Municipio Miranda del Estado Zulia. Funciona bajo un criterio de eco eficiencia pues no utiliza ningún tipo de químico y además permite obtener la sal más pura.

Produsal, es una sociedad entre Cargill y Pequiven, su principal cliente. Desde su concepción Cargill aportó a este proyecto toda su experiencia internacional en la producción de sal, tanto para la alimentación humana y animal como para su uso industrial, químico y petroquímico.

Hoy en día, Produsal atiende 4 segmentos por tipo de industria:

- Industria petroquímica petrolera
- Refinerías de sal para consumo humano
- Moliendas y distribuidora
- Plantas de alimentos para animales

La empresa Servicios Integrales S&B C.A. realizó en primer lugar una inspección general de las maquinarias de Produsal, lo cual dio como resultado lo siguiente:

La carencia de un programa de mantenimiento y control de sus equipos comprometió sus operaciones y despacho de sal, ya que no se le daba un seguimiento efectivo ni existían registros de la operatividad de las maquinarias, dando como consecuencia la baja eficiencia y disponibilidad de las

maquinarias y equipos de esta empresa. En estas condiciones, Servicios Integrales asumió realizar la implementación del mantenimiento a la maquinaria de la empresa Productora de Sal, en un proceso a corto y mediano alcance para poder rescatar las maquinarias de la falta de operatividad de, sus equipo de carga y cosecha de sal y de mantenimiento de vías de acceso a las piscinas y cristalizadores de la sal.

**Productora de Sal C.A.**, aporta el 90% de sal al mercado nacional de Venezuela por lo cual es una empresa estratégica para ese país.

El consumo de sal se divide: Industria petroquímica; 70%. **Pequiven** lo usa para producir cloruro de sodio, materia prima usada en el cloro soda material usada en las plantas de tratamiento de agua potable. La industria de acero lo usa para requemado en los altos hornos, la curtiembre también lo usa para sus procesos industriales, la industria petrolera lo usan como reactivos químicos para sus procesos de extracción.

Por la importancia de su contribución al desarrollo de la industria, sus niveles de producción deben de mantenerse con alto estándar de cumplimiento para lo cual sus sub-áreas, deben de estar definidos, tener su departamento de operaciones y mantenimiento, deben de caminar de la mano para cumplir sus objetivos con una planificación anual de mantenimiento de las maquinarias y equipos, tener una eficiencia de los equipos; con calidad, seguridad y reducir los costos de operación final.

### **Mantenimiento de maquinaria Produsal**

Procurando una solución a sus elevados costos de mantenimiento, Produsal contacta con Servicios Integrales S&B C.A. para que le hiciéramos una propuesta efectiva a las siguientes maquinarias:

**Tabla 3**

**Seriales de maquinaria pesada PRODUSAL**

<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Serial</b>	<b>Motor</b>	<b>Serial motor</b>	<b>CODIGO</b>
Cargador frontal	<b>950B</b>	65R02026	3304	09Z	950B
Cargador frontal	<b>966G</b>	AWY01380	3176	3PD13432	966G
Excavadora	<b>330C L</b>	GKX00208	C9	4ZF22559	330CL
Motoniveladora	<b>140H</b>	CCA02106	3176	3PD15641	140H
Motoniveladora	<b>140G</b>	72V08086	3306	08Z	140G
Cosechadora	S/N	S/N	CAT 3304	03N	COS 1
Retroexcavadora	<b>416B</b>	8ZK06921	3054	5HK	416B

Fuente: PRODUCTORA DE SAL C.A.

**Figura 4.2 Cargador 950B**

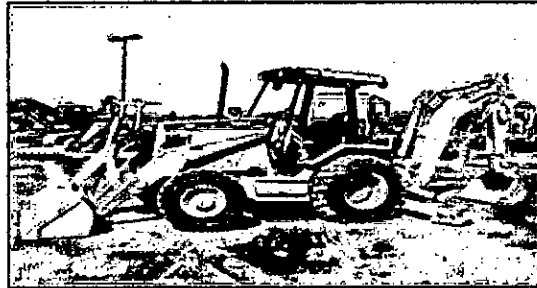


<b>ESPECIFICACIONES CARGADOR 950B CATERPILLAR</b>	
<b>MOTOR</b>	Modelo 3304 Caterpillar
	TIPO inyección directa, turboalimentado
	Potencia 156 Hp a 1800-RPM
	Numero de cilindros 4
	Cilindrada 7 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	24 Voltios -40 amp
<b>Trasmisión</b>	
Tipo	Cambio de velocidades accionamiento directo
Marcha adelante	4 velocidades
Marcha atrás	4 velocidades
Velocidad Máxima adelante	41 Km/hora
Velocidad Máxima atrás	41 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo de Bomba	Pistón Axial
Salida de la Bomba	193.1 l/min
Presión máxima del sistema	14.823 kPa
Peso	14700 kg
Llantas	4- 20.5x25 12pr
<b>Capacidades de llenado</b>	
Aceite de Motor	22 litros
Tanque de combustible	222 litros
Sistema de enfriamiento	47.3 litros
Sistema hidráulico Total	84 litros
sistema trasmisión	35 litros
Diferencial y mandos Finales delantero	30 litros
Diferencial y mandos Finales trasero	30 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.



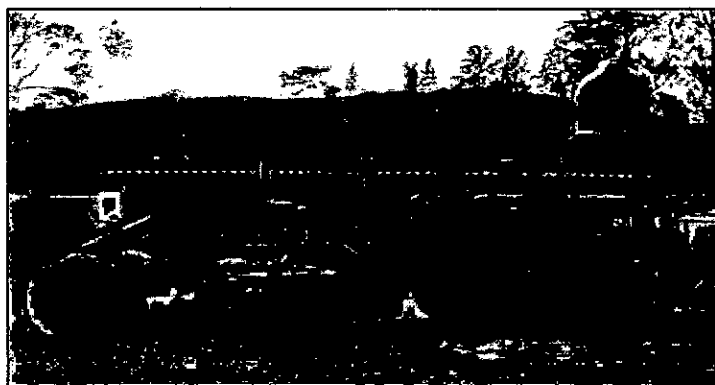
Figura 4.3. Retroexcavadora 416B



<b>Especificaciones Retroexcavadora modelo 416B Caterpillar</b>	
<b>MOTOR</b> Modelo	3054 Caterpillar.
<b>TIPO</b>	inyección directa, turboalimentado
<b>POTENCIA</b>	74 Hp
Numero de cilindros	4
Cilindrada	4.4 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
<b>Batería</b>	1 de 12V
<b>Alternador</b>	12 Voltios -30 Amp
<b>Trasmisión</b>	
<b>Tipo</b>	Servo trasmisión mecánica
Marcha adelante	4 velocidades
Marcha atrás	4 velocidades
Velocidad Máxima adelante	32.7 Km/hora
Velocidad Máxima atrás	38.5 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>	
<b>Tipo de Bomba</b>	Pistón Axial
<b>Salida de la Bomba</b>	155 l/min
<b>Presión máxima del sistema</b>	20684 kPa
<b>Peso</b>	6311 kg
<b>Llantas</b>	(2) 12.5-20 (12 telas) F-3 Especial industrial/ (2)19.5L-24 (12 telas) R4 ATU
<b>Capacidad de carga</b>	0.8 m3
<b>Capacidades de llenado</b>	
<b>Aceite de Motor</b>	15 litros
<b>Tanque de combustible</b>	144 litros
<b>Sistema de nfriamiento</b>	16 litros
<b>Sistema hidráulico Total</b>	80 litros
<b>Sistema hidráulico Tanque</b>	35 litros
<b>Diferencial delantero</b>	11 litros
<b>Diferencial trasero</b>	16 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.

**Figura 4.4. Motoniveladora 140G**



Fuente: Elaboración propia

<b>Especificaciones Motoniveladora Modelo 140G Caterpillar</b>	
<b>MOTOR</b> Modelo	3306
Tipo	inyección directa, turboalimentado
Potencia Max	149 hp a 1800 RPM
Numero de cilindros	6
Cilindrada	10.3 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	24 Voltios -40 amp
<b>Trasmisión</b>	
Tipo	Cambio de velocidades accionamiento directo
Marcha adelante	6 velocidades
Marcha atrás	6 velocidades
Velocidad Máxima adelante	41 Km/hora
Velocidad Máxima atrás	41 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo de Bomba	Pistón Axial
Salida de la Bomba	193.1 l/min
Presión máxima del sistema	14.823 kPa
<b>Peso y Llantas</b>	
Peso	12620 kg
Llantas	6- 14.00x24 12pr
<b>Capacidades de llenado</b>	
Aceite de Motor	29 litros
Tanque de combustible	284 litros
Sistema de enfriamiento	47.3 litros
Sistema hidráulico Total	68 litros
Sistema hidráulico Tanque	30 litros
Diferencial y mandos Finales	47 litros
Caja de tándem cada/una	55 litros
Caja de mando del circulo	7 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.

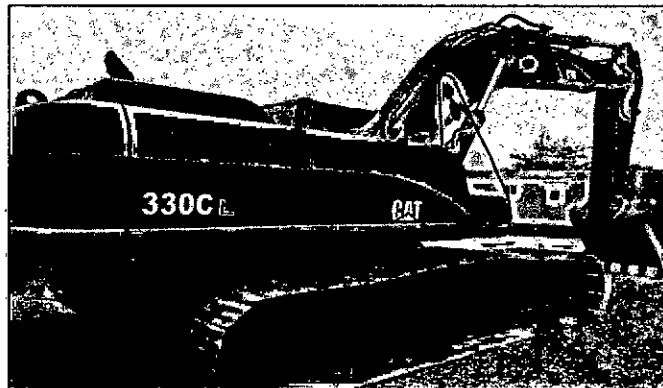
**Figura 4.5. Motoniveladora 140H**



<b>Especificaciones motoniveladora Modelo 140H Caterpillar</b>	
MOTOR	Modelo 3176C ATAAC, baja emisión de gases.
TIPO	inyección directa, turboalimentado y post enfriado aire-aire, de seis cilindros
POTENCIA variable	165 Hp a 185Hp
Numero de cilindros	6
Cilindrada	10.3 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
Batería	2 en serie de 12V
Alternador	24 Voltios -60 Amp
<b>Trasmisión</b>	
Tipo	servo transmisión electrónica
Marcha adelante	8 velocidades
Marcha atrás	6 velocidades
Velocidad Máxima adelante	44 Km/hora
Velocidad Máxima atrás	34.7 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo de Bomba	Pistón Axial
Salida de la Bomba	206 l/min
Presión máxima del sistema	24.150 KPa
<b>Capacidades de llenado</b>	
Peso	14676 kg
Llantas	6 14x24 12pr
Aceite de Motor	39 litros
Tanque de combustible	397 litros
Sistema de enfriamiento	38 litros
Sistema hidráulico Total	80 litros
Sistema hidráulico Tanque	38 litros
Diferencial y mandos Finales	47 litros
Caja de tándem cada/una	60 litros
Caja de mando del circulo	7 litros

**Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.**

**Figura 4.6. Excavadora 330CL**



<b>Especificaciones excavadora 330CL Caterpillar</b>		
<b>MOTOR</b>	Modelo	C9 ATAAC, baja emisión de gases.
	Tipo	inyección directa HEUI-B , turboalimentado y pos enfriado aire-aire, de seis cilindros
	Potencia	243 Hp a 1800 rpm
	Numero de cilindros	6
	Cilindrada	8.8 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>		
	Batería	2 en serie de 12V
	Alternador	24 Voltios -65 Amp
<b>Trasmisión</b>		
	Tipo	Motores hidráulicos
	Velocidad Máxima	3.3 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>		
	Tipo de Bomba	Pistón Axial
	Salida de la Bomba	375 l/min
	Presión máxima del sistema	20700 KPa
	Peso	22870 kg
	Capacidad de cucharón	1.9 M3
	Tren de rodaje	ancho de teja 700 mm
<b>Capacidades de llenado</b>		
	Aceite de Motor	40 litros
	Tanque de combustible	618 litros
	Sistema de enfriamiento	35 litros
	Sistema hidráulico Total	410 litros
	Sistema hidráulico Tanque	315 litros
	Diferencial y mandos Finales cada uno	15 litros
	mandos motor de giro	19 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.

Figura 4.7. Cargador 966G



<b>Especificaciones Cargador modelo 966G Caterpillar</b>	
<b>MOTOR</b> Modelo	3176C ATAAC, baja emisión de gases.
TIPO	inyección directa, turboalimentado y pos enfriado aire-aire, de seis cilindros
POTENCIA	260 Hp
Numero de cilindros	6
Cilindrada	10.3 lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
<b>Batería</b>	2 en serie de 12V
<b>Alternador</b>	24 Voltios -60 amp
<b>Trasmisión</b>	
<b>Tipo</b>	Servo trasmisión Electrónica
Marcha adelante	4 velocidades
Marcha atrás	4 velocidades
Velocidad Máxima adelante	37.2 Km/hora
Velocidad Máxima atrás	38.5 Km/hora
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo de Bomba	Pistón Axial
Salida de la Bomba	375 l/min
Presión máxima del sistema	20700 kPa
Peso	22870 kg
Llantas	4 26.5x R25
Capacidad de carga	3.43 m3
<b>Capacidades de llenado</b>	
Aceite de Motor	39 litros
Tanque de combustible	380 litros
Sistema de enfriamiento	38 litros
Sistema hidráulico Total	207 litros
Sistema hidráulico Tanque	140 litros
Diferencial y mandos Finales delantero	64 litros
Diferencial y mandos Finales trasero	64 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.

**Figura 4.8. Cosechadora COS 1**



<b>Especificaciones Cosechadora</b>	
<b>MOTOR</b> Modelo	3304 ASPIRACION NATURAL
TIPO	Pre combustión aspiración natural, de cuatro cilindros
POTENCIA	110 HP
Numero de cilindros	4
Cilindrada	7. lts
<b>Sistema Eléctrico</b>	
<b>Batería</b>	2 en serie de 12V
<b>Alternador</b>	24 Voltios -60 Amp
<b>Sistema hidráulico</b>	
Tipo de Bomba	Pistón Axial
Salida de la Bomba	375 l/min
Presión máxima del sistema	20700 KPa
Peso	7500 kg
Llantas	4 9x 20
Capacidad de carga	140 Toneladas/hora
<b>Capacidades de llenado</b>	
Aceite de Motor	22 litros
Tanque de combustible	420 litros
Sistema de enfriamiento	28 litros
Reductores	42 litros

Fuente: Servicios Integrales S&B, C.A.

Se evaluaron los equipos en general dando al cliente la situación actual de sus maquinarias ya que su eficiencia en general estaba en 45%. Lo cual ellos tenían que alquilar maquinarias externas para suplir su aporte propio de suministro de equipos y maquinarias.

El objetivo principal de este contrato es que la empresa Produsal pueda trabajar y aportar sus maquinarias al campo de sus operaciones y reducir así sus costos de operación en su proceso productivo.

Antes de nuestra gestión la empresa Productora de sal para cumplir con sus metas de producción alquilaba maquinarias para cubrir en gran medida la falta de operatividad de la cosechadora así como del cargador 950B, para lograr sus objetivos de producción.

La meta del primer año se trazó lograr un 80% de confiabilidad de los equipos. Ya que durante seis primeros meses de implementado este programa, se trazó un plan de recuperación de las maquinarias y equipos donde se encuentran equipos de una data de 10 y 15 años de antigüedad.

Este estudio se fundamentó en la aplicación de la metodología del MCC en la Planta de los Olivitos en Ancón de Iturri del Municipio Miranda, abarcando las flotas de carga y acarreo de SAL, específicamente equipos como el cargadores 950B y 966G y así como las Motoniveladora 140G y la 140H ya que éstos fueron considerados los más críticos dentro del proceso productivo del sal por ser usado

tanto para el mantenimiento de las vías de acceso a las piscinas de sal así mismo para la cosecha de la misma sal en los procesos de recolección y acarreo de las misma.

Con la finalidad de obtener como resultados el incremento de la confiabilidad y disponibilidad, la reducción de los costos de mantenimiento y la extensión de la vida útil de los mismos.

La implementación del Plan Mantenimiento se realizó en el Taller Central de la Gerencia de Mantenimiento de Productora de Sal C.A. S.A. ubicada en los Olivitos, sector Ancón de Iturre, municipio Miranda del estado Zulia Venezuela.

Dicho trabajo tuvo una duración de 14 meses, desde el 1° de setiembre del 2012 hasta el 31 de octubre del 2013.

#### **4.2. Antecedentes**

Es escasa la información respecto a nuestro caso y en la medida de lo posible se ha buscado información que contribuyó a la elaboración del presente informe entre ellos se encuentran:

##### **Antecedentes internacionales**

Varela, S. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo Empresa Retesa S.A. de C.V.* tuvo como objetivo desarrollar un programa de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la productividad, evitando el paro innecesario de la maquinaria y/o equipos y la recurrencia de fallas menores de éstos al área de mantenimiento. La empresa contaba con demasiados paros innecesarios de equipos y maquinaria diariamente por falta



de mantenimiento preventivo a los mismos, lo cual generó un retraso en tiempos de entrega e incrementa los costos de producción. Con la idea de reducir los tiempos de entrega, costos de producción, confiabilidad y eficiencia de los equipos y maquinaria se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual se puso en marcha, llevando una capacitación y monitoreo del personal. Obteniendo los resultados esperados logrando la implementación de un programa de mantenimiento preventivo reduciendo en un 35% la reincidencia de los equipos al departamento de mantenimiento, además de una disminución del 21% en el consumo de gas (argón) realizando chequeos y formatos para su ayuda.

Morales (2012) desarrolló la investigación "*Implantación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) al Taller Automotriz del I. Municipio de Riobamba*" en Ecuador, con la finalidad de alargar la vida útil de la flota vehicular, reduciendo las pérdidas por defectos de calidad y averías entre las principales. Se evaluó la situación actual de la institución por medio de la investigación documentada de campo, con el propósito de establecer los métodos, normas y reglas que se aplicaran en el taller para mejorar continuamente. En la etapa de implantación se diseñó un programa de mantenimiento autónomo para ordenar las áreas y las unidades previo al diseño del programa de mantenimiento planificado sustentado en los historiales de las unidades, la Jefatura de Taller y las recomendaciones del fabricante, de igual manera se tomó en cuenta la calidad de los insumos y las exigencias de trabajo a las que está expuesta la flota vehicular para emitir las actividades,

operaciones y frecuencias que conforman el programa. Se ha emitido también una propuesta de seguridad y cuidado ambiental tomando en cuenta los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores y el daño que causan los residuos provenientes del mantenimiento que se realiza a la flota vehicular. Como resultados se obtuvo un cambio de imagen en las instalaciones, un cambio de mentalidad en los trabajadores y alta disponibilidad de la flota vehicular siguiendo los nuevos lineamientos en la gestión del mantenimiento, controlando de mejor manera la bodega de repuestos, las herramientas, el cuidado del personal y el ambiente.

Guzmán (2009) realizó la investigación “Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en talleres de servicio para motocicletas” Universidad Industrial de Santander. Bogotá. La propuesta de organización de un Taller para mantenimiento de motocicletas se hace evidenciando que este sector presenta un dinamismo y tendencia al crecimiento tal que se ha calificado como un tsunami económico. El transporte urbano y rural en Colombia ha cambiado sus características con la presencia cada vez más crecientes de motocicletas, hasta el punto que para el año 2015 se estima que habrá más motocicletas que automóviles circulando por las calles y carreteras colombianas. Ante esta perspectiva de crecimiento los Talleres de prestación de servicio de mantenimiento deben implementar una estrategia administrativa y operativa que les permita asegurar la sostenibilidad, rentabilidad y crecimiento en el mercado. Lo cual exige que se garantice la calidad de las intervenciones y

la prestación de un servicio que asegure en todo momento la satisfacción del cliente. La propuesta desarrollada va encaminada a identificar los procesos a tener en cuenta en un Taller, con miras a constituir una oferta de mercado atractiva y rentable. Se describen los procesos y actividades necesarias para garantizar al propietario del vehículo la prestación del servicio de mantenimiento que cumplan la normatividad, la cual exige el cumplimiento de estándares de seguridad pasiva y activa del vehículo, así como el funcionamiento responsable con el medio ambiente.

### **Antecedentes nacionales**

Salas (2012) realizó la tesis "*Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil*", en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Estudio que llegó a las siguientes conclusiones: Al ser usadas constantemente las piezas y componentes de las máquinas se desgastan causando disminución de la eficiencia, además el nivel de producción disminuye e incrementa los costos operativos. Por tal motivo, se concluye que la falta de mantenimiento disminuye la eficiencia de las máquinas y el nivel de producción. La gestión de mantenimiento es indispensable para el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa. Las horas programadas para los 8 tipos de máquinas durante el mantenimiento preventivo mensual y quincenal son 252 Hr/anales, teniendo como exceso 182.5 Hr/anales, el cual 183 equivale el 58% de desperdicio de tiempo. Por tal motivo, se redujo las horas en exceso mediante la implementación de las 5'S y el mantenimiento autónomo. Se concluye que la causa raíz que ocasiona el

exceso de horas durante la ejecución del mantenimiento preventivo es la falta de limpieza a las principales piezas de las máquinas que debe darse diariamente, y al momento de la inspección se detecta la falta de limpieza, lo cual afecta en su rendimiento y prolonga la duración de la ejecución del mantenimiento preventivo. Por tal motivo, mediante la propuesta de la implementación y estandarización de la metodología de las 5'S se busca crear un ambiente de trabajo, donde sólo esté presente al operario las herramientas y repuestos en el momento que él las requiera. Asimismo, los formatos de procedimientos presentados para la realización del mantenimiento preventivo como mantenimiento autónomo permitirán que el operario sea responsable de su área de trabajo y se cumpla con el horario programado.

Rivera (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La presente tesis, se basa, en la implementación de un Sistema de Mantenimiento industrial, que agrupa ciclo de vida, personas, instalaciones, entre otros elementos. El estudio tiene como fundamento teórico la Norma UNE-EN-13460, la cual aún no tiene un documento similar del tipo NTP en nuestro país, la adecuación de esta norma en principios de Gestión para el Mantenimiento Industrial, para nuestra realidad, es una tarea de todos aquellos profesionales involucrados en el tema. De acuerdo a la información recopilada y la realización de un análisis de la realidad del Mantenimiento Industrial en nuestro país para la PYME; se realizan recomendaciones para una adecuada gestión del Mantenimiento de Equipos e Infraestructura con los que

cuentan las fábricas, empresas de mediana y/o pequeña envergadura. El resultado de una correcta y adecuada implementación de un Sistema de Mantenimiento Industrial, basado en términos de calidad, seguridad, conservación del medio ambiente y confiabilidad, está reflejada en la disminución del coste del mantenimiento, pues esta así demostrado en otros países. El rápido e importante desarrollo que refleja nuestra industria, nos obliga a pensar que se deberán tomar metodologías como la sustentada en esta tesis; estas metodologías nos muestran los primeros indicadores a tomar en cuenta para la correcta implementación de un Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial, basándonos en las experiencias de otros países como los europeos.

Chang (2008) en su tesis titulada "*Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*", propone un modelo de gestión de mantenimiento que servirá para reducir los costos en los que incurre el área de operaciones de una pequeña empresa que brinda servicios de alquiler de compresoras de tornillo. Para ello realizó un estudio ubicando los componentes críticos de los equipos analizando la estadística de paradas no programadas y los costos de mantenimiento correctivo. Concluyendo que: el área de mantenimiento no cuenta con la información necesaria, en costo de horas de máquina parada por falta de repuestos o reparación, para ayudar a la alta gerencia en la toma de decisiones ocasionando poca capacidad de sensibilización, por parte de la Jefatura de Operaciones, en los temas inherentes a la compra de

insumos o contratación de servicios para la ejecución del mantenimiento preventivo. Se ha encontrado que el reacondicionamiento de los periféricos de los equipos no se ha dado debido a la presión de los clientes de continuar operando aún en condiciones riesgosas para el equipo, la falta de comunicación y control que se tiene del personal en campo, el nulo empowerment y soporte en la toma de decisiones que manejan, a la premura del mantenimiento correctivo y decisiones de priorización de utilización de la caja en otras alternativas. Durante la aplicación del plan general se observó poca efectividad en el cumplimiento de los plazos, la capacidad de gestión de la jefatura intermedia fue insuficiente para liderar todas las soluciones.

#### **4.3. Planteamiento del problema**

Productora de Sal C.A. empresa dedicada a la producción de sal requiere disponer de sus equipos durante el proceso productivo para reducir sus costos por alquiler de maquinarias, la situación país se hace más difícil comprar repuestos, para mantener las maquinarias operativas, el control cambiario que existe en Venezuela, genera una serie de restricciones para obtenerlos y poder realizar la transacción para obtener repuestos y maquinarias.

En gran medida las maquinarias estaban paralizadas por una gestión anterior a la nuestra se les incremento sus costos en alquiler de maquinarias para poder llegar a sus objetivos de producción. La falta de confiabilidad en los equipos de Productora de sal C.A. hace necesario implementar un plan de mantenimiento a las maquinarias para poder tener la confiabilidad de los equipos y por ende

mejora los resultados de las operaciones de Productora de Sal.

El planteamiento del problema se puede expresar mediante la siguiente pregunta: **¿Cómo implementar un plan de mantenimiento de las maquinarias de la Planta Productora de Sal C.A. – Venezuela para aumentar su productividad?**

Las maquinarias que se intervinieron fueron:

#### **Equipos de carga**

Cargador 950B

Cargador 966G

#### **Equipos de Mantenimiento vías**

Excavadora 330CL

Motoniveladora 140H

#### **Equipos de cosecha**

Motoniveladora 140G

Retroexcavadora 416B

Cosechadora. COS1

Los equipos de cosecha y carga 950B al iniciar el estudio estaban fuera de servicio por lo que se les realizó reparaciones de corto plazo para ponerlas operativas e incluirlas en el proceso productivo, se evaluó el estado de los mismo y se les realizo un Mantenimiento de 2000 horas de acuerdo a los que indica el manual de servicio de las maquinarias involucradas, lo cual consiste en mantenimiento integral.

Se realizó el diagnóstico real de los equipos y se establecieron las mejoras con la implementación en la flota de maquinarias de carga y cosecha de sal, basadas en la metodología del MCC donde se alcanzó el nivel de disponibilidad requerido por el cliente Productora de sal.

#### **4.4. Justificación**

La gestión que realiza Servicios Integrales S&B C.A. está orientada a que las maquinaria y equipos operen la mayor parte del tiempo que solicite el departamento de operaciones de la empresa Productora de Sal, C.A. en condiciones de seguridad y 80% mínimo de confiabilidad para ser productivo.

El binomio cliente y proveedor en este caso es importante, el cliente aporta información, valiosa del estado real y los reportes de los equipos antes de esta nueva implementación para que nosotros como proveedor de servicio podremos tener una base de información importante para realizar la gestión con la actualización de datos.

Con esta implementación se obtuvo:

- Un fácil acceso a indicadores de gestión
- Confiabilidad
- Disponibilidad de los equipos
- Reducir costos de mantenimientos tanto en mano de obra como de repuestos e insumos.
- Tener un stock de repuestos e insumos para responder a las exigencias de la operación.
- Mejora de los estándares de seguridad y reducción del impacto ambiental



- Integración de los equipos de trabajo de las áreas de mantenimiento y Operaciones.

Lo que permitió tener la información para tomar las decisiones de inversión, como de proyectarse en función de la disponibilidad de sus propias maquinarias o realizar alianzas estratégicas con otros contratistas de maquinarias y así cumplir con sus proyecciones de desarrollo de sus operaciones.

En base a lo anteriormente expuesto, en la Gerencia de Mantenimiento de la empresa Productora de Sal S.A., conjuntamente con la empresa Servicios Integrales S&B C.A. se implementó un Plan de Mantenimiento a su maquinaria pesada, desde la perspectiva práctica.

Por otra, parte el estudio se justifica teóricamente, ya que en el desarrollo del mismo se considerarán los enfoques, planteamientos y formulaciones más actuales en cuanto a prácticas de mantenimientos a maquinarias.

#### **4.5. Marco teórico**

##### **4.5.1. Mantenimiento**

El significado de la palabra mantenimiento tiene diferentes apreciaciones de acuerdo a la finalidad.

Un concepto general sobre el tema de mantenimiento en la industria está referido a la corrección de una maquinaria para que logre funcionar correctamente.

Apolo y Matovelle (2012) definen mantenimiento como “el conjunto de actividades destinadas a mantener o restablecer un bien a un estado o condiciones dadas de buen funcionamiento” (p. 1).

La industria encontró que el mantenimiento influye en la productividad de sus recursos. Las máquinas y/o equipos requieren del mantenimiento con la finalidad de proporcionarle soporte y disponibilidad dentro de sus horas productivas.

El mantenimiento a nivel industrial Stronconi y Tamoy (2010) lo definen como “el conjunto de acciones que permiten conservar, restablecer y mejorar aspectos operativos relevantes de bienes, como equipos, vehículos, edificaciones e instalaciones, que permite su buen estado de funcionamiento, con el fin de tener una mayor disponibilidad durante su vida útil y con un costo mínimo”.

Por su parte Logroño (1994) la define como “el conjunto de medidas o acciones necesarias para asegurar el normal funcionamiento de la una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de una vida útil estimada” (p. 44).

Se considera la vida útil de la maquinaria en el mantenimiento como un indicador para no evitar los sobrecostos en reparaciones innecesarias, debido que la máquina cumplió su labor dentro de la empresa y necesita ser reemplazada por otra máquina con las mismas características u otra maquinaria con nueva tecnología.

“El mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. De este se desprende un objetivo técnico por el que se trata de conservar en condiciones de

funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento” (Alpizar, 2008, p. 194).

En resumen, el mantenimiento se define como la combinación de las actividades mediante las cuales, un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe de operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con el sistema de producción.

Se muestra un diagrama de las relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento. Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes.

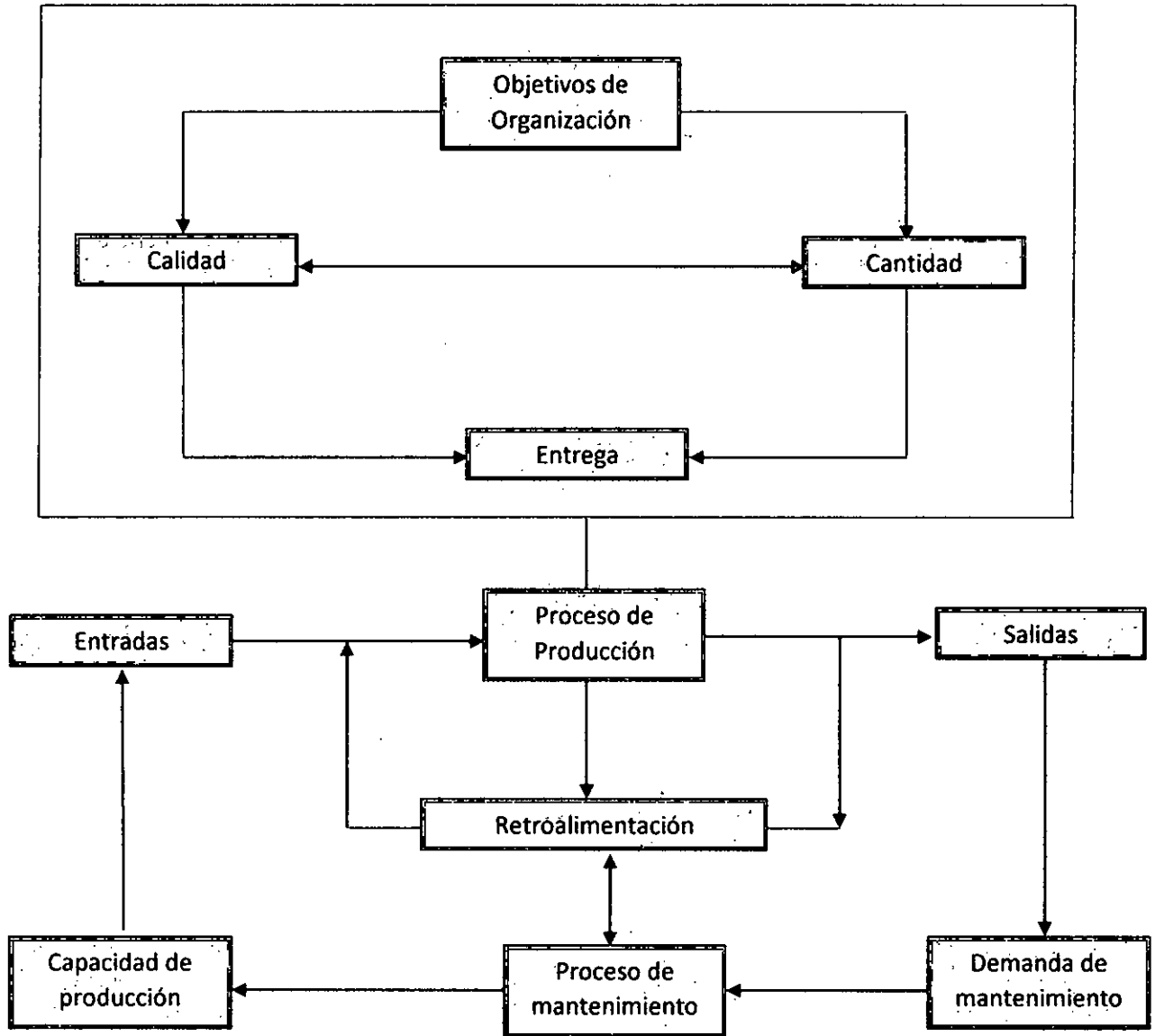
La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de

un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

“Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común” (Duffuaa, Raouf y Dixon; 2009).

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, equipo, otros; y la salida es el equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. La figura 4.9, muestra las actividades necesarias para hacer que un sistema de mantenimiento sea funcional, como planeación, organización y control.

**Figura 4.9** Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.

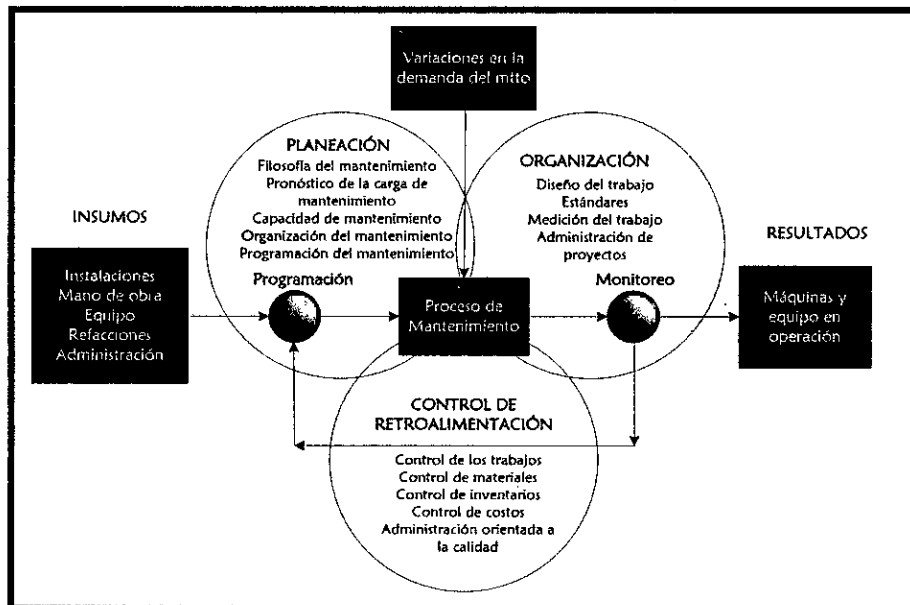


Fuente: Duffuaa, Raouf y Dixon (2009)

Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida

secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como una entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

**Figura 4.10. Sistema típico de mantenimiento.**



Fuente: Duffuaa, Raouf y Dixon (2009)

#### 4.5.2. Objetivos del mantenimiento

El objetivo del mantenimiento es asegurar la disponibilidad de las máquinas, mantener el equipo en condiciones seguras y eficientes, para lo cual se requiere técnicos capacitados, programas de mantenimiento, equipos especializados y una constante actualización en nuevas tecnologías.

Según Alpízar (2008), como un objetivo básico, el mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles a reducir, en lo posible, el costo final de la operación de la planta. De este se desprende un objetivo

técnico por el que se trata de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, maquinaria y estructuras de tratamiento. El personal de mantenimiento tiene dos puntos de vista para cumplir estos objetivos: el aspecto humano y el técnico. El evitar los accidentes previene pérdidas humanas y de grandes responsabilidades. Por el lado técnico, la maquinaria, las instalaciones y los equipos bien mantenidos no provocarán pérdidas económicas y facilitarán la producción continua y eficiente de la planta.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos: Optimización de la disponibilidad del equipo productivo. Disminución de los costos de mantenimiento. Optimización de los recursos humanos. Maximización de la vida de los equipos.

#### **4.5.3. Beneficios del mantenimiento**

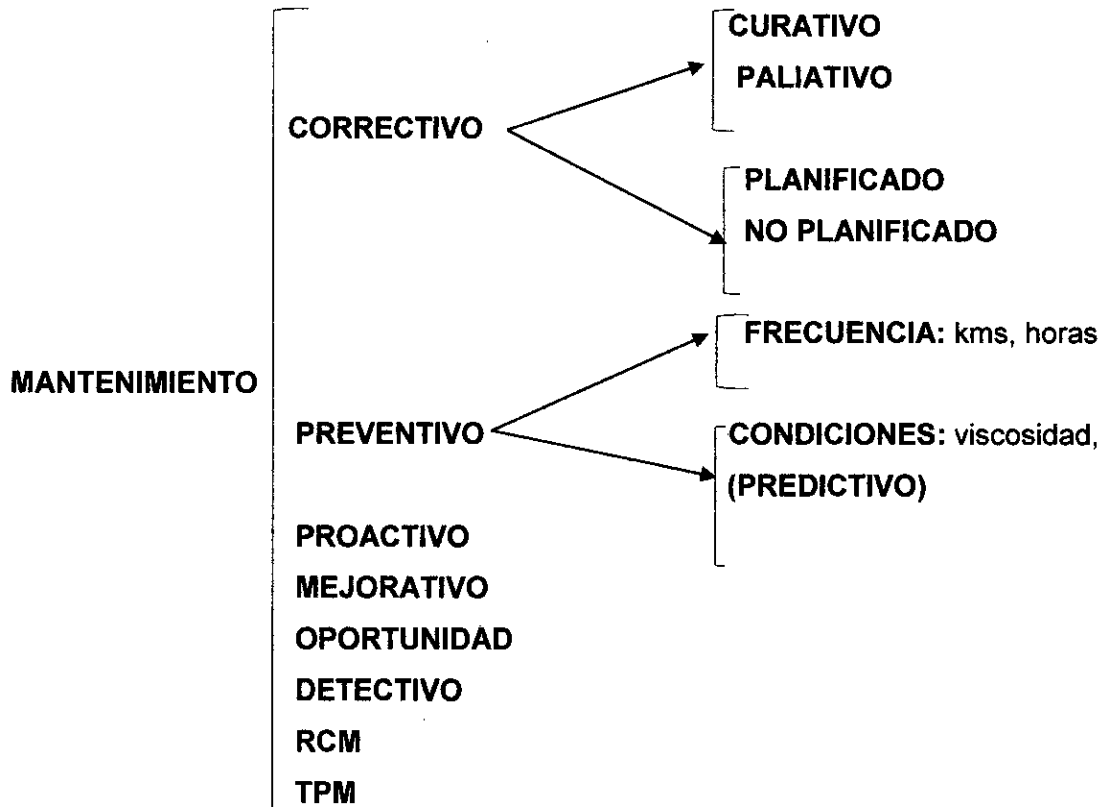
Los beneficios más relevantes alcanzados en una organización con la aplicación de un mantenimiento oportuno son: la disminución del riesgo, previniendo la probabilidad de ocurrencia de fallas indeseables, la mejora de los niveles de eficiencia de la instalación o equipo, la reducción de costos operativos e incremento de la producción. Además de esta prolonga la vida útil de los equipos, cumplimiento de los requerimientos de seguridad y el mejoramiento de la imagen de la organización con un realce de la impresión de clientes y entorno, así como el incremento de la moral de los trabajadores que operan los equipos e instalaciones.

#### 4.5.4. Tipos de mantenimiento

Según Pérez, Rodríguez y Sancho (2007) existen varios tipos de mantenimiento con diferencias en cuanto a objetivos, planificación, recursos necesarios, etc. En la actualidad, en las grandes industrias ninguno de estos tipos se utiliza exclusivamente, sino que se realiza un mantenimiento planificado que combina los diferentes tipos con el objetivo de optimizar los costes globales y la disponibilidad de los equipos.

El Doctor Rubén Pérez Bolívar en su tesis de Maestría "Mejoramiento de la Clínica Odontológica de UIGV" propone el siguiente esquema sobre los tipos de mantenimiento:

Figura 4.11. Tipos de mantenimiento



Fuente: Dr. Rubén Pérez Bolívar (2009).



**Correctivo.** Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de programación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta-que- falle. Se aplica principalmente en los componentes electrónicos. Se clasifica en:

**No planificado.** Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

**Planificado.** Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

### **Preventivo**

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

Los tipos de mantenimiento analizados son los principales; en la aplicación de estos mantenimientos a los equipos

apreciamos que se requiere de una mezcla de ellos, es por esto que hablaremos en los párrafos siguientes de los modelos de mantenimiento que son aplicables a cada uno de los equipos.

**Predictivo** Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

### **Mantenimiento proactivo**

El mantenimiento proactivo está basado en los métodos predictivos, pero, para identificar y corregir las causas de los fallos en las máquinas, es necesaria una implicación del personal de mantenimiento.

Estos sistemas sólo son viables si existe detrás una organización adecuada de los recursos disponibles, una planificación de las tareas a realizar durante un periodo de tiempo, un control exhaustivo del funcionamiento de los equipos que permita acotar sus paradas programadas y el coste a él inherente, y una motivación de los recursos

humanos destinados a esta función, acordes al sostenimiento de la actividad industrial actual.

El mantenimiento proactivo puede dar respuesta como la que sigue: "Es posible que aquel rodamiento, cuya vida útil de trabajo es excesivamente corta, esté insuficientemente dimensionado o simplemente no sea el tipo de rodamiento más adecuado para la aplicación que se le está dando".

**Mantenimiento de mejorativo.** Es el mantenimiento que se hace con el propósito de implementar mejoras en los procesos. Este mantenimiento no tiene una frecuencia establecida, es producto de un trabajo de rediseño que busca optimizar el proceso.

**Mantenimiento de oportunidad.** Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad. Tales oportunidades pueden presentarse durante los periodos de paros generales programados de un sistema en particular, puede utilizarse para efectuar tareas conocidas de mantenimiento.

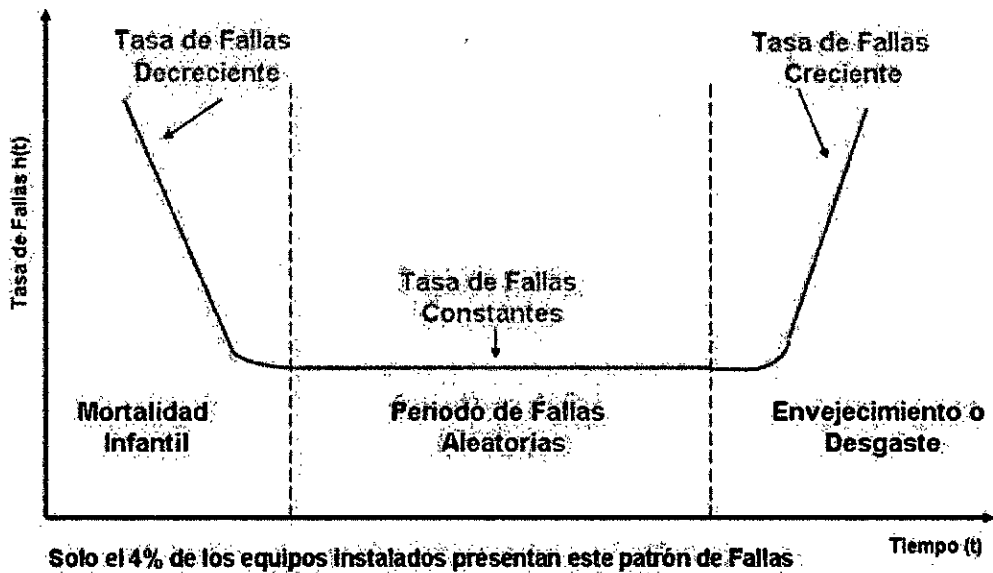
**Mantenimiento detectivo,** la detección de fallas es un acto o inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas. Un ejemplo de detección de fallas es el de la verificación de la llanta de refacción de un automóvil antes de emprender un viaje largo.

### **Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) fue desarrollado por la industria de la aviación civil en Estados Unidos. La Federal Aviation Administration (FAA) de Estados

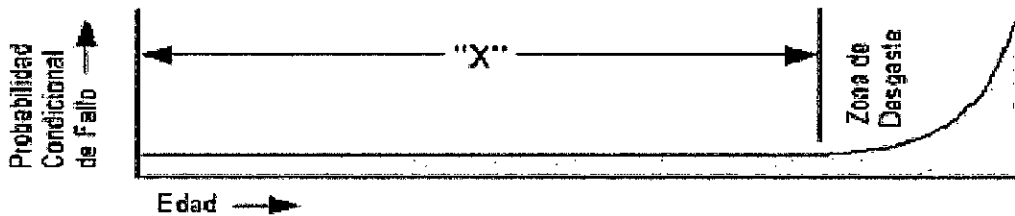
Unidos comisionó a la empresa United Airlines para emprender el estudio de la eficacia en sus reparaciones generales, basadas en el tiempo, de componentes complejos en los sistemas de los equipos de las aeronaves civiles. Existía la creencia de que las reparaciones generales basadas en el tiempo no contribuían mucho para reducir la frecuencia de las de las fallas y no eran económicas. Este estudio se llevó a cabo en el momento que se estaban diseñando aeronaves de cuerpo amplio, y la complejidad de los sistemas de los equipos y sus componentes habían crecido dramáticamente con respecto a los diseños anteriores. La conclusión clave fue que las reparaciones generales, basadas en el tiempo, de equipos complejos no afectaban de manera significativa, ni positiva ni negativamente, la frecuencia de las fallas. En algunos equipos en realidad la frecuencia de fallas era mayor inmediatamente después de una reparación general. Este estudio demostró que la probabilidad condicional de falla, denominada "de la tina de baño", contra la curva de la edad era uno de los seis principales patrones de fallas. El patrón de fallas más común en los equipos complejos es aquel que muestra una elevada "mortalidad infantil"; es equipo, luego disminuye hasta una tasa constante de fallas, como se describe en la figura 4.12.

**Figura 4.12. Curva de la tina de baño.**



Fuente: Duffuaa, Raouf y Dixon (2009)

**Figura 4.13. Probabilidad condicional de la falla contra la edad del equipo**



Fuente: Duffuaa, Raouf y Dixon (2009)

Las reparaciones generales programadas, basadas en el tiempo, restablecen la edad de nuevo a =, incrementando de esta forma la probabilidad de falla. Durante la mayor parte de la vida del equipo complejo, las fallas están relacionadas con eventos aleatorios, como cargas de choque, sobre voltajes, prácticas incorrectas de lubricación, operación inadecuada, etc. Estos eventos aleatorios provocan un

deterioro acelerado del funcionamiento del equipo, el cual a menudo puede monitorearse empleando técnicas de mantenimiento preventivo basados en las condiciones.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una metodología lógica derivada de esta investigación en el sector de la aviación, y hace uso de la herramienta del análisis modo de falla, efecto y grado crítico (FMECA).

La metodología sigue una serie de pasos:

- Seleccionar los sistemas de los equipos que sean más importantes para la planta, la instalación, la flotilla o algún otro activo.
- Definir el rendimiento o función esperada de este equipo y, por lo tanto, lo que constituye una falla funcional.
- Identificar las causas fundamentales de la falla funcional.
- Determinar el efecto, para estas causas, en una secuencia de eventos en términos de seguridad, ambiente producción, o si es un efecto oculto (por ejemplo, el mecanismo del botón de emergencia de un elevador podría fallar, aunque la falla no se conocería hasta que se necesitara la función, a menos que se probara).
- Calcular el grado crítico del efecto de dicha falla.
- Emplear el diagrama lógico, para seleccionar la táctica de mantenimiento más apropiada para prevenir la falla.
- Determinar la acción específica que prevenga la falla funcional y su frecuencia de programación, con base en análisis de la historia del equipo o mediante la experiencia de expertos apropiados.
- Si no existe una tarea preventiva que sea apropiada, determine si puede operarse hasta que se presente la falla, si se justifica un rediseño, o si existe una prueba que pueda realizarse para determinarla falla.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad asegura que se emprendan acciones correctas de mantenimiento preventivo o predictivo y eliminan aquellas tareas que no producen ningún impacto en frecuencia de fallas. Debido al enfoque riguroso para definir funciones, normas mecanismo de falla, efecto y grado crítico, el sistema del equipo que está bajo revisión se entiende mucho mejor que antes de la revisión. El resultado de cada estudio de MCC del sistema de un equipo es una lista de acciones de mantenimiento, programas y responsabilidades. Estas, a su vez, dan por resultado una mejor disponibilidad, confiabilidad y rendimiento operativo del equipo, y eficacia en costos. Aun cuando el MCC favorece las tácticas del mantenimiento centrado en las condiciones, si la falla no da motivos a una preocupación en cuanto a la seguridad y no tiene un impacto económicamente significativo en la producción, una de las opciones presentadas en el árbol lógico del MCC es operar el equipo hasta falle (no hay mantenimiento programado). (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2009).

### **Mantenimiento Clase Mundial (MCM)**

El Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED), filial de PDVSA (1999), define esta filosofía “como el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento que reúne los elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio para crear un todo armónico de alto valor práctico, las cuales aplicadas en forma coherente generan ahorros sustanciales a las empresas”.

La filosofía de las empresas de clase mundial focaliza el esfuerzo en cuatro grandes aspectos (ver figura 4.14):

- *Excelencia en sus procesos medulares*: se parte del principio que el esfuerzo por alcanzar y mantener un nivel de excelencia debe concentrarse en los procesos medulares de la empresa, es decir, en su razón de ser.
- *Máxima disponibilidad – Producción requerida – Máxima seguridad*: la meta del negocio debe centrarse en obtener el nivel de disponibilidad, que satisfaga y oriente las actividades hacia los niveles de producción que realmente son requeridos, con elevados estándares de seguridad.
- *Calidad y rentabilidad de los productos*: los productos que se generan deben ser de la más alta calidad, con una estrategia orientada a la mejor relación costo – beneficio que garantice la máxima rentabilidad.
- *Motivación y satisfacción del personal*: el personal que labora en la empresa debe estar altamente motivado e identificado, es decir, debe sentirse dueño. Asimismo, tanto el personal como los clientes deben estar satisfechos con el nivel de servicio y/o la gestión que se les brinda.

**Figura 4.14. Categoría clase mundial.**



Fuente: PDVSA CIED (2009).



Las empresas que han logrado alcanzar estos cuatro estándares pertenecen al privilegiado grupo de la categoría Clase Mundial, y el aspecto que las identifica es la aplicación de las siguientes diez prácticas:

- Trabajo en equipo.
- Contratistas orientados a la productividad.
- Integración con proveedores de materiales y servicios.
- Apoyo y visión de la gerencia.
- Planificación y programación proactiva.
- Mejoramiento continuo.
- Gestión disciplinada de procura de materiales.
- Integración de sistemas.
- Gerencia de paradas de plantas.
- Producción basada en confiabilidad.

#### **4.5.5. Principales indicadores de gestión de mantenimiento**

Veamos a continuación conceptos de algunas variables que en su conjunto nos resultan los indicadores de la gestión de mantenimiento.

#### **Tiempo Promedio entre fallas (MTBF) (Mean Time between Failures)**

Este indicador permite ver si las diversas actividades de mantenimiento tienen el efecto de mantener o ampliar la disponibilidad de la máquina. Nos indica cada que tiempo promedio para el equipo respecto a la cantidad normal de horas programadas para el trabajo, que podría medirse ya sea por día o mensualmente como generalmente se hace. Esto dependerá mucho de la calidad de trabajo preventivo y/o correctivo que hayamos alimentado al equipo para

obtener el más alto índice del MTBF que nos garantizará la confiabilidad del equipo término que algunos autores utilizan para denominar este indicador, en los equipos de acarreo se podría aceptar como mínimo un MTBF de 60 que indica una parada cada dos días y medio, mientras que en los equipos de perforación es bastante menor un valor aceptable sería 24, el cual indica que cada día tiene una parada ya sea por un trabajo correctivo o preventivo en horas muertas. Es bajo su MTBF por que está más propenso a la caída de roca por trabajar en el tope de la profundización de la mina donde hay mayor riesgo.

$$\text{TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS(MTBF)} = \frac{\text{Horas acumuladas del equipo}}{\text{Numero de intervenciones}}$$

### **Horas acumuladas del equipo**

La cantidad de horas que haya trabajado durante todos los días, donde las horas programadas durante todo un día es 24, de este se reduce a 22 por la hora inspección de equipo y refrigerio del personal.

**Número de intervenciones** Son todas las intervenciones a la máquina donde las inspecciones hasta paradas que podrían ser por diferentes motivos tales como:

- Parada por trabajo mal realizado durante el correctivo o inspección en lo que respecta a localidad de material, calidad de mano de obra.
- Por cualquier tipo de accidente que podría tener el equipo, esta parada es considerado cuando se quiere calcular disponibilidades del equipo al 100% de horas programadas considerando tiempo de refrigerio, horas muertas/Tiempo donde el equipo no realiza trabajo, a

pesar que está disponible, ya sea por falta de operador o labor, o por estar en stand by, estas consideraciones lo toman más que nada la compañía en este caso, pero para nosotros que somos prestadores de servicio técnico, según contrato no intervienen estas paradas para el cálculo de la disponibilidad.

### **Tiempo promedio para la reparación (MTTR) (Mean Time to Fail)**

Este indicador viene a ser la relación del tiempo total de intervención del equipo respecto al número de intervenciones, mediante este indicador podemos evaluar la probabilidad que un equipo que haya fallado sea separado en el menor tiempo posible, mediante este indicador se puede definir la mantenibilidad del equipo.

$$\text{TIEMPO PARA LA REPARACION(MTTR)} = \frac{\text{Tiempo total de intervención al equipo}}{\text{Numero de intervenciones}}$$

### **Tiempo total de intervenciones al equipo**

Este tiempo viene a ser las horas acumuladas de todos los trabajos que se hayan realizado en el equipo, este valor nos conviene que sea lo menos posible, eso lo conseguiremos cuando contemos con un personal altamente capacitado y efectivo en su respuesta, con una disponibilidad de repuesto (logística efectiva).

### **Número de intervenciones**

Como su nombre lo indica cantidad de intervenciones al equipo para cualquier tipo de reparación no programada, que también debe ser lo menos posible para que eso suceda tenemos que trabajar con una asistencia técnica altamente

capacitada y efectiva. Nos conviene que el MTTR sea lo menor posible y para que ello ocurra los tiempos de intervención al equipo tienen que ser lo menos posible.

Esto se logrará cuando nuestros recursos ya sea materiales o humanos sean lo más conveniente que implica contar con un stock logístico estimado para el momento y un recurso humano calificado con una capacidad de respuesta confiable que pueda resolver los problemas técnicos en el menor tiempo posible. Esta respuesta efectiva dependerá también de factores como disponibilidad del equipo para su asistencia en el momento para resolver su problema, me refiero que estando con avería el equipo deben dejarse libre para su intervención porque algunos a pesar que el equipo tiene avería lo siguen trabajando poniendo en riesgo los demás componentes del mismo. De la misma forma dependerá en el lugar que haya dejado el equipo, por ejemplo, para su reparación y/o intervención el equipo tendrá que estar en un lugar seguro, fuera de peligro.

### **Confiabilidad**

Este indicador conjuga a los dos anteriores para medir la confiabilidad del equipo del contrato de servicio.

$$\text{CONFIABILIDAD DEL EQUIPO (C)} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Es un indicador que nos permite ver que tan confiable es nuestro servicio técnico frente a las apreciaciones y exigencias del cliente, esto dependerá de todos los recursos con que contamos para realizar nuestro trabajo tales como: Capacidad técnica en el personal en la supervisión, stock logístico, herramientas e instrumentos con que se cuenta,

pesar que está disponible, ya sea por falta de operador o labor, o por estar en stand by, estas consideraciones lo toman más que nada la compañía en este caso, pero para nosotros que somos prestadores de servicio técnico, según contrato no intervienen estas paradas para el cálculo de la disponibilidad.

### **Tiempo promedio para la reparación (MTTR) (Mean Time to Fail)**

Este indicador viene a ser la relación del tiempo total de intervención del equipo respecto al número de intervenciones, mediante este indicador podemos evaluar la probabilidad que un equipo que haya fallado sea separado en el menor tiempo posible, mediante este indicador se puede definir la mantenibilidad del equipo.

$$\text{TIEMPO PARA LA REPARACION(MTTR)} = \frac{\text{Tiempo total de intervención al equipo}}{\text{Numero de intervenciones}}$$

### **Tiempo total de intervenciones al equipo**

Este tiempo viene a ser las horas acumuladas de todos los trabajos que se hayan realizado en el equipo, este valor nos conviene que sea lo menos posible, eso lo conseguiremos cuando contemos con un personal altamente capacitado y efectivo en su respuesta, con una disponibilidad de repuesto (logística efectiva).

### **Número de intervenciones**

Como su nombre lo indica cantidad de intervenciones al equipo para cualquier tipo de reparación no programada, que también debe ser lo menos posible para que eso suceda tenemos que trabajar con una asistencia técnica altamente

talleres adecuados, cumplimiento de los programas de mantenimiento lo conveniente es que esta confiabilidad no baja de 85%, etc.

### **Disponibilidad**

Según el contrato la disponibilidad es de 85%, en este indicador para nosotros como asistentes técnicos no intervienen paradas por los siguientes conceptos:

- Parada por accidentes.
- Parada por tiempo de lavado de equipos.
- Parada por trabajos de soldadura.
- Parada por retraso en la entrega de equipo para su intervención.
- Parada por horas muertas como tiempo de refrigerio, horas de inspección, equipos en stand by, etc.

$$\text{DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO} = \frac{H_p - \text{Suma } (H_{acci.} + H_{lav.} + H_{insp.} + H_{sb})}{H_p}$$

Donde:

$H_p$ : Son las horas programadas de trabajo mensual, en nuestro caso es variable y los asigna Productora de Sal C.A.

$H_{acci}$ : Horas de parada por algún accidente que le haya ocurrido al equipo.

$H_{lav}$ : Horas de lavado de equipo que según contrato no nos compete, este lavado generalmente lo hace el personal de la compañía.

$H_{insp}$ : Son las horas de inspección del equipo, que se realiza todos los días, media hora por equipo. En este tiempo se realiza todas las inspecciones posibles, de todas partes del equipo.

Hsb: Son las horas de stand by en que se encuentran algunos equipos ya sea por falta de labor, por falta de operador, o simplemente en stand by para cualquier eventualidad mejor dicho cuando cualquiera de los equipos que está operando salga fuera de servicio por algún motivo como avería y/o mantenimiento, etc.

#### **4.6. Fases del proyecto**

El proyecto comprende las siguientes fases:


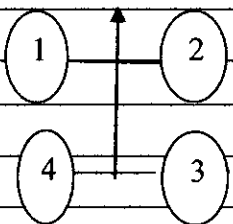
- Evaluación general de los equipos y componentes.
- Verificación del uso apropiado del equipo (capacitación de operadores y personal de mantenimiento).
- Auditar el stock de repuestos e insumos.
- Implementar el área del taller central para intervenir los equipos y componentes tanto en taller como en campo.
- Generar procedimientos de reparación de equipos y componentes.
- Gestión de seguridad.
- Plan de mantenimiento.

A continuación, se describe cada uno de ellos.

##### **4.6.1. Evaluación general de los equipos y componentes**

En el estudio se verificó que los equipos de la empresa PRODUSAL carecían de control y de un sistema de mantenimiento, por lo que se realizó un levantamiento histórico de los equipos para el estudio. Donde se tomaron datos específicos del mismo en la hoja de inspección de cada maquinaria, que a continuación se detalla:

Tabla 4

 <b>SEINCA</b>		
INSPECCIÓN DE CARGADOR 950B		
CLIENTE:	PRODUCTORA DE SAL C.A	EQUIPO: Cargador.
MODELO:	950B	SERIAL: 65R0782
HOROMET.	8558 horas	FECHA: 12 set 2012
<b>1. NEUMÁTICOS.</b>		<b>COMENTARIOS</b>
		1 Un 60 % vida útil requiere rotación
		2 50 % vida útil
		3 80% vida útil requiere rotación
		4 80% vida útil requiere rotación
<b>2. MOTOR</b>		<b>OK</b> <b>OBSERVACIÓN</b>
	BOMBA DE AGUA	b Funcionando
	FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.	Por tapa de radiador
	FUGAS DE COMBUSTIBLE.	Sellos de base de bomba de transferencia
	FUGAS DE ACEITE.	Por tapa delantera motor
	LÍNEAS DE INYECCIÓN.	Sin fuga
	SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.	Faltan de tubería 3 y 4
	RADIADOR.	Requiere servicio por recalentamiento
	VENTILADOR.	En buenas condiciones
	MANDO DEL VENTILADOR.	Requiere lubricación
	CORREAS DEL VENTILADOR	Requiere reemplazo
	BOMBA DE INYECCIÓN.	Requiere servicio
	TAPA DEL RADIADOR.	Le falta reemplazo
	PROTECTOR DEL RADIADOR.	En buenas condiciones es de fibra de vidrio
	TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.	En buenas condiciones
	LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.	Le falta abrazadera a la entrada de turbo
	MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.	Requiere reemplazo de empaquetadura
	SOPORTES DEL MOTOR.	Requiere cambio
<b>3. TREN DE FUERZA.</b>		<b>OK</b> <b>OBSERVACIÓN</b>
	FUGAS POR CONVERTIDOR.	Resume por acople motor y convertidor
	FUGAS POR TRANSMISIÓN.	Por cuerpo de válvula de descarga.
	FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.	No fuga


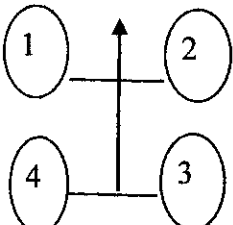


	CRUZETAS Y TORNILLOS.		Requiere cambio
	ROLINERA DEL CARDAN DELANTERO.		en buenas condiciones
	FUGA POR DIFERENCIAL TRASERO.		No fuga
	FUGA POR DIFERENCIAL DELANTERO.		Perno aislado requiere servicio
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL TRASERO.		Requiere remplazar bujes y retenes
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL DELANTERO.		En buenas condiciones
	FUGAS POR MANDOS FINALES.		No tiene fuga
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO, DIRECCIÓN Y FRENOS.</b>		<b>OK</b>	<b>OBSERVACION</b>
	FUGAS POR BOMBA HIDRÁULICA.		No tiene fuga
	FUGA POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		Sellos de manguera de retorno
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PILOTO.		Requiere realizar servicio sellos resecos perdida de presión
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PRINCIPAL.		Requiere servicio
	CILINDROS DE LEVANTE.		Requiere reparación fuga interna muy lento al subir
	CILINDROS DE INCLINACIÓN.		En buenas condiciones
	BOMBA DE DIRECCIÓN Y FRENOS.		En buenas condiciones
	H.M.U. (MECANISMO SEGUIDOR).		En buenas condiciones
	VÁLVULA PRINCIPAL DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE DIRECCIÓN.		Fuga por cilindro lado derecho requieren reparación
	FUGAS POR TUBERÍAS DE FRENOS.		Fugas de aire
	VÁLVULA DE CONTROL DEL FRENO.		en buenas condiciones
	VÁLVULA DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		En buenas condiciones
	FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		Requiere servicio
		<b>OK</b>	<b>OBSERVACION</b>
	VÁLVULA DE CORTE DEL ACUMULADOR.		En buenas condiciones
	FUGAS POR ACUMULADOR DE LOS FRENOS.		Requiere servicio
	TANQUE HIDRÁULICO.		En buenas condiciones
<b>5. CABINA.</b>		<b>OK</b>	<b>OBSERVACION</b>
	CINTURON DE SEGURIDAD.		En buenas condiciones
	VIDRIOS.		Lateral derecho requiere cambio rajado
	ASIENTO.		en buenas condiciones
	EXTINTOR		en buenas condiciones
	LUCES DEL TABLERO.		Requiere servicio
	LUCES DE CABINA.		Requiere instalación total
	AIRE ACONDICIONADO		En buenas condiciones
	INDICADORES DEL TABLERO.		Requiere servicio
	SIST.VERIFICACION ELEC.		Requiere servicio
	LIMPIA PARABRISAS		Requiere Reemplazo mecanismo

	ESPEJOS		En buenas condiciones
	ALARMA DE RETROCESO		Requiere reemplazo
	PUERTAS.		En buenas condiciones
<b>6. IMPLEMENTOS.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	MECANISMO DE LEVANTE.		Requiere reparación
	BUJES Y PASADORES.		Requiere reemplazo
	PASADORES DEL CUCHARON.		Desgaste en un 40 %
	ESTADO DEL CUCHARON.		Requiere reforzar la base
	Cuchillas Y PASADORES.		Desgaste en un 40 %
<b>7. ESTRUCTURA.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	REVISAR CHASIS POR FISURA.		Tiene latas por reemplazar piso de cabina y techo
	PUERTAS LATERALES DEL MOTOR		En buenas condiciones
	ESCALERAS Y PASAMANOS.		Necesita reforzar
	COMPARTIMIENTO DE BATERÍAS.		Requiere reconstruir por desgaste
	ARTICULACIÓN CENTRAL		Necesita reforzar
	TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		Requiere reparar roscas
<b>8. SISTEMA ELÉCTRICO.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	MOTOR DE ARRANQUE.		Requiere servicio
	BATERIAS Y CABLES.		Cables secos
	LUCES DELANTERAS.		En buenas condiciones
	LUCES TRASERAS.		En <buenas condiciones
	CABLEADO GENERAL.		Requiere reemplazo
	ALTERNADOR.		Requiere servicio
	<b>COMENTARIOS ADICIONALES.</b>		
	Se planteó un servicio a corto alcance, se realizó el diagnostico solicitando los repuestos Para corregir falla de recalentamiento motor, así mismo corregir fuga de petróleo y aceite		
	También rotar las llantas así como reemplazar los sellos de cilindro de dirección y levante.		
	Se requiere conseguir una operatividad de 8 horas diarias con esta intervención.		
	Requiere reforzar chasis por rajaduras y pala.		

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

**Tabla 5**


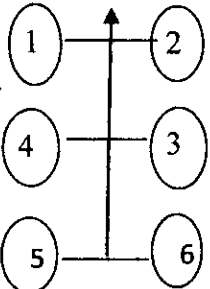
		INSPECCIÓN DE CARGADOR 966G	
SEINCA			
CLIENTE:	PRODUCTORA DE SAL C.A	EQUIPO:	Cargador
MODELO:	966G	SERIAL:	AWY 01380
HOROMET.	5925 horas	FECHA:	12 set 2012
1. NEUMÁTICOS. <div style="text-align: center;">  </div>		COMENTARIOS	
		1	un 60 % vida útil requiere rotación
		2	50 % vida útil
		3	80% vida útil requiere rotación
		4	80% vida útil requiere rotación
2. MOTOR		O K	OBSERVACIÓN
BOMBA DE AGUA		b	En buenas condiciones
FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.			En buenas condiciones
FUGAS DE COMBUSTIBLE.			En buenas condiciones
FUGAS DE ACEITE.			En buenas condiciones
LÍNEAS DE INYECCIÓN.			En buenas condiciones
SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.			En buenas condiciones
RADIADOR.			En buenas condiciones
VENTILADOR.			En buenas condiciones
MANDO DEL VENTILADOR.			En buenas condiciones
CORREAS DEL VENTILADOR			En buenas condiciones
BOMBA DE INYECCIÓN.			En buenas condiciones
TAPA DEL RADIADOR.			En buenas condiciones
PROTECTOR DEL RADIADOR.			En buenas condiciones
TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.			En buenas condiciones
LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.			En buenas condiciones
MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.			En buenas condiciones
SOPORTES DEL MOTOR.			En buenas condiciones
3. TREN DE FUERZA.		O K	OBSERVACIÓN
FUGAS POR CONVERTIDOR.			En buenas condiciones
FUGAS POR TRANSMISIÓN.			En buenas condiciones
FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.			En buenas condiciones
CRUZETAS Y TORNILLOS.			En buenas condiciones
ROLINERA DEL CARDAN DELANTERO.			En buenas condiciones

	FUGA POR DIFERENCIAL TRASERO.		En buenas condiciones
	FUGA POR DIFERENCIAL DELANTERO.		En buenas condiciones
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL TRASERO.		En buenas condiciones
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL DELANTERO.		En buenas condiciones
	FUGAS POR MANDOS FINALES.		En buenas condiciones
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO, DIRECCIÓN Y FRENOS.</b>		O K	En buenas condiciones
	FUGAS POR BOMBA HIDRÁULICA.		En buenas condiciones
	FUGA POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PILOTO.		En buenas condiciones
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PRINCIPAL.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE LEVANTE.		Reparación fuga interna muy lento al subir
	CILINDROS DE INCLINACIÓN.		En buenas condiciones
	BOMBA DE DIRECCIÓN Y FRENOS.		En buenas condiciones
	H.M.U. (MECANISMO SEGUIDOR).		En buenas condiciones
	VALVULA PRINCIPAL DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE DIRECCIÓN.		Fuga por cilindro lado derecho requieren reparación
	FUGAS POR TUBERÍAS DE FRENOS.		Fugas de aire
	VÁLVULA DE CONTROL DEL FRENO.		en buenas condiciones
	VÁLVULA DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		En buenas condiciones
	FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		Requiere servicio
<b>5. CABINA.</b>	VÁLVULA DE CORTE DEL ACUMULADOR.		En buenas condiciones
	FUGAS POR ACUMULADOR DE LOS FRENOS.		En buenas condiciones
	TANQUE HIDRÁULICO.		En buenas condiciones
		O K	<b>OBSERVACIÓN</b>
	CINTURÓN DE SEGURIDAD.		En buenas condiciones
	VIDRIOS.		En buenas condiciones
	ASIENTO.		En buenas condiciones
	EXTINTOR		En buenas condiciones
	LUCES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	LUCES DE CABINA.		En buenas condiciones
	AIRE ACONDICIONADO		En buenas condiciones
	INDICADORES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	SIST. VERIFICACIÓN ELÉCTRICO.		En buenas condiciones
	LIMPIA PARABRISAS		En buenas condiciones
	ESPEJOS		En buenas condiciones
	ALARMA DE RETROCESO		Requiere cambio
PUERTAS.		En buenas condiciones	

6. IMPLEMENTOS.		OK	OBSERVACIÓN
	MECANISMO DE LEVANTE.		En buenas condiciones
	BUJES Y PASADORES.		En buenas condiciones
	PASADORES DEL CUCHARON.		En buenas condiciones
	ESTADO DEL CUCHARON.		En buenas condiciones
	CUCHILLAS Y PASADORES.		En buenas condiciones
7. ESTRUCTURA.		OK	OBSERVACIÓN
	REVISAR CHASIS POR FISURA.		En buenas condiciones
	PUERTAS LATERALES DEL MOTOR		En buenas condiciones
	ESCALERAS Y PASAMANOS.		En buenas condiciones
	COMPARTIMIENTO DE BATERÍAS.		En buenas condiciones
	ARTICULACIÓN CENTRAL		En buenas condiciones
	TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		En buenas condiciones
8. SISTEMA ELECTRICO.		OK	OBSERVACIÓN
	MOTOR DE ARRANQUE.		En buenas condiciones
	BATERÍAS Y CABLES.		En buenas condiciones
	LUCES DELANTERAS.		En buenas condiciones
	LUCES TRASERAS.		En buenas condiciones
	CABLEADO GENERAL.		En buenas condiciones
	ALTERNADOR.		En buenas condiciones
COMENTARIOS ADICIONALES. <u>Se recomendó tener stock de repuestos</u>			
<u>Así como realizar un plan de mantenimiento preventivo y cumplir y evitar falla operacional</u>			
<u>Las paradas básicamente son por filtros de petróleo y filtro de aire. Se requiere mayor</u>			
<u>Inspección en el stock de repuestos e insumos para poder cumplir con sus metas de confiabilidad.</u>			

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

**Tabla 6**

 SEINCA		INSPECCIÓN DE MOTONIVELADORA 140G															
<b>CLIENTE :</b> PRODUCTORA DE SAL C.A.		<b>EQUIPO:</b> Motoniveladora ( Patrol)															
<b>MODELO :</b> 140G		<b>SERIAL:</b> 72V8234															
<b>HOROMETRO :</b> 7525 horas		<b>FECHA:</b> 15 set 2012															
1. NEUMÁTICOS. 		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>DESGASTE EN 70%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DESGASTE EN 50%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>DESGASTE EN 50%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DESGASTE EN 50%</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>DESGASTE EN 50%</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>DESGASTE EN 50%</td> </tr> </tbody> </table>		COMENTARIOS		1	DESGASTE EN 70%	2	DESGASTE EN 50%	3	DESGASTE EN 50%	4	DESGASTE EN 50%	5	DESGASTE EN 50%	6	DESGASTE EN 50%
COMENTARIOS																	
1	DESGASTE EN 70%																
2	DESGASTE EN 50%																
3	DESGASTE EN 50%																
4	DESGASTE EN 50%																
5	DESGASTE EN 50%																
6	DESGASTE EN 50%																
<b>2. MOTOR</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>														
BOMBA DE AGUA			Funcionando normal														
FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.			Por extremo de salida manguera de agua reseco, reemplazar														
FUGAS DE COMBUSTIBLE.			Sin fuga														
FUGAS DE ACEITE.			Por reten delantero de cigüeñal														
LÍNEAS DE INYECCIÓN.			Fuga acople de líneas														
SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.			le falta soporte a todos														
RADIADOR.			requiere servicio														
VENTILADOR.			En buenas condiciones														
MANDO DEL VENTILADOR.			Requiere lubricación														
CORREAS DEL VENTILADOR			En buenas condiciones														
BOMBA DE INYECCIÓN.			Necesita servicio de calibración y mantenimiento humo negro														
TAPA DEL RADIADOR.			Requiere reemplazo														
PROTECTOR DEL RADIADOR.			En buenas condiciones														
TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.			Requiere instalar contratuerca														
LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.			En buenas condiciones														
MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.			Fugas por rotura de silenciador.														
COMPRESOR DE AIRE DE LOS FRENOS.			En buenas condiciones														
SOPORTES DEL MOTOR.			Requiere reemplazo														
<b>3. TREN DE FUERZA.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>														
FUGAS POR TRANSMISIÓN.			Resume por Cuerpo de válvulas de control														
FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.			Revisar conexiones de retorno a caja														


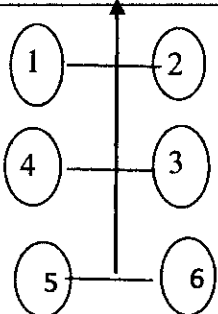
CRUZETAS Y TORNILLOS.		Falta lubricación
FUGA POR DIFERENCIAL.		En buenas condiciones
FUGAS POR TANDEN.		Requiere cambio de tapas de inspección
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO, DIRECCION Y FRENOS.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
FUGAS POR BOMBA HIDRÁULICA PRINCIPAL.		Resume por reten de bomba de dirección
FUGA POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		Manguera de cilindro de inclinación de cuchilla
FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL.		Resume aceite por perno aislado requiere reparación
CILINDROS DE LEVANTE.		Fuga por cilindro del ripper
CILINDRO DE INCLINACIÓN DE LA HOJA.		Reemplazar de kit de sellos
CILINDROS DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS.		Reemplazar de kit de sellos
VÁLVULAS DE LOS FRENOS.		Requiere servicio
H.M.U. (MECANISMO SEGUIDOR).		En buenas condiciones
CILINDROS DE ARTICULACIÓN.		En buenas condiciones
CILINDROS DE DIRECCIÓN.		Reemplazar de kit de sellos
FUGAS POR TUBERÍAS DE FRENOS.		Reemplazar están aplastados mala operación
VÁLVULA DE CONTROL DEL FRENO.		Requiere servicio
VÁLVULA DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		Requiere servicio
ROTOCHAMBER DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO		Requiere servicio
TANQUE HIDRÁULICO.		Requiere servicio
MECANISMO DE DIRECCIÓN.		Requiere servicio
RUEDAS DELANTERAS.		Requiere servicio
<b>5. CABINA.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
CINTURÓN DE SEGURIDAD.		En Buenas condiciones
VIDRIOS.		En Buenas condiciones
ASIENTO.		En Buenas condiciones
EXTINTOR		En Buenas condiciones
LUCES DEL TABLERO.		Requiere servicio
LUCES DE CABINA.		Requiere servicio
AIRE ACONDICIONADO		No aplica
INDICADORES DEL TABLERO.		Requiere servicio
SISTEMA VERIFICACIÓN ELÉCTRICA		No aplica
LIMPIA PARABRISAS		En buenas condiciones
ESPEJOS		En buenas condiciones
ALARMA DE RETROCESO		En buenas condiciones
PUERTAS.		En buenas condiciones
<b>7. IMPLEMENTOS.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
CUCHILLAS.		Requiere reemplazo
PUNTERAS.		Requiere reemplazo

HOJA TOPADORA.		Requiere reemplazo
PLATINAS DE DESGASTE DE LA HOJA.		Requiere reemplazo
<b>8. ESTRUCTURA.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
REVISAR CHASIS POR FISURA.		Requiere soldar techo y base del piso
ESCALERAS Y PASAMANOS.		Requiere reemplazo
COMPARTIMIENTO DE BATERÍAS.		Requiere reemplazo
TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		Requiere completar tornillos roscas aisladas
<b>9. SISTEMA ELECTRICO.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
MOTOR DE ARRANQUE.		Requiere servicio
BATERÍAS Y CABLES.		Requiere servicio
LUCES DELANTERAS.		En buenas condiciones
LUCES TRASERAS.		En buenas condiciones
CABLEADO GENERAL.		Requiere servicio
ALTERNADOR.		Requiere servicio
<b>COMENTARIOS ADICIONALES.</b>		
<p>Se realizó una reparación parcial del Sistema eléctrico, así como corregir fuga de aceite motor, y petróleo calibración de la presión de bomba hidráulica para dejarla operativa con restricción, se envió a reparar las Llantas para dejarla operativa.</p> <p>Se realizó engrase en general de los pines y bujes de las articulaciones de los cilindros de levante de inclinación de la pala principal, así como la de ripper.</p>		

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.



**Tabla 7**


		<b>INSPECCIÓN DE MOTONIVELADORA 140H</b>	
SEINCA			
<b>CLIENTE:</b>	Productora de sal C.A.	<b>EQUIPO:</b>	Motoniveladora
<b>MODELO:</b>	140H	<b>SERIAL:</b>	CCA02106
<b>HOROMET:</b>	4825	<b>FECHA:</b>	18 SET 2012
<b>1. NEUMATICOS.</b>		<b>COMENTARIOS</b>	
		1	DESGASTE en 50%
		2	DESGASTE en 50%
		3	DESGASTE en 400%
		4	DESGASTE en 40%
		5	DESGASTE en 40%
		6	DESGASTE en 50%
<b>2. MOTOR</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>	
	BOMBA DE AGUA		Funcionando normal
	FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.		Sin fuga
	FUGAS DE COMBUSTIBLE.		Sin fuga
	FUGAS DE ACEITE.		Sin fuga
	LÍNEAS DE INYECCIÓN.		Sin fuga
	SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.		En buenas condiciones
	RADIADOR.		En buenas condiciones
	VENTILADOR.		En buenas condiciones
	MANDO DEL VENTILADOR.		En buenas condiciones
	CORREAS DEL VENTILADOR		En buenas condiciones
	BOMBA DE TRANSFERENCIA		En buenas condiciones
	TAPA DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	PROTECTOR DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.		En buenas condiciones
LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.		Requiere reemplazo de filtro de aire primario	
MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.		En buenas condiciones	
COMPRESOR DE AIRE DE LOS FRENOS.		En buenas condiciones	
SOPORTES DEL MOTOR.		En buenas condiciones	
<b>3. TREN DE FUERZA.</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>	
	FUGAS POR CAJA DE TRANSFERENCIA.		En buenas condiciones
	FUGAS POR TRANSMISIÓN.		En buenas condiciones

	FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones
	CRUZETAS Y TORNILLOS.		En buenas condiciones
	FUGA POR DIFERENCIAL.		Rosca aislada requiere reemplazar y corregir rosca.
	FUGAS POR TANDEN.		En buenas condiciones
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO, DIRECCIÓN Y FRENOS.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	FUGAS POR BOMBA HIDRÁULICA PRINCIPAL.		En buenas condiciones
	FUGA POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE LEVANTE.		En buenas condiciones
	CILINDRO DE INCLINACIÓN DE LA HOJA.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE INCLINACIÓN DE LAS RUEDAS.		En buenas condiciones
	VÁLVULAS DE LOS FRENOS.		En buenas condiciones
	H.M.U. (MECANISMO SEGUIDOR).		En buenas condiciones
	CILINDROS DE ARTICULACIÓN.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	FUGAS POR TUBERÍAS DE FRENOS.		En buenas condiciones
	VÁLVULA DE CONTROL DEL FRENO.		En buenas condiciones
	VÁLVULA DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		En buenas condiciones
	ROTOCHAMBER DEL FRENO DE ESTACIONAMIENTO		En buenas condiciones
	TANQUE HIDRÁULICO.		En buenas condiciones
	MECANISMO DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	RUEDAS DELANTERAS.		En buenas condiciones
<b>5. CABINA.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	CINTURÓN DE SEGURIDAD.		En Buenas condiciones
	VIDRIOS.		En Buenas condiciones
	ASIENTO.		En Buenas condiciones
	EXTINTOR		En Buenas condiciones
	LUCES DEL TABLERO.		En Buenas condiciones
	LUCES DE CABINA.		En Buenas condiciones
	AIRE ACONDICIONADO		En Buenas condiciones
	INDICADORES DEL TABLERO.		En Buenas condiciones
	SISTEMA DE VERIFICACIÓN ELÉCTRICO		En Buenas condiciones
	LIMPIA PARABRISAS		En Buenas condiciones
	ESPEJOS		Lado derecho requiere reemplazó
	ALARMA DE RETROCESO		En Buenas condiciones
	PUERTAS.		En Buenas condiciones
<b>6. IMPLEMENTOS.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	CUCHILLAS.		Requiere reemplazo
	PUNTERAS.		Requiere reemplazo

	HOJA TOPADORA.		En Buenas condiciones
	PLATINAS DE DESGASTE DE LA HOJA.		En Buenas condiciones
<b>7. ESTRUCTURA.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	REVISAR CHASIS POR FISURA.		En Buenas condiciones
	ESCALERAS Y PASAMANOS.		En Buenas condiciones
	COMPARTIMIENTO DE BATERIAS.		En Buenas condiciones
	TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		En Buenas condiciones
<b>8. SISTEMA ELECTRICO.</b>		OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
	MOTOR DE ARRANQUE.		En buenas condiciones
	BATERÍAS Y CABLES.		En buenas condiciones
	LUCES DELANTERAS.		En buenas condiciones
	LUCES TRASERAS.		En buenas condiciones
	CABLEADO GENERAL.		En buenas condiciones
	ALTERNADOR.		Requiere servicio ruido.
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>			
Se reemplazó filtros de petróleo y filtros de aire Primario engrase de los puntos de lubricación, así como la rotación de llantas delanteras y trasera para darle un desgaste uniforme, dejando la maquina operativa.			
Se verificó las presiones del sistema de trasmisión e hidráulico estando dentro especificaciones			

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

**Tabla 8**

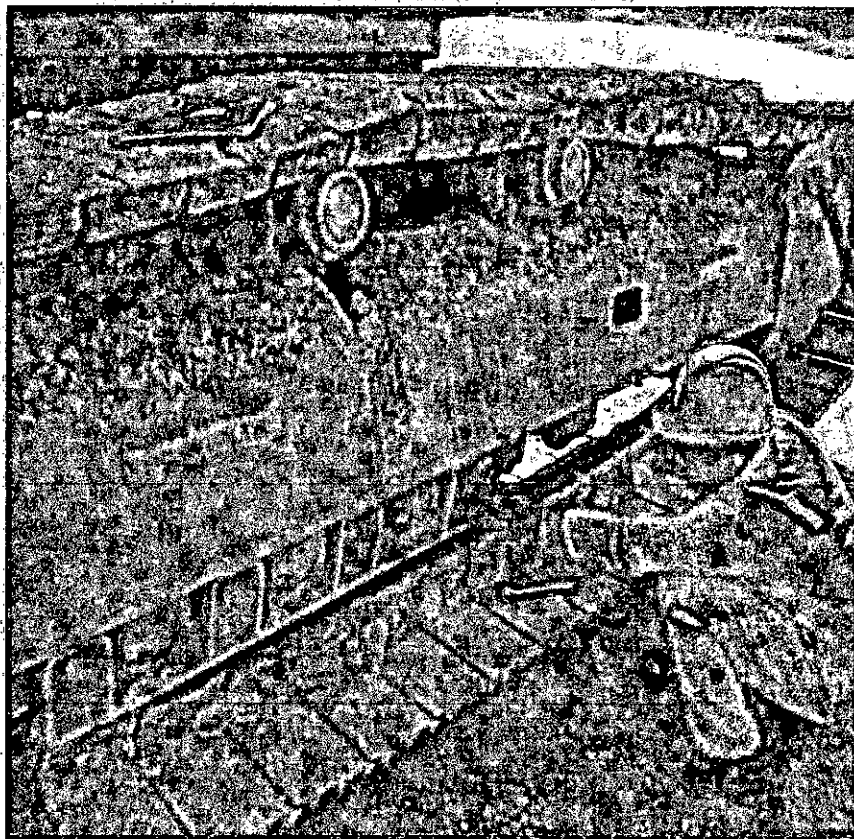
		INSPECCIÓN DE EXCAVADORA 330 CL	
CLIENTE:	Productora de Sal C.A.	EQUIPO:	Excavadora
MODELO:	330CL	SERIAL:	GKX00208
HOROMET:	4251 Horas	FECHA:	
<b>1.- TREN DE RODAJE</b>			
IZQUIERDO	En buenas condiciones en 80 % de utilidad		
DERECHO	En buenas condiciones en 80 % de utilidad requiere repara cilindro tensor lado derecho		
<b>2. MOTOR.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	BOMBA DE AGUA		En buenas condiciones
	FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.		En buenas condiciones
	FUGAS DE COMBUSTIBLE.		En buenas condiciones
	FUGAS DE ACEITE.		En buenas condiciones
	INYECTORES		En buenas condiciones
	BOMBA DE TRANSFERENCIA		En buenas condiciones
	RADIADOR.		Requiere servicio
	VENTILADOR.		En buenas condiciones
	MANDO DEL VENTILADOR.		En buenas condiciones
	CORREAS DEL VENTILADOR		En buenas condiciones
	TAPA DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	PROTECTOR DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	PERNOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.		En buenas condiciones
	LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.		En buenas condiciones
	MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.		En buenas condiciones
	SOPORTES DEL MOTOR.		En buenas condiciones
<b>3. TREN DE FUERZA.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones
	FUGAS POR MANDOS FINALES.		En buenas condiciones
	TENSIÓN DE LAS CADENAS.		Requiere reparar Cilindro tensor lado derecho
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO Y FRENOS.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	FUGAS POR BOMBAS HIDRAULICAS.		En buenas condiciones

	FUGA POR LINEAS Y TUBERIAS.		En buenas condiciones
	FUGA POR VALVULA DE CONTROL PRINCIPAL.		En buenas condiciones
	CILINDROS DEL BÓOM.		En buenas condiciones
	CILINDRO DEL BRAZO.		En buenas condiciones
	CILINDRO DEL BUCKET.		En buenas condiciones
	FRENOS.		En buenas condiciones
	VALVULA DE CONTROL DEL SISTEMA PILOTO.		En buenas condiciones
<b>5. CABINA.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	CINTURÓN DE SEGURIDAD.		En buenas condiciones
	VIDRIOS.		En buenas condiciones
	ASIENTO.		En buenas condiciones
	EXTINTOR		En buenas condiciones
	LUCES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	LUCES DE CABINA.		En buenas condiciones
	AIRE ACONDICIONADO		En buenas condiciones
	INDICADORES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	SISTEMA DE VERIFICACIÓN ELÉCTRICO		En buenas condiciones
	LIMPIA PARABRISAS		En buenas condiciones
	ESPEJOS		En buenas condiciones
	ALARMA DE RETROCESO		En buenas condiciones
	PUERTAS.		En buenas condiciones
<b>6. IMPLEMENTOS.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	BRAZO DE LEVANTE.		En buenas condiciones
	BRAZO DEL BUCKET.		En buenas condiciones
	BUJES Y PASADORES.		En buenas condiciones
	CUCHILLAS Y PUNTERAS.		En buenas condiciones
	CONDICIONES DEL BALDE.		En buenas condiciones
<b>7. ESTRUCTURA.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	REVISAR CHASIS POR FISURA.		En buenas condiciones
	PUERTAS LATERALES DEL MOTOR		En buenas condiciones
	ESCALERAS Y PASAMANOS.		En buenas condiciones
	COMPARTIMIENTO DE BATERÍAS.		En buenas condiciones
	TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		Falta completar tornillos de protector de motor.
<b>8. SISTEMA ELÉCTRICO.</b>		OK	OBSERVACIÓN
	MOTOR DE ARRANQUE.		En buenas condiciones
	BATERÍAS Y CABLES.		Requiere servicio
	LUCES DELANTERAS.		En buenas condiciones
	LUCES TRASERAS.		En buenas condiciones

	CABLEADO GENERAL.		En buenas condiciones
	ALTERNADOR.		Requiere servicio ruido intermitente
<b>COMENTARIOS ADICIONALES.</b>			
<p>Este equipo viene trabajando en forma alternativa, es un equipo pesado y queda a la intemperie por las vías de acceso a las piscinas de cristalizadores.</p> <p>Se realizó el reemplazo de filtros de Petróleo y corrigió Fugas de grasa por el cilindro tensor lado derecho se ajustó los pernos de las tejas, así como de los rodillos inferiores y superiores, se alineo las cadenas se inspecciono con la herramienta de diagnóstico los valores de motor y sistema hidráulico, se consiguió anomalías.</p> <p>La máquina queda trabajando con restricción, se realizó un listado de repuestos para solucionar las fallas detectadas.</p>			


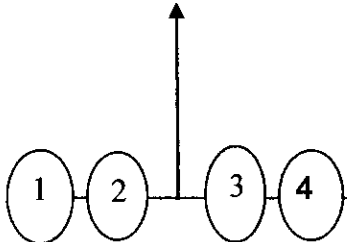
Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

Figura 4.15. Inspección del tren de rodaje excavadora 330CL



Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

**Tabla 9**


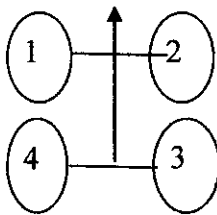
 <b>INSPECCIÓN DE COSECHADORA</b> <b>SEINCA</b>												
Productora de Sal C.A.	EQUIPO N°:	Cosechadora										
Fabricación Propia.	SERIAL:	S/N										
HOROMETRO: 6325 horas	FECHA:	18 /9/2012										
<b>1. NEUMATICOS</b>												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>POS</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Desgaste de un 40%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Desgaste de un 40%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Desgaste de un 40%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Desgaste de un 40%</td> </tr> </tbody> </table>	POS		1	Desgaste de un 40%	2	Desgaste de un 40%	3	Desgaste de un 40%	4	Desgaste de un 40%
POS												
1	Desgaste de un 40%											
2	Desgaste de un 40%											
3	Desgaste de un 40%											
4	Desgaste de un 40%											
<b>2. MOTOR</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>										
BOMBA DE AGUA.		Fuga de agua tapa deblatera										
FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.		Manguera inferior requiere abrazadera de mejor calidad										
FUGAS DE COMBUSTIBLE.		Resumen petróleo conexión inyector numero 2										
FUGAS DE ACEITE		En buenas										
LÍNEAS DE INYECCIÓN.		En buenas										
SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.		No las tiene										
RADIADOR.		Requiere servicio										
VENTILADOR.		En buenas condiciones										
CORREAS DEL VENTILADOR.		Requiere reemplazo										
BOMBA DE INYECCIÓN.		requiere servicio humo negro										
TAPA DEL RADIADOR.		Requiere cambio										
PROTECTOR DEL RADIADOR.		En buenas condiciones										
TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.		En buenas condiciones										
LÍNEAS DE ARTE DE ADMISIÓN.		En buenas condiciones										
MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.		Fuga de escape requiere cambio de empaquetadura escape										
SOPORTES DEL MOTOR		Requiere reemplazo										
<b>3. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>										
FUGAS DE ACEITE CILINDRO DE CEPILLO		En buenas condiciones										
FUGAS DE ACEITE CILINDRO DE LEVANTE		Resume aceite requiere servicio										

CATALINA Y CADENAS.		En buenas condiciones
LÍNEAS DE ACEITE HACIA GATOS		En buenas condiciones
MOTOR DE ARRANQUE.		En buenas condiciones
<b>4. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	OK	<b>OBSERVACION</b>
CABLES Y BATERIAS.		En buenas condiciones
CABLEADO EN GENERAL		Requiere reconstruirlo
LUCES DE TABLERO		En buenas condiciones
ALTERNADOR.		En buenas condiciones
HORÓMETRO		En buenas condiciones
TABLERO DE INSTRUMENTOS.		Requiere reconstruirlo
<b>5. ESTRUCTURA Y CHASIS</b>	OK	<b>OBSERVACIÓN</b>
CHASIS.		Rotura de base cilindros de levante
BARRA DE TIRO.		En buenas condiciones
ESTACIONES DE CARGA ENTRADA		Requiere reforzar y ajustar las cadenas
ESTACIONES DE CARGA ENTREGA		En buenas condiciones
CAJA DE BATERÍAS.		Requiere fabricación
<b>COMENTARIOS ADICIONALES:</b>		
Se Realizó un servicio al motor, sistema de inyección, así como el clucth reemplazo del disco, servicio al radiador corregir fugas de petróleo y aceite, reforzar chasis y Estaciones de carga y fabricación de caja de baterías para dejar el equipo operativo.		

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.



Tabla 10

 <b>SEINCA</b>		<b>INSPECCIÓN DE RETROEXCAVADORA 416B</b>	
<b>CLIENTE:</b> Productora de sal C.A.		<b>EQUIPO °:</b> Retroexcavadora	
<b>MODELO:</b> 416B		<b>SERIAL:</b> 8ZK06921	
<b>HOROMETRO:</b> 6431 horas		<b>FECHA:</b> 18/09/2012	
<b>1. NEUMATICOS.</b>		<b>COMENTARIOS</b>	
		1	En un 30 % de desgaste
		2	En un 40 % de desgaste
		3	En un 50 % de desgaste
		4	En un 50 % de desgaste
<b>2. MOTOR</b>		O K	<b>OBSERVACIÓN</b>
	BOMBA DE AGUA		Fuga por tapa delantera
	FUGAS POR LÍNEAS DE AGUA.		En buenas condiciones
	FUGAS DE COMBUSTIBLE.		En buenas condiciones
	FUGAS DE ACEITE.		En buenas condiciones
	LÍNEAS DE INYECCIÓN.		En buenas condiciones
	SOPORTES DE LÍNEAS DE INYECCIÓN.		En buenas condiciones
	RADIADOR.		Requiere servicio
	VENTILADOR.		Requiere reemplazo
	MANDO DEL VENTILADOR.		En buenas condiciones
	CORREAS DEL VENTILADOR		En buenas condiciones
	BOMBA DE INYECCIÓN.		En buenas condiciones
	TAPA DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	PROTECTOR DEL RADIADOR.		En buenas condiciones
	TORNILLOS DE FIJACIÓN DEL ALTERNADOR.		En buenas condiciones
	LÍNEAS DE AIRE DE ADMISIÓN.		En buenas condiciones
	MÚLTIPLE Y SISTEMA DE ESCAPE.		En buenas condiciones
SOPORTES DEL MOTOR.			
<b>3. TREN DE FUERZA.</b>		O K	<b>OBSERVACIÓN</b>
	FUGAS POR CONVERTIDOR.		En buenas condiciones
	FUGAS POR TRANSMISIÓN.		En buenas condiciones
	FUGAS POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones

	CRUZETAS Y TORNILLOS.		Requiere reemplazo
	ROLINERA DEL CARDAN DELANTERO.		En buenas condiciones
	FUGA POR DIFERENCIAL TRASERO.		En buenas condiciones
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL TRASERO.		En buenas condiciones
	SOPORTE DEL DIFERENCIAL DELANTERO.		
	FUGAS POR MANDOS FINALES.		En buenas condiciones
<b>4. SISTEMA HIDRÁULICO, DIRECCION Y FRENOS.</b>		O K	OBSERVACIÓN
	FUGAS POR BOMBA HIDRÁULICA.		En buenas condiciones
	FUGA POR LÍNEAS Y TUBERÍAS.		En buenas condiciones
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PILOTO.		En buenas condiciones
	FUGA POR VÁLVULA DE CONTROL PRINCIPAL.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE LEVANTE.		Fuga interna requiere calibrar presión
	CILINDROS DE INCLINACIÓN.		En buenas condiciones
	VÁLVULA DE DIRECCIÓN Y FRENOS.		En buenas condiciones
	VÁLVULA PRINCIPAL DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	CILINDROS DE DIRECCIÓN.		En buenas condiciones
	FUGAS POR TUBERÍAS DE FRENOS.		En buenas condiciones
	VÁLVULA DE CONTROL DEL FRENO.		En buenas condiciones
	FRENO DE ESTACIONAMIENTO.		En buenas condiciones
	TANQUE HIDRÁULICO.		En buenas condiciones
<b>5. CABINA.</b>		O K	OBSERVACIÓN
	CINTURÓN DE SEGURIDAD.		En buenas condiciones
	VIDRIOS.		En buenas condiciones
	ASIENTO.		En buenas condiciones
	EXTINTOR		En buenas condiciones
	LUCES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	LUCES DE CABINA.		En buenas condiciones
	AIRE ACONDICIONADO		No tiene
	INDICADORES DEL TABLERO.		En buenas condiciones
	LIMPIA PARABRISAS		En buenas condiciones
	ESPEJOS		En buenas condiciones
	ALARMA DE RETROCESO		En buenas condiciones
<b>6. IMPLEMENTOS.</b>		O K	OBSERVACIÓN
	MECANISMO DE LEVANTE.		En buenas condiciones
	BUJES Y PASADORES.		En buenas condiciones
	PASADORES DEL CUCHARÓN.		En buenas condiciones
	ESTADO DEL CUCHARON.		En buenas condiciones
	DIENTES Y PASADORES.		En buenas condiciones

7. ESTRUCTURA.		O K	OBSERVACIÓN
	REVISAR CHASIS POR FISURA.		En buenas condiciones
	PUERTAS LATERALES DEL MOTOR		En buenas condiciones
	ESCALERAS Y PASAMANOS.		En buenas condiciones
	COMPARTIMIENTO DE BATERÍAS.		En buenas condiciones
	TORNILLOS FLOJOS O FALTANTES.		En buenas condiciones
	PISO DE CABINA		Requiere reconstruir
8. SISTEMA ELÉCTRICO.		O K	OBSERVACIÓN
	MOTOR DE ARRANQUE.		En buenas condiciones
	BATERÍAS Y CABLES.		En buenas condiciones
	LUCES DELANTERAS.		Requiere instalar lámparas
	LUCES TRASERAS.		Reemplazar faros de pare
	CABLEADO GENERAL.		En buenas condiciones
	ALTERNADOR.		Requiere servicio
<p><b>COMENTARIOS ADICIONALES.</b></p> <p>Para dejar operativo este equipo el sistema eléctrico se realizará servicio de mantenimiento, así como ajustar el sistema hidráulico, así como calibración de válvulas y corregir fuga de agua por la bomba, servicio al radiador.</p> <p>Este equipo quedará operativo con un servicio de mantenimiento correctivo para que entre en operación en un lapso corto de tiempo.</p>			

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

Con estas inspecciones y el seguimiento del plan de mantenimiento se logró disminuir los tiempos de paradas se estableció una comunicación más fluida con los operadores de las maquinarias, así como el departamento de compras y almacén de la empresa Productora de Sal C.A.

El seguimiento a las rutinas de mantenimiento de parte de los mecánicos y el electricista con la asesoría de su jefe de mantenimiento se logra un diagnóstico acertado para programar los mantenimientos correctivos y así lograr que los equipos se incorporen progresivamente y lograr contribuir al departamento de producción del cliente.

#### 4.6.2. Verificación del uso apropiado del equipo (capacitación de operadores y personal de mantenimiento)

La verificación se realizó mediante la observación de cada maquinaria para la cual fue diseñada, una vez por semana, con el objetivo de constatar que cumpliera su objetivo.

Dichas observaciones fueron anotadas en el siguiente formato.

**Tabla 11**

Formato de verificación de maquinaria

N°	Fecha	Modelo	Código	Observaciones
1.	4/9/12	950B	950B	Uso Adecuado
2.	4/9/12	966G	950B	Uso Adecuado
3.	4/9/12	140H	140H	Uso Adecuado
4.	12/9/17	140G	140G	Uso Adecuado
5.	11/9/12	330CL	330CL	Uso Adecuado
6.	17/9/12	COSECHADORA	COS1	Uso Adecuado
7.	17/9/12	RETROEXCAVADORA	416B	Uso Adecuado

Fuente: Elaboración propia.

Cada maquinaria está diseñada bajo ciertas normas y uso, con la potencia establecida para cada operación. Es lo que teóricamente se establece. Muchas veces la necesidad amerita un uso inadecuado ejemplos hay varios.

A los baldes de un cargador se les incrementa la longitud de los topes para cargar más material.

En las excavadoras se les instalan balde de mayores tamaños para lo mismo, a los equipos se les hace trabajar en espacios cerrados. También en situaciones de pendientes o planos inclinados mayor de lo especificado. Por

el fabricante en los planos inclinados hay equipos diseñados para tal fin en el caso de los tractores de oruga.

Las fallas más comunes en los equipos son básicamente por no cumplir con los planes de mantenimiento y abuso en el uso de los equipos. Toda maquinaria tiene sus elementos de control, temperatura motor, aceites, presión de aceite motor transmisión, presión de aire, voltímetro control del voltaje o intensidad de corriente en los equipos.

A los operadores de maquinaria pesada se les capacito en mantenimiento autónomo, se les enseña a cuidar el equipo en inspecciones y mantenimiento autónomo como :

- Lubricar
- Ajuste
- Limpieza del equipo
- Registro del mantenimiento realizado.

Al personal; supervisor de mantenimiento, mecánicos y electricista se les capacito en motores electrónicos, sistemas hidráulicos, Uso de herramientas de diagnóstico Caterpillar. Con el fin de tener una respuesta efectiva en los mantenimientos correctivos, preventivos y predictivos las fallas, mecánicas y electrónicas de los equipos y componentes.

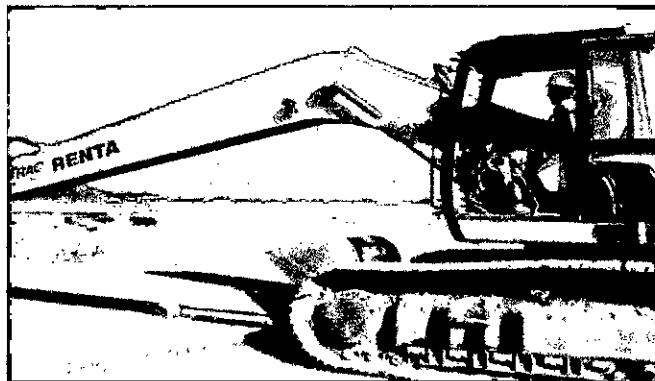
Esto se registran en las hojas de inspección el cual el ingeniero jefe de mantenimiento canalizará y evaluará las futuras intervenciones; calcula el tiempo de parada del equipo, así mismo la cantidad o tipo de repuestos e insumos

que se requerirá para dicha intervención o futuras intervenciones a los equipos.

Cada uno de los elementos cuenta el análisis de las horas de operación, la vida útil de componentes, tener el stock de repuestos y consumibles para realizar los mantenimientos preventivos son vitales para dar fiel cumplimiento a la implementación de mantenimiento en toda Operación con Maquinaria pesada

**La capacitación de los operadores** de las maquinarias debe de ser una constante; tanto para operadores nuevos como para los operadores antiguos en la empresa ya que los equipos modernos tienen más elementos que ayudan a identificar las fallas recurrentes en las maquinarias, Así mismo el **personal técnico** fueron capacitados y actualizado con las nuevas tecnologías de componentes electrónicos de las maquinarias actuales; tiene que tener el entrenamiento suficiente para diagnosticar una falla así como interpretar los códigos de errores así como realizar los mantenimientos preventivos y diagnósticos acertados usando los instrumentos y las nuevas tecnologías.

**Figura 4.16.** Capacitación de operador de excavadora 330CL



Fuente: Elaboración propia

### **4.6.3. Auditar el stock de repuestos e insumos**

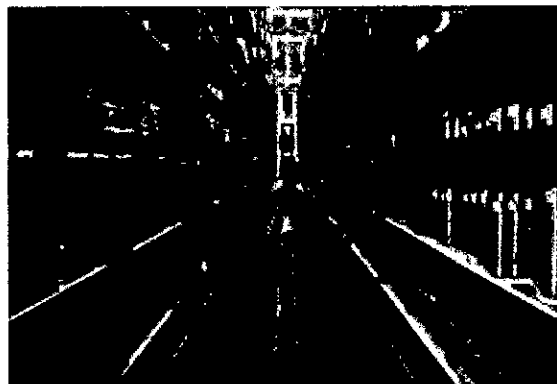
Por lo general se gestiona en primer lugar los repuestos e insumos del mantenimiento rutinario. Preventivo. Aceite, filtros, mangueras, terminales, bornes de batería, filtros separadores de agua del petróleo, básicamente se pone énfasis ya que estamos trabajamos en un ambiente salino lo cual amerita un estricto control en las inspecciones del mantenimiento.

Los repuestos críticos además de los filtros son los componentes eléctricos y electrónicos, conectores, bornes de baterías, motores de arranque alternador, Alternador, sellos hidráulicos, pernos y tuercas de desgaste. De las excavadora y cargadores.

La falta de atención a las máquinas originaban pérdidas de tiempo en la operación así como no se realizaba el seguimiento efectivo del stock de repuestos e insumos en el almacén de Produsal, por lo que se realizó una auditoría general del stock de repuestos e insumos.

En base al resultado de la auditoría se elaboró una propuesta de repuestos e insumos que Produsal tendría que adquirir para garantizar la implementación del Sistema de Mantenimiento de las maquinarias.

**Figura 4.17.** Auditoria almacén Produsal



Fuente: Productora de Sal C.A.



**AUDITORÍA A REPUESTOS E INSUMOS ALMACÉN  
PRODUCTORA DE SAL C.A.**

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

Fecha : 05 setiembre del 2012

REQUERIDO	STOCK	N° PARTE	DESCRIPCIÓN
01	1	6I2506	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	0	6I2505	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	01	7W5317	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	01	8N5504	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	01	1421339	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	0	1421404	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	0	8N5317	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	0	9S9972	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	0	6I0273	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	0	6I0274	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	02	7W5317	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
01	01	9S9972	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	01	9S9972	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	0	4W6691	FILTRO SECUNDARIO/AIRE
01	0	411278	FILTRO AIRE ACONDICIONADO
01	0	2S8439	FILTRO AIRE ACONDICIONADO DE LA CABINA
02	0	7X6041	FILTRO AIRE ACONDICIONADO DE LA CABINA
01	1	1R1808	FILTRO DE ACEITE MOTOR
02	1	1R0616	FILTRO DE ACEITE MOTOR
03	0	2P4004	FILTRO DE ACEITE MOTOR
01	0	7W2327	FILTRO DE ACEITE MOTOR
02	1	1R0762	FILTRO DE COMBUSTIBLE
02	1	3261644	FILTRO SEPARADOR DE AGUA
01	0	1R0750	FILTRO DE COMBUSTIBLE
03	0	9M2341	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE
01	2	1335673	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE
03	1	1P2299	FILTRO DE COMBUSTIBLE
02	0	1596102	FILTRO DE COMBUSTIBLE
01	1	5I8670	FILTRO HIDRÁULICO PILOTO
01	0	1262081	FILTRO HIDRÁULICO DEL TANQUE
03	0	937521	FILTRO HIDRÁULICO
02	0	9M9740	FILTRO HIDRÁULICO



02	1	5H6734	SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
01	0	1R0774	FILTRO DEL TANQUE HIDRÁULICO
01	1	3F1547	SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
02	1	9J5461	FILTRO HIDRÁULICO
02	0	6D9157	SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
02	4	1081153	FILTRO HIDRÁULICO
01	1	1G8878	FILTRO HIDRÁULICO
01	0	4I3948	FILTRO HIDRÁULICO PILOTO
01	0	1194740	FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	1	1R1809	FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	2	2P5834	FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	0	9M9740	FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	1	1R0773	FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	0	2P5834	FILTRO DE TRANSMISIÓN
08	2	3P2044	ACONDICIONADOR DE REFRIGERANTE
01	0	2400041	RESPIRADERO DE MOTOR
03	2	9F4446	SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
01	0	2485513	TERMOSTATO
01	0	1914457	EMPAQUE DEL TERMOSTATO
01	0	2S8439	SELLO DEL FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	1	3S7781	EMPAQUE DEL SCREEN DE TRANSMISIÓN
01	0	2W9162	RESPIRADERO DE MOTOR
01	0	9G5127	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
01	1	8S1605	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
01	0	4L9564	SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
06	2	7N0944	EMPAQUE DEL TERMOSTATO
02	0	7D9419	RESPIRADERO DE LOS TÁNDEM
02	1	7E3362	TERMOSTATO
03	1	9Y4357	RESPIRADERO DE MOTOR
01	1	9G5127	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
03	1	9Y1758	SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
02	0	4H6112	RESPIRADERO DE LOS TÁNDEM
01	0	2M2561	SELLO DEL FILTRO DE TRANSMISIÓN
01	1	8S0248	RESPIRADERO DE MOTOR
01	1	9G5127	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
01	0	8S1606	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
01	0	4L9564	SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR

01	1	4W1987	TERMOSTATO
01	1	2M2561	SELLO DEL FILTRO TRASMISION
01	0	9G5127	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
01	1	1314164	EMPAQUE DEL TERMOSTATO
01	2	120-9453	TERMOSTATO
01	3	8S0248	RESPIRADERO DE MOTOR
01	1	9G5127	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
01	1	8S1606	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
01	0	4L9564	SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
01	1	7N0944	EMPAQUE DEL TERMOSTATO
01	1	4W1987	TERMOSTATO
01	0	7T3251	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
01	0	1013674	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
01	0	6I0459	EMPAQUE DEL TERMOSTATO
01	1	4W8063	TERMOSTATO
<b>INSUMOS</b>			
<b>REQUERIDO</b>	<b>STOCK</b>	<b>N° PARTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
110 GLN	150 GLN		MAXIDIESEL 50
110 GLN	165 GLN		ULTRADIESEL 15W-40
110 GLN	80 GLN		MOBILTRANS 50
200 GLN	200 GLN		HIDRALUB 68
20 KG	10 KG		GRASA MULTIPROPÓSITO EP2
50 GLN	120 GLN		DESENGRASANTE BIODEGRADABLE
51 GLN	110 GLN		REFRIGERANTE
16 PZS	6 PZS		BORNES DE BATERÍA
2 PZS	0 PZS		SPRAY DIELECTRICO
3 PZS	1 PZS		DESPLAZADOR DE HUMEDAD
4 PZS	0 PZS		AYUDANTE MECÁNICO
5 PZS	0 PZS		LIJAS 120,
4 PZS	0 PZS		LIJAS 180,
4 PZS	0 PZS		LIJAS 360,
4 KG	10KG		ELECTRODO DE 1/8" 6011
5 KG	10KG		ELECTRODO DE 1/8" 7018
20 PZS	5 PZS		PERNOS DE 3/8"X 1 1/2" GRADO 8
20 PZS	0 PZS		PERNOS DE 3/8"X 2" NC GRADO 8
20 PZS	5 PZS		PERNOS DE 3/8"X 2 1/2" NC GRADO 8
40 PZS	10 PZS		TUERCAS DE 3/8" NC
2 PZS	0 PZS		BARRA ROSCADA DE 3/8" GALVANIZADA
20 PZS	02 PZS		GRASERAS X 1/4" NPT

3MTS	0MTS		EMPAQUETADURA DE 1/32"
5 PZS	2 PZS		SILICÓN GRIS
6 PZS	0 PZS		BATERÍAS DE 1100 AMP 4D
1 PZS	0 PZS	ZF 5307	CHUMACERA
4PZS	02 PZS	USF 211	CHUMACERA
1PZS	1 PZS	SY 513M	CHUMACERA TIPO PUENTE
1PZS	0 PZS	ZEF 2208	CHUMACERA
2PZS	1 PZS	NTN T213	CHUMACERA TIPO TENSOR
2PZS	1 PZS	F 213	CHUMACERA
2PZS	1 PZS	FY511M	CHUMACERA

**OBSERVACIONES:**

En la auditoría realizada en el Almacén del Taller Produsal, se constató que existen deficiencias en el stock de repuestos para el mantenimiento preventivo.

En base a ello se recomienda tener un stock por equipo especificado en las tablas adjuntas, en reunión con la gerencia de la empresa y su departamento de Mantenimiento se recomendó tener un stock con cuadros de máximos y mínimos de los productos de mantenimiento preventivo, así como de los consumibles

Para las reparaciones planificadas o mantenimientos correctivos se elabora un listado de solicitud de repuestos para que cliente gestione la compra de dichos pedido de repuestos con su departamento de compra.

**4.6.4. Relación de pedido de repuestos mantenimiento preventivo de las maquinarias.**



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.  
EQUIPO 950 B**

T. MANT.				CANT.	Nº PARTE	CAMBIO	DESCRIPCION				
2	1	5	2	01	2P4004	1R0739	FILTRO DE ACEITE MOTOR				
				01	7W5317	4M9334	FILTRO PRIMARIO DE AIRE				
				0	0	0	5	01	1P2299	1R0711	FILTRO DE COMBUSTIBLE
								01	9M2341		FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA
				0	0	0	0	22	MAXIDIESEL		ACEITE DE MOTOR
								LTS	50		
				0	0			01	2P5834	1R0730	FILTRO DE TRANSMISIÓN
								02	9J5461	1R0722	FILTRO HIDRÁULICO
								02	6D9157		SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
								01	9S9972		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
								01	2M2561		SELLO DEL FILTRO DE TRANSMISIÓN
								35	MAXIDIESEL		ACEITE DE TRANSMISIÓN
								LTS	50		
								02			FLUIDO PARA FRENOS
								01	8S0248		RESPIRADERO DE MOTOR
								01	9G5127		RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
								01	8S1606	7S7063	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
								01	4L9564		SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
								01	7N0944		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
				84	HIDRALUB 68		ACEITE HIDRÁULICO				
LTS											
01	4W1987	1118010	TERMOSTATO								
80	85W-140		ACEITE DIFERENCIAL Y M / F								
LTS											

NOTA: PM de 2000 horas cambiar agua al sistema de enfriamiento y agregar 2 botellas de acondicionador.



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
CARGADOR 966G**

T. MANT.	CANT.	Nº PARTE	CAMBIO	DESCRIPCION	
2 0 0 0 0	1 5 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	01		FILTRO DE ACEITE MOTOR	
		01		FILTRO PRIMARIO DE AIRE	
		01		FILTRO DE COMBUSTIBLE	
		01		FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA	
		38 LTS	ULTRADIESEL 15W-40		ACEITE DE MOTOR
		01		FILTRO DE TRANSMISIÓN	
		01		FILTRO HIDRÁULICO	
		01		FILTRO HIDRÁULICO PILOTO	
		02		FILTRO AIRE ACONDICIONADO DE LA CABINA	
		01		FILTRO SECUNDARIO/AIRE	
		01		SELLO DEL FILTRO DE TRANSMISIÓN	
		35 LTS	MOBIL TRANS		ACEITE DE TRANSMISIÓN
		01		RESPIRADERO DE MOTOR	
		01		RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN	
		01		EMPAQUE DEL RESPIRADERO DEL MOTOR	
		01		EMPAQUE DEL TERMOSTATO	
		180	SAE 10		ACEITE HIDRÁULICO
		01		TERMOSTATO	
80 LTS	MOBIL TRANS		ACEITE DIFERENCIAL Y M / F		

NOTA: PM de 2000 horas cambiar refrigerante del sistema.



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

**EQUIPO 330CL**

T. MANT.				CANT.	Nº PARTE	CAMBIO	DESCRIPCIÓN	
2	1	5	2	01	1R1808		FILTRO DE ACEITE MOTOR	
				01	1421339		FILTRO PRIMARIO DE AIRE	
				0005	01	1R0762		FILTRO DE COMBUSTIBLE
				0000	01	3P2044		ACONDICIONADOR DE REFRIGERANTE
				00	40	ULTRADIESEL 15W-40		ACEITE DE MOTOR
					01	5I8670		FILTRO HIDRÁULICO PILOTO
					01	1262081		FILTRO HIDRÁULICO DEL TANQUE
					03	937521		FILTRO HIDRÁULICO
					01	3261644		FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA
					01	4I1278		FILTRO AIRE ACONDICIONADO
					01	1421404		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
						IGUAL A 500 HRS		
					01	2400041		RESPIRADERO DE MOTOR
					01	9F4446		SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
					01	2485513		TERMOSTATO
					01	1914457		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
					01	7N0944		EMPAQUE DE TERMOSTATO
		410LTS	SAE 10	ACEITE HIDRÁULICO				
		30LTS	MOBILTRANS 50	ACEITE DE LOS MANDOS FINALES				

NOTA: PM de 2000 horas cambiar refrigerante del sistema.



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

**Motoniveladora 140H**

T. MANT.	CANT.	Nº PARTE	CAMBIO	DESCRIPCIÓN	
2 0 0 0 0	1 5 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	01	1R0616		FILTRO DE ACEITE MOTOR
		01	6I0273		FILTRO PRIMARIO DE AIRE
		01	1R0762		FILTRO DE COMBUSTIBLE
		01	1335673		FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE
		29 LTS	ULTRADIESEL 15W-40		ACEITE DE MOTOR
		01	1R1809		FILTRO DE TRANSMISIÓN
		01	1R0774		FILTRO DEL TANQUE HIDRÁULICO
		01	3F1547		SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
		01	6I0274		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
		01	2S8439	8T8142	FILTRO AIRE ACONDICIONADO DE LA CABINA
		47 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIF.
		01	9Y4357		RESPIRADERO DE MOTOR
		01	9G5127		RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
		01	9Y1758		EMPAQUE DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
		01	7N0944		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
		02	4H6112		RESPIRADERO DE LOS TÁNDEM
		01 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE RUEDAS DELANTERAS
38 LTS	SAE 10		ACEITE HIDRÁULICO		
01	7E3362	1118010	TERMOSTATO		
108 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DE LOS TÁNDEM		

NOTA: PM de 2000 horas cambiar agua al sistema de enfriamiento y agregar 2 botellas de acondicionador.



**SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A**

**MATERIAL PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Motoniveladora 140G

T. MANT.				CANT.	Nº PARTE	CAMBIO	DESCRIPCIÓN				
2	1	5	2	01	2P4004	1R0739	FILTRO DE ACEITE MOTOR				
				01	8N5317	7W5317	FILTRO PRIMARIO DE AIRE				
				0	0	0	5	01	1R0750	1P2209	FILTRO DE COMBUSTIBLE
				0	0	0	0	01	9M2341		FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE
				0	0			29 LTS	MAXIDIESEL 50		ACEITE DE MOTOR
								01	9M9740	1R0719	FILTRO DE TRANSMISIÓN
								02	9M9740	1R0719	FILTRO HIDRÁULICO
								02	5H6734		SELLO DEL FILTRO HIDRÁULICO
								01	9S9972		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
								01	2S8439	8T8142	SELLO DEL FILTRO DE TRANSMISIÓN
								47 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIF. EMPAQUE DEL SCREEN DE TRANSMISIÓN
								01	3S7781		
								01	2W9162		RESPIRADERO DE MOTOR
								01	9G5127	8S5820	RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
								01	8S1605		SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
								01	4L9564		SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
								01	7N0944		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
								02	7D9419		RESPIRADERO DE LOS TÁNDEM
								01 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE RUEDAS DELANTERAS
								38 LTS	SAE 10		ACEITE HIDRÁULICO
				01	7E3362	1118010	TERMOSTATO				
				108 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DE LOS TÁNDEM				

NOTA: PM de 2000 horas cambiar agua al sistema de enfriamiento y agregar 2 botellas de acondicionador.

Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.





SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.  
COSECHADORA COSI**

T. MANT.	CANT.	N° PARTE	CAMBIO	DESCRIPCIÓN	
2 0 0 0 0	1 5 2 0 0 0 0 0	01	2P4004	1R0739	FILTRO DE ACEITE MOTOR
		01	7W5317	4M9334	FILTRO PRIMARIO DE AIRE
		01	1P2299	1R0711	FILTRO DE COMBUSTIBLE
		01	9M2341		FILTRO DE COMBUSTIBLE SEPARADOR DE AGUA
		22 LTS	MAXIDIESEL 50		ACEITE DE MOTOR
		01	2P5834	1R0730	FILTRO DE TRANSMISIÓN
		01	9S9972		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
		02	S/N		FLUIDO PARA FRENOS
		01	8S0248		RESPIRADERO DE MOTOR
		01	9G5127		RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
		01	8S1606	7S7063	SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
		01	4L9564		SELLO DEL RESPIRADERO DEL MOTOR
		01	7N0944		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
		01	4W1987	1118010	TERMOSTATO
80 LTS	85W-140		ACEITE DIFERENCIAL Y M / F		

NOTA: PM de 2000 horas cambiar agua al sistema de enfriamiento y agregar 2 botellas de acondicionador.



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

**MATERIAL NECESARIO PARA REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

**EQUIPO 416B**

T. MANT.			CANT.	N° PARTE	CAMBIO	DESCRIPCIÓN	
2 0 0 0 0	1 0 0	5 0 0	01	7W2327		FILTRO DE ACEITE MOTOR	
			01	8N5504		FILTRO PRIMARIO DE AIRE	
			05	1596102		FILTRO DE COMBUSTIBLE	
	000	000	15 LTS	MAXIDIESEL 50		ACEITE DE MOTOR	
	0	0	0	01	1194740		FILTRO DE TRANSMISIÓN
				02	1081153		FILTRO HIDRÁULICO
				01	4W6691		FILTRO SECUNDARIO/AIRE
				20 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DE TRANSMISIÓN
				01	7T3251		RESPIRADERO DE TRANSMISIÓN
				01	1013674		SELLO DE TAPA DE VÁLVULAS
				01	6I0459		EMPAQUE DEL TERMOSTATO
				40 LTS	HIDRALUB 68		ACEITE HIDRÁULICO
				01	4W89063		TERMOSTATO
	15 LTS	MOBILTRANS 50		ACEITE DIFERENCIAL Y M / F			

NOTA: PM de 2000 horas cambiar agua al sistema de enfriamiento y agregar 2 botellas de acondicionador.

**4.6.5. Relación de pedido de repuestos para el  
mantenimiento correctivo de las maquinarias**



**PEDIDO DE REPUESTOS**

*SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A*

*Rif: J-29879792-4*

EQUIPO: Cosechadora	MODELO: COS 1
SERIAL: Fabricación propia	HORÓMETRO:

<b>PEDIDO DE REPUESTOS</b>				
Ítem	Cantidad	N de Parte	Cambio	Descripción
1	1	5P8771		KIT DE BOMBA DE AGUA
2	1	8N1489		BUJES DE BIELA
3	4	6N9916		VALVE EXHAUST
4	4	6N9915		VALVE INLET
5	4	8N3182		CYLINDER KIT
6	8	2P1662		GUIDE VALVE
7	8	6N7174		SELLOS DE VALVULAS
8	2	7M4046		BUJE ARBOL DE LEVAS
9	1	8N4110		BUJE ARBOL DE LEVAS
10	1	4W2448		BOMBA ACEITE
11	4	7M4603		CHAMBER
12	4	8M1584		SERVICE GROUP
13	1	6V2209		KIT DE EMPACADURA DE MOTOR



**SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A**

Rif: J-29879792-4

Ítem	Cant.	No Parte	Cambio	Descripción
			EQUIPO: Cargador	MODELO: 966G
			SERIAL:	HORÓMETRO:
1	3	145-1144		COIL AS
2	1	124-6662		PUMP GP-TRANSMISSION
3	2	125-8810		SPIDER & BEARING GP
4	2	153-1185		SPIDER & BEARING GP
5	2	125-8810		SPIDER & BEARING GP
6	2	125-8810		SPIDER & BEARING GP
7	1	262-4335		TRANSMISSION OVERHAUL kit
8	1	252-7038		POWER SHIFT TRANSMISSION kit
9	1	1618919		MOTOR HIDRAULICO
10	1	1154517		CORE ENGINE OIL
11	1	1767000		BOMBA DE AGUA
12	2	2577676		KIT DE VALV CONTROL FRENOS
13	1	1743091		KIT YOYSTCK
14	1	1028801		KIT YOYSTCK
15	1	1961062		FILTER GREASE
16	1	1978394		FUEL PRESSURE SENSOR
17	1	1978394		OIL PRESSURE SENSOR
18	1	1978395		INLET MANIFOLD PRESSURE
19	1	1978392		COOLANT TEMP SENSOR
20	6	2089160		INYECTORES



SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

Rif: J-29879792-4

	EQUIPO:	Motoniveladora	MODELO:	140H
	SERIAL:		HORÓMETRO:	
<b>Ítem</b>	<b>Cant.</b>	<b>No Parte</b>	<b>Cambio</b>	<b>Descripción</b>
2	1	9Y-1758		GASKET (CRANKCASE BREATHER)
3	1	109-5309		GASKET-VALVE COVER (VALVE COVER BASE)
4	1	7E-8923		KIT-CRANKSHAFT BEARING (AIR COMPRESSOR)
5	1	7E-8925		KIT-STANDARD RING (AIR COMPRESSOR)
6	1	7E-8926		KIT-CYLINDER HEAD (AIR COMPRESSOR)
7	1	150-5146		KIT-UNLOADER (AIR COMPRESSOR)
8	1	129-2181		SEAL-INTEGRAL
9	1	6V-5063		SEAL-O-RING
10	2	6V-3251		SEAL-O-RING
11	1	6V-6609		SEAL-O-RING
12	1	222-2060		PUMP GP-FUEL TRANSFER
13	1	3J-1907		SEAL-O-RING
14	1	252-9685		GASKET
15	2	1P-0436		GASKET (FUEL PRIMING PUMP)(COVER)
16	1	137-5541		PUMP GP-FUEL PRIMING
17	1	061-7539		SEAL-O-RING
18	2	229-3218		VALVE AS
19	2	5T-1362		SPIDER & BEARING AS
20	1	218-9894		COIL AS (24-VOLT)
21	2	1J-9671		SEAL-O-RING
22	2	246-5926		SEAL KIT-H.CYL-1
23	3	238-4462		SEAL KIT-H.CYL-1
24	1	233-9204		SEAL KIT-H.CYL-1
25	2	227-5350		SEAL KIT-H.CYL-1
26	2	246-5916		SEAL KIT-H.CYL-1
27	1	228-1778		SEAL KIT-H.CYL-1
28	1	6y8764		BOMBA DE TRASMISIÓN



**SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A**

Rif : J-29879792-4

		EQUIPO:	Cargador	MODELO:	950B
		SERIAL:	65R	HORÓMETRO:	
Ítem	Cant.	No Parte	Cambio	Descripción	
1	1	8H2810		CASE AS FILTER	
2	1	8h2778		GASKET	
3	1	1W1695		PUMP GP	
4	1	4N0429		GEAR PUMP	
5	4	7N5301		PUMP AS FUEL	
6	4	8N7005		INJECTOR	
7	1	7N4651		TURBOCARGADOR	
8	1	5P8771		KIT DE BOMBA DE AGUA	
9	4	8N1489		BUJES DE BIELA	
10	4	2W6091		KIT RING PISTON	
11	8	1S9543		RETENEDOR PIN	
12	12	5S6670		SEAL O RING	
13	4	2W6144		BAND FILLER	
14	4	6N9916		VALVE EXHAUST	
15	4	6N9915		VALVE INLET	
17	8	2P1662		GUIDE VALVE	
18	8	6N7174		SELLOS DE VALVULAS	
19	2	7M4046		BUJE ARBOL DE LEVAS	
20	1	8N4110		BUJE ARBOL DE LEVAS	
21	1	4W2448		BOMBA ACEITE	
22	2	6V5408		KIT CENTRAL LOWER	
23	2	6V1549		KIT FRONTAL STRUCTURE	
24	2	6V4780		KIT FUEL	
25	2	6V5409		KIT OILCOOLER	
26	2	6V1550		KIT REAR STRUCTURE	
27	1	5P8768		KIT SINGLE CILINDER HEAD	
28	1	6V0261		KIT TURBOCHARGER	
29	1	6V4750		KIT WATER PUMP	
30	1	2165338		KIT OVERHAUL	
31	1	5V4732		CABLE DE VELOCIDADES	
32	1	5V4734		CABLE DE VELOCIDADES	
33	1	7G4856		BOMBA DE CAJA	
34	2	2450585		KIT DE GATO INCLINACION	
35	2	4T2626		KIT GATO LEVANTE	
36	2	2401661		KIT DIRECCION	
37	1	8J0498		BOMBA HIDRAULICA	
38	4	6E3274		EMPACADURA DE MANIFOLD ESCAPE	



**SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A**

Rif : J-29879792-4

EQUIPO :	Motoniveladora	MODELO:	140G
SERIAL:	72V08086	HORÓMETRO :	7565

Ítem	Cant.	No Parte	Cambio	Descripción
1	1	7N7747		TURBO ALIMENTADOR
2	1	7n-3486		MANIFOLD DE ESCAPE
3	6	8S-8258		GASKET
4	10	7S-6719		STUD
5	2	2M-2488		STUD
6	12	1B-5355		NUT
7	1	9M-6527		WASHER HARD
8	11	8M-7145		WASHER
9	1	7N-0619		PULLEY FAN
10	1	9S-6129		PULLEY ALTERNATOR DRIVE
11	1	3P-0165		PULLEY DRIVE
12	1	1W-6473		COMPRESOR
13	1	7N-9195		GOBERNADOR
14	1	2P-7761		TUBE-AS
15	2	5K-9240		ELBOW
16	1	2V4331		COLLAR
17	1	5k0984		BEARING
18	1	4G0607		PIN
19	2	5k0983		SEAL
20	1	5k0871		PIN
21	1	5k0987		SPACER
22	1	5k0988		SHIM
23	1	5k0985		BEARING ASSEM
24	1	4k6781		SPACER
25	1	4k7464		SHIM
26	2	4k7463		RETEN
27	1	4k8659		BEARING
28	2	7D-8913		SOCKET
29	8	9D6582		SEAL
30	2	1A1135		BOLT
31	2	0S1625		BOLT
32	4	8D4766		PIN
33	4	8D7067		BEARING
34	4	3B4510		LOCKWASHER

35	2	8T1373		KIT SEAL
36	1	8H-2810		CASE AS FILTER
37	1	8H-2778		GASKET
38	1	1W-1695		PUMP GP-FUEL TRANSFER
39	1	4N-0429		GEAR PUMP
40	6	7N-5301		PUMP-AS-FUEL
41	6	8N-7005		INYECTOR
42	6	8N-1489		BUJE DE BIELAS
43	6	4P-8132		PISTÓN
44	6	2W-6091		KIT RING PISTÓN
45	6	7N-9805		PIN PISTÓN
46	12	1S-9543		RETENEDOR DE PIN
47	18	5S-6670		SEAL-O-RING
48	6	110-5800		LINER-CYLINDER
49	6	2W-6144		BAND-FILLER
50	6	6N-9916		VALVE EXHAUST
51	6	6N-9915		VALVE INLET
52	12	2P-1262		GUIDE VALVE
53	12	6N-7174		SELLOS DE VÁLVULAS
54	4	7M4046		BUJE DE LEVAS
55	1	8N4110		BUJE DE LEVAS
56	1	4W-2448		BOMBA DE ACEITE
57	1	5P-8771		KIT DE BOMBA DE AGUA
58	1	6v1682		KIT INSTALACIÓN COMPRESSOR
59	1	5p9455		KIT CENTRAL & LOWER
60	1	6V1549		KIT FRONT STRUCTURE
61	1	6V2972		KIT FUEL
62	1	6v2515		KIT OVERHAUL
63	1	1383069		KIT REAR STRUCTURE
64	1	6v2971		KIT SINGLE CILINDER HEAD
65	1	6v0261		KIT TURBOCHARGER MOUNTING
66	1	2084836		KIT WATERPUMP INSTALLATION
67	1	2882552		KIT OVERHAUL
68	1	8D-5287		CABLE VELOCIDADES
69	1	9D-2641		SPRING
70	1	3P0891		BOMBA DE CAJA
71	26	4M-8303		SEAL
72	14	4J-5351		SEAL
73	14	8J-1699		SEAL
74	14	6J-3134		SEAL
75	1	8j0498		BOMBA HIDRÁULICA
76	4	064-3274		MOUNT
77	2	8T1397		KIT DIRECCIÓN
78	2	8T1372		KIT DIRECCIÓN INCLINACIÓN



#### **4.6.6. Implementar el área del taller central para intervenir los equipos y componentes tanto en taller como en campo**

La implementación implicó la adquisición de materiales y equipos para garantizar la operatividad de dicho proceso, para poder atender al cliente, en las diferentes áreas del Taller Central de Produsal y el trabajo de campo. Así como un equipo técnico especializado.

##### **Oficina de Mantenimiento**

- Escritorio
- Silla gerencial implementación del taller
- Archivador
- Computador
- Impresora
- Teléfono

##### **Almacén de Herramientas**

- Caja de herramientas Livianas
- Caja de herramientas pesadas
- Herramientas de diagnóstico
- Manómetro de presión de aceite hasta 10,000 psi
- Pistola infrarroja de temperatura hasta 550°C.
- Sistema de diagnóstico Caterpillar SIS. ET.
- Gatas de 10 toneladas, 20 30 y 50 toneladas
- Taladro de manual de hasta 1/2"
- Pistola de neumática de 1/2"
- Pistola neumática de encaje 3/4"
- Dados de impacto encaje de 3/4 "
- Dados de Impacto de encaje de 1"
- Torquimetro de encaje de 1/2" de hasta 250 lb-pie

- Torquimetro de encaje de ¾" de hasta 500 lb-pie
- 2 Camioneta pick up modelo C10 Chevrolet
- 1 Camioneta Hi lux 4x4 doble cabina.

**Taller de soldadura:**

Una Maquina de soldar      Equipo de Oxicorte.  
 2 Esmeril de 4 ½"              Esmeril de 7"  
 1 Tronzadora de 14"          Tornillo de banco N° 8  
 Tornillo de Banco N° 6          Horno de Mantenimiento de  
 electrodos.  
 Compresor de aire de 150 litros de 3hp Pistola de pintar

**Estantería de ubicación de herramientas y repuestos consumibles.**

Equipo de oxicorte.  
 Bomba de trasegar combustible  
 Bomba de trasegar aceites.

**Cuadros de control de mantenimiento**

Listado de mantenimiento básico x equipo  
 Listado de mantenimiento programado x equipo.  
 Cuadro de vida útil de componentes por equipo  
 Cuadro de control de horas de operación por equipo.

**Listado de materiales y consumibles por equipo y en general:**

Aceite motor                                      Aceite hidráulico  
 Aceite de transmisión                      Refrigerante.

**Personal del taller de mantenimiento**

**Gerente de Operaciones**  
**Jefe de mantenimiento**

- + Mecánico de taller
- + Mecánico de campo
- + Electricista
- + Soldador
- + Pintor

### **Función del Gerente de operaciones**

Velar por el fiel cumplimiento lo establecido en el contrato de mantenimiento adquirido por la empresa.

Coordinar los trabajos de mantenimiento y reparaciones con la gerencia de operación y mantenimiento del cliente, establecer funciones y coordinar con el jefe de mantenimiento la implementación y desarrollo de las actividades preestablecidas para cumplir con los compromisos adquiridos en las reuniones con la gerencia de operaciones y mantenimiento.

### **Función del jefe de mantenimiento**

Coordinar con los mecánicos y electricistas el cumplimiento con el plan de mantenimiento establecido con la gerencia de operaciones.

Evaluar los informes diarios y semanales para crear los backs log y planificar las próximas paradas de los equipos, revisar los informes de los PMs chequear los informes del ET. Realizar la planificación de los Pms, de 250, 500 750. 1000 horas 2000 horas, planificar los overhaul a los equipos y motores que lo ameriten de acuerdo a sus horas de operación.

### **Función de Mecánico de Maquinaria**

Verificar en el campo el funcionamiento adecuado de los equipos, hacer el Chequeo diario de los niveles de aceite, seguimiento del correcto funcionamiento de las maquinarias

coordinar con el Operador, del equipo, así como el supervisor de operaciones el desempeño del equipo.

### **Función de Soldador**

Verificar conjuntamente con el jefe de mantenimiento las inspecciones de las estructuras de las maquinarias para verificar posibles rajaduras de uniones que fallan por desgaste, roturas, planificar la intervención a corto mediano o largo plazo de acuerdo lo que se amerita realizar o planificarlo cuando se realice siempre y cuando no ponga en riesgo la operatividad de la maquinaria.

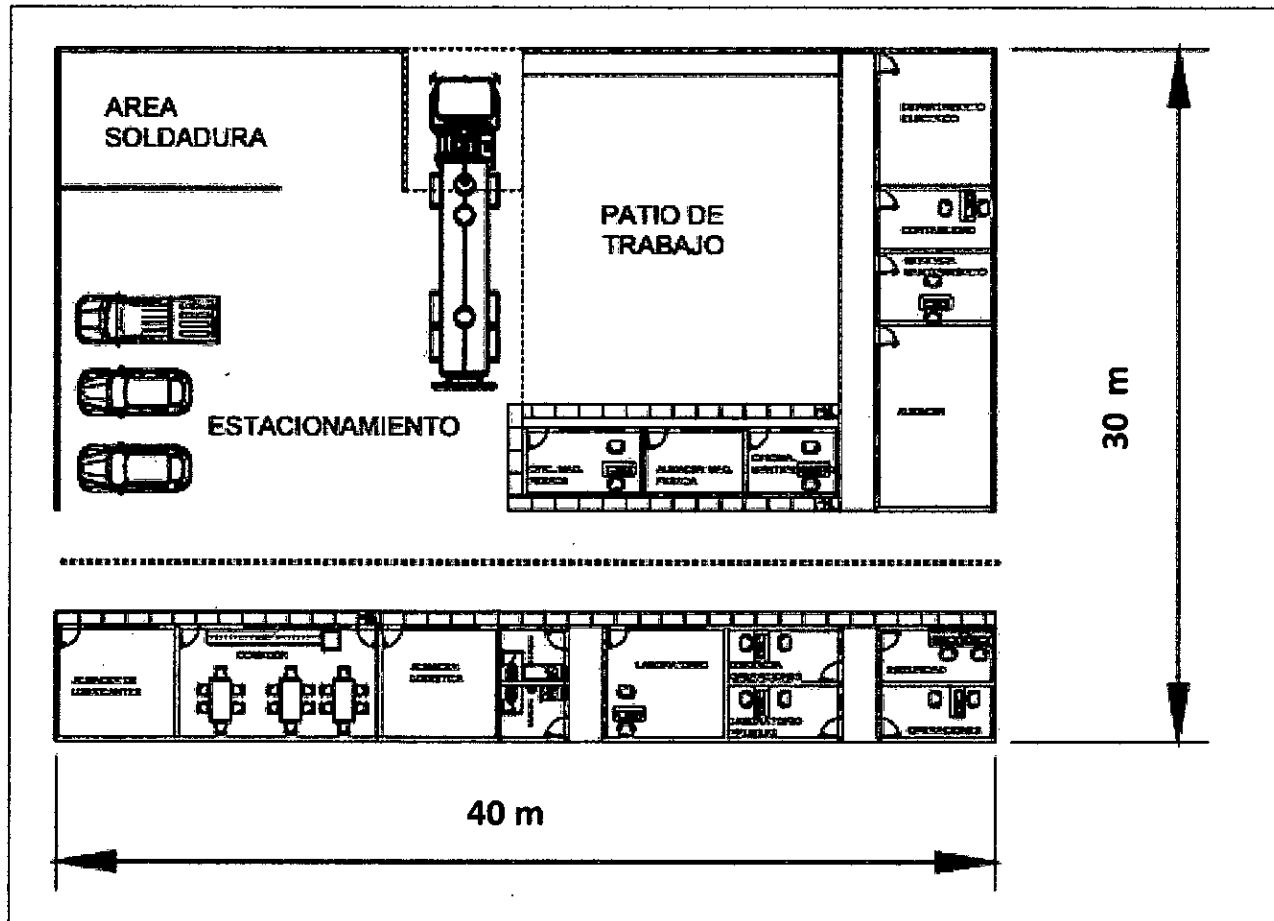
### **Función del Electricista.**

Evaluar el sistema eléctrico comprobar el funcionamiento de los elementos; baterías cables, Motor de arranque, alternador, tablero de control, luces de cabina, faros delanteros, faros posteriores, alarma de retroceso, comprobar carga de alternador, el buen funcionamiento de los sensores del sistema eléctrico en general, reportarlo al ingeniero de mantenimiento de la empresa.

### **Función del Pintor**

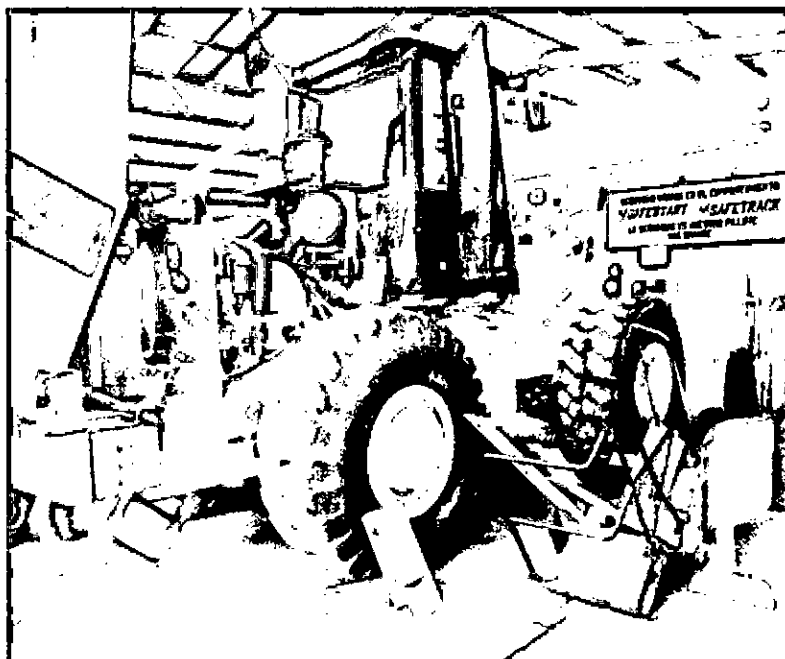
Coordinar con el jefe de mantenimiento las inspecciones de los elementos de desgaste en las maquinarias y componentes, hacer su requerimiento de base y solventes para la protección de la superficie el ambiente salino hace más propenso al envejecimiento prematuro de la superficie de los equipos así como los componentes. El mantenimiento de la superficie mismo es riguroso por el ambiente salino de la operación.

Figura 4.18. Plano de Planta del Taller



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

**Figura 4.19.** Implementación del área del taller



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

**Figura 4.20.** Protección anticorrosiva a componente cargador 966G



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

#### **4.6.7. Generar procedimientos de reparación de equipos y componentes**

##### **Aplicación de los mantenimientos preventivos PM**

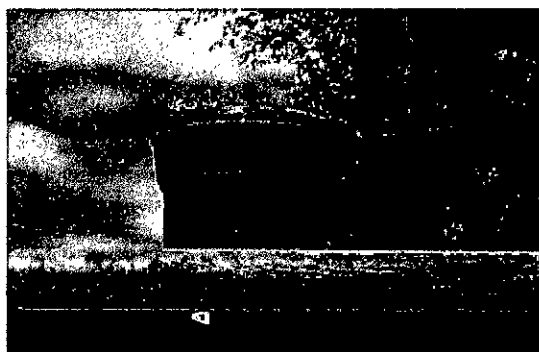
Los fabricantes de maquinaria y equipos proporcionan especificaciones del funcionamiento, temperaturas de operación, presiones de aceites, velocidad máxima e instrucciones mecánicas precisas para el montaje. Estas especificaciones deben de ser observadas, ya que la lubricación no corrige defectos mecánicos.

- **Cuando sea necesario**

Los servicios que se deben hacer a las máquinas, son aquellos en que se realizan operaciones que no están programadas específicamente en un tiempo determinado.

Limpiar el sistema de admisión de aire del motor y reemplazar los elementos, si es necesario. Es conveniente que se inspeccione la rejilla de admisión de aire (Fig. 4.20), para ver si tiene una acumulación de polvo o basura, así como también las tuberías del ante filtro.

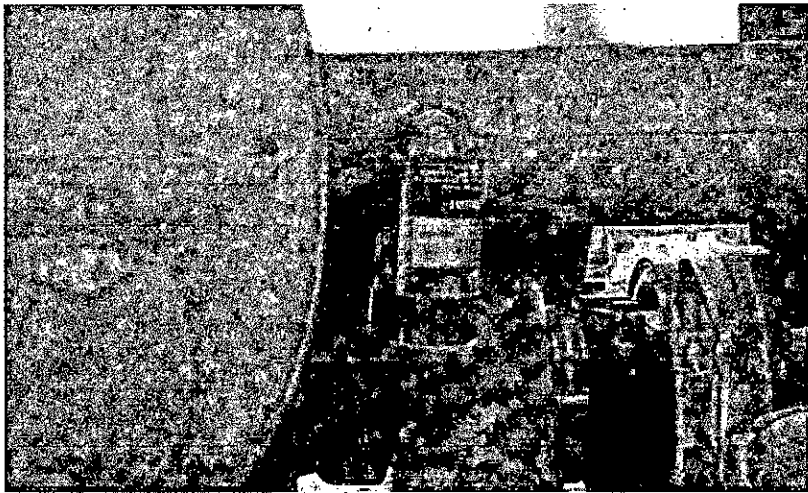
**Figura 4.21.** Rejilla de admisión de aire del cargador 950B



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Los filtros de aire de algunas máquinas poseen un indicador de servicio bicolor (Fig. 4.22), el cual indica cuando el filtro de aire primario y secundario se encuentra sucio, obstruido o necesita cambio; esto se muestra cuando el pistón amarillo del indicador de servicio entra en la zona roja.

**Figura 4.22.** Indicador de filtro Motoniveladora 140G



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

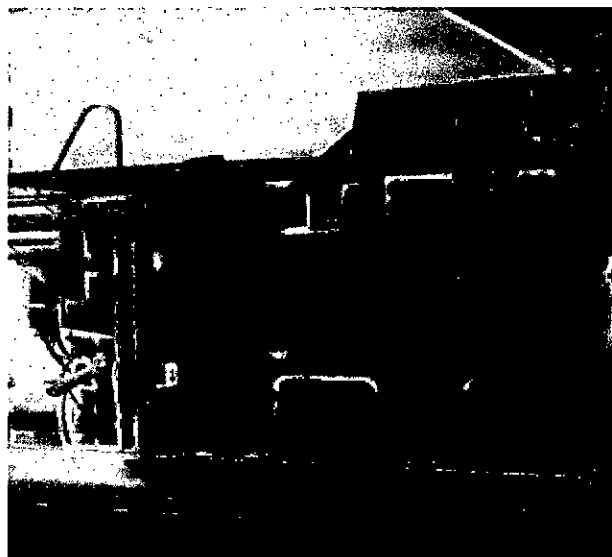
Se quita el filtro de aire primario (Fig. 4.23), se limpia el interior de la caja del filtro, así como su tapadera y se puede proceder a limpiar el filtro primario con aire comprimido a un máximo de 30 lb/pul<sup>2</sup>; se dirige el aire a lo largo del interior y luego en el exterior de los pliegues del elemento, con agua a presión a un máximo de 40 lb/pul<sup>2</sup>, o lavándolos con detergente en un recipiente, teniendo el cuidado de que este esté completamente seco a la hora de instalarlo. Es necesario que después de limpiado se inspeccione el filtro, para comprobar que no tenga pliegues, juntas o sellos dañados porque pueden dañar el motor.



Al haber terminado las operaciones anteriores, se procede a instalarlo y se oprime un botón en la parte interior del indicador para ajustarlo nuevamente. Si el pistón amarillo del indicador de servicio del filtro entra en la zona roja después de arrancar el motor, o el humo de escape sale aun negro después de instalado el filtro limpio, es necesario instalar otro filtro primario nuevo. También es recomendable cambiar el filtro primario, después de haberlo limpiado un máximo de seis veces o cada año.

El filtro secundario (Fig. 4.23) es recomendable que se cambie cuando se ha instalado un filtro primario que esté limpio y en perfectas condiciones; y el pistón amarillo del indicador de servicio entra en la zona roja; también se podrá remplazar cuando se dé servicio al elemento primario por tercera vez. No es recomendable reutilizar el filtro secundario, aunque se haya limpiado.

**Figura 4.23.** Filtro de aire excavadora 330CL



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Los fusibles protegen el sistema eléctrico contra daños causados por sobrecargas en los circuitos. Es necesario reemplazar todo fusible que haya sido separado del filamento; tiene que ser este del mismo tipo y tamaño, pero si se separa del filamento de un fusible nuevo, es recomendable inspeccionar y revisar el circuito.

Las cuchillas, protectores (gavilanes, cantoneras), casquillos o dientes, protectores de dientes, son herramientas de corte en la maquinaria, con los cuales se hace el corte, desgaste y la reparación del terreno, en donde se esté realizando un trabajo de movimiento de tierras. Las cuchillas en la excavadora y las motoniveladoras es necesario voltearlas, si aún no tiene desgastado el lado opuesto o reemplazarlas si ya lo están, para no dañar la mesa o cuchilla. En los cargadores y en las maquinas con ripper, los casquillos o dientes es conveniente cambiarlos antes que dañen las bases de los dientes de los cucharones o el vástago en el ripper.

El núcleo del radiador es necesario limpiarlo, tan a menudo como sea necesario, según el estado del radiador, para sacarle el polvo, hojas y basura en general. Se puede utilizar aire comprimido, agua a alta presión o vapor. Si el motor de la máquina está calentando mucho, puede ser una causa de la suciedad en el núcleo del radiador, o que el tapón del radiador no esté sellando bien; en tal caso, es necesario cambiar el tapón.

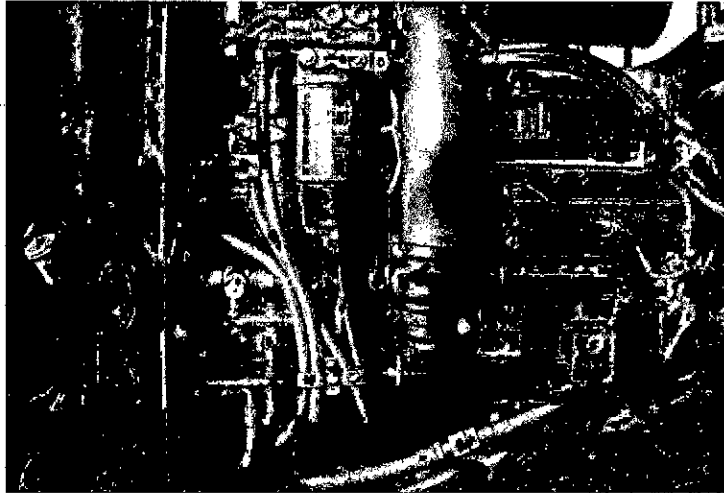
- **Diariamente o cada 10 horas**

En el servicio diario, se tiene que realizar una inspección alrededor de la máquina para mantener un estricto control respecto a fugas; se necesita que se encuentre la causa y se corrijan las fugas. Se deben reparar las fugas que se encuentran en el compartimiento del motor; inspeccionando alrededor de todos los sellos. También se debe

verificar los niveles de los fluidos y con mayor frecuencia en los que se creen o se sabe que hay fugas.

El nivel de aceite en el motor (Fig. 4.24) no debe de sobrepasarse; si lo hace puede causar averías en el motor. La varilla de medición y el tapón de llenado del aceite del cárter están en lado derecho de los motores. Se puede hacer la medición con el motor funcionando; al estar el aceite a la temperatura normal de operación, debe estar el nivel de aceite entre las marcas ADD (añadir) y Full (lleno) del lado motor funcionando (engine running) de la varilla de medición. Con el motor parado, se debe mantener el nivel del aceite entre las marcas low (bajo) y full (lleno) del lado del motor parado (engine stopped).

**Figura 4.24.** Nivel de aceite de motor Motoniveladora 140H



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Se debe inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en el sistema hidráulico, como son: las mangueras, sellos, bridas, los cilindros y el mecanismo de accesorio para determinar si tienen averías o desgaste excesivo. El nivel de aceite hidráulico en las máquinas se tiene que medir, a través de una mirilla de vidrio en el

tanque que muestra el aceite y que se tiene que mantener entre las marcas de añadir y lleno (Fig. 4.25). Todas las máquinas deben de tener sus equipos sin presión hidráulica, es decir, sin estar operando; en los tractores, la hoja y el desgarrador se mantienen en el suelo y en los cargadores se baja el cucharón al suelo.

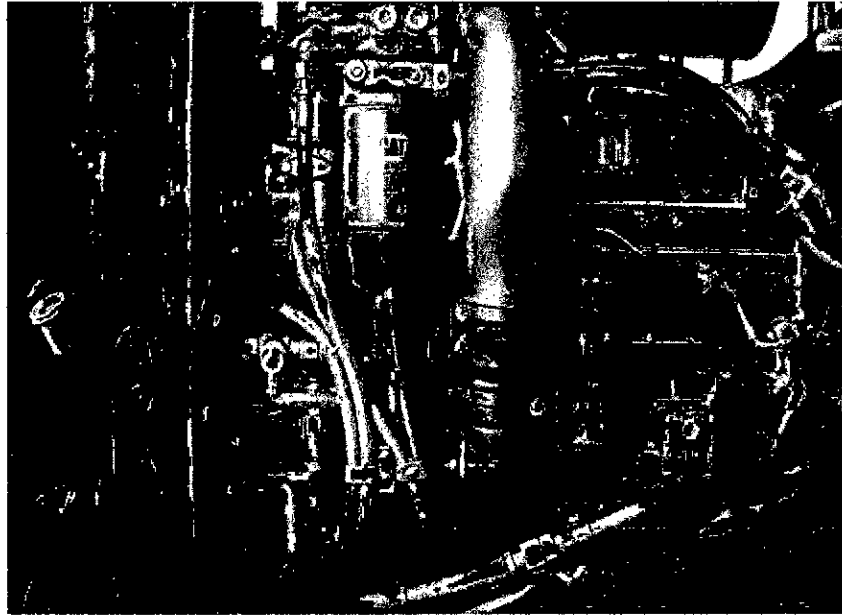
**Figura 4.25. Nivel de aceite hidráulico Cargador 950B**



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en la transmisión, alrededor de todos los sellos, tapas y de las mangueras de la transmisión, así como también todas las fugas que se pueden encontrar en los mandos finales. El nivel de aceite de la transmisión se verifica con el aceite a la temperatura normal de operación, y se debe mantener entre las marcas de bajo y lleno del lado baja en vacío (low idle) de la varilla de medición (Fig. 4.26). Agregar aceite si es necesario por medio del tapón de llenado.

**Figura 4.26. Nivel de aceite de la transmisión Motoniveladora 140H**



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Se deben revisar las herramientas de corte; las superficies de las hojas y la de los desgarradores, para ver si tienen averías o desgaste excesivo, y así realizar las reparaciones necesarias.

En el sistema eléctrico, se inspecciona las luces, para ver si tiene bombillos quemados, lentes rotos, los protectores de las luces y guardas dañados, así como también los indicadores, medidores y bocinas.

Se debe inspeccionar y reparar toda fuga que se encuentre en el sistema de enfriamiento, como las mangueras, las aletas del radiador, la tapa del radiador y el área de drenaje. Se debe de inspeccionar el núcleo del radiador, para ver si tiene basura y limpiarlo, si es necesario, con aire comprimido de preferencia o se puede usar agua a presión.

El tanque de combustible se tiene que drenar, para eliminar la humedad y sedimentos. La válvula se encuentra en la parte inferior del tanque de combustible.

Se debe de inspeccionar visualmente las cadenas, para ver si hay acumulación excesiva de tierra en los componentes de las cadenas, y ver si están excesivamente desgastadas, y de esa manera reparar las cadenas dañadas. Es necesario apretar todo perno flojo y remplazar los que falten.

- **Semanalmente o cada 50 horas**

La excavadora es la única máquina que se encuentran en el área de las vías que cuentan con tren de rodaje. El tren de rodaje es de suma importancia y es necesario conservarlo para extender la vida útil y evitar un exceso de paralizaciones. Se debe de prestar atención, para ver si se oye ruidos las cadenas. El ruido de las cadenas puede indicar que las juntas de las cadenas están secas. Inmediatamente después de operar la máquina, se recomienda que se inspeccione una vez por semana las cadenas para determinar si hay juntas secas; es necesario tocarlas ligeramente con el dorso de la mano el extremo de cadena pasador o buje y poder hacerle una marca a todas las juntas que se sienta demasiado calientes al tocarlas. No es recomendable golpear los extremos de los pasadores con un mazo, para aflojar las juntas de las cadenas, porque se puede crear demasiado juego en la junta de la cadena y causar fallas prematuras.

Es necesario que a los cargadores, motoniveladoras y excavadora se les pueda lubricar semanalmente todas las conexiones con grasa, especialmente aquellas en donde existe un cojinete funcionando o bushing y, en especial, los equipos que movilizan las herramientas de corte y carga. Se debe de limpiar la conexión o graseras y poder aplicar la grasa hasta observar que se aplicó la cantidad exacta al ver salir el exceso.

- **Mensualmente o cada 250 horas**

En el período de servicio mensual o cada 250 horas, el cambio de aceite del motor es factor esencial en la conservación de los motores. Es esencial prestar importancia para no sobre pasarse, ya que las partes internas del motor pueden sufrir daño.

Para hacerle el cambio de aceite, se quita la tapa de acceso ubicada en la gabacha o protector que se encuentra por debajo del motor; se quita el tornillo para drenar el aceite para ser recibido en un recipiente, luego se le quita el filtro de aceite con su sello que se encuentran en la parte derecha del motor para poder liberar la presión, y se puede añadir un poco de aire a presión para sacar todo el aceite; se coloca el tornillo de drenaje del motor y se coloca su tapadera; se limpia la base del filtro y se coloca un sello nuevo untándolo con un poco de aceite al filtro nuevo, luego se instala el filtro nuevo con la mano, hasta que la empaquetadura toque la base del filtro, y se le añade ¼ de vuelta más.

Para añadirle el aceite nuevo al cárter, se quita la tapa de llenado que se encuentra a la par de la varilla de



medición. Hay que consultar la tabla de capacidad de llenado indicado para cada máquina; limpie e instale la tapa de llenado. Siempre hay que medir el aceite con la varilla de medición para asegurarse que la cantidad que se añade es la correcta. Con el motor en baja y en vacío, con la temperatura normal de operación, hay que mantener el nivel de aceite entre las marcas añadir y lleno de la varilla de medición.

Es necesario que se verifique la tapa del radiador, para comprobar que no está dañado el empaque y que no existe ninguna fuga en él.

En la excavadora 330CL se tienen que verificar el nivel del aceite de los mandos finales, quitando el tapón de llenado que se encuentra en la parte lateral del housing del mando final, el aceite debe de estar por el fondo de la abertura de llenado. Se tienen que posicionar los mandos independientemente, de manera que el tapón de llenado de aceite quede horizontalmente con la marca de nivel de aceite; se saca el tapón de llenado, el nivel del aceite debe estar por el fondo de la abertura de llenado, entonces se le agrega aceite y, si es necesario, se limpia el imán del tapón y se instala.

El sistema de frenos en la maquinaria juega un papel de suma importancia, ya que de ello depende la seguridad del operador, como también la de las personas que trabajan cerca de ellas. Los frenos se pueden probar en una superficie horizontal y seca, teniendo el cuidado que no haya personas ni

obstáculos en el área alrededor del equipo. Una manera de probar los frenos es de la siguiente manera: se arranca el motor, se levantan todos los accesorios, se conecta el freno de servicio y se suelta el freno de estacionamiento, luego se coloca la palanca en la segunda velocidad de avance y se aumenta gradualmente la velocidad del motor a alta en vacío.

No debe de moverse la máquina. Si la máquina se movió al probar los frenos, entonces se debe de chequear.

En el tren de rodaje, las cadenas deben de ser ajustadas; antes de medir la comba de la cadena, hay que dejar que la máquina se pare sola mientras se mueve en avance. No hay que pararla con los frenos, hay que cerciorarse de que la cadena quede apretada entre la rueda motriz y la rueda guía. Para hacer el ajuste de la cadena, es recomendable leer el tema del tren de rodaje.

En los cargadores se debe nivelar el líquido de frenos; hay que revisar los chamber para comprobar que no tenga ninguna fuga y se inspecciona el freno de parqueo.

Se debe inspeccionar el estado de las correas del ventilador y del radiador, y remplazar las correas que estén desgastadas o dañadas. Así también, se debe de lubricar las poleas y piñón del mando del ventilador como también todas las conexiones de engrase.

En las baterías convencionales hay que comprobar el nivel de electrolito cada 100 horas; en baterías de bajo mantenimiento hay que comprobar el nivel del electrolito cada 250 horas y las baterías libres de mantenimiento no necesitan del mismo. Es necesario que se les haga, también a las baterías, una limpieza a la parte superior de las mismas, con un trapo limpio, mantener los bornes limpios y untados con grasa o vaselina para evitar el sarro. En temperaturas extremas, es necesario verificar semanalmente las celdas por que las baterías pueden usar destilada.

El filtro y el aceite de la transmisión en algunas de las máquinas es recomendable que sea cambiado cada mes, como es el caso de la excavadora, pero en los cargadores y motoniveladoras, lo que se hace es nivelar el aceite. Si hay algún desperfecto en el sistema de la transmisión, es necesario que se atendido.

- **Trimestralmente o cada 500 horas**

El filtro y el aceite de la transmisión en algunas de las máquinas es recomendable que sea cambiado cada tres meses, sin embargo, cualquier irregularidad en el sistema hidráulico que pueda causar daño a la máquina es necesario que sea atendido de inmediato. Esto se hace si se observa que la máquina no está trabajando en óptimas condiciones y el indicador muestre un aumento en la temperatura.

El aumento de la temperatura son signos de que pueda haber problemas en los filtros, que haya una fuga

interna en la transmisión, que una bomba no esté trabajando bien; es entonces necesario hacer el servicio antes del tiempo estimado y se repararan las fallas.

Se procede a drenar el aceite de la transmisión y del convertidor par; se quita el filtro, se lava el porta elemento del filtro con disolvente limpio, se limpia la base del filtro, se instala un filtro nuevo, se cierra el tapón por donde se sacó el aceite en la parte baja de la trasmisión, luego se le administra el aceite según su tabla de capacidad de llenado.

Se arranca el motor dejándolo a baja en vacío y el aceite a la temperatura normal de operación; se debe mantener el nivel de aceite entre las marcas bajo y lleno de la varilla de medición. Se le añade aceite por el tubo de llenado si es necesario.

Para el sistema de trasmisión, para evitar que partículas de desgaste de los mandos finales lleguen directamente a las bombas y filtro, se emplean unos filtros imantados, los cuales se deben de lavar. Se quita la tapa, el imán, la rejilla y se lavan con disolvente limpio. Se instala la rejilla e imán limpios; se inspecciona el sello de la tapa y se remplaza si es necesario. Se procede a instalar su tapadera.

En el sistema de combustible, se tiene que hacer limpieza del elemento primario del filtro (Fig. 4.27). Se tiene que cerrar la válvula de toma de combustible,

para evitar la entrada de combustible al motor. En algunas máquinas, como la excavadora 330CL los cargadores 950B 966G y los patrol 140H, 140G se quita el porta elemento con su elemento, se saca el elemento del porta elemento y se lava; se seca el elemento con aire comprimido, se inspecciona el sello y se reemplaza, si está dañado, luego, se introduce el elemento limpio.

En excavadora 330CL, se puede drenar el agua sin quitar el filtro o trampa de agua aflojando la válvula de drenado que está incorporada en él, en la parte de abajo.

**Figura 4.27.** Filtro primario de petróleo separador de agua



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

El elemento secundario del filtro de combustible si es necesario que se cambie, ya que este es desechable y necesita ser remplazado por uno nuevo. Se saca y descarta correctamente el elemento usado del filtro, se

limpia la base de montaje del elemento del filtro, hay que cerciorarse de haber quitado todo el sello usado; a continuación, se unta el sello nuevo con diésel limpio para colocarlo al filtro nuevo, se instala el nuevo elemento del filtro con la mano, y cuando el sello toque la base, se debe de añadir  $\frac{3}{4}$  de vuelta, entonces ya se puede abrir la válvula de la toma del combustible. Se tiene que cebar (alimentar) el sistema de combustible.

Para poder efectuar el cebado del sistema de combustible, se debe sacar el embolo de la bomba de cebado, se opera la bomba para llenar de combustible los elementos nuevos del filtro, se continúa bombeando hasta que se sienta resistencia, indicando que se llenaron los elementos de combustible, entonces se empuja hacia abajo el émbolo de la bomba de cebado, se arranca el motor, y se ve si hay alguna fuga alrededor de los elementos del filtro. Si no arranca el motor, es porque hay aire atrapado en las tuberías de combustible al motor. Se deben aflojar todas las tuberías de inyección de combustible en la culata de cilindros del motor, con la palanca de aceleración en baja en vacío, se gira el interruptor de arranque, hasta que fluya combustible sin burbujas de aire por todas las tuberías de combustible, luego se para el motor y aprietan las tuercas de las tuberías de combustible.

En el tanque de combustible, se debe limpiar la tapa y el colador, hay que quitar la tapa de llenado del tanque de combustible y el colador; se desarma la tapa del tanque de combustible, se lava la tapa y el colador con

disolvente limpio, se inspecciona el sello de la tapa del tanque y se reemplaza si está dañado, después se unta un poco de aceite en los componentes de la tapa y se arma e instala.

- **Semestralmente o cada 1000 horas**

En el servicio semestral, se debe quitar y limpiar el filtro magnético con un disolvente limpio, para eliminar toda partícula metálica que haya sido atraída a él, y se limpia también su tapadera. En el sistema de transmisión, es necesario drenar el aceite y cambiar el elemento de filtro; se recomienda operar la máquina lo suficiente para que se caliente el aceite del tren de fuerza, y así sea más fácil que salga el mismo. La máquina debe estar en un suelo horizontal, se bajan los accesorios al suelo y se aplica una ligera presión hacia abajo. Es necesario desmontar el protector inferior trasero para tener acceso al drenaje.

Se tiene que quitar los tapones para drenar el aceite que se encuentra en la parte inferior del convertidor de par y la transmisión, se recoge el aceite en un recipiente adecuado. Se debe de cambiar el elemento de filtro; se recomienda revisar el periodo de servicio trimestralmente o cada 500 horas.

Se procede a llenar de aceite; es necesario consultar la tabla de capacidad de llenado para la máquina, a la cual se le está haciendo el servicio, y comprobar siempre el nivel de aceite con la varilla de medición

para cerciorarse de que la cantidad de aceite sea la correcta.

Con el motor a baja en vacío y que el aceite se encuentre en la temperatura normal de operación; hay que mantener el nivel de aceite entre las marcas añadir y lleno de la varilla de medición. Se debe volver a instalar el protector inferior trasero. Se debe inspeccionar la estructura de protección en caso de vuelcos, para ver si hay pernos flojos o dañados, y remplazar los pernos averiados o faltantes.

El sistema hidráulico en la maquinaria desempeña la tarea de establecer que todas las herramientas de trabajo y accesorios puedan operar en las máquinas en perfectas condiciones; para ello, se debe prestar atención a los problemas de fugas; porque puede hacer que se quede sin aceite hidráulico el sistema, y se pueda dañar alguna de las bombas y válvulas de mandos. Puede existir calentamiento, que sea provocado por la suciedad o taponamiento de los filtros. Es necesario que todo el sistema hidráulico sea cambiado. Se drena todo el aceite hidráulico que se encuentra dentro del tanque, se quita un tapón que se encuentra en la parte inferior del tanque, se recibe el aceite en un recipiente y se cambian los filtros hidráulicos que se encuentran dentro del mismo; se coloca nuevamente el tapón del tanque después de haber drenado el aceite. Se procede entonces a aplicar el aceite nuevo, siempre tomando como referencia la tabla de capacidad de llenado para la máquina, a la cual se le está haciendo el servicio y verificando con la



mirilla que se encuentra en el tanque. Tienen que estar los equipos sin estar operando y el aceite entre las marcas de lleno y añadir. Se debe de lavar la rejilla que impide que entre alguna basura al tanque y, si es necesario, se reemplaza el sello del tapón de llenado del tanque hidráulico.

El respiradero en los motores se recomienda que sea limpiado y que sea cambiado su sello de la tapa, si es usado es dañado. Se debe de lavar el elemento y el conjunto de tapa con un disolvente limpio. Se debe de sacudir o usar aire a presión, para secar el elemento del respiradero.

En el sistema hidráulico, se tiene que eliminar el aceite del tanque y sus filtros, instalar nuevos filtros, limpiar la rejilla de acceso de aceite al tanque y añadirle el aceite indicado. Se debe de verificar el servicio de 500 horas y consultar la tabla de capacidad de llenado de la máquina, a la cual se le está haciendo el servicio.

- **Anualmente o cada 2000 horas**

Al sistema de refrigeración se le hace su servicio, drenando el refrigerante por medio de la válvula que se encuentra en la parte inferior del radiador, pero antes hay que quitar el tapón del radiador para liberar la presión; se debe de quitar el enfriador de aceite y limpiarlo. Se coloca el enfriador de aceite y se cierra la válvula de drenado y se agrega el anticongelante en una relación de 2 partes de agua a 1 de anticongelante.

En los cargadores, se debe de hacerle cambio de aceite a los mandos finales y diferenciales de los ejes delanteros y traseros.

El cambio de aceite a los mandos finales (Fig. 4.28) se le hace colocando el tapón de llenado y drenaje en la parte inferior. Se quita el tapón y se drena el aceite en un recipiente adecuado. Para llenarlo, se coloca el orificio del tapón en posición horizontal y se le añade aceite, hasta que llegue a las roscas del orificio del tapón, luego se coloca el tapón. Se debe de consultar la tabla de capacidad de llenado. Se sigue el mismo procedimiento para los otros mandos.

**Figura 4.28.** Drenaje y llenado de aceite de mandos finales en un cargador 950B



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Al diferencial delantero (Fig. 4.28) se le drena su aceite; se quita el tapón que se encuentra en la parte inferior del diferencial, se deposita el aceite en un recipiente adecuado, se limpia el tapón y se vuelve a colocar. Para llenar de nuevo el aceite, se quita el tapón de

llenado y se le añade aceite hasta que el aceite llegue a las roscas del tapón de llenado y se consulta la tabla de capacidad de llenado.

**Figura 4.29.** Llenado de aceite del diferencial trasero cargador 950B



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

**Figura 4.30.** Drenaje y llenado de aceite del diferencial delantero cargador 966G

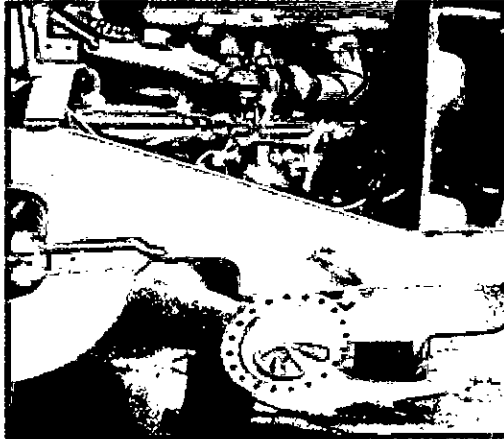


Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

En el diferencial trasero (Fig. 4.30), se quita el tapón de drenado y se recibe el aceite en un recipiente adecuado; se limpia y se coloca nuevamente el tapón. El llenado del aceite se hace quitando el tapón de

llenado que se encuentra a un extremo del diferencial, se llena hasta que el aceite llegue a la rosca del tapón de llenado.

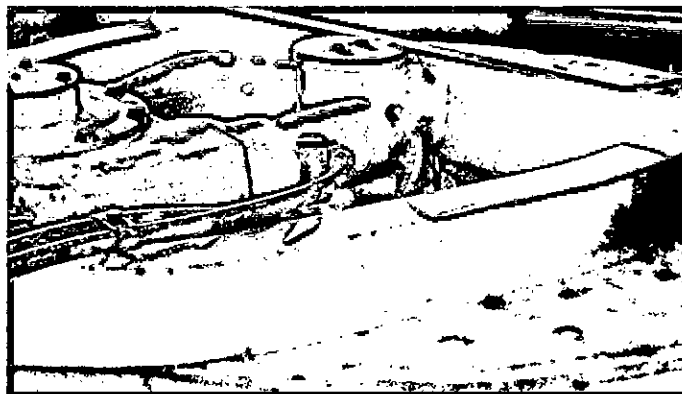
**Figura 4.31** Llenado de aceite del diferencial trasero cargador 966G



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

En las motoniveladoras, es necesario cambiar el aceite del mecanismo de giro de la tornamesa (Fig. 4.31), drenando el aceite por medio del tornillo de drenaje, y llenarlo según la tabla de capacidad de llenado por medio del tornillo de llenado, que se encuentra en la parte superior.

**Figura 4.32.** Caja de mando de tornamesa motoniveladora 140H



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

En las motoniveladoras, también debe de cambiarse el aceite del tándem, el cual lleva uno a cada lado de la máquina (Fig. 4.32). Se debe de quitar el tornillo de drenado que se encuentra en la parte inferior de cada tándem, luego se limpian y se vuelven a colocar.

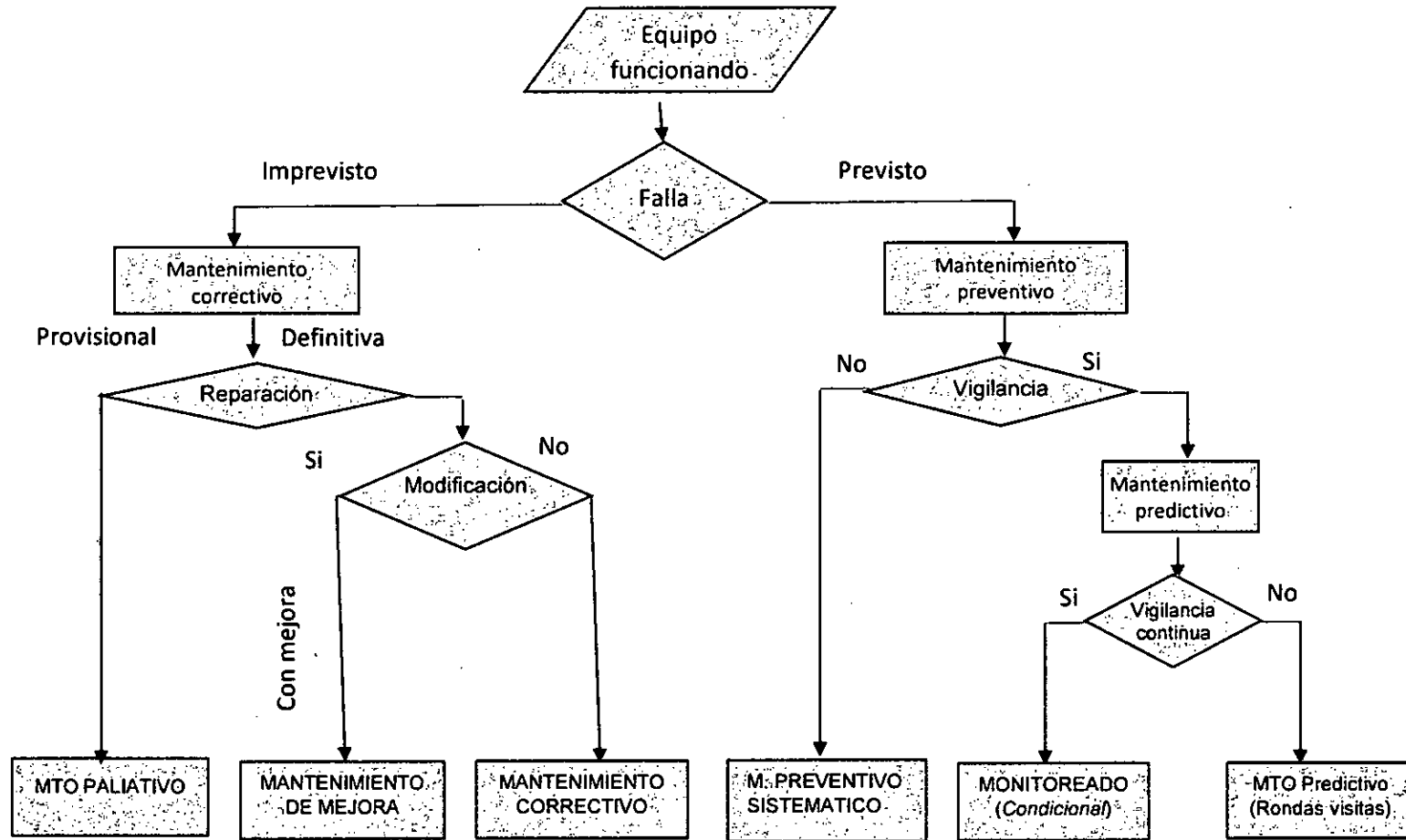
**Figura 4.33.** Tándem motoniveladora 140H



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

Se deben de quitar los respiraderos y limpiarlos con solvente, los cuales no deben de quedar tapados. Se le agrega aceite, se verifica con la varilla de medición; tiene que quedar entre las marcas de añadir y lleno (Fig. 4.33).

Figura 4.34. Diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a aplicar



Fuente : Ros, A.(2015)

Figura 4.35 Orden de Trabajo



Productora de Sal, C.A.

FECHA

**ORDEN DE TRABAJO**

MARCA			
MODELO		SERIAL	
UBICACIÓN		HOROMETRO	

**SUPERVISOR RESPONSABLE**

TIPO DE FALLA		
MECANICO	ELECTRICO	OTROS

MTO CORRECTIVO REALIZADO POR	
INTERNO	
CONTRATISTA	

**DESCRIPCION DE LA FALLA**


ACCION CORRECTIVA	PARCIAL		TOTAL		

**REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS**

CANTIDAD	N° PARTE	DESCRIPCION

**CONFORMIDAD**

NOMBRE  
CEDULA DE IDENTIDAD

Fuente: Productora de Sal.

Para realizar el servicio de campo se cumple con el protocolo de seguridad de la empresa Produsal

- Se instala la cinta amarilla de seguridad alrededor de la máquina delimitando su aislamiento y queda fuera de servicio.
- Se solicita los permisos correspondientes del dpto. de seguridad para intervenir el equipo
- El mecánico deberá contar con la capacidad técnica y los insumos y repuestos correspondientes para intervenir el equipo y dejarla operativo en el menor tiempo posible
- Culminada la intervención y dejando la maquina operativa se coordina con el operador del equipo y supervisor de mantenimiento para entregar el equipo a la zona de operación.
- El mecánico elaborara un informe de la intervención registrando las incidencias, así como lo consumos de insumos y repuestos consumidos en dicha intervención para registrarlo en la hoja de vida del equipo.
- Así mismo dará información de cómo minimizar las próximas fallas con intervenciones programadas.

Si el equipo va a ser intervenido en el taller central previa coordinación con el supervisor de operaciones deberá de cumplir los siguientes requisitos establecidos por Productora de sal.

- El diagnóstico del mecánico deberá de sr el indicado para este procedimiento de mantenimiento correctivo.



- El equipo deberá ser llevado al lavadero para lavar sus impurezas y realizar la intervención en condiciones de orden y limpieza.
- Se deberá de contar con las herramientas y personal técnico para dicha intervención,
- Al remover el componente que falla se deberá de elaborar un listado de repuestos e insumos con su respectivo informe técnico el cual se detallara y tomara las medidas pertinentes para que no se repita la falla en lo sucesivo.
- El cliente gestionara la compra de repuestos con sus proveedores así mismo con los trabajos externos que lo ameriten y responder en menor tiempo y dar por operativo la maquinaria al campo de operaciones.

Se establecerán en función a los mantenimientos correctivos, un nuevo plan de inspecciones, así como incluir en los mantenimientos preventivos rutinas de mantenimientos, así mejorar los planes en función a sus averías, así evitar tiempos muertos de producción al cliente.

Se establecieron las hojas de inspección diaria semanal mensual o por horas de operación, dependiendo del tipo de operación.

En el caso nuestro; las inspecciones fueron rigurosas, porque se trabajó en un ambiente salino; lo cual ameritaba este énfasis.

**Figura 4.36** Evaluando reparación de cilindro de inclinación  
Cargador 966G



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

#### **4.6.8. Gestión de seguridad**

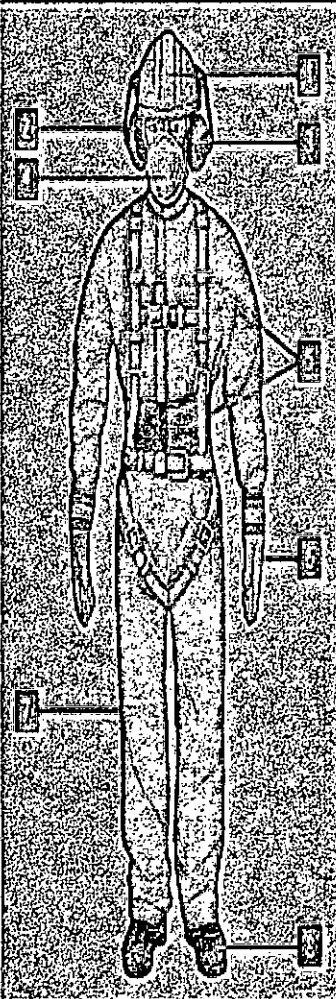
La Gestión de seguridad y trabajo se Basa en las normas que dicta la empresa contratante trabajo seguro y las normas emitidas por el IMPSASEL ente adscrito al ministerio de trabajo que vela por la seguridad y medio ambiente en los centros de producción del país.

Servicios Integrales S&B C.A. ha desarrollado su manual SIHAO para cumplir y estar a la altura de sus requerimientos; cumpliendo con la seguridad de sus empleados.

1ero. Examen de Reemplazo.

2do. Uso de Equipos de Protección Personal.

Figura 4.37. Equipo de Protección Personal



EPI	Protección	Riesgos
Casco	Cabeza	Mecánico, físico
Gafas	Cara y ojos	Mecánico, químico
Cascos	Auditiva	Ruido
Mascarilla	Vías respiratorias	Físico, químico, biológico, fuego
Arnés, cinturón de seguridad	Integral	Caidas
Guantes	Manos	Físico, químico, biológico, eléctrico
Ropa de trabajo	Cuerpo	Físico, químico, biológico, eléctrico
Botas	Pies	Físico, químico, biológico, eléctrico

Fuente: Sáenz y Toledano (2007)

3ero. Notificaciones de riesgos

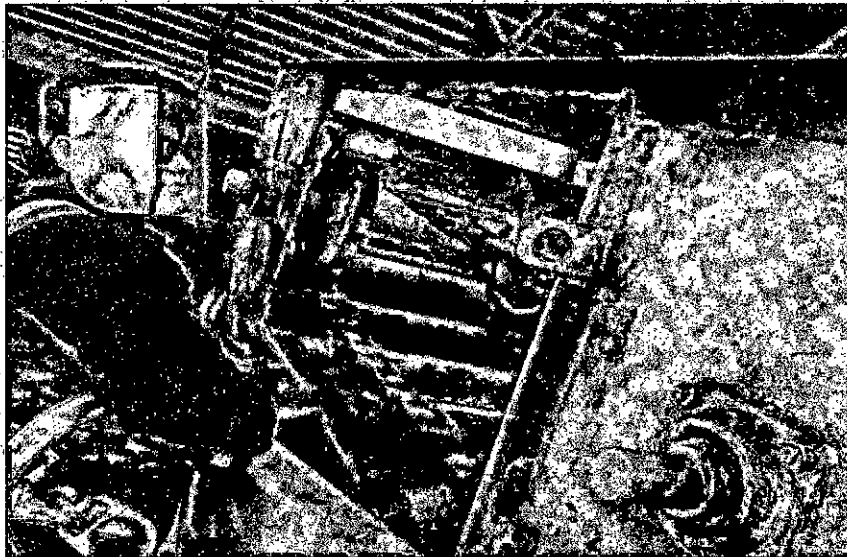
4to. Cuido y protección del medio ambiente

Evitar en un 100% el derrame de petróleo y aceite en el campo o terrenos e instalaciones de Productora de sal.

5to. Cumplimiento de los procedimientos de Reemplazo de aceite y filtros en zona segura.

Asistir a las Charlas de Seguridad semanal que dicta Productora de sal y fomentar en el taller los 5 minutos de charlas de seguridad.

**Figura 4.38. Uso de careta facial en inspección de estructura de cosechadora COS 1**



Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.

## **Políticas de Seguridad empresa Servicios Integrales S&B C.A.**

### **1. Objetivo:**

Establecer los lineamientos y formas para las mejores prácticas de trabajo en las actividades que ejecuta la empresa en campo, Taller propio o talleres externos.

### **2. Alcance**

Esta metodología aplica todos los trabajadores y trabajadoras, subcontratistas en las diferentes instalaciones donde SEINCA realiza sus operaciones.

### **3. Referencia**

- Norma 98-01 PDVSA
- Norma 98-012 PDVSA
- Norma 98-17 PDVSA
- Norma 98-20 PDVSA

- Norma 98-06 PDVSA
- Norma 98-09 PDVSA
- Norma 98-19 PDVSA
- Norma 98-34 PDVSA

#### **4. Responsabilidades**

##### **Gerente/Coordinador SIAHO**

- Asegurar que este procedimiento sea divulgado a todos los trabajadores y trabajadoras
- Asegurar la aplicación, actualización y revisión de las formas, mediante evaluaciones periódicas de las mejores prácticas de trabajo seguro

#### **5. Formas y registros**

- SS-090
- SS-096

#### **6. Procedimiento para las prácticas de trabajo**

El supervisor SIAHO en conjunto con el supervisor de obra deberá analizar los trabajos que se ejecutarán a fin de identificar las prácticas de trabajo que apliquen en el mismo, a continuación, se enumeran cada uno de ellos:

- a) Permisos de Trabajo Frío / Caliente (PTS) (SS-091)
- b) Análisis de Riesgos en el Trabajo (ART) (SS-092)
- c) Excavaciones (SS-093)
- d) Izamiento (SS-090)
- e) Aislamiento mecánico (SS-094)
- f) Aislamiento eléctrico (SS-094)
- g) Espacios Confinados(SS-095)
- h) Trabajo en Altura (SS-096)
- i) Andamios (SS-097)

#### 4.7. Plan de mantenimiento

Se realizó un plan de mantenimiento por cada equipo que los operadores cumplieron de acuerdo a los siguientes formatos:



#### Plan de Mantenimiento

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A  
Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO:	Motoniveladora	MODELO: 140G
SERIAL:	72V08086	HOROMETRO:

Chequear Niveles	Diario	Semanal	HORAS			
			250	500	1000	2000
Motor	x					
Trasmisión	x					
Hidráulico	x					
Tándem	x					
Rueda delantera						
Tornamesa		x				
Refrigerante	x					
Tanque de petróleo	x					
<b>Lubricar</b>						
Rotula tornamesa		x				
Mando de ventilador		x				
<b>Crucetas</b>						
Tren delantero		x				
Articulación central		x				
Buje de Riper		x				
Pasadores y Bujes		x				
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>	x					
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>						
Motor			x	x	x	x
Filtro de aire			x	x	x	x
Filtro de petróleo			x	x	x	x
Filtro separador de agua			x	x	x	x
Filtro de aceite			x	x	x	x
Trasmisión				x	x	x
Hidráulico					x	x
Tándem					x	x

Rueda delantera						X	X
Tornamesa						X	X
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
Estructura y bases		X	X	X	X	X	X
Soporte motor y caja		X	X	X	X	X	X
Caja de Batería		X	X	X	X	X	X
Pintura de Equipo				X	X	X	X
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
Respiradero motor							X
Respiradero de transmisión							X
Bornes de batería			X				
Llantas				X	X	X	X
Bomba de agua							X
Radiador					X	X	X
Termostato							X
<b>INSPECCIONES</b>							
Indicador de servicio filtro de aire	X						
Precleaner	X						
Correa de ventilador	X						
Alabes de ventilador	X						
Líneas de inyección	X						
Cinturón de seguridad	X						
Líneas de admisión y escape	X						
Mangueras y conexiones hidráulicas	X						
Articulación central		X					
Cuchillas y Punteras		X					
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
Revisar bornes de batería		X					
Alternador		X					
Motor de arranque		X					
Tablero de control		X					
Luces de cabina		X					
Faros delanteros y traseros- cableado	X						
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
Motor				X	X	X	X
Calibración de válvulas							X
Frenos de estacionamiento				X	X	X	X
Trasmisión				X	X	X	X
Hidráulico				X	X	X	X
Enfriamiento			X	X	X	X	X



**Plan de Mantenimiento 950B**

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A  
Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO:	Cargador	MODELO: 950B
SERIAL:	65R02026	HOROMETRO:

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	x					
	Trasmisión	x					
	Hidráulico	x					
	Diferencial delantero			x			
	Diferencial trasero			x			
	Refrigerante	x					
	Tanque de petróleo	x					
<b>Lubricar</b>							
	Mando de ventilador		x				
	Tren delantero		x				
	Articulación central		x				
	Buje de pala inferior		x				
	Pasadores y Bujes		x				
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		x					
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua						
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Filtro de aire acondicionado						
	Trasmisión				x	x	x
	Hidráulico					x	x
	Diferencial delantero				x	x	x
	Diferencial trasero				x	x	x



<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases						
	Soporte motor y caja						
	Caja de Batería						
	Pintura de Equipo						
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
	Respiradero motor						X
	Respiradero de transmisión						X
	Bornes de batería				X		
	Rotación de Llantas					X	
	Bomba de agua						X
	Radiador						X
	Termostato						X
<b>INSPECCIONES</b>							
	Indicador de servicio filtro de aire	X					
	Precleaner	X					
	Correa de ventilador	X					
	Alabes de ventilador	X					
	Líneas de inyección	X					
	Cinturón de seguridad	X					
	Líneas de admisión y escape	X					
	Mangueras y conexiones hidráulicas	X					
	Articulación central	X					
	Cuchillas y Punteras	X					
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
	Revisar bornes de batería					X	
	Alternador					X	
	Motor de arranque					X	
	Tablero de control					X	
	Luces de cabina					X	
	Faros delanteros y traseros-cableado					X	
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
	Motor					X	
	Calibración de válvulas						X
	Frenos de estacionamiento					X	
	Trasmisión					X	
	Hidráulico					X	
	Enfriamiento					X	



**Plan de Mantenimiento 966G**

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A

Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO: Cargador	MODELO: 966G	
SERIAL: AWY01380	HOROMETRO:	

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	x					
	Trasmisión	x					
	Hidráulico	x					
	Diferencial delantero			x			
	Diferencial trasero			x			
	Refrigerante	x					
	Tanque de petróleo	x					
<b>Lubricar</b>							
	Rotula tornamesa		x				
	Mando de ventilador		x				
	Cruzetas de cardan		x				
	Bujes de pala inferior		x				
	Articulación central		x				
	AMndo de H		x				
	Pasadores y Bujes		x				
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		x					
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua			x	x	x	x
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Filtro de aire acondicionado				x	x	x
	Trasmisión				x	x	x
	Hidráulico					x	x
	Diferencial delantero					x	x
	Diferencial trasero					x	x
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases		x				
	Soporte motor y caja		x				
	Caja de Batería		x				

	Pintura de Equipo			x			
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
	Respiradero motor						x
	Respiradero de transmisión						x
	Bornes de batería			x			
	Rotación de Llantas				x		
	Servicio de Bomba de agua						x
	Radiador						x
	Termostato						x
<b>INSPECCIONES</b>							
	Indicador de servicio filtro de aire	x					
	Precleaner	x					
	Correa de ventilador	x					
	Alabes de ventilador	x					
	Líneas de inyección	x					
	Cinturón de seguridad	x					
	Líneas de admisión y escape	x					
	Mangueras y conexiones hidráulicas	x		x			
	Articulación central			x			
	Cuchillas y Punteras			x			
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
	Revisar bornes de batería			x			
	Alternador			x			
	Motor de arranque			x			
	Tablero de control			x			
	Luces de cabina			x			
	Faros delanteros y traseros- cableado			x			
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Calibración de válvulas						x
	Frenos de estacionamiento			x	x		
	Trasmisión				x		
	Hidráulico				x		
	Enfriamiento				x		
	Diagnóstico con software Caterpillar					x	



### Plan de Mantenimiento 330CL

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A  
Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO: Excavadora	MODELO: 330CL	
SERIAL: GKX00208	HOROMETRO:	

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	X					
	Trasmisión	X					
	Hidráulico	X					
	Reductor de Tornamesa de giro						
	Refrigerante	X					
	Tanque de petróleo	X					
<b>Lubricar</b>							
	Mando de ventilador		x				
	Pasadores y Bujes de balde	X	x				
	Pasadores y Bujes de extensión de pala		x				
	Pasadores y Bujes de levante de pala		x				
	Tornamesa de giro						
	Tensor cadenas			x			
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		X					
<b>CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS</b>							
	<b>Motor</b>			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua			x	x	x	x
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Filtro de aire acondicionado			x	x	x	x
	Hidráulico					x	x
	Reductor de giro Tornamesa				x	x	x
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases			x			
	Cabina del operador			x			
	Soporte motor y Bomba Hidráulica			x			
	Bastidor rodillos y rueda tensora			x			

	Cadena y zapatas			X			
	Caja de Batería			X	X	X	
	Pintura de Equipo					X	
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
	Respiradero motor						X
	Respiradero de reductor						X
	Bornes de batería			X			
	Tren de rodajes						X
	Bomba de agua						X
	Radiador					X	
	Termostato						X
<b>INSPECCIONES</b>							
	Indicador de servicio filtro de aire	X					
	Precleaner	X					
	Correa de ventilador		X				
	Alabes de ventilador		X				
	Líneas de inyección		X				
	Cinturón de seguridad		X				
	Líneas de admisión y escape		X				
	Mangueras y conexiones hidráulicas				X		
	Bastidor, rodillos y rueda tensora				X		
	Cuchillas y Punteras			X			
<b>INSPECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
	Revisar bornes de batería		X				
	Alternador		X				
	Motor de arranque		X				
	Tablero de control		X				
	Luces de cabina		X				
	Faros delanteros y traseros-cableado		X				
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
	Motor				X	X	X
	Calibración de válvulas						X
	Frenos de estacionamiento				X		
	Bomba hidráulica				X		
	Motores hidráulico, traslación y giro				X		
	Enfriamiento				X		



### Plan de Mantenimiento 140H

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A  
Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO: Motoniveladora	MODELO: 140H	
SERIAL: CCA02106	HOROMETRO:	

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	x					
	Trasmisión	x					
	Hidráulico	x					
	Tándem	x					
	Rueda delantera						
	Tornamesa				x		
	Refrigerante	x					
	Tanque de petróleo	x					
<b>Lubricar</b>							
	Rotula tornamesa		x				
	Mando de ventilador		x				
<b>Crucetas</b>							
	Bomba hidráulica		x				
	Tren delantero		x				
	Articulación central		x				
	Buje de Riper		x				
	Pasadores y Bujes		x				
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		x					
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua			x	x	x	x
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Filtro de aire acondicionado						
	Trasmisión				x	x	x
	Hidráulico					x	x
	Tándem				x	x	x
	Rueda delantera					x	x
	Tornamesa				x	x	x
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases		x				
	Soporte motor y caja		x				
	Caja de Batería		x				

	Pintura de Equipo						x	x
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>								
	Respiradero motor							x
	Respiradero de transmisión							x
	Bornes de batería				x			
	Rotación de Llantas					x		x
	Bomba de agua							x
	Radiador							x
	Termostato							x
<b>INSPECCIONES</b>								
	Indicador de servicio filtro de aire	x						
	Precleaner	x						
	Correa de ventilador	x						
	Alabes de ventilador	x						
	Líneas de inyección				x			
	Cinturón de seguridad				x			
	Líneas de admisión y escape				x			
	Mangueras y conexiones hidráulicas				x			
	Articulación central				x			
	Cuchillas y Punteras				x			
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>								
	Revisar bornes de batería		x					
	Alternador		x					
	Motor de arranque		x					
	Tablero de control		x					
	Luces de cabina		x					
	Faros delanteros y traseros- cableado		x					
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>								
	Motor					x		
	Calibración de válvulas							x
	Frenos de estacionamiento					x		
	Trasmisión					x		
	Hidráulico					x		
	Diagnóstico con software Caterpillar						x	
	Enfriamiento					x		



**Plan de Mantenimiento de COS1**

**SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A**  
**Rif : J-29879792-4**

		FECHA:
EQUIPO:	Cosechadora	MODELO: COS 1
SERIAL:	FABRICACION PROPIA	HOROMETRO:

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	x					
	Reductor		x				
	Refrigerante	x					
	Tanque de Petróleo	x					
<b>Lubricar</b>							
	Acople motor Reductor		x				
	Clutch de acople		x				
	Eje de carga recepción de sal	x					
	Pasadores y Bujes		x				
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		x					
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua				x	x	x
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Reductor					x	x
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases		x				
	Soporte motor y reductor		x				
	Barra de tiro		x				
	Estaciones de Carga de rodillos		x				
	Caja de Batería		x				
	Pintura de Equipo						x
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
	Respiradero motor						x
	Respiradero de reductor						x
	Bornes de batería			x			
	Rotación de llantas			x			
	Servicio de Bomba de agua						x
	Servicio de Radiador						x



	Termostato						X
<b>INSPECCIONES</b>							
	Indicador de servicio filtro de aire	x					
	Precleaner	x					
	Correa de ventilador	x					
	Alabes de ventilador	x					
	Líneas de inyección	x					
	Clutch de acople	x					
	Líneas de admisión y escape	x					
	Mangueras y conexiones hidráulicas	x					
	Cuchillas y Punteras	x	x	x	x	x	x
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
	Revisar bornes de batería	x	x	x	x	x	x
	Alternador	x	x	x	x	x	x
	Motor de arranque	x	x	x	x	x	x
	Tablero de control	x	x	x	x	x	x
	Faros delanteros y traseros-cableado	x	x	x	x	x	x
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
	Motor			x			
	Reductor			x			
	Cilindros hidráulicos			x			
	Guaya de aceración	x					
	Clutch de acople	x					
	Enfriamiento					x	x



**Plan de Mantenimiento 416B**

SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A  
Rif : J-29879792-4

		FECHA:
EQUIPO: Retroexcavadora	MODELO: 416B	
SERIAL: 8ZK06921	HOROMETRO:	

Chequear Niveles		Diario	Semanal	HORAS			
				250	500	1000	2000
	Motor	x					
	Trasmisión	x					
	Hidráulico	x					
	Refrigerante	x					
	Tanque de petróleo	x					
<b>Lubricar</b>							
	<b>Crucetas</b>						
	Trasmisión		x	x	x	x	x
	Tren delantero		x	x	x	x	x
	Bujes y pasadores Swing Pala trasera		x	x	x	x	x
	Buje de cilindro de inclinación		x	x	x	x	x
	Pasadores y Bujes cilindro de levante		x	x	x	x	x
<b>LAVADO DE EQUIPO</b>		x	x	x	x	x	x
<b>CAMBIO DE ACEITE y FILTROS</b>							
	Motor			x	x	x	x
	Filtro de aire			x	x	x	x
	Filtro de petróleo			x	x	x	x
	Filtro separador de agua						
	Filtro de aceite			x	x	x	x
	Trasmisión				x	x	x
	Hidráulico					x	x
	Diferencial trasero					x	x
	Tornamesa				x	x	x
<b>INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA Y CHASIS</b>							
	Estructura y bases		x	x	x	x	x
	Soporte motor y caja		x	x	x	x	x
	Caja de Batería		x	x	x	x	x
	Pintura de Equipo				x	x	x
<b>REEMPLAZAR/ SERVICIO</b>							
	Respiradero motor					x	x
	Respiradero de trasmisión				x	x	x

	Bornes de batería			x	x	x	x
	Llantas				x	x	x
	Bomba de agua				x	x	x
	Radiador				x	x	x
	Termostato				x	x	x
<b>INSPECCIONES</b>							
	Indicador de servicio filtro de aire	x					
	Precleaner	x					
	Correa de ventilador	x					
	Alabes de ventilador	x					
	Líneas de inyección	x					
	Cinturón de seguridad	x					
	Líneas de admisión y escape	x					
	Mangueras y conexiones hidráulicas	x					
	Articulación central	x					
	Cuchillas y Punteras	x					
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>							
	Revisar bornes de batería		x				
	Alternador		x				
	Motor de arranque		x				
	Tablero de control		x				
	Luces de cabina		x				
	Faros delanteros y traseros-cableado		x				
<b>PRUEBAS Y AJUSTES</b>							
	Motor				x	x	x
	Calibración de válvulas						x
	Trasmisión			x			
	Hidráulico			x			
	Enfriamiento			x			

Como resultado de este plan de mantenimiento se mejoró en los siguientes aspectos:

- Se incrementó las horas de trabajo de las maquinarias,
- Reducción de las paradas por fallas mecánicas y eléctricas.
- El seguimiento y reportes de las evaluaciones sirvieron para planificar futuras reparaciones programadas con el cliente Productora de Sal C.A.
- Mayor confiabilidad en las maquinas propias.
- Reducción de los gastos operativos por concepto de alquiler de maquinaria a terceros.

## **V. EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICO**

### **5.1. Evaluación Técnica**

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, logrando la actualización y el registro de los equipos y maquinaria.

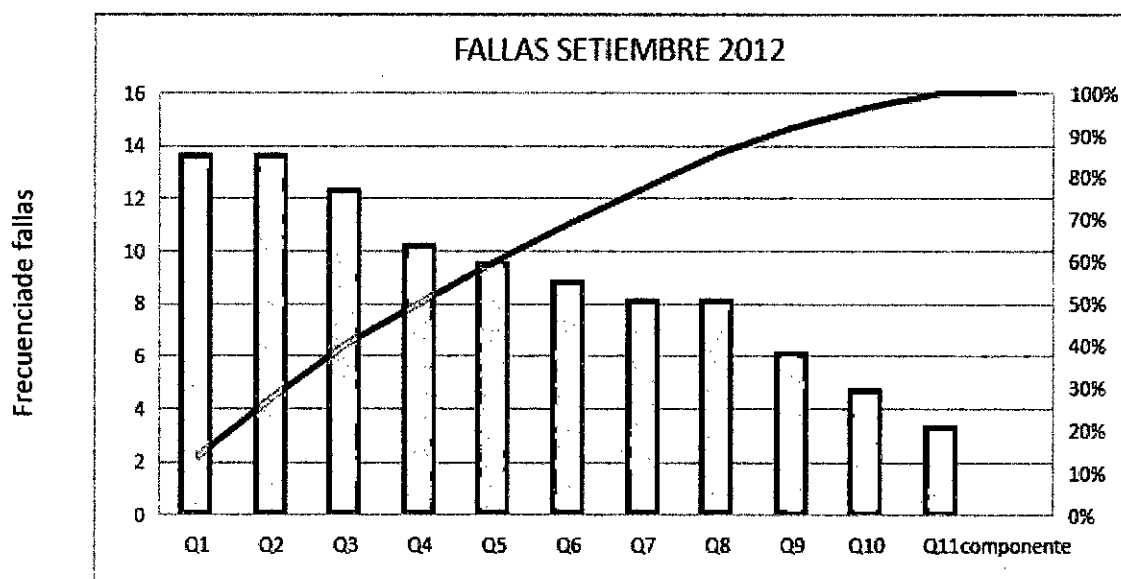
Además, se crearon formatos de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquinas, los cuales son utilizados para el seguimiento del programa. Se logró un mejor control y organización gracias a los registros, que se realizan mensualmente en donde se reflejan los gastos por refacciones utilizadas en mantenimientos preventivos y número total de órdenes de trabajo. En este registro se muestra una disminución del 35% de las fallas funcionales, innecesarias de maquinaria y equipo generando una mayor confiabilidad y disponibilidad de los mismos.

Fallas funcionales antes de aplicar el plan  
(Setiembre 2012)

set 2012



SEINCA	Componente	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Q1	Llantas	20	20	13.79%	13.79%
Q2	Sistema Combustible	20	40	13.79%	27.59%
Q3	Chasis rotura estructural	18	58	12.41%	40.00%
Q4	Bornes de batería	15	73	10.34%	50.34%
Q5	fuga de aceite hidráulico	14	87	9.66%	60.00%
Q6	Filtro de Aire obstruido	13	100	8.97%	68.97%
Q7	Motor de arranque	12	112	8.28%	77.24%
Q8	Fuga de aceite de motor	12	124	8.28%	85.52%
Q9	Recalentamiento	9	133	6.21%	91.72%
Q10	Alternador	7	140	4.83%	96.55%
Q11	Filtro de transmisión obstruida	5	145	3.45%	100.00%
	<b>Total de paradas x fallas</b>	145		100.00%	



Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

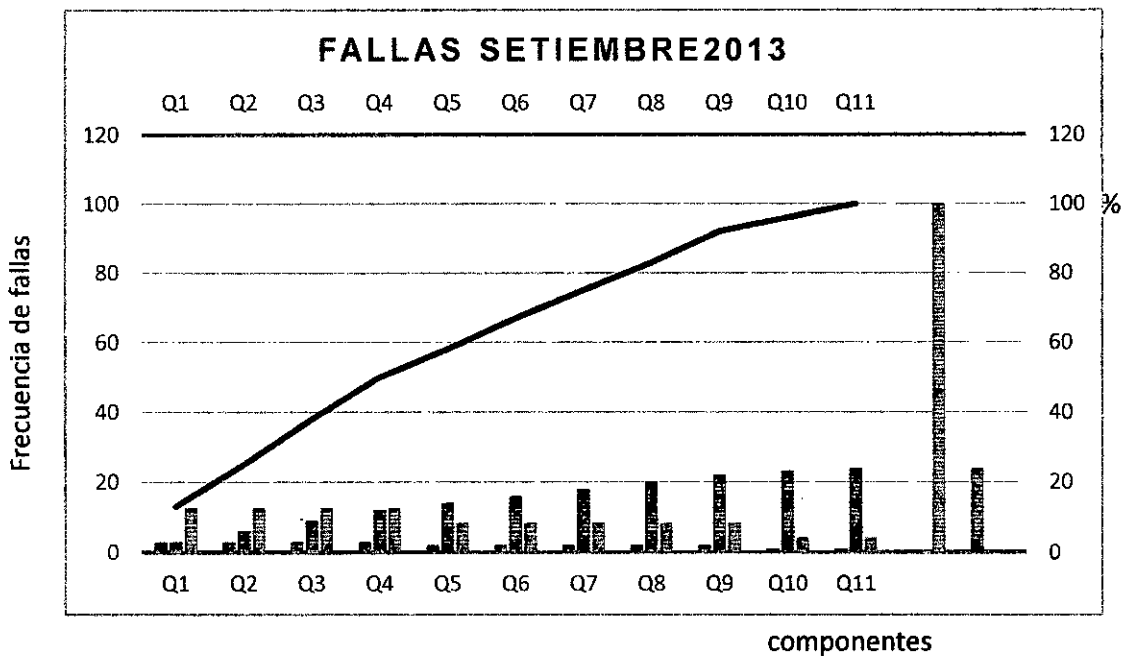


Fallas funcionales después de aplicar el plan  
(Setiembre 2013)

Set 2013

SEINCA

	componente	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Q1	Fuga de aceite de motor	3	3	12.50%	12.50%
Q2	Chasis rotura estructural	3	6	12.50%	25.00%
Q3	Sistema Combustible	3	9	12.50%	37.50%
Q4	Filtro de Aire obstruido	3	12	12.50%	50.00%
Q5	Llantas	2	14	8.33%	58.33%
Q6	Bornes de batería	2	16	8.33%	66.67%
Q7	Alternador	2	18	8.33%	75.00%
Q8	Motor de arranque	2	20	8.33%	83.33%
Q9	fuga de aceite hidráulico	2	22	8.33%	91.67%
Q10	Recalentamiento	1	23	4.17%	95.83%
Q11	Filtro de transmisión obstruida	1	24	4.17%	100.00%
				100.00%	
	<b>Total de paradas x fallas</b>	24			



Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

Se puede observar en esta comparación que las fallas disminuyeron como consecuencia del seguimiento al plan de mantenimiento donde el operador y mecánico tiene sus responsabilidades en el proceso productivo. En setiembre del 2012 las paradas por fallas acumuladas en los componentes fueron 145 paradas , mientras con la implementación del plan de mantenimiento en el periodo setiembre 2013 las paradas por fallas fueron de 24 paradas una cifra que justifica que plan de mantenimiento es efectivo también se aplicó las operaciones de producción de Sal.



#### ANÁLISIS TÉCNICO COSECHA DE SAL

SEINCA		RENDIMIENTO (T/H)		Total Mes TON	DIF
Cosechadora	COS 1	Horas trabajadas	Horas estimadas		
	Cargador	966G	100		
2012	Agosto	0	180	0	180
	Setiembre	32	180	4480	148
	Octubre	63	180	8820	117
	Noviembre	101	180	14140	79
	Diciembre	30	180	4200	150
2013	Enero	119	180	16660	61
	Febrero	135	180	18900	45
	Marzo	142	180	19880	38
	Abril	155	180	21700	25
	Mayo	131	180	18340	49
	Junio	0	0	0	0
	Julio	273	180	38220	-93
	Agosto	218	180	30520	-38
	Septiembre	175	180	24500	5
	Octubre	0	0	0	0
	Total horas	1574	2160	220360	586

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

Para nuestro estudio se analizó la cosecha de sal que se planifico producir **650,000 toneladas** de sal en 12 meses tomamos una muestra de 12 meses de actividad de la cosechadora desde agosto 2012 a agosto 2013 el mes de junio 2013, no hubo actividad en planta por problemas de suministro de combustible fecha que no se realizó actividad de producción. Es necesario indicar para que la cosechadora trabaja en conjunto con la retroexcavadora 416B que lo jala, con su barra de tiro e instala los sistemas hidráulicos para el funcionamiento de sus cilindros de levante y arrastre de la sal. Así como el control del motor y accesorios, también trabaja como habilitador de sal la motoniveladora 140H que realiza el proceso de corte de la sal con el riper, y habilita la materia prima para ser recolectada por la cosechadora, lo cual es directamente vertida a los volquetes con capacidad de 8 toneladas.

### **Cargador 966G**

Este equipo despacha la sal habilitado por un tractor D7N con riper el tractor es un equipo alquilado por un contratista a la empresa Productora de Sal C.A. El tractor trabaja habilitando la materia prima; realizando el corte de la sal y luego lo apila para que el cargador despacha sal a los volquetes de 8 toneladas, así poder completar sus actividades de cosecha de sal.



## Análisis económico, detallado por equipos, meses y otros



SEINCA

### 1. PRODUCCION ANUAL (t)

	Equipos	Rendimiento (t/h)	Horas (h)	Producción (t)	Objetivo (t)	Déficit (t)
COSECHA	COS 1	140	1574	220360	650000	429640
	140H			0		0
	416B			0		0
CARGADOR	966G	100	2160	216000	650000	434000
TRACTOR			2160	0		0
	<b>TOTAL</b>			<b>436360</b>	<b>650000</b>	<b>213640</b>

### 2. ALQUILER DE MAQUINARIA Y SU COSTO

Objetivo de producción anual: **213640**

El objetivo es igual al déficit de la maquinaria propia

	Costo/hora
Tractor D7N	\$60.00
Cargador 966F	\$55.00

CANT	Equipos	Rendimiento (t/h)	Tiempo alquiler. (h)	Produccion (t)	Costo (\$/h)	Costo Total (\$.)
2	Cargador	75	1500	112500	55	\$165,000.00
2	Tractor		1500	112500	60	\$180,000.00
1	Tractor		2160		60	\$129,600.00
	<b>TOTAL</b>			<b>225000 (t)</b>		<b>\$474,600.00</b>

### 3. COSTOS EQUIPOS PROPIOS

Costos/rubro	Meses		Costo( \$)
CONTRATO	12	\$21,080.00	\$252,960.00

Repuestos y suministros	12	\$15,000.00	\$180,000.00
Servicios reparaciones externas	12	\$7,000.00	\$84,000.00
Operadores de maquinarias	12	\$8,000.00	\$96,000.00
<b>TOTAL ANUAL</b>			<b>\$612,960.00</b>

**% DE COSTO DE OPERACIONES EQUIPOS DE COSECHA 60%**    \$612,960.00 x 60%    **\$367,776.00**

**4. COSTO TOTAL (PROPIO + ALQUILADO)**

<b>COSTO ANUAL (S/.)</b>	
<b>PROPIO</b>	<b>\$367,776.00</b>
<b>ALQUILADO</b>	<b>\$474,600.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$842,376.00</b>

Para el período setiembre 2012 – setiembre 2013 el costo de la cosecha fue de \$842,376 dólares americanos.

**5. comparación de la cosechadora cos 1 antes de la gestión agosto 2012 y después la gestión agosto 2013**

	Equipos	Rendimiento (t/h)	Horas (h)	Producción (Tonelada)	Objetivo (Tonelada)	Déficit (Tonelada)	Costo cosecha por (Tonelada)	
AGO 2012	COS 1	140	0	0	25200	25200	\$1.62	\$40.824.00
AGO2013	COS 1	140	218	30520	25200	5320	\$1.62	\$0.00
	Agosto 2012	Requiere cubrir déficit 25200 ton			\$40.824.00			
	Agosto 2013	No requiere cubrir está por encima de lo requerido			\$0.00			
	Gasto por alquiler de maquinaria para cubrir déficit Agosto 2012				\$40.824.00			

Fuente: elaboración propia

## Beneficio económico al aplicar el plan

**Agosto 2012 - Agosto 2013**

	Agosto2012	Agosto 2013
Cosecha en tonelada	0	30520
Precio /tonelada de sal \$	15	15
Lucro de producción \$	0	457.800

### Calculo de Costo para cosechar déficit 213640 Ton de sal

Maquina	Cantidad de equipos	\$/hora operacion	Horas	Costo Total
<b>cargador</b>	<b>2</b>	<b>55</b>	<b>1500</b>	<b>165000</b>
<b>tractor</b>	<b>2</b>	<b>60</b>	<b>1500</b>	<b>180000</b>
<b>Costo para producir 213.640 ton de sal</b>			<b>US\$</b>	<b>345,000</b>

El costo para cosechar 01 tonelada =  $34500/213640$  US\$ 1,62/Ton.

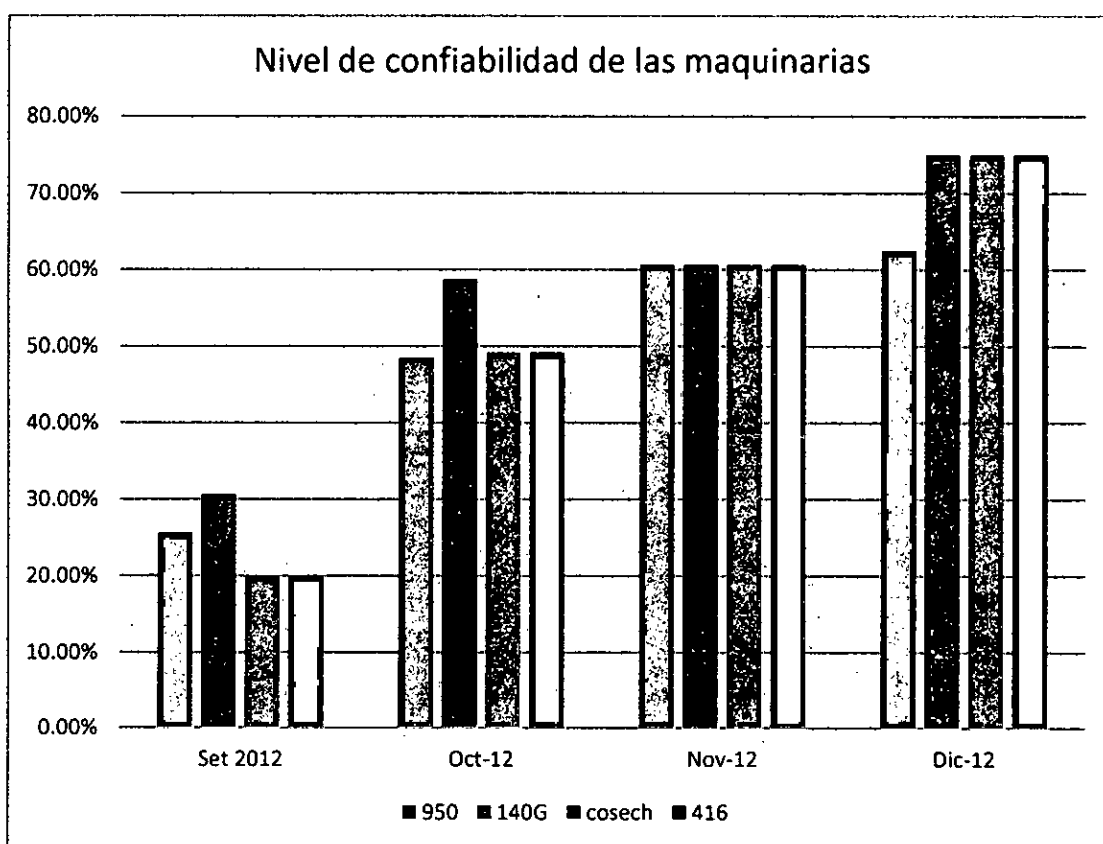
En este análisis podemos ver que antes de empezar nuestra gestión agosto 2012 los equipos de cosecha no trabajaban por lo que se requería producir 25.200 toneladas de sal, lo cual para cubrir este déficit se alquiló maquinaria

	Agosto 2012	Agosto 2013
<b>Producción requerida tonelada</b>	25200	25200
<b>Producción efectuada tonelada</b>	0	30520
<b>Déficit producción Tonelada</b>	25200	0
<b>Costo alquiler x tonelada \$</b>	1.62	1.62
<b>Costo para cubrir déficit \$</b>	40.824.00	0

**Tabla 12**

**Incremento de la confiabilidad de los equipos más críticos en el periodo setiembre -diciembre 2012**

Equipos	Set 2012	Oct-12	Nov-12	Dic-12
950	25.63%	48.48%	60.63%	62.50%
140G	30.63%	58.72%	60.63%	75.00%
cosech	20.00%	49.22%	60.63%	75.00%
416	20.00%	49.22%	60.63%	75.00%



Fuente: elaboración propia

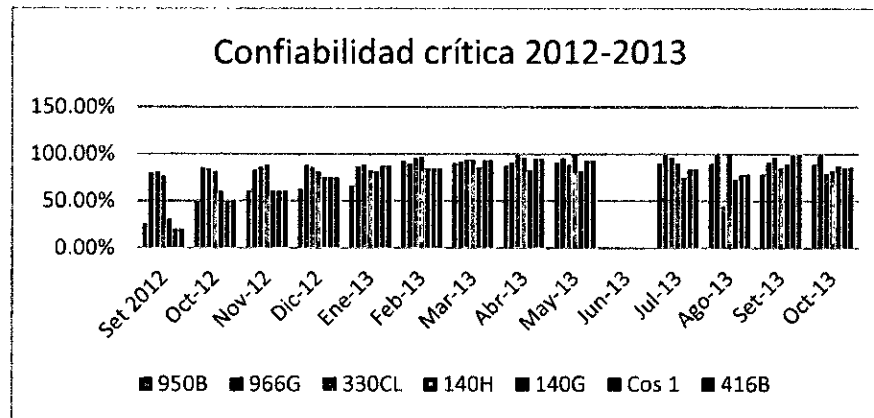
En la gráfica se observa que en setiembre del 2012 fecha en que se inició el mantenimiento la confiabilidad de las maquinarias de la empresa Produsal estaban por debajo del 30%, lo cual fue mejorando progresivamente en la medida de la implementación del Plan de Mantenimiento, alcanzado en el mes de diciembre de ese mismo año un nivel de confiabilidad arriba del 70%.

**Tabla 13**

**Incremento de la confiabilidad de los equipos en el periodo 2012-2013**

	Set 2012	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Ago-13	Set-13	Oct-13
950B	25.63%	48.48%	60.63%	62.50%	66.49%	92.50%	90.28%	87.70%	90.87%	0.00%	90.43%	89.93%	78.79%	89.29%
966G	80.00%	85.37%	82.69%	88.03%	86.67%	89.45%	92.11%	90.57%	95.24%	0.00%	98.77%	99.28%	90.91%	99.00%
330CL	80.95%	84.09%	86.21%	85.82%	88.95%	95.91%	93.95%	99.10%	88.49%	0.00%	96.25%	75.60%	96.97%	79.17%
140H	76.73%	81.58%	87.75%	81.16%	82.22%	96.84%	94.12%	95.90%	99.60%	0.00%	89.81%	99.28%	85.00%	82.00%
140G	30.63%	60.12%	60.63%	75.00%	81.25%	84.86%	85.48%	82.50%	81.70%	0.00%	75.00%	73.38%	89.50%	87.50%
Cos 1	20.00%	49.22%	60.63%	75.00%	87.50%	84.38%	93.42%	95.12%	93.02%	0.00%	83.95%	78.42%	98.73%	85.71%
416B	20.00%	49.22%	60.63%	75.00%	87.50%	84.38%	93.42%	95.12%	93.02%	0.00%	83.95%	78.42%	98.73%	85.71%

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.



Los datos muestran que la confiabilidad en setiembre del 2012 era de 47% con todos los equipos.

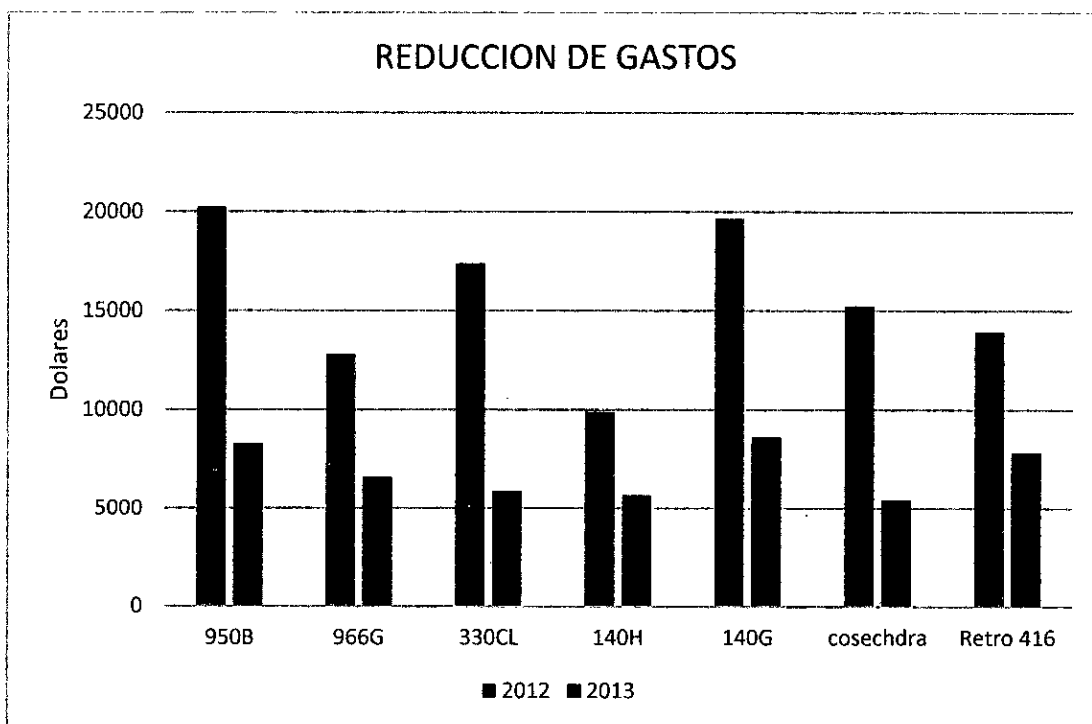
Luego de la implementación del Plan de Mantenimiento se incrementó la confiabilidad del 87%, cumpliendo ampliamente los requerimientos de la empresa Produsal que requería un 80% de confiabilidad.

FUENTE: Servicios integrales S&B C.A.

**Tabla 14**

Gastos por consumo de repuestos e insumos 2012-2013

EQUIPOS	Año	
	2012	2013
950B	21,500	9,850
966G	14,100	6,920
330CL	17,870	6,800
140H	10,180	6,535
140G	20,440	12,655
COS 1	15,705	7,925
416B	14,280	8,985
	<b>\$114,075</b>	<b>\$59,670</b>



Fuente: Servicios integrales S&B C.A

La inversión en el primer año fue de US\$109 225. La inversión en el segundo año fue US\$ 59,670.

El segundo año con equipos operativos se denota que el plan funciona y es aplicable. La inversión en los años 2012-2013 fue de \$ 168,895 dólares.



**Tabla 15**  
Gastos por consumo de repuestos para reparación  
año 2012 - US \$

COMPONENTE	EQUIPOS							Total x componente
	950B	966G	330CL	140H	140G	COS 1	416B	
<b>SISTEMA MOTOR</b>	5500	3250	5400	550	5425	6100	4500	<b>30,725</b>
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>	1250	1300	350	280	780	450	320	<b>4,730</b>
<b>SISTEMA TRASMISION</b>	3,600	450	0	600	700	2,150	1,400	<b>8,900</b>
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	1,850	600	750	750	3,600	800	2,100	<b>10,450</b>
<b>CHASIS</b>	1750	1520	3750	1600	1985	2650	1600	<b>14,855</b>
<b>SISTEMAS DE FRENO</b>	1,500	1,000	120	850	1,200		500	<b>5,170</b>
<b>IMPLEMENTOS</b>	2,250	1,000	5,700	2,200	3,100	1,800	1,750	<b>17,800</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	2,200	2,980	1,800	2,350	2,650	1,555	1,610	<b>15,145</b>
<b>LLANTAS</b>	1,600	2,000		1,000	1,000	200	500	<b>6,300</b>
<b>TOTALES</b>	<b>21500</b>	<b>14100</b>	<b>17870</b>	<b>10180</b>	<b>20440</b>	<b>15705</b>	<b>14280</b>	<b>114,075</b>

Fuente: Servicios Integrales S&B C.A



**Tabla 16**

Gastos por consumo de repuestos para reparación  
año 2013 - US \$


Servicios integrales S&B.C.A	EQUIPOS							Total x componente
	950B	966G	330CL	140H	140G	COS 1	416B	
<b>SISTEMA MOTOR</b>	900	500	350	250	1050	1200	1100	5350
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>	350	200	300	135	520	425	185	2115
<b>TRASMISION</b>	800	0	0	0	800	1000	700	3300
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	1450	1250	1000	750	2200	650	1150	8450
<b>CHASIS</b>	750	300	750	250	1550	1800	1100	6500
<b>SISTEMAS DE FRENOS</b>	500	500	600	250	300		650	2800
<b>IMPLEMENTOS</b>	2,750	1,000	2300	2500	3,300	1200	2,250	15300
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	1850	2170	1500	1200	1535	1400	1250	10905
<b>LLANTAS</b>	500	1,000		1200	1400	250	600	4950
<b>TOTALES</b>	<b>9,850</b>	<b>6,920</b>	<b>6,800</b>	<b>6,535</b>	<b>12,655</b>	<b>7,925</b>	<b>8,985</b>	<b>59,670</b>

Fuente: Servicios integrales S&B C.A



Tabla 17

Estructura de gastos para mantenimiento de maquinarias

		S. Basico	S. total	Prestaciones x 65%	LPH	INCE	IVSS	Cesta ticket	Seguridad	TOTAL
										
SERVICIOS INTEGRALES S&B C.A. Rif: J-29879792-4		<b>ESTRUCTURA DE GASTOS PARA OPERACIÓN</b>								
1	Supervisor	7000	7000	4550	280	70	420	1000	1000	14320
2	mecanico	5500	11000	7150	440	110	660	2000	2000	23360
1	Pintor	4500	4500	2925	180	45	270	1000	1000	9920
1	soldador	4500	4500	2925	180	45	270	1000	1000	9920
1	electricista	4500	4500	2925	180	45	270	1000	1000	9920
	Sub total	26000	31500	20475	1260	315	1890	6000	6000	67440
1	traslado vehicular	15000								15000
1	operaciones	6000								6000
1	viaticos	2000								2500
1	seguro	2500								2000
1	Herramientas	50000		1500 depreciacion mensual						1500
1	Gastos admin	5800		100240.00						5800
			Utilidades	0.75						100240
	<b>Costo de operación total:</b>		Bs. 133653.33		No incluye IVA.					133653.33
1	Imp. municipales	6012		3,75% Impuesto municipal Municipio Miranda				5012		5037
1	Retenciones islr	2673.06667						2673.0667		2673
				<b>TOTAL CONTRATO .....</b>						<b>141363.33</b>
				<b>TOTAL CONTRATO con IGV</b>						<b>Bs.F. 158,326.93</b>
<b>PROPUESTA COMERCIAL PARA MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA PRODUSAL EN PLANTA LOS OLIVITOS</b>										
<b>SEINCA</b>										

Fuente: servicios integrales S&B C.A.

El costo de operación por el contrato de mantenimiento mensual fue de Bs.158,326.93 Bolívares que representó a \$. 21,080 dólares/ mensual, a una tasa de 7,5 Bolívares / dólar.

Representa la mano de obra en los costos de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de las instalaciones de Productora de Sal C.A. Por el contrato mensual, que incluye, inspecciones, equipamiento de equipos, mantenimiento preventivo de las maquinas, mantenimiento correctivo de hasta 3 horas de reparación, como reparación de alternador, motor de arranque, reparación de bomba de agua, bomba de transferencia, remover e instalar: culata, turbo alimentador, Llantas de las maquinarias, cilindros hidráulicos, bomba de trasmisión, bomba hidráulica, balde de excavadora, calibración de válvulas de admisión y escape del motor, evaluación y diagnóstico de las maquinarias y componentes.

Las reparaciones de componentes, motor, culata, turbo alimentador, bomba de inyección, transmisión diferencial, rectificado de ejes, bocinas, llantas, radiador; serán considerados como trabajos externos y lo canaliza el departamento de compras de productora de Sal C.A.

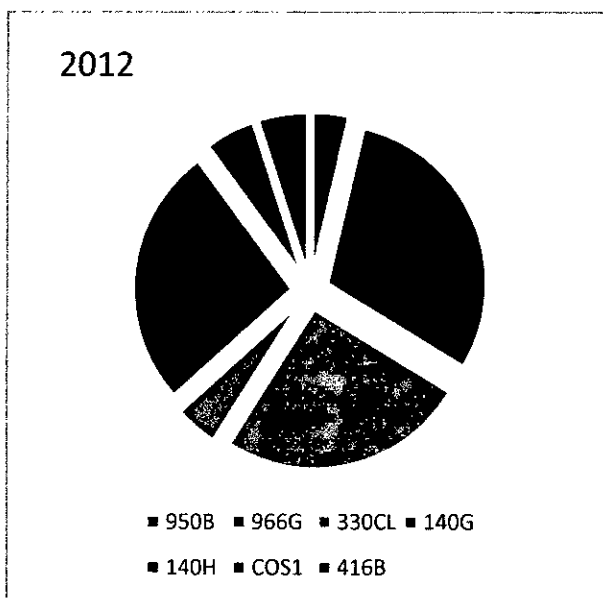
## 5.2. Consolidado del análisis económico

- Análisis de gastos de operación antes de la gestión a la Implementación del plan de mantenimiento.

**Tabla 18**

Horas de operación de las maquinarias

Equipo	2012								H total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	
<b>950B</b>	0	0	0	80	60	40	0	0	180
<b>966G</b>	180	175	189	201	188	184	182	202	1501
<b>330CL</b>	169	185	190	185	180	180	170	165	1262
<b>140G</b>	0	55	0	105	55	0	0	0	215
<b>140H</b>	182	185	181	210	215	0	191	160	1324
<b>COS1</b>	55	65	0	0	55	78	0	0	253
<b>416B</b>	55	65	0	0	55	78	0	0	253
	641	730	560	781	646	560	543	527	5150



Equipo	2012
<b>950B</b>	180
<b>966G</b>	1501
<b>330CL</b>	1262
<b>140G</b>	215
<b>140H</b>	1324
<b>COS1</b>	253
<b>416B</b>	253
<b>Total horas</b>	5150

Fuente: Servicios integrales S&B C.A

En la tabla observamos que en su conjunto las maquinas trabajaron 5150 horas, las máquinas que tiene bajo

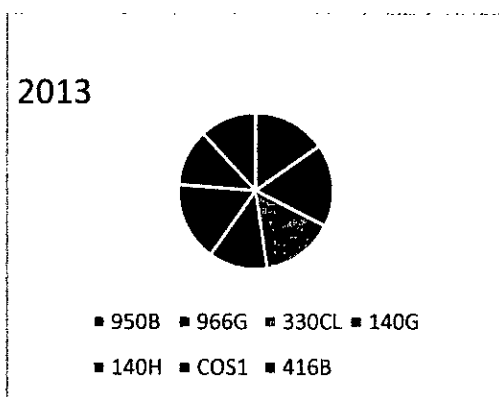
desempeño fueron: 950B, 140G, COS 1 y 416B, acumularon 901 horas de operación para este periodo Enero- agosto 2012.

### Análisis de gastos de operación durante la gestión de Implementación del plan de mantenimiento

**Tabla 19**

Horas de operación de las maquinarias

Equipos	2013								H total
	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago.	
<b>950B</b>	125	185	195	238	229	0	293	250	1515
<b>966G</b>	182	195	210	245	252	0	324	278	1686
<b>330CL</b>	169	211	233	266	223	0	216	185	1503
<b>140G</b>	130	155	159	193	187	0	182	204	1210
<b>140H</b>	182	185	181	258	251	0	291	276	1624
<b>COS1</b>	119	135	142	155	132	0	272	218	1173
<b>416B</b>	119	135	142	155	132	0	272	218	1173
	1026	1201	1262	1510	1406	0	1850	1629	9884



Equipos	2013 (Hrs)
<b>950B</b>	1515
<b>966G</b>	1686
<b>330CL</b>	1503
<b>140G</b>	1210
<b>140H</b>	1624
<b>COS1</b>	1173
<b>416B</b>	1173
<b>Total horas</b>	9884

Fuente: Servicios integrales S&B C.A

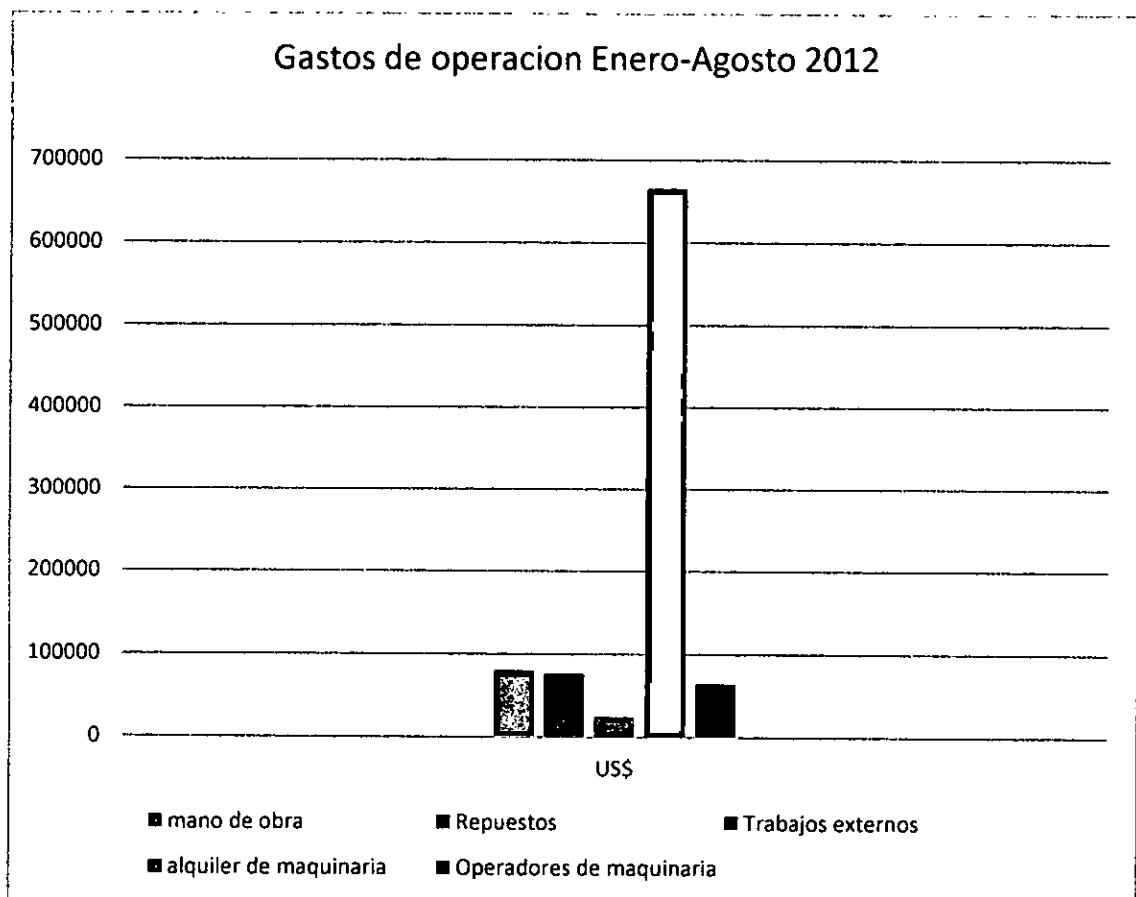
Se observa que en su conjunto las maquinas trabajaron 9884 horas. Las máquinas que tuvieron bajo desempeño

950B, 140G, COS 1 y 416B. en el periodo 2012 se incrementaron las horas de operación y acumularon 5071 horas de operación para este periodo Enero-Agosto 2013.

**Tabla 20**

**GASTOS DE OPERACIÓN PERIODO ENERO-AGOSTO 2012**

GASTOS DE OPERACIÓN COSECHA	US\$
Mano de obra	80.000
Repuestos	76.048
Trabajos externos	24.000
Alquiler de maquinaria	665.048
Operadores de maquinarias	64,000
<b>TOTAL GASTOS PARA PERIODO</b>	<b>909.096</b>

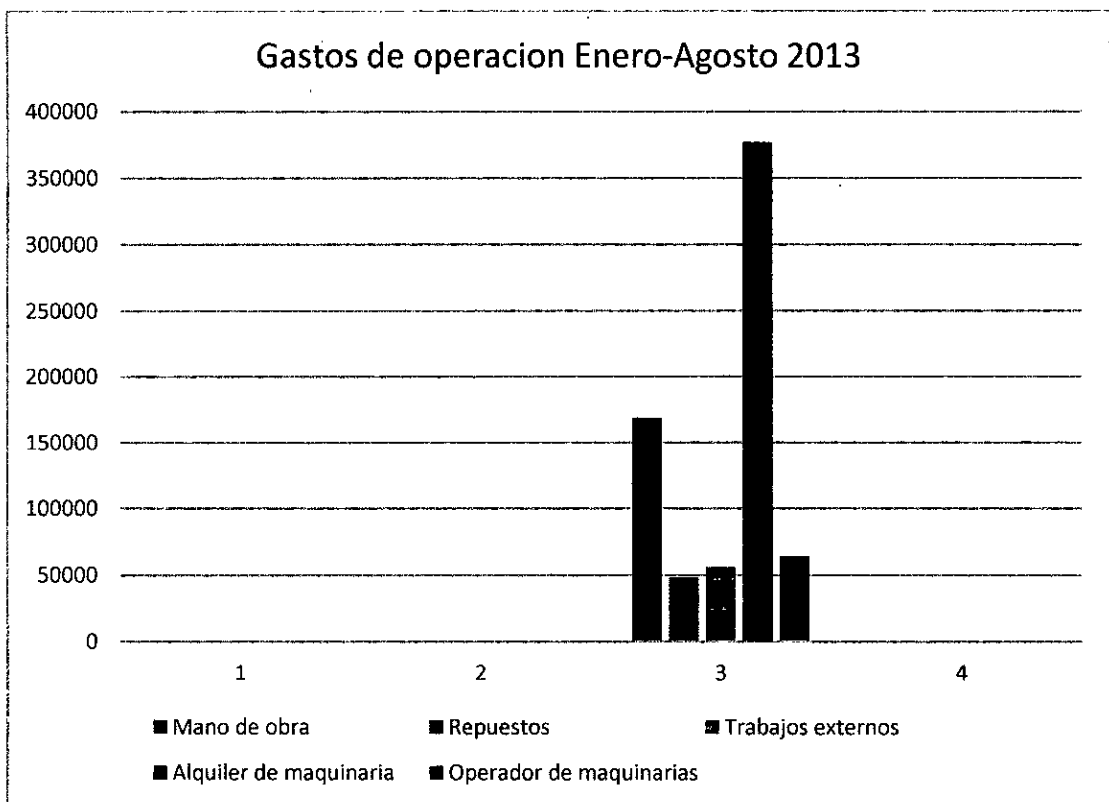


Fuente: Servicios integrales S&B C.A

**Tabla 21**

**GASTOS DE OPERACIÓN PERIODO ENERO-AGOSTO 2013**

GASTOS DE OPERACIÓN COSECHA	US \$
Mano de obra	168.640.00
Repuestos	48.000.00
Trabajos externos	56.000.00
Alquiler de maquinaria	376.724.80
Operadores de maquinarias	64.000.00
<b>TOTAL GASTOS PARA PERIODO</b>	<b>713.364.80</b>



**Fuente: Servicios integrales S&B C.A**

**Tabla 22**

**Costo beneficio en la gestión implementación del plan de mantenimiento de las maquinarias**

Enero-agosto	Gastos de operación \$	Horas de operación de los equipos
2012	909,096.00	5150 horas
2013	713,364.80	9884 horas
Beneficio	191,731.20	4734 horas

Fuente: Servicios integrales S&B C.A.

En esta tabla podemos observar que se incrementó las horas de operación en 4734 horas representando un 47% de aumento de la disponibilidad de las maquinarias.

El gasto de operación se redujo en un 22% represento un ahorro para Productora de Sal C.A. en el periodo de enero- agosto 2013 de, US\$ 191,731.20, para ese periodo.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

- Se implementó el plan de mantenimiento a la maquinaria pesada de Productora de Sal C.A. con el apoyo del departamento de mantenimiento y operaciones del cliente lográndose actuar en conjunto para realizar el trabajo operativo y de seguimiento con los objetivos de reducir las fallas y paradas de máquinas la operación nos permitió sobrepasar las expectativas del cliente que fue de un 80% de confiabilidad de sus maquinarias se consiguieron obtener un porcentaje de confiabilidad de 87%.
- Se incrementó las horas de operación entre 2012 a 2013, de 4734 horas entre los periodos; enero-agosto de los respectivos años que representa un ahorro promedio de US\$ 191,731.20 dólares en el periodo estudiado lo cual representa un sustento de ahorro en alquiler de maquinarias, así como también el cliente logro cumplir con sus metas de producción usando sus maquinarias en la operación.
- Se establecieron planes de mantenimiento para cada maquinaria involucrada en la producción de sal,
- Los principales logros de la implementación del plan de mantenimiento fueron la reducción de los gastos de compra de repuestos se redujeron la inversión del 2012 fue de US\$ 114,075 dólares y el año 2013 US\$. 59,670



siendo un total en el periodo 2012-2013 la inversión de US\$. 173,745.00 dólares; en el año 2012 se incrementó el mantenimiento correctivo mientras que en el 2013 con la implementación del plan, se realizaron más mantenimiento preventivo que correctivo.

- La confiabilidad se incrementó de setiembre 2012 de un 47% a setiembre 2013 de un 87%, las fallas funcionales se redujeron al punto de ser minimizadas es necesario indicar que estas maquinarias ya tienen una obsolescencia mayor de 15 años la cual con un seguimiento continuo y cumpliendo el plan de mantenimiento se logra el objetivo deseado.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda continuar y mejorar este plan de mantenimiento con la participación del personal técnico , operadores de máquinas supervisor de mantenimiento, departamento de almacén y logística
2. Para implementar cualquier tipo de plan de mantenimiento se debe de contar con las herramientas manuales y de diagnóstico, así como también la información técnica para dar soporte al personal técnico, con capacidad de diagnóstico efectivo,
3. Se requiere, tener proveedores confiables, es necesario realizar convenios con proveedores locales y del exterior para dar una respuesta efectiva a las necesidades de requerimiento de los repuestos e insumos.

4. La capacitación de los operadores y grupo de mecánicos es importante para que se actualicen con el funcionamiento de las máquinas de control electrónico.
  
5. Toda organización funciona como equipo el personal técnico y administrativo de una empresa es importante valorar al recurso humano que es el principal generador de utilidades en cualquier organización.

## REFERENCIALES

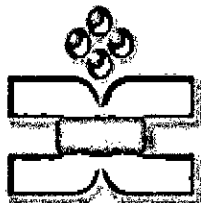
- Apolo, C. y Matovelle, C. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para la flota vehicular del gobierno autónomo de la ciudad de Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Alpízar, E. (2008). Mantenimiento Recuperado de [http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4\\_cap5.pdf](http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual4/ma4_cap5.pdf)
- Chang, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler*. (Tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Duffuaa, Raouf y Dixon (2009). *Sistemas de Mantenimiento, planeación y control*. Limusa.
- Guzmán, P. (2009). *Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en talleres de servicio para motocicletas*. (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander. Bogotá.
- Logroño, P. (1994). *Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en una fábrica textil*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado de [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/title/desarrollo-programamantenimiento-preventivo-fabrica-textil/id/52149443.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/desarrollo-programamantenimiento-preventivo-fabrica-textil/id/52149443.html)

- Morales, J. (2012). *Implantación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) al Taller Automotriz del I. Municipio de Riobamba*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Pérez, R. (2009). *Mejoramiento de la gestión de mantenimiento de la Clínica Odontológica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega*. (Tesis de Maestría en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Nacional del Callao, Perú.
- Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Ros, A. (2015). *Mantenimiento Industrial – I*. España: Ril.
- Salas, M. (2012). *Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil*. (Tesis de grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Stronconi, D. y Tamoy R. (2010). *Plan de Mantenimiento correctivo preventivo de los transformadores de distribución en la empresa ELEBOL C*. Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar. Ciudad Bolívar-Estado Bolívar, Venezuela.
- Varela, S. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo Empresa Retesa S.A. de C.V*. Universidad Tecnológica de Querétaro Santiago de Querétaro, México.

## **ANEXOS**

- **Anexo 1: Contrato de Mantenimiento**
- **Anexo 2: Foto de Planta de sal**
- **Anexo 3: Curso de diagnóstico de fallas**

## ANEXO 1. Contrato de Mantenimiento



SERVICIOS INTEGRALES S&B, C.A.  
Rif: J-29879792-4

Maracaibo 22 de agosto del 2012

### OFERTA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO

**SEÑORES:  
PRODUCTORA  
DE SAL C.A.**

Atención: Ing. Jesús Rodríguez

**TELEFONO: 0266-4144126**

**DIRECCION: Carretera Los Puertos- Quisiro KM 11 sector Los Olivitos.**

**Municipio Miranda Edo. Zulia.**

Estimados Señores:

En atención a lo conversado, a continuación presentamos para su consideración, nuestra propuesta sobre los servicios profesionales de mantenimiento a las maquinaria Pesada , propiedad de Productora de Sal, C.A; en la planta de los Olivitos del municipio Miranda, para lo cual nuestra empresa SEINCA, se comprometo a cumplir con el contrato de mantenimiento requerido por Productora de Sal, C.A; con el suministro del siguiente personal, el cual está suficientemente preparado técnica y profesionalmente para realizar dicho trabajo:

**01 Supervisor 02 Mecánicos Diésel 01 Soldador 01 Electricista 01 pintor**

Así como la implementación de un plan de mantenimiento a las maquinarias a las cuales Se realizaran las labores que le asigne la empresa contratante Productora de Sal C.A

De acuerdo al contrato de mantenimiento vigente a la Fecha de inicio desde el 1° de Setiembre de 2012

**ENFOQUE, ALCANCE Y DESCRIPCION DE LOS SERVICIOS.**

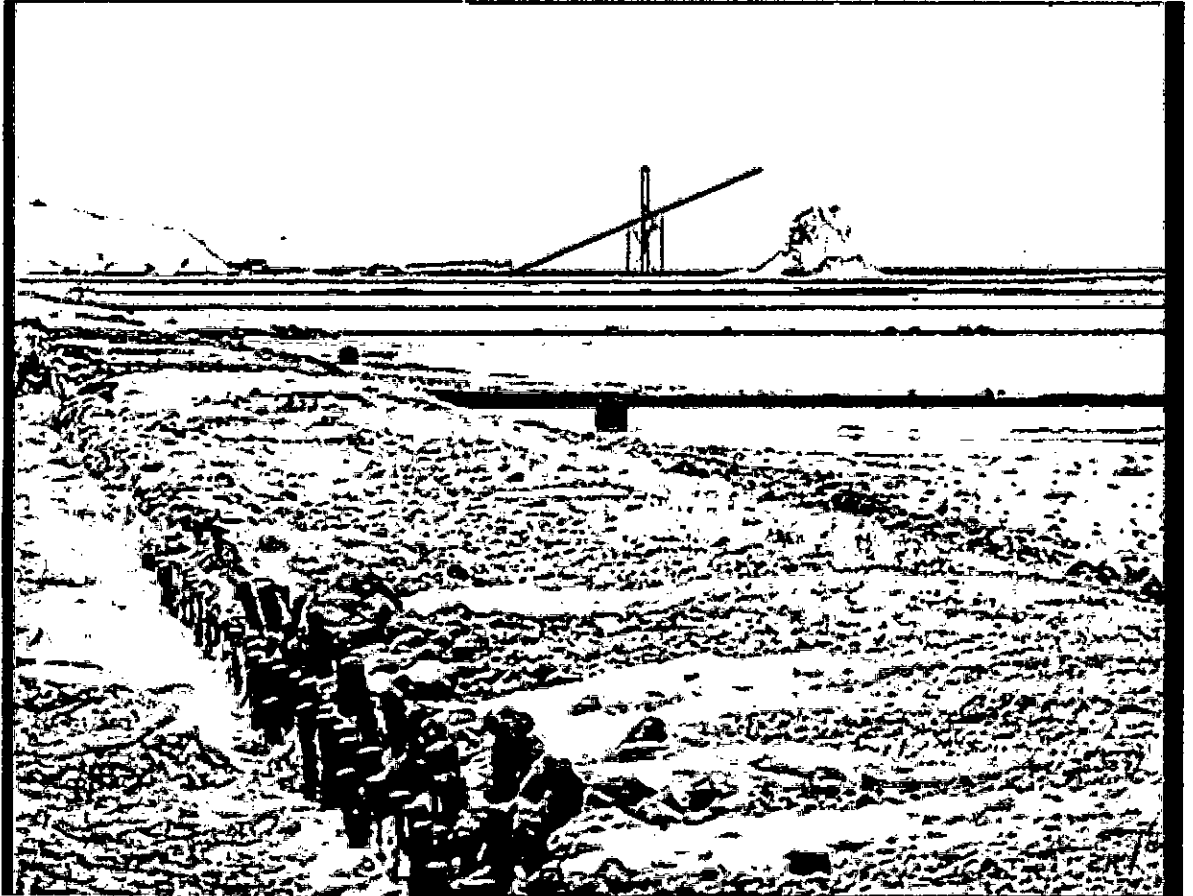
El alcance de nuestro trabajo consiste en el mantenimiento preventivo y correctivo de las maquinarias pesada Se adjunta la propuesta económica.

# SEINCA

**Lic. Javier Finol**  
Gerente General

Calle 82 Con Calle 9B N° 81-60 Sector veritas, Maracaibo Edo Zulia Teléfono: 0261-7975138 – 0414-6374284 Email: seincasyb@gmail.com

## ANEXO 2. PLANTA DE SAL.



Fuente: Productora de Sal C.A.

ANEXO 3. CURSO DE DIAGNÓSTICO DE FALLAS

**CATERPILLAR**  
**CAT ET**

- \* **DIAGNOSTICO**
- \* **CALIBRACION**
- \* **ELECTRONICA**

**CATERPILLAR**  
**CATERPILLAR CAT ET**  
**Caterpillar Electronic Technician**  
**CATERPILLAR**

**CAT**

Fuente: Servicios Integrales S&B C.A.