

**DESARROLLO DE CONSULTORIA PARA MEDIR LA GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN INNOVAPOR S.A.S**

**JORGE VICENTE GUZMAN LAVERDE  
ANDRÉS RICARDO ROJAS GAZABÓN  
SANDRA MILENA PINTO JOYA**

**UNIVERSIDAD ECCI  
DIRECCIÓN DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ D.C. SEGUNDO SEMESTRE 2016**

**DESARROLLO DE CONSULTORIA PARA MEDIR LA GESTION DE  
MANTENIMIENTO EN INNOVAPOR S.A.S**

**JORGE VICENTE GUZMAN LAVERDE  
ANDRES RICARDO ROJAS GAZABON  
SANDRA MILENA PINTO JOYA**

**Proyecto de investigación presentado para optar el título de Especialista en Gerencia de  
Mantenimiento**

**Asesor  
Ing. MIGUEL ANGEL URIAN  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**UNIVERSIDAD ECCI  
DIRECCIÓN DE POSGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTA D.C. SEGUNDO SEMESTRE 2016**

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Comité de Grado en Cumplimiento de los  
requisitos exigidos por la UNIVERSIDAD ECCI para  
optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento.

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Bogotá, 30 de Diciembre de 2016**

## **Agradecimientos**

Primero que todo a Dios,  
a Ceci, mi madre, que me animó a realizar esta especialización,  
a Adriana mi esposa y a Luciana mi hija, por apoyarme en este trabajo,  
a mis compañeros de monografía Sandra y Andrés por este bonito trabajo en equipo  
a María Paula y Juan Sebastián, compañeros de lucha en este paso de nuestras vidas  
y a los profesores por transmitir sus conocimientos

ING .JORGE GUZMÁN LAVERDE

A Dios y la Virgen, a Jorge mi papa, Rosa mi mama y Alexandra mi hermana  
por estar presentes en todos los proyectos que tengo,  
a mi esposo John Fredy por su apoyo incondicional,  
a todos mis compañeros de especialización en especial  
a Jorge, Maria Paula, Sebastian, Andres, William, Wilson y Fredy  
y a todos los docentes que me brindaron todos sus  
conocimientos y experiencias.

ING. SANDRA MILENA PINTO JOYA

Agradecimientos especiales a mi esposa Milena  
Y mi hija Geraldine la cual con su paciencia y apoyo me han dado  
Fuerzas para culminar este objetivo.  
Mis padres Ricardo y Gina Lucia, mis hermanos y toda la  
Comunidad académica representado por los docentes  
Y compañeros de grupo la cual permitieron la realización de este  
Proyecto de vida.

ING. ANDRES RICARDO ROJAS GAZABON

## Contenido

Introducción .....	9
Resumen.....	10
Glosario.....	12
1. Titulo .....	14
2. Problema de investigación.....	15
2.1 Descripción del problema .....	15
2.2 Planteamiento del problema .....	15
2.3 Sistematización del problema.....	15
3. Objetivos de la investigación.....	16
3.1 Objetivo general.....	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4. Justificación y delimitaciones.....	17
4.1 Justificación.....	17
4.2 Delimitación .....	17
4.3 Limitaciones .....	18
5. Marco conceptual .....	19
5.1 Marco teórico.....	19
5.1.1 Generalidades de mantenimiento .....	19
5.1.2 Sistemas básicos de mantenimiento .....	21
5.1.3 Estrategias modernas de mantenimiento.....	22
5.1.4 Sistematización del mantenimiento computarizado CMMS .....	27
5.2 Estado del arte .....	30
5.2.1 Estado del arte local.....	30
5.2.3 Estado del arte nacional.....	31
5.2.4 Estado del arte internacional.....	32
6. Tipo de investigación.....	36
7. Marco metodológico.....	37
7.1 Recolección de la información .....	38
7.1.1 Plantillas de evaluación.....	39

7.1.2	Identificación y caracterización de la empresa .....	45
7.1.3	Criticidad de rutas de inspección .....	45
7.1.4	Manejo de la información sobre equipos .....	45
7.1.5	Estado del mantenimiento actual .....	46
7.1.6	Antecedentes de costos de mantenimiento .....	46
7.1.7	Efectividad del mantenimiento actual .....	46
7.2	Análisis de la información .....	47
7.2.1	Valoración y presentación de los resultados .....	47
7.2.2	Resumen de los diferentes aspectos de mantenimiento auditado .....	48
7.2.3	Resultados de la criticidad de las rutas de inspección .....	49
7.2.4	Resultados del manejo de la información sobre equipos .....	50
7.2.5	Resultados del estado del mantenimiento actual .....	51
7.2.6	Resultados de los costos de mantenimiento .....	52
7.2.7	Resultados de la efectividad del mantenimiento actual.....	53
7.3	Planteamiento de la solución.....	54
7.3.1	Estrategia de mantenimiento propuesta a implementar .....	54
8.	Fuentes de recolección de la información .....	61
8.1	Fuentes Primarias .....	61
8.2	Fuentes Secundarias .....	61
9.	Análisis financiero .....	62
10.	Talento humano .....	66
11.	Conclusiones y recomendaciones .....	69
11.1	Conclusiones .....	69
11.2	Recomendaciones .....	70
12.	Bibliografía .....	72

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Tipos de Investigación (ECCI)</i> .....	36
Tabla 2. <i>Escala o valor de calificación del encuestador (Talca)</i> .....	38
Tabla 3. <i>Identificación y caracterización de la empresa (Talca)</i> .....	39
Tabla 4. <i>Criticidad de rutas de inspección (Talca)</i> .....	40
Tabla 5. <i>Manejo de la información sobre equipos (Talca)</i> .....	41
Tabla 6. <i>Estado del mantenimiento actual (Talca)</i> .....	42
Tabla 7. <i>Análisis de costos de mantenimiento (Talca)</i> .....	43
Tabla 8. <i>Efectividad del mantenimiento actual (Talca)</i> .....	44
Tabla 9. <i>Rangos de calificación (Autores)</i> .....	47
Tabla 10. <i>Ejecución de mantenimiento por el operario y el mantenedor (Autores)</i> .....	55
Tabla 11. <i>Descripción de inversión en Talento Humano (Autores)</i> .....	62
Tabla 12. <i>Descripción inversión en equipos y software (Autores)</i> .....	63
Tabla 13. <i>Descripción inversión en capacitaciones (Autores)</i> .....	63
Tabla 14. <i>Total de la inversión implementación mantenimiento preventivo (Autores)</i> .....	64
Tabla 15. <i>Estimación de cálculo de pérdidas anualmente (Autores)</i> .....	64
Tabla 16. <i>Aspectos que impactan directamente al personal por realizar una buena gestión de mantenimiento (Autores)</i> .....	67
Tabla 17. <i>Personal que llevo a cabo la auditoria en INNOVAPOR SAS (Autores)</i> .....	68

## Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1.</i> Evolución del mantenimiento (Alejandro, 2012) .....	20
<i>Ilustración 2.</i> Descripción del mantenimiento productivo total TPM (Gazabon, 2015) .....	24
<i>Ilustración 3.</i> Ciclo de vida de los activos (Cruz, 2016) .....	26
<i>Ilustración 4.</i> Evolución de la gestión de activos (Gonzales, 2015).....	27
<i>Ilustración 5.</i> Grafica de resultados generales de los aspectos evaluados en la consultoría (Autores) .....	48
<i>Ilustración 6.</i> Gráfica de resultados de la criticidad ruta de inspección (Autores).....	49
<i>Ilustración 7.</i> Gráfica de los resultados del manejo de la información de equipos (Autores) .....	50
<i>Ilustración 8.</i> Resultados del mantenimiento actual (Autores).....	51
<i>Ilustración 9.</i> Detalle de los costos de mantenimiento (Autores).....	52
<i>Ilustración 10.</i> Detalle de la efectividad del mantenimiento (Autores).....	53



## **Introducción**

La administración y la estrategia del mantenimiento con cada una de sus fases, ha evolucionado a través del tiempo convirtiéndose en una gran herramienta para las organizaciones permitiéndoles obtener productividad, confiabilidad, crecimiento y rentabilidad. El problema principal que enfrenta en la actualidad los procesos de mantenimiento en las organizaciones, es sin duda, su implementación cuando se inicia de ceros o los paradigmas que acarrearán las reestructuraciones a un sistema de gestión porque afectan el mismo proceso y a las diferentes áreas en las empresas que están relacionadas.

La gestión de mantenimiento involucra a la toda organización de tal forma que se pueda cerrar brechas en cuanto a costos en mano de obra, repuestos, etc., encaminadas a cumplir los objetivos y/o metas definidas desde el equipo de mantenimiento, utilizando las diferentes estrategias de mantenimiento modernas como por ejemplo Mantenimiento productivo total (TPM), Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), Optimización del mantenimiento planeado (PMO), etc. Para llevar a cabo esta gestión es necesario contar con la disposición de las personas involucradas en mantenimiento.

El objetivo del presente trabajo, desarrollado en la empresa INNOVAPOR SAS es desarrollar la consultoría para medir la gestión de mantenimiento que busca definir, estudiar y generar acciones de mejora en las actividades de mantenimiento. Este documento está dividido en diez capítulos que presentan paso a paso el desarrollo de la consultoría, desde el problema de investigación, los objetivos, justificación, marco conceptual, tipo de investigación, marco metodológico, fuentes de recolección de información, análisis financiero y por último talento humano.

## **Resumen**

Este documento explora la consultoría realizada a través de una auditoría en la gestión de mantenimiento de la empresa INNOVAPOR S.A.S, por medio del modelo aplicado de Eglobalt Technology S.A.S. utilizando el de la Universidad de Talca la cual radica en la valoración cuantitativa de la condición actual de mantenimiento. Esta auditoría tiene como fin realizar una evaluación y dar a conocer soluciones por medio de planes de acción a las novedades encontradas, también cerrar brechas en procedimientos, tiempos, repuestos, mano de obra, etc., dándole a la empresa mayor oportunidad de crecimiento y rentabilidad a un corto plazo.

La propuesta para medir la gestión de mantenimiento a través de la consultoría busca optimizar las prácticas del servicio y las atenciones a los equipos instalados en la compañía.

Dentro de esta auditoría se resolvieron diferentes matrices que se enfocan en la identificación de la compañía, la criticidad de rutas de inspección, manejo de la información sobre equipos, estado del mantenimiento actual, antecedentes de costos de mantenimiento y efectividad del mantenimiento actual. Con estos parámetros evaluados se puede generar gráficos diagnósticos que nos indican en qué estado se encuentra el mantenimiento de la compañía.

Posteriormente se con estos resultaos se puede llegar a dar planes de acción en cada uno de los ítems evaluados mostrando sus costos e impactos para el personal tanto administrativo como operativo.

## **Abstract**

This paper explores the consultancy carried out through an audit in the management and maintenance of the company INNOVAPOR S.A.S, by means of the model applied in Eglobalt Technology S.A.S. using the University of Talca which lies in the quantitative assessment of the current status of maintenance This audit is intended to carry out an assessment and to publicize solutions by means of plans of action to the novelties found, also close gaps in procedures, times, spare parts, labor, etc., giving the company more opportunity for growth and profitability in the short term. The proposal to measure the within this audit were resolved different matrixes that are focused on the identification of the company, the criticality of routes of inspection, information management on computers, status of current maintenance history of maintenance costs and effectiveness of current maintenance. With these parameters evaluated were can generate graphs diagnostics that we indicate in what state is the maintenance of the company.

Maintenance management through the consultancy seeks to optimize the practices of the service and the attention to the equipment installed in the company. Subsequently to be with these results can be reached to give action plans in each of the items evaluated showing their costs and impacts for staff both administrative and operational.

## Glosario

Las siguientes definiciones se tomaron de la guía técnica GTC colombiana. (ICONTEC, 1999)

**Consultoría:** Actividad del consultor

**Disponibilidad:** capacidad de una entidad para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado período de tiempo, en condiciones y rendimiento definidos. Puede expresarse como la probabilidad de que un elemento pueda encontrarse disponible para su utilización en un determinado momento o durante un determinado período de tiempo.

**Falla:** pérdida de la capacidad de una entidad para realizar su función específica

**Gestión:** Conjunto de operaciones que se realizan para dirigir y administrar un negocio o una empresa.

**Inventario de activo fijo:** relación de elementos con la especificación técnica, de construcción y de montaje de cada uno de ellos.

**Mantenimiento:** conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar, o restituir un elemento a las condiciones que le permitan desarrollar su función. Equivale al término conservación.

**Mantenimiento centrado en confiabilidad:** es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional.

**Mantenimiento correctivo:** mantenimiento efectuado a una entidad cuando la avería ya se ha producido, restituyéndole a condición admisible de utilización. El mantenimiento correctivo puede, o no, estar planificado.

**Mantenimiento predictivo:** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de una entidad por medición periódica o continua de algún parámetro significativo.

**Mantenimiento preventivo:** mantenimiento que consiste en realizar ciertas reparaciones, o cambios de componentes o piezas según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una entidad.

Siempre se debe planificar.

**Mantenibilidad:** en unas condiciones dadas de utilización, la aptitud de un dispositivo para ser mantenido o restablecido al estado en el que pueda cumplir su función requerida, cuando el mantenimiento se cumple en las condiciones dadas, con los procedimientos y medios prescritos.

**Servicios:** suministros auxiliares requeridos para la actividad operativa principal por ejemplo aire comprimido, electricidad, agua, vapor, gas, etc. y sus instalaciones específicas.

**Tiempo de ejecución:** período de tiempo en el que una o más personas, o un sistema automático, están realizando a una máquina trabajos de mantenimiento.

## **1. Título**

Desarrollo de un proceso de consultoría para medir la gestión de mantenimiento caso de estudio

INNOVAPOR S.A.S.

## **2. Problema de investigación**

### **2.1 Descripción del problema**

La gestión de mantenimiento en las empresas tiene como propósito lograr mejoras significativas en la efectividad y los costos de mantenimiento industrial, mediante la evaluación global de las actividades y del análisis adecuado de la información involucrando los procesos, operaciones, maquinaria e instalaciones y talento humano que deben ir relacionadas directamente con la disponibilidad y confiabilidad de los procesos y estas a su vez en función de la capacidad, la productividad y el presupuesto de que disponga la empresa.

El problema que motiva realizar la consultoría en la empresa INNOVAPOR S.A.S, es comprobar cómo se gestiona la mano de obra, herramientas, materiales, repuestos, etc., del departamento de mantenimiento, para así proponer mejoras a las brechas encontradas.

### **2.2 Planteamiento del problema**

¿La aplicación de un proceso de consultoría a la gestión de mantenimiento de INNOVAPOR SAS aportara al proceso de mejora continua de la organización?

### **2.3 Sistematización del problema**

¿Cuáles son las condiciones actuales del área de mantenimiento en INNOVAPOR SAS?

¿Qué tipo de método es el más adecuado para evaluar la gestión de mantenimiento de la empresa INNOVAPOR SAS?

¿Cómo se puede mejorar la gestión de mantenimiento en la empresa INNOVAPOR SAS?

### **3. Objetivos de la investigación**

#### **3.1 Objetivo general**

Realizar una consultoría para medir la gestión de mantenimiento en INNOVAPOR S.A.S, identificando áreas de oportunidad.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Definir las condiciones actuales del área de mantenimiento en INNOVAPOR SAS.
- Estudiar las metodologías existentes para utilizar en la consultoría de la gestión de mantenimiento en la empresa INNOVAPOR SAS.
- Generar la identificación de oportunidades y/o planes de acción para la gestión de mantenimiento en la empresa INNOVAPOR SAS.



## **4. Justificación y delimitaciones**

### **4.1 Justificación**

INNOVAPOR S.A.S. es una empresa colombiana que cuenta con la experiencia y la más moderna tecnología para la fabricación y suministro de productos a base de Poliestireno Expandido (EPS) para la construcción, la infra estructura y la industria en diferentes aplicaciones. Su diferencial está en la flexibilidad del diseño y la variedad de aplicaciones del EPS, cumpliendo con la normatividad existente en cada caso y que cuentan con el equipo técnico para el desarrollo de cada necesidad establecida por el cliente. El proceso de consultoría para la gestión del mantenimiento, en la empresa INNOVAPOR S.A.S., es una forma de examinar objetivamente como se percibe el entorno de mantenimiento permitiendo identificar falencias y proporcionar recomendaciones, las cuales serán objeto de decisiones y controles necesarios para que los procesos sean confiables. Además, permite evaluar de forma permanente, si la gestión de mantenimiento está operando de forma eficaz.

La meta que nos expone la gerencia a corto plazo es llegar a una buena implementación de mantenimiento preventivo.

### **4.2 Delimitación**

El presente proyecto de investigación, va desde la visita a la empresa INNOVAPOR S.A.S., ubicada en la Av. Troncal de Occidente No. 20-85, del municipio de Mosquera, Cundinamarca, Colombia, solicitar el permiso para la realización del trabajo pertinente, la recolección de la información, verificar los procedimientos con que se realizan los diferentes procesos a través de la metodología escogida, hasta la creación de la propuesta de implementación y mejoramiento de los procesos del área de mantenimiento.

### **4.3 Limitaciones**

Las limitaciones más importantes que se encuentran en esta investigación son:

- Posible negación del permiso para desarrollar la investigación dentro del área de mantenimiento de la empresa INNOVAPOR SAS.
- Proceso de mantenimiento actual con poca información, registros y rutas de acceso a procedimientos del proceso.
- Tiempo real de la investigación sea demasiado corto.
- Desplazamiento físico hasta la sede principal de INNOVAPOR SAS.

## **5. Marco conceptual**

### **5.1 Marco teórico**

En el marco teórico se hace mención de la evolución del mantenimiento en donde se definirá los sistemas básicos de mantenimiento (mantenimiento correctivo (CM), mantenimiento preventivo (PM) y mantenimiento predictivo (CBM). Luego se dan a conocer las formas básicas de las estrategias modernas en mantenimiento (confiabilidad operacional, mantenimiento basado en condición, mantenimiento centrado en la confiabilidad, mantenimiento productivo total, optimización del mantenimiento planeado, mantenimiento de clase mundial y gestión de activos). También se revisara la sistematización del mantenimiento. Por último se hace mención de los sistemas de control para mantenimiento (consultorías y auditorías).

#### **5.1.1 Generalidades de mantenimiento**

Dentro del campo del mantenimiento las industrias han evolucionado de tal manera que cada día busca mejoras continuas en sus procesos, con el fin de garantizar un buen servicio y/o producto. Por tal motivo es necesario conocer sobre la evolución del mantenimiento a través de los años. Esta evolución nace a partir de la segunda guerra mundial y la década de los 50' con el mantenimiento correctivo que consiste en hacer reparaciones en el momento que falla una maquina en donde no se tiene en cuenta los repuestos, tiempo de parada, mano de obra, herramientas, etc., haciendo que los costos sean demasiado elevados. A mediados de la década del 50' entra en auge el mantenimiento preventivo el cual busca programar y planear para efectuar los mantenimientos antes de que ocurra la falla, tratando de reducir costos y mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir los costos altos generados por los correctivos.

Luego en la década de los 60' se introduce el mantenimiento denominado productivo total (TPM) el cual se enfoca en mejorar la eficiencia y calidad de los procesos a través de optimización de los recursos. También nace el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) el cual busca optimizar la gestión de activos, en donde este interactúa con todos los procesos de las compañías como presupuesto, producción, financiera, cliente, calidad, etc. Que pueda ayudar a mejorar la gestión de mantenimiento.

Más adelante al ver la creciente demanda de mercado en todos los sectores industriales las empresas buscan ser más competitivas y es ahí donde nace hacia los 70' el mantenimiento productivo total que se basa en eliminar las pérdidas ocasionadas en los procesos productivos brindando un producto de óptima conformidad justo a tiempo y con la mayor utilidad posible. Se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:

- ✓ Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables).
- ✓ Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- ✓ Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

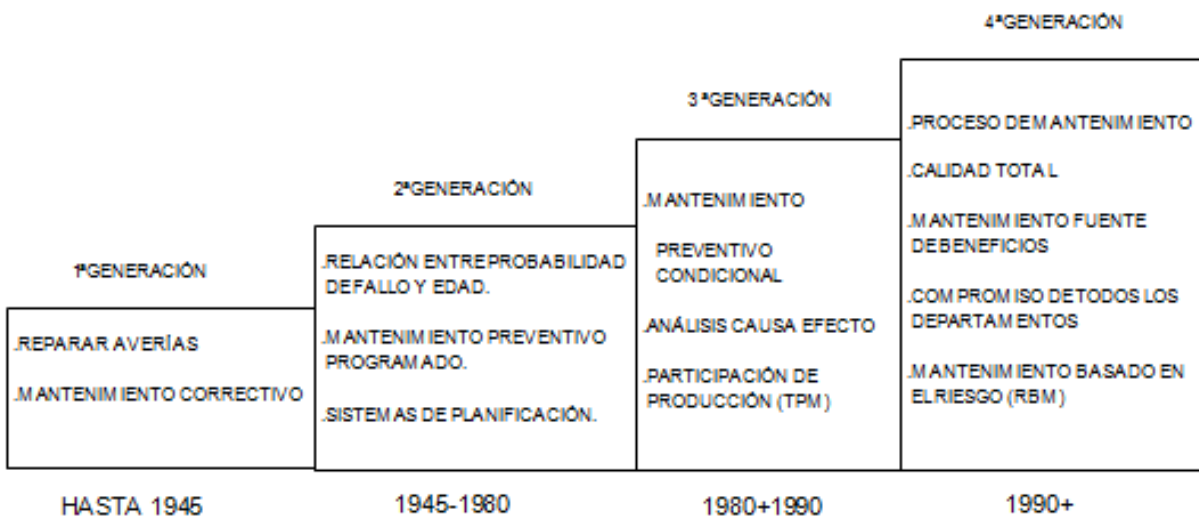


Ilustración 1. Evolución del mantenimiento (Alejandro, 2012)

### **5.1.2 Sistemas básicos de mantenimiento**

Los sistemas básicos de mantenimiento se pueden definir de la siguiente manera: (Palencia, 2012) afirma “un sistema de *gestión de mantenimiento* busca garantizarle a los clientes internos o externos, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requiera con *Disponibilidad, Confiabilidad y Seguridad Total*, durante el tiempo necesario para operar, con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, para producir bienes o servicios que satisfagan las condiciones, deseos o requerimientos de los clientes, en cuanto a calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mejores índices de productividad, rentabilidad y competitividad. (p.51).

#### ***5.1.2.1 Mantenimiento correctivo (CM)***

El mantenimiento correctivo se basa principalmente en la reacción frente a una falla ejecutando su solución en el momento; cuando se presenta este tipo de mantenimiento la función del activo se pierde inmediatamente.

#### ***5.1.2.2 Mantenimiento preventivo (PM)***

El mantenimiento preventivo se basa en un conjunto de actividades orientadas a anticiparse a la falla y paros imprevistos.

#### ***5.1.2.3 Mantenimiento predictivo (CBM)***

El mantenimiento predictivo se basa en detectar fallas potenciales en un activo por medio de equipos tecnológicos sin perjuicios en producción, ya que dependiendo la técnica que se use este no requerirá el paro del equipo o en su defecto paradas largas.

### **5.1.3 Estrategias modernas de mantenimiento**

De acuerdo al enfoque generador dado en el numeral 5.1.1, el mantenimiento hoy en día es una pieza fundamental dentro de las organizaciones impactando directamente en lo financiero, ya que los activos son la principal fuente de retorno a la inversión para los accionistas. Las estrategias modernas apuntan a tres ideas básicas: 1. Maximizar la rentabilidad, 2. Productos de calidad. 3. Confiabilidad y disponibilidad. Teniendo en cuenta estos conceptos se entrará a definir cada uno de las estrategias.

#### ***5.1.3.1 Confiabilidad operacional***

La confiabilidad operacional esta basa en reunir todas las técnicas y/o metodologías necesarias para optimizar el uso de los equipos; esto visto desde un panorama global de proceso, activo, diseño y humano. La confiabilidad es la probabilidad de que cierto elemento, componente o activo trabaje en condiciones óptimas por un determinado tiempo.

#### ***5.1.3.2 Mantenimiento basado en condición (CBM)***

El mantenimiento basado en condición es una de las estrategias de la confiabilidad, la cual detecta y evalúa la probabilidad de falla durante un tiempo específico, con el fin de tomar acciones que prevengan o eviten consecuencias de la falla. Este tipo de mantenimiento, para cada una de sus técnicas requiere de personal entrenado, calificado y certificado; además debe contar con equipos de análisis mediante hardware y software específicos.

#### ***5.1.3.3 Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)***

El mantenimiento centrado en la confiabilidad se usó en primera instancia en la aviación. Esta se basa en explorar en el nivel más alto de cada uno de los activo ayudando a definir la mejor practica para garantizar la máxima confiabilidad.

Se debe definir las funciones, modos de falla y los efectos de falla de cada activo, para luego realizar un árbol de decisión definiendo las tareas de desarrollar y los intervalos de tiempo en los cuales se debe ejecutar estas tareas.

#### ***5.1.3.4 Mantenimiento productivo total (TPM)***

El *Instituto Japonés de mantenimiento de plantas* (JIPM) define el TPM en los siguientes términos: (Palencia, 2012) “El TPM se orienta a maximizar la *efectividad de los equipos* (mejorar la eficiencia y la eficacia global) implantando un modelo de mantenimiento productivo de alcance amplio, que cubre la vida entera de la máquina, involucrando a todas las áreas vinculadas con los equipos...” (p.100).

Se basa en siete (7) pilares básicos, 1. Mantenimiento Autónomo: Se basa en una serie de actividades o tarea de mantenimiento básicas realizadas por los operarios, dentro de las actividades más comunes de mantenimiento autónomo están: la aplicación de las 5S en el sitio de trabajo, el diligenciamiento y la ejecución de procedimientos de limpieza y lubricación y el reporte de averías mayores al proceso de mantenimiento utilizando los formatos establecidos 2. Mantenimiento Planeado: Se basa en toda la programación y planeación de mantenimiento preventivo de todos los equipos de una organización ejecutados únicamente por el personal de mantenimiento; las actividades principales son: A) Planeación y programación de planes de mantenimiento como diseño de cronogramas, implementación de CBM. B) Definición de los indicadores de mantenimiento las cuales son los de eficiencia (KPI'S) y los de medición de gestión (MTTR, MTBF, MTTF). C) Equipos activos y taxonomía. D) Priorización y análisis de criticidad. E) Documentación de trabajos OT'S. 3. Mantenimiento a la calidad: es un pilar que contribuye a definir y mantener las condiciones del equipo para que no se produzcan defectos de calidad, como base en la rutina de inspección de equipos, ya sean autónomas o de mantenimiento

especializado. 4. Mejoras enfocadas: Se basa en radicar o eliminar las causas de las pérdidas crónicas a través del mejoramiento en el conocimiento de los procesos mediante el análisis y solución de problemas involucrando al personal de manera individual mejorando la eficiencia del trabajo en forma continua. 5. Educación y entrenamiento: Establecer las políticas de la gestión de mantenimiento a través de la evaluación del entrenamiento del personal, para desarrollar un sistema de mantenimiento que mejore las habilidades en el mantenimiento y la operación de los equipos; para así desarrollar una mejora continua en las prácticas y desarrollo de nuevas capacidades en el personal. 6. Control Inicial: este pilar está destinado a prevenir los problemas que se pueden presentar en el equipo desde las fases de diseño y desarrollo se emplea para identificar y prevenir problemas potenciales que una empresa puede encontrar cuando se va a comprar instalar o poner en marcha una maquina o proceso. 7. Seguridad Higiene y medio ambiente: Se basa en la prevención o en la detección de fuentes de riesgo en los equipos, en las habilidades y conocimientos de las personas, en el cumplimiento de los estándares de las empresas fomentando la seguridad y salud del personal dentro y fuera de la empresa.

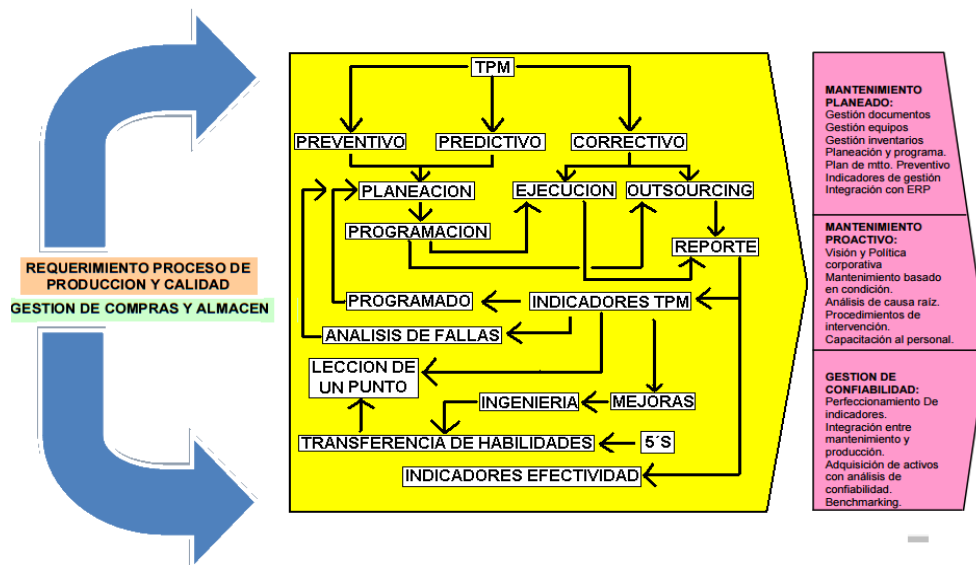


Ilustración 2. Descripción del mantenimiento productivo total TPM (Gazabon, 2015)



### ***5.1.3.5 Optimización del mantenimiento planeado (PMO)***

La optimización del mantenimiento planeado se basa en reunir todos los historiales, requerimientos, información técnica y demás datos que puedan ser útiles para el análisis racional y rentable cuando el mantenimiento preventivo se ha consolidado y la planta se mantiene bajo control.

### ***5.1.3.6 Mantenimiento de clase mundial***

Hoy en día todas las organizaciones se enfocan en alcanzar la excelencia en todo su conjunto. El mantenimiento de clase mundial significa superarse en todas las expectativas relacionadas con:

- Máxima calidad.
- Protección a la seguridad y medio ambiente.
- Lograr la mayor rentabilidad y crecimiento de la organización.
- Motivación y satisfacción personal de los clientes y empleados.

Para poder alcanzar un mantenimiento de clase mundial las organizaciones deben tener bien definido cuáles son sus políticas para el área de mantenimiento, todo esto relacionado con la estrategia de la compañía y como mantenimiento puede llegar a impactar (planeación). Luego se deben establecer métodos de trabajos efectivos para alcanzar los objetivos planteados (hacer), revisar que la estrategia y los métodos usados sean los apropiados y estén dando resultados efectivos (verificar). Por ultimo cerrar brechas y realizar planes de mejora o acción (actuar).

### ***5.1.3.7 Gestión de activos***

La gestión de activos se basa en revisar cada una de las fases del ciclo de vida de los activos para maximizar su valor. La gestión de activos será basada en la pas 55, que hoy representan las definiciones más respetadas y aceptadas internacionalmente en el tema de Gestión de Activos en todos los sectores industriales.

(PAS55, 2008) Afirma “Actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional”. Los ciclos de vida de los activos descritos en la figura 3. Básicamente se dividen en dos en la adquisición y en el activo en uso, en términos de costos lo llaman el capex y el opex.

Dentro del ciclo de vida de la adquisición o el capex surge la necesidad, luego una sanción- compra, el diseño, la instalación, el commission y la operación. Para la parte del activo en uso u opex se tiene la operación y el mantenimiento hasta su desincorporación.

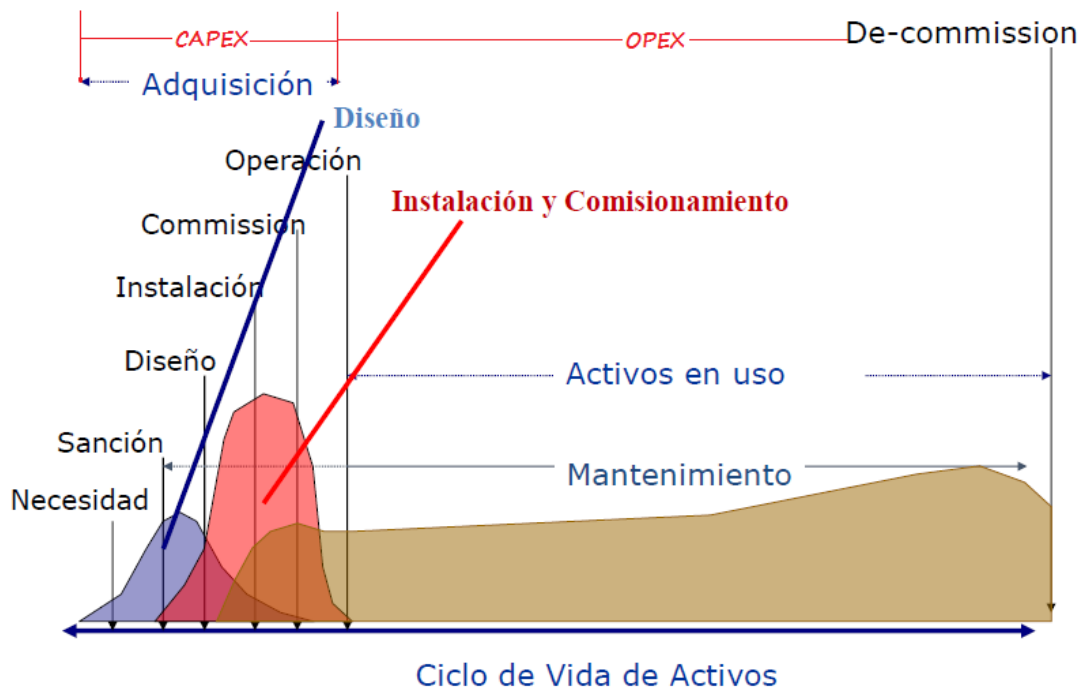
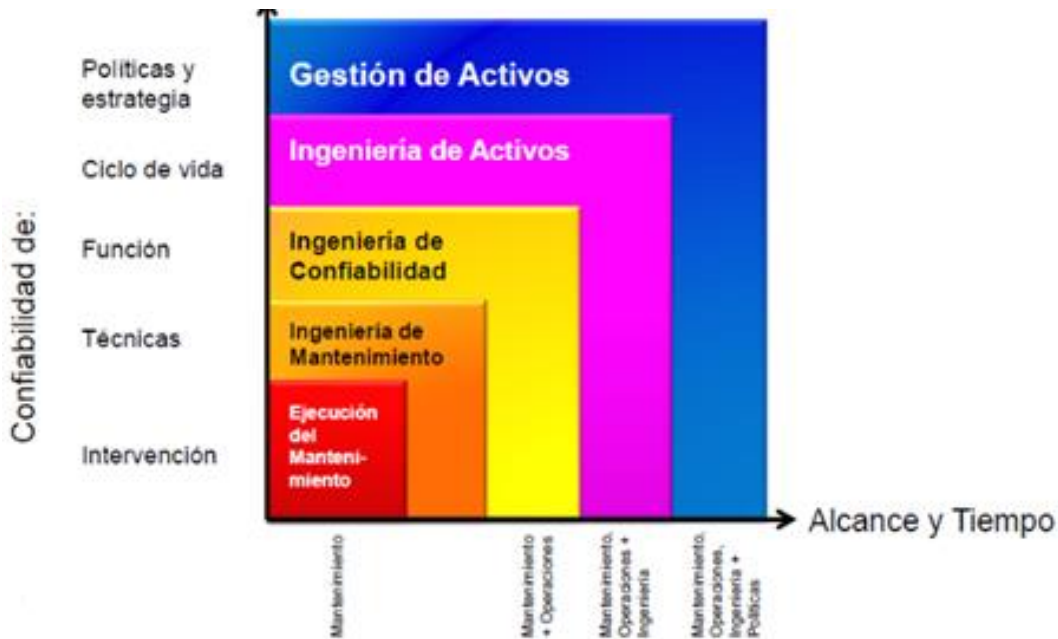


Ilustración 3. Ciclo de vida de los activos (Cruz, 2016)

Dentro de la evolución de la gestión de activos se tiene la siguiente figura 4.



*Ilustración 4.* Evolución de la gestión de activos (Gonzales, 2015)

#### 5.1.4 Sistematización del mantenimiento computarizado CMMS

Debido a la dinámica y a la cantidad de información que se necesita tener organizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, sólo con un sistema computarizado es posible mantener accesible y al día toda esa información. (ReliabilityWeb, 2016). CMMS (Computerized Maintenance Management System) o GMAC (Gestión del Mantenimiento Asistido por Computadora). El sistema de gestión del mantenimiento asistido por computadora consiste en aplicar plataformas informáticas apoyadas en bases de datos que ayudan a las organizaciones en la gestión de activos debido a que permiten generar de las tareas de mantenimiento, su planeación, su ejecución y control en el cumplimiento de estas, buscando el mayor porcentaje de eficacia en la labor de los trabajos a realizar.

Los Softwares de mantenimiento existentes pueden utilizar métodos en línea ya sea por vía local o acceso remoto, para un usuario o varios de acuerdo al número de licencias adquiridas, puede ser de dominio público a restringido, de acuerdo a la naturaleza de las organizaciones y su grado de sofisticación también depende del grado desarrollo de las mismas. Es por ello que existen versiones de estas plataformas de manera libre a plataformas que tienen un alto costo, pero a medida que avanzamos en el tiempo y la tecnología son más comunes y de dominio general.

Los softwares de gestión de mantenimiento tienen como generalidades el manejo de algunos módulos como (Tavbares, 1996, pág. 19):

- Gestión de activos: En donde se clasifican por código (taxonomía), se ubican dentro de la organización y se adjuntan catálogos en caso de ser equipos.
- Órdenes de trabajo: En donde se generan los trabajos a realizar en los activos. Tienen un manejo para dar cumplimiento con órdenes de trabajo abiertas y cerradas junto con el listado de repuestos y herramientas requeridas para realizar los trabajos junto con su respectivo encargado.
- Mantenimientos preventivos: En este módulo se asocian los planes de mantenimiento rutinario a los activos, se realiza la planeación de trabajos iniciales y próximos, se lleva el historial de los trabajos culminados y un listado de los equipos fuera de servicio.
- Mantenimiento no rutinario: En este módulo se registran los trabajos correctivos realizados a los activos, se registra el historial de daños y en algunos casos el registro de los costos generados.
- Mantenimiento predictivo: Algunas ocasiones las organizaciones tienen el registro de estos trabajos debido al desarrollo de su gestión de mantenimiento y es en este módulo donde

registran las mediciones de los ensayos realizados, su historial y generan alarmas por mediciones fuera de rango.

- Recursos: En este módulo se asigna los equipos, herramientas, consumibles, repuestos y mano de obra asociada a cada orden de trabajo para gestionar los costos del mantenimiento de los activos.
- Calendarios: Generan diagramas de Kant para que el planeador tenga un control permanente del trabajo a realizar para que con los recursos asignados no hayan desfases en la planeación y en la ejecución del trabajo.
- Análisis de la información: Algunos softwares manejan análisis de falla y de causa raíz como ayuda a la gestión de mantenimiento de activos y generan algunos indicadores entre las diferentes clases de mantenimiento, clases de equipos, costos por mantenimiento, paradas, etc., que hacen que tomar decisiones en la gestión de activos sea más fácil.

Algunos ejemplos de estos programas tales como SAP, Infomante, MP9, etc., traen como beneficios a las organizaciones la reducción de costos de mantenimiento porque ayudan al control y disminución de los tiempos de paro de equipos, medición de los tiempos entre fallas de los equipos y su disminución, control de inventarios de repuestos, planificación de recursos materiales y humanos, ajustes a los planes de mantenimiento, información inmediata y actualizada de costos y la posibilidad de ingresar a cualquiera de las filosofías de mantenimiento que se manejan en la actualidad como garantía de la calidad y competitividad que deben tener las organizaciones.

## **5.2 Estado del arte**

### **5.2.1 Estado del arte local**

Método de reducción del mantenimiento preventivo con base en el mantenimiento predictivo. año 2008, en la Universidad ECCI, los Ingenieros Alexander Vela , Héctor Orlando Torres, Juan Mario Urrego y Milton Pinzón, presentan los pasos de implementación del mantenimiento predictivo, con objetivos principales tales como determinar la criticidad de los equipos, el análisis de costos y tiempo por mantenimiento . Durante la ejecución de este proyecto se concluye que el analizador de vibraciones y el termógrafo, como herramientas del CBM, se establecen criterios acordes para alargar la programación del mantenimiento preventivo. Argumentando una reducción del 46% de los costos por mantenimiento preventivo empleando los equipos bajo alquiler. (Vela , Torres, Urrego, & Pinzon, 2008).

REESTRUCTURACION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE VEHICULOSMERCEDES BENZ EXISTENTE EN LA EMPRESA SI99 S.A. Año 2010 Universidad ECCI, los ingenieros Jhon Edison Hernández Castro y Rene Alejandro Manrique analizaron y reestructuraron el plan de mantenimiento por costos altos por rutinas desprogramadas en el área de planeación de trabajos, Optimizando tiempos de rutina y presentando resultados concretos en base al presupuesto asignado para mantenimiento, obteniendo confiabilidad y reducción de costos de mantenimiento. (Hernandez Castro & Manrique, 2010).

ESQUEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN VIBRACIONES MECÁNICAS EN EL HOTEL BOGOTÁ PLAZA Año 2007 Ing. David Ricardo Contreras Morales Universidad ECCI ,estableció rutinas de inspección y seguimiento de parámetros establecidos para la predicción de fallos por condición de los equipos, evitando las fallas

correctivas no planificadas y el desperdicio de recursos por falta de mantenimiento. Los costos del mantenimiento requieren de una buena planificación, el control adecuado en la asignación y contratación de recursos, para garantizar el servicio y hacer aumentar la rentabilidad del negocio. (Morales, 2007).

### **5.2.3 Estado del arte nacional**

Con el primer artículo COMO INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL NEGOCIO MEDIANTE ESTRATEGIAS PARA GERENCIAR EL MANTENIMIENTO. María Beatriz Cáceres Soluciones Integrales Corporativas ICS GROUP S.A. se encuentra la importancia de tener una estrategia gerencial de mantenimiento que involucra (equipos o activos, el talento humano, el proceso y el valor) que hacen que la gestión sea más completa y que llegue a cada uno de las personas involucradas en la organización. El resultado obtenido del incremento de la competitividad mediante estrategias gerenciales se vio reflejado en pesos (\$) en un tiempo de 5 años en la industria del petróleo, servicios y alimentos además de beneficios asociados a la preservación del conocimiento, y lograr la máxima efectividad del personal, incorporando las lecciones aprendidas durante la implantación y evaluación de las mismas. (Caceres).

En el segundo artículo realizado por Omar de Jesús Montilla Galvis, MODELO DE EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE EMPRESAS INDUSTRIALES DEL SUBSECTOR DE EMPAQUES Y ENVASES PLÁSTICOS, 25 de Octubre de 2004, nos informa sobre una propuesta de modelo de gestión aplicada a las empresas de empaques y envases plásticos en el Valle del Cauca en donde revisan la evaluación integral de la gestión empresarial abordando tres niveles de dirección: estratégico, táctico y operativo (ventas, producción, finanzas y recursos humanos). Este estudio tuvo como resultado final cerrar las brechas existentes en cada uno de los niveles tomados haciendo que la toma de decisiones fuese más eficiente, esforzarse por hacer las

cosas mejor cada día, hacer seguimiento a los objetivos y metas planteadas, tener sentido de pertenencia por la empresa. (Galvis, 2004).

En el tercer estado del arte encontramos el libro **GESTIÓN MODERNA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL** año 2012 Ing.MCs. Oliverio García Palencia, trabajo desarrollado en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el programa de Ingeniería Electromecánica, para la cátedra de administración de mantenimiento nos introduce en el mundo del mantenimiento la cual busca integrar teorías gerenciales en las actividades de mantenimiento, centrándose en sistemas de gestión, productividad, herramientas para la mejora de la eficacia del mantenimiento con las metodologías para la implementación en la industria nacional. (Palencia, 2012).

#### **5.2.4 Estado del arte internacional**

En un primer artículo de la revista electrónica Ingeniería Mecánica Volumen 7 del año 2004, A. Torres Valle y J. de J. Rivero Oliva con título Gestión del Mantenimiento Orientada a la Seguridad, plantean que los problemas que tienen las organizaciones en la seguridad y disponibilidad de las instalaciones es por la falta de una adecuada gestión de mantenimiento, lo cual resuelven a través de un algoritmo que hace posible la construcción y evaluación automatizada de los modelos probabilísticos para Profesionales no expertos, a partir de los esquemas tecnológicos y otros datos habituales para el personal de mantenimiento. De acuerdo a esto se ha podido implementar no sólo para la evaluación de las estrategias de mantenimiento sino también de la seguridad del personal mantenedor lo que conforma en un novedoso método de evaluación multifactorial orientado a la toma de decisiones. (Torres Valle & Rivero Oliva, 2004).



Ya en el año 2009 en México se realiza una Tesis por parte de ROBERTO ANTONIO ESQUIVEL VÉLEZ y JUAN GONZALO MARTÍNEZ VÁSQUEZ que pretendía realizar un diagnóstico de la gestión de mantenimiento a una empresa de Artes gráficas a través de la herramienta diseñada por la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA). Con este diagnóstico a esta pequeña y mediana empresa, establecieron propuestas para mejorar la función del mantenimiento de la empresa de acuerdo a las oportunidades de mejora encontradas que hacen que la empresa no solamente sobreviva en el mercado sino que crezca y se distinga por su innovación en su gestión. ( (A. TORRES VALLE, 2004)

Siguiendo con la cronología, en el año 2012 los señores Francisco Cárcel Carrasco y Carlos Roldán Porta en su artículo Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: Un estudio cualitativo; plantean como transmitir el conocimiento del personal empírico y con experiencia al personal nuevo pues existe una brecha entre la información y el conocimiento al interior de las empresas. Es por ello que desarrollan un estudio de como minimizar las pérdidas que este problema ocasiona y plantean que la gestión de mantenimiento debe ir de la mano con la gestión del conocimiento pues a través de facilitadores o gestores de conocimiento harán que las paradas de producción, las pérdidas de eficiencia energética y el acoplamiento del personal nuevo no tengan un alto costo para las compañías, aumentando de esta manera la eficacia de la gestión del mantenimiento. (A. TORRES VALLE, 2004).

En este mismo año, en la revista chilena de ingeniería, *Ingeniare*, en un artículo denominado Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial, desarrolla un trabajo en el cual la novedad principal es que en toda empresa que quiera innovar, requiere que la gestión de mantenimiento este actualizada y muy bien hecha para incursionar en cambios que lleven a la misma a poder innovar. Después de evaluada la gestión de mantenimiento, la innovación se puede iniciar mediante la aplicación de herramientas que permitan conocer los factores fuentes de riesgos y la definición de las acciones que podrían minimizar esos riesgos teniendo especial cuidado en la definición del alcance de cada acción de mejoramiento para no introducir nuevas fuentes de riesgos en el desarrollo del proyecto. Adicionalmente, es importante involucrar el trabajo en equipo y conocer las condiciones del entorno de la organización para que los nuevos productos o innovaciones en los servicios se den naturalmente. (A. TORRES VALLE, 2004).

Por último, en el año 2013 y también en la revista chilena de ingeniería, *Ingeniare*, en el artículo Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo muestran la aplicación de una herramienta de evaluación de la gestión del mantenimiento aplicada en siete (7) pasos: 1. Análisis de la situación actual. Definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento, 2. Jerarquización de equipos, 3. Análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto, 4. Diseño de planes de mantenimiento y recursos necesarios 5. Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos, 6. Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento y 7. Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos. Lo novedoso de este trabajo es que logró alinear la gestión de mantenimiento volviéndolo dependiente del plan estratégico y de negocio de la organización.

“Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los planes de negocio de la empresa ya que de esto depende la consecución de los objetivos del mantenimiento y, también, los del propio plan de negocio de la organización” (A. TORRES VALLE, 2004).

## 6. Tipo de investigación

Este tipo de investigación es de tipo documental ya que se recolección, verificación y análisis la información sobre el tema objeto de estudio en este caso el proceso de consultoría para la empresa INNOVAPOR SAS. Según la tabla 1 se mostrara los tipos de investigación que se manejan de acuerdo a lo establecido en la Universidad ECCI.

Para el proceso de investigación, el proceso a seguir será el siguiente: 1. Identificación sobre la empresa INNOVAPOR SAS en todos sus procesos de mantenimiento; 2. Recolección de la información por medio de la plantilla de auditoria proporcionada (Críticidad de equipos, manejo de la información, mantenimiento actual, antecedentes de costos de mantenimiento y efectividad del mantenimiento actual); 3. Revisión previa sobre los temas anteriormente mencionados, para así enriquecer la información acerca del tema; 4. Validación de la información brindada por diferentes puntos de vista para tener respaldo de la consultoría.

Tabla 1. *Tipos de Investigación* (ECCI)

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Histórica</b>	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
<b>Documental</b>	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
<b>Descriptiva</b>	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
<b>Correlacional</b>	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
<b>Explicativa</b>	Da razones del “por qué” de los fenómenos.
<b>Estudio de caso</b>	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
<b>Seccional</b>	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
<b>Longitudinal</b>	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
<b>Experimental</b>	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

## **7. Marco metodológico**

La auditoría de gestión de mantenimiento aplicada a INNOVAPOR SAS., se basa en identificar todos aquellos factores importantes para optimizar y proponer cambios dentro de la organización. Por tanto, el informe realizado evidencia la situación en que se encuentra el mantenimiento, pudiendo identificar aquellos puntos en los que se detectan falencias. Además, el informe propone los cambios necesarios para acercarse a una mejor gestión.

La metodología usada para el desarrollo de la consultoría en INNOVAPOR SAS., se basa en:

- Contactar al gerente de la empresa para obtener el permiso de visita a la planta
- Identificación de la empresa a través de la entrevista
- Entrevistas con la responsable de planta y con el técnico encargado
- Recorrido de las plantas productoras de EPS
- Identificación de equipos críticos
- Manejo de la información de los equipos
- Estado del mantenimiento actual
- Antecedentes de costos de mantenimiento - gestión del repuesto
- Efectividad del mantenimiento actual
- La gestión de la información: informes, indicadores
- Resultados

La auditoría implementada consta de un cuestionario de 88 puntos, que son analizados en base a criticidad de equipos, manejo de información, mantenimiento actual, manejo de costos y efectividad del mantenimiento. El plazo habitual para completar esta auditoría de mantenimiento en INNOVAPOR SAS es de mes y medio.

## 7.1 Recolección de la información

La recolección de datos de la consultoría de la gestión de mantenimiento en INNOVAPOR SAS se realizó por medio de la exploración general de los documentos históricos de los equipos, materiales, costos, logística de almacén, indicadores de eficiencia, visitas presenciales a la planta y al área de mantenimiento, intervención con el personal de mantenimiento y producción, etc. La recopilación de información se realizó basada en 4 citas bajo programación en la sede principal de INNOVAPOR SAS, enfocándonos principalmente en entrevistas al jefe de producción y mantenimiento y al técnico electromecánico de la planta, ejecutando la recolección de los resultados en las plantillas. Con previa autorización se verificaron los documentos de mantenimiento en físico como son, manuales, instructivos de operación, órdenes de trabajo y demás registrando evidencias fotográficas de lo anterior.

La herramienta principal de uso es la plantilla de consultoría y evaluación diseñada por la Universidad de Talca que se compone básicamente en 5 cuestionarios y 5 modelos gráficos de evaluación de todas las actividades del proceso de mantenimiento con puntajes de 1, 3 y 5 con significado malo, regular o bueno respectivamente como criterios de evaluación. Adicionalmente se elabora una matriz de calificación del encuestador representado en la siguiente tabla 2.

Tabla 2. *Escala o valor de calificación del encuestador (Talca)*

ESCALA O VALOR DE CALIFICACIÓN	SITUACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN
1	MALA	Aspecto evaluado no implementado
3	REGULAR	Aspecto evaluado está implementado pero requiere mejoras para el cumplimiento del objetivo
5	BUENA	El aspecto evaluado está implementado y cumple con el objetivo

### 7.1.1 Plantillas de evaluación

Tabla 3. Identificación y caracterización de la empresa (Talca)

A. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA				
A1. Nombre de la empresa:	INNOVAPOR SAS NIT. 900697305-7 Av. Troncal de Occidente - Zona Franca Mosquera			
A2. Fecha de la auditoria:	11/10/2016			
A3. Nombre del Auditor:	Ing. JORGE GUZMAN - Ing. ANDRES ROJAS - Ing. SANDRA PINTO			
A4. Nombre encargado del Mantenimiento	Ing. ALICIA GOMEZ			
A5. Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase	Estándar	Diseño especial	Específico	Total
	25		2	27
A6. Posee Depto. de Mantenimiento	SI -----> A7 NO -----> A9			
A7. Número de turnos de la jornada	1	Todo bajo pedido		
A8. Número de personal de mantenimiento en cada turno	Primer turno 1	Segundo turno	Tercer turno	Total 1
A9. Dependencia del departamento de mantenimiento	Jerarq. Propia	Depend. Produc.	Sin Organización	
		X		
A10. Realización del Mantenimiento	Contratista	Operarios Equipo	Especialistas	No hay mant.
	X	X		
A11. Cómo clasifica el mantenimiento	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
	X			
A12. Tiene definida alguna concepción del mantenimiento	Si ¿Cuál? No ¿Por qué?	Llegar a mantenimiento preventivo		
A13. Posee bodega de repuestos	SI -----> A14 NO -----> A15			
A14. Dependencia de la bodega	Mantenimiento	Producción	Otra	
A15. Satisfacción del abastecimiento de repuestos, partes y piezas	Bueno	Regular	Malo	X
Observaciones y comentarios:	<p>A5. Equipos estándar: Acumulador de vapor(1), cortadoras (3), enderezadora de alambres(1), la malladora(1), la paneladora(1), la expansora (1), el compresor (1), el separador(1) y tanque acumulador de aire (1), dobladora de malla (1) correctora de soldadura (1) Molino (1) Silos (9)</p> <p>Equipos específicos: Bloquera (1) y Caldera (1). Se tiene un total de 27 equipos.</p> <p>A10. Depende de la falla que se presente, la prioridad la tiene el técnico para labores de un grado de complejidad medio-alto, el operario para complejidad baja y Outsourcing para problemas que no se puedan resolver.</p> <p>A13. Después de la inspección en planta se observa que la bodega de repuestos y herramientas están mezcladas y el espacio es inadecuada para ambas.</p> <p>A15. Logística de abastecimiento crítico (4 proveedores)</p>			

Tabla 4. *Criticidad de rutas de inspección (Talca)*

<b>B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION</b>			
<i>Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.</i>			
B1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Todas (5)
		<b>3</b>	
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	<b>1</b>		
B3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	<b>1</b>		
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	<b>1</b>		
B5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
	<b>1</b>		
B6. ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No (X)		Si (X)
	<b>x</b>		
B7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (X)	Es única (X)	Si (X)
		<b>x</b>	
B8. ¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No (X)		Si (X)
			<b>x</b>
B9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		<b>3</b>	
B10. ¿Sabe cuanto tiempo toma cada proceso en la línea de producción?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		<b>3</b>	
B11. ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	<b>1</b>		
B12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantenimiento que puede hacer al mes?	No (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		<b>3</b>	
<b>Observaciones y comentarios:</b>			
<p>B1. Al realizar el recorrido por la planta no se observa con claridad la separación de cada procesos.</p> <p>B8. Los equipos son bloquera y caldera.</p> <p>B9. Maneja seguridad industrial genérica, no por equipos. Falta de evidencia documentada para la identificación de riesgos. Peligro potencial del personal que opera el molino, no se observa una plataforma segura para la operación.</p> <p>B11. Solo existen datos de tiempo en mantenimiento para la bloquera en una tarea específica</p>			



Tabla 5. Manejo de la información sobre equipos (Talca)

C. MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EQUIPOS			
Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.			
C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantenimiento establecidos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C5. ¿Posee registros de los mantenimientos realizados para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantenimiento realizado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para el mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
	1		
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
		3	
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
	1		

**Observaciones y comentarios:**

C2. Las fichas de inventario están completas pero desactualizadas  
 C8. Los repuestos están clasificados por maquinas en el sistema, pero no se evidencia organización en la bodega  
 C14. No hay claridad entre inducción y capacitación, adicionalmente no hay evidencia documentada del proceso de capacitación

Tabla 6. Estado del mantenimiento actual (Talca)

D. ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL			
Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.			
D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
			5
D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5)
		3	
D4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenimientos diarios?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
		3	
D5. ¿Se sabe cuanto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
			5
D6. ¿Sabe cuanto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
			5
D7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
			5
D10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Toda (5)
		3	
D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva el mantenimiento?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones ?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D15. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No (1)	A veces (3)	Si (5)
	1		
<b>Observaciones y comentarios</b>			
D1. No hay evidencia documentada del check list			

Tabla 7. *Análisis de costos de mantenimiento (Talca)*

<b>E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>			
<i>Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.</i>			
E1. ¿Sabe en que año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5) <b>5</b>
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5) <b>5</b>
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Todos (5) <b>5</b>
E4. ¿Sabe cuál es el costo de los repuestos para cada equipo?	No (1)	Aproximado (3) <b>3</b>	Si (5)
E5. ¿Sabe cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento por especialidad?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5) <b>5</b>
E6. ¿Sabe cual es el costo de pérdida de de producción por falla de cada equipo?	No (1) <b>1</b>	Aproximado (3)	Si (5)
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Todos (5)
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No (1) <b>1</b>	Aproximado (3)	Si (5)
E9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantenimiento y producción?	No (1)	Aproximada (3)	Si (5) <b>5</b>
E10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) <b>5</b>
E11. ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo y por tipo?	No (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Si (5)
E12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantenimiento por equipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) <b>5</b>
E13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad dada del equipo?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) <b>5</b>
E14. ¿Sabe donde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
E15. ¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
<b>Observaciones y comentarios</b>			
E7. La maquinaria es nueva y tiene dos años de funcionamiento. En la otra planta esta nueva la maquinaria			

Tabla 8. *Efectividad del mantenimiento actual (Talca)*

F. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL			
Ingrese el número que se le indica entre paréntesis para la alternativa que mejor describe su situación.			
F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Si (5)
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo (O.T.) ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) <b>5</b>
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados ?	No (1)	Parcial (3)	Si (5) <b>5</b>
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados ?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5) <b>5</b>
F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento ?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5) <b>5</b>
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5) <b>5</b>
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No (1) <b>1</b>	Parcial (3)	Si (5)
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	Bajo (1)	Normal (3)	Alto (5) <b>5</b>
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Si (5)
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de los repuestos necesarios por equipo?	No (1)	Parcial (3) <b>3</b>	Si (5)
<b>Observaciones y comentarios</b>			
F4. No hay evidencia F5. No hay evidencia F13. No confundir inducción con capacitación brindada por la empresa. La empresa no ha realizado capacitación de los equipos F14. No hay descripción de cargos F15. Se esta haciendo la gestión para la adquisición de la s herramientas F16. Se conoce el valor de los consumibles y repuestos menores			

### **7.1.2 Identificación y caracterización de la empresa**

De manera inicial se realizó el diligenciamiento de la plantilla de identificación y caracterización de INNOVAPOR SAS, la cual es una empresa que cuenta con la experiencia y la más moderna tecnología para la fabricación y suministro de productos a base de Poliestireno Expandido (EPS) para la construcción, la infra estructura y la industria en diferentes aplicaciones. Nuestros clientes nos identifican como la más conveniente, valiosa, y técnica solución a las necesidades.

INNOVAPOR SAS posee en sus dos sedes cerca de 27 equipos que pertenecen todos al proceso de producción y al equipo mantenedor como proceso y dependiente de producción, la cual se encuentra en reestructuración arrojando datos como un solo técnico de mantenimiento laborando en un turno diario, clasificando el mantenimiento como correctivo distribuyéndolos en los operarios de producción con labores de mantenimiento básico y empresas contratistas en actividades de mantenimiento avanzado (ver tabla 3.).

### **7.1.3 Criticidad de rutas de inspección**

El objetivo principal de la ruta de inspección es detectar la falla antes de que ocurra gracias a la visualización de averías diagnosticadas por personal capacitado, incluyendo mantenedores y operarios de los equipos. En INNOVAPOR SAS se cuenta con formatos, plantillas, bitácoras y check list de mantenimiento en proceso de implementación y algunas en proceso de revisión y certificación para canalizar de manera eficaz, toda la información, registros e indicadores de criticidad, fallos y riesgos colaterales en sus equipos y procesos. (Ver tabla 4.).

### **7.1.4 Manejo de la información sobre equipos**

La actividad de evaluación principal es el manejo de la información y datos de cada equipo, teniendo en cuenta los registros históricos en cuanto a la información técnica de los equipos, la cual se componen básicamente de manuales de operación y servicio, fichas técnicas e

indicadores de planeación de mantenimiento como, como ser tasa de fallas, tiempos de abastecimiento, identificación de personal, medios para el mantenimiento y proveedores, cumpliendo como objetivo de valorar el nivel de conocimiento de las herramientas de gestión, desarrollo y de recursos en pro de alcanzar una excelente grado de planeación de mantenimiento. (Ver tabla 5.)

#### **7.1.5 Estado del mantenimiento actual**

En esta sección se enfoca en la evaluación de la planeación y ejecución del mantenimiento actual en la empresa haciendo revisión en tareas simples, rutinas de intervención, bitácoras, diagnósticos, tiempo de abastecimiento, priorización, registros, control y tiempos de ejecución. (Ver tabla 6.).

#### **7.1.6 Antecedentes de costos de mantenimiento**

Evalúa los aspectos que apuntan a detectar el grado de uso de antecedentes, que son recopilados en terreno, y son la base para medir la efectividad del mantenimiento. Con estos datos se puede conocer la capacidad que se tiene para enfrentar la carga actual y determinar cuál es el costo asociado a las políticas de mantenimiento implementadas. Es en la planilla antecedentes de costos de mantenimiento (ver tabla 7) donde se entra al detalle de estos. Se pregunta sobre costo de adquisición, tasa de depreciación, costos de mano de obra, costos alternativos, etc.

#### **7.1.7 Efectividad del mantenimiento actual**

El último grupo de preguntas va dirigido a medir el aspecto relacionado principalmente con el manejo de los índices de control. Se incluye este aspecto ya que un sistema de gestión no puede ser implementado sin tener un punto de referencia sobre el cual medir la evolución de la efectividad del manejo de los recursos que le han sido asignados. (Ver tabla 8).

## 7.2 Análisis de la información

### 7.2.1 Valoración y presentación de los resultados

La estructura del formato de auditoría de mantenimiento presenta tres escalas de calificación, cada pregunta se califica con una escala numérica que comprende los valores 1, 3, ó 5, de acuerdo a lo expresado en la tabla 2. Las valoraciones de los aspectos que no se encuentran, que estén mal o de manera desfavorable se puntúan con el valor 1; los aspectos regulares que presentan opciones de mejora sin mayores exigencias son calificadas con el valor 3 y finalmente se asigna el valor 5 a las preguntas que representan los aspectos que se encuentran bien implementados o cumplen con sus objetivos a cabalidad.

Cada una de las cinco áreas evaluadas en el proceso de auditoría presenta un valor promedio resultado de la calificación de la cada una de las preguntas que la conforma. Esta calificación promedio se encuentra acompañada por una descripción de acuerdo a los rangos de puntajes mostrados en la tabla 9. De acuerdo a lo anterior, se pueden analizar los resultados de forma integral prestando especial atención en aquellos aspectos que registran calificaciones bajas de forma que se pueda comenzar a identificar las causas que dan origen a un desempeño desfavorable y las posibles acciones de mejora. Además nos permite realizar comparaciones entre los resultados de diferentes aspectos y/o áreas que reflejan el estado actual de mantenimiento en la empresa.

Tabla 9. *Rangos de calificación* (Autores)

RANGOS DE CALIFICACIÓN	SITUACIÓN
<b>ENTRE 1,0 Y 1,6</b>	ASPECTO CON DEFICIENCIAS
<b>ENTRE 1,7 Y 3.3.</b>	ASPECTO REGULAR
<b>ENTRE 3.4 Y 5.0</b>	ASPECTO BIEN IMPLEMENTADO

## 7.2.2 Resumen de los diferentes aspectos de mantenimiento auditado

### RESUMEN DE LA AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

Aspectos Considerados	Valor	Calificación
Criticidad de los equipos	1,9	Aspecto regular
Manejo de la información	3	Aspecto regular
Mantenimiento actual	2,6	Aspecto regular
Manejo de costos	3,4	Aspecto bien implementado
Efectividad del mantenimiento	2,9	Aspecto regular

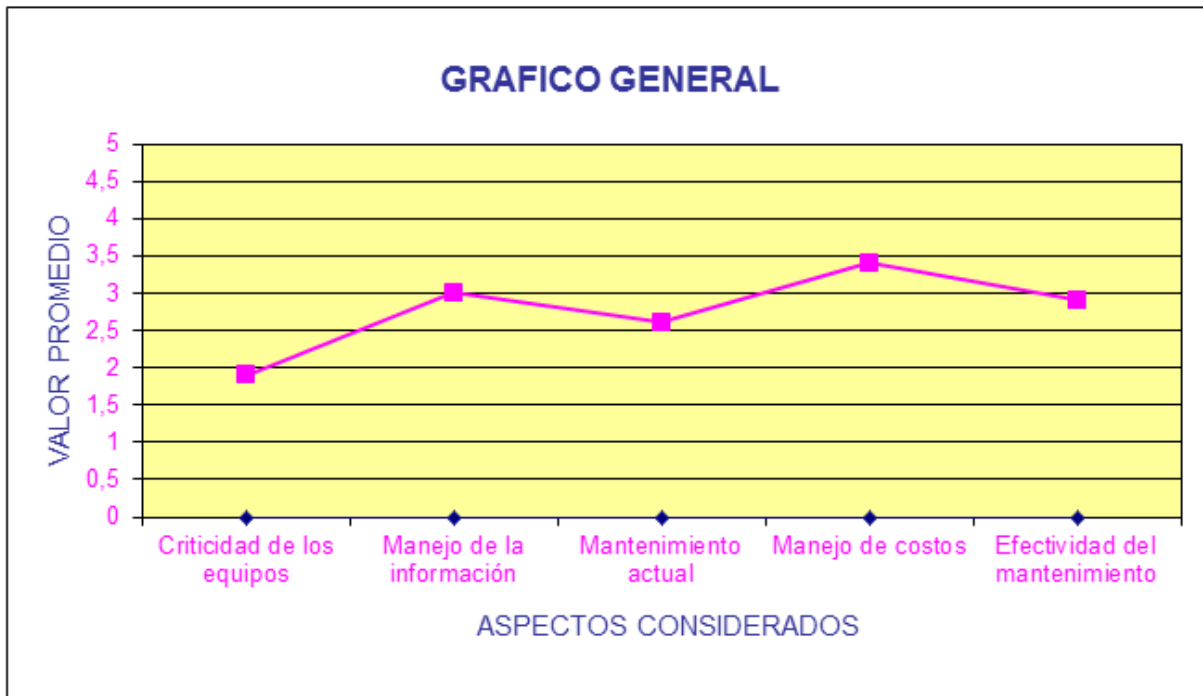


Ilustración 5. Grafica de resultados generales de los aspectos evaluados en la consultoría

(Autores)

De acuerdo a los resultados observados en la figura 5., se identifica que todos los aspectos evaluados están en un nivel regular y que pueden ser mejorados a una calificación mayor, implementando algunas mejoras en los aspectos evaluados y solamente el manejo de costos alcanzó la calificación de 3.4 que hace que el criterio evaluado esté bien implementado pero en



un nivel bajo y también con consideraciones por hacer. En apartados posteriores se analizan cada uno de los aspectos a mejorar en profundidad.

### 7.2.3 Resultados de la criticidad de las rutas de inspección

Valor Promedio Global= 1,9

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	1,7	Aspecto regular
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	1,7	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	2,3	Aspecto regular

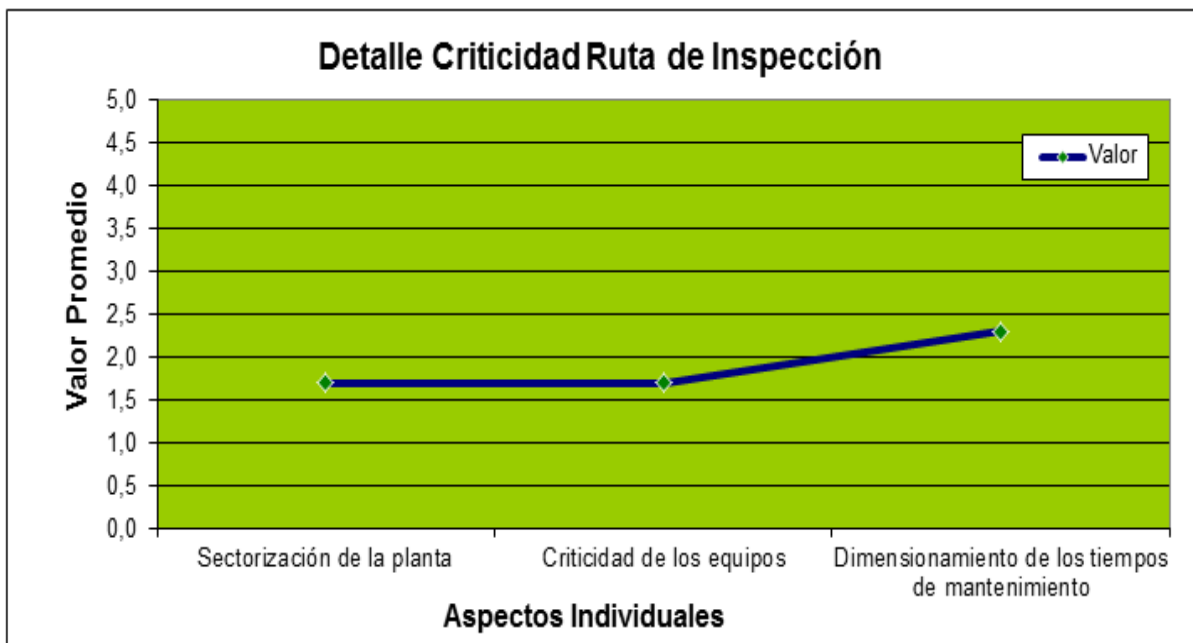


Ilustración 6. Gráfica de resultados de la criticidad ruta de inspección (**Autores**)

En los resultados presentados en la figura 6. Se observa que en la planta de INNOVAPOR S.A.S. existe una sectorización de las áreas de producción separadas geográficamente pero no demarcadas por lo que hace difíciles la elaboración de un layout de la planta que haga que se respeten estas áreas y no haya mezcla de procesos.

También se encontró que no existe identificación de equipos por códigos (taxonomía) que permita clasificar los activos para un control de sus hojas de vida, los mantenimientos, los repuestos y los consumibles de cada uno de ellos. Se sabe a nivel empírico cuales son los equipos críticos pero no se conocen cuáles son las partes que realmente hacen que los equipos fallen y por último no se tienen parámetros que permitan estar al tanto de los tiempos reales de la ejecución del mantenimiento correctivo y la búsqueda de la minimización de estos tiempos.

### 7.2.4 Resultados del manejo de la información sobre equipos

Valor Promedio Global= 3

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
C1,C2,C4	Información sobre los equipos	3,7	Aspecto bien implementado
C3,C5,C6	Información sobre el mantenimiento	2,3	Aspecto regular
C7,C8,C9,C12	Información sobre manejo de recursos	4,0	Aspecto bien implementado
C10,C11,C15	Información sobre indicadores	1,0	Aspecto con deficiencias
C13,C14	Información sobre manejo de personal	4,0	Aspecto bien implementado

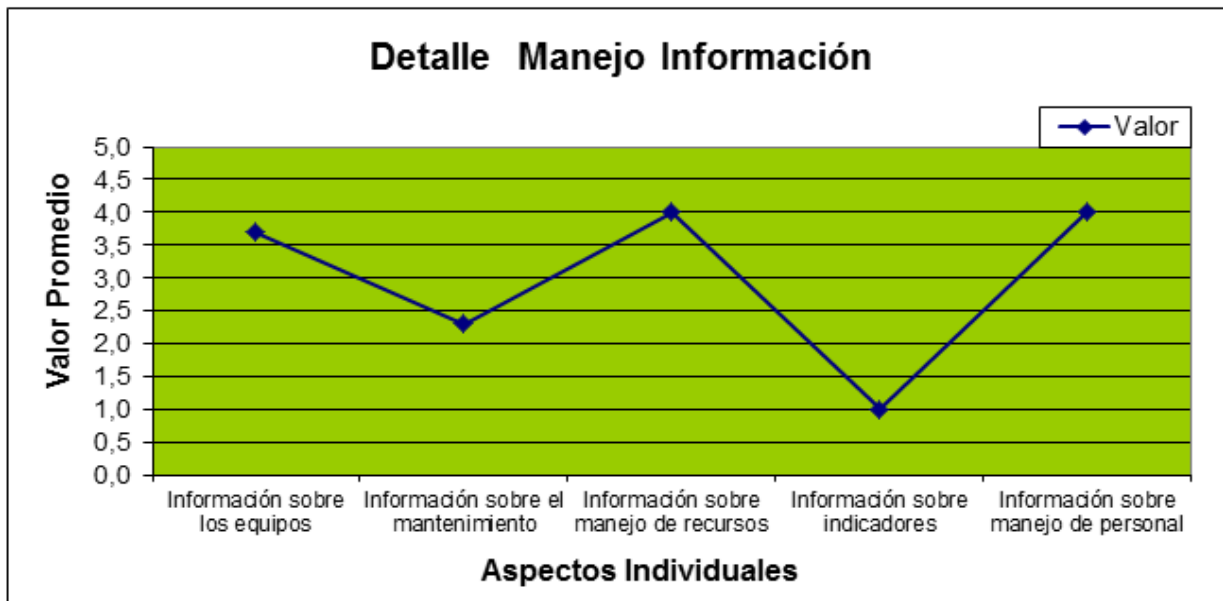


Ilustración 7. Gráfica de los resultados del manejo de la información de equipos (**Autores**)

En el manejo de la información de equipos los resultados buenos se encuentran en tres aspectos:

1. La información sobre los equipos porque tienen los catálogos de los activos clasificados que contienen información de los mismos y algunos aspectos de montaje y mantenimiento, 2.

La información sobre el manejo de recursos porque tienen clasificados los proveedores de repuestos y servicios, tienen un pequeño inventario de algunos repuestos y consumibles, y 3. La información sobre el manejo de personal porque tienen un proceso de inducción (más no de capacitación) que inicia al operario en su quehacer diario y se tiene registro de quien opera las máquinas. Pero también existen aspectos por mejorar en cuanto a la información sobre el mantenimiento porque a pesar de tener registro de mantenimientos correctivos en algunas máquinas no se cuenta con registros de mantenimiento completos que permitan realizar una trazabilidad de trabajos o conocer la totalidad del tiempo utilizado en mantenimiento. Es por ello que la parte más crítica es la de los indicadores de mantenimiento.

### 7.2.5 Resultados del estado del mantenimiento actual

Valor Promedio Global= 2,6

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
D1,D2	Integración de la gente de operaciones	4,0	Aspecto bien implementado
D3,D4,D10	Programación de las tareas de mantenimiento	3,0	Aspecto regular
D5,D6,D7,D9	Antecedentes para programar el mantenimiento	4,0	Aspecto bien implementado
D8,D11,D12,D13,D14,D15	Generación de índices de control y retroalimentación	1,0	Aspecto con deficiencias

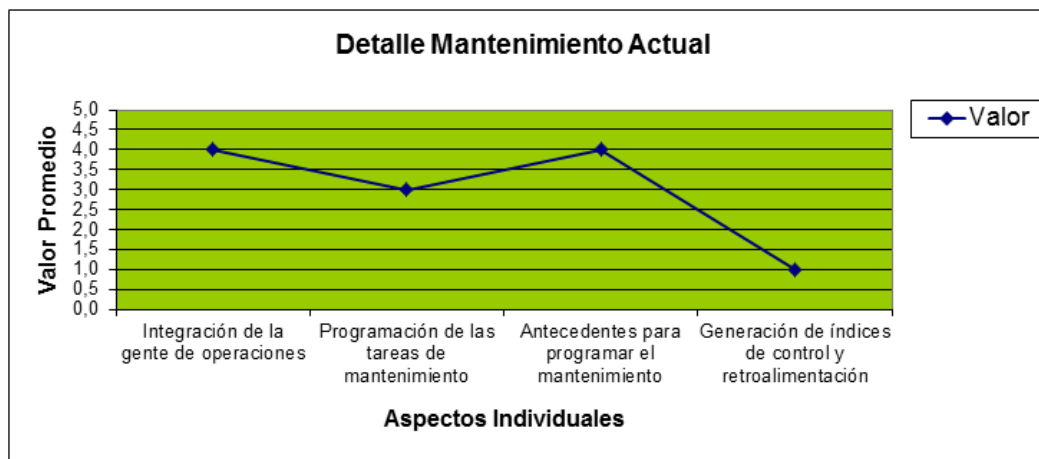


Ilustración 8. Resultados del mantenimiento actual (Autores)

En el mantenimiento actual de INNOVAPOR S.A.S. las tareas por mejorar están, como se evidenció en el aspecto anterior, en el manejo de índices de control y retroalimentación para la realización del mantenimiento que van de la mano con la programación de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo y su duración. Se tiene evidencia de programación de mantenimientos en las órdenes de producción pero muchas veces no son realizados por la falta de repuestos o porque las máquinas al ser de origen chino los repuestos deben ser homologados. En cuanto a la observación de la pregunta D1 y D2 la evaluación tomada por el personal administrativo nos dice que los operadores hacen parte de mantenimiento, sin embargo al ser verificada la información con el técnico electromecánico se evidencia que los operadores de máquinas no tiene ningún contacto con las maquinas por seguridad.

### 7.2.6 Resultados de los costos de mantenimiento

Valor Promedio Global= 3,4

Aspecto bien implementado

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
E1,E2,E3,E7	Análisis de reemplazo de equipos	4,0	Aspecto bien implementado
E4,E5,E6,E8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	2,5	Aspecto regular
E9,E14,E15	Análisis para mantenimiento propio o tercerización	2,3	Aspecto regular
E10,E11,E12,E13	Análisis evolución de los costos	4,5	Aspecto bien implementado

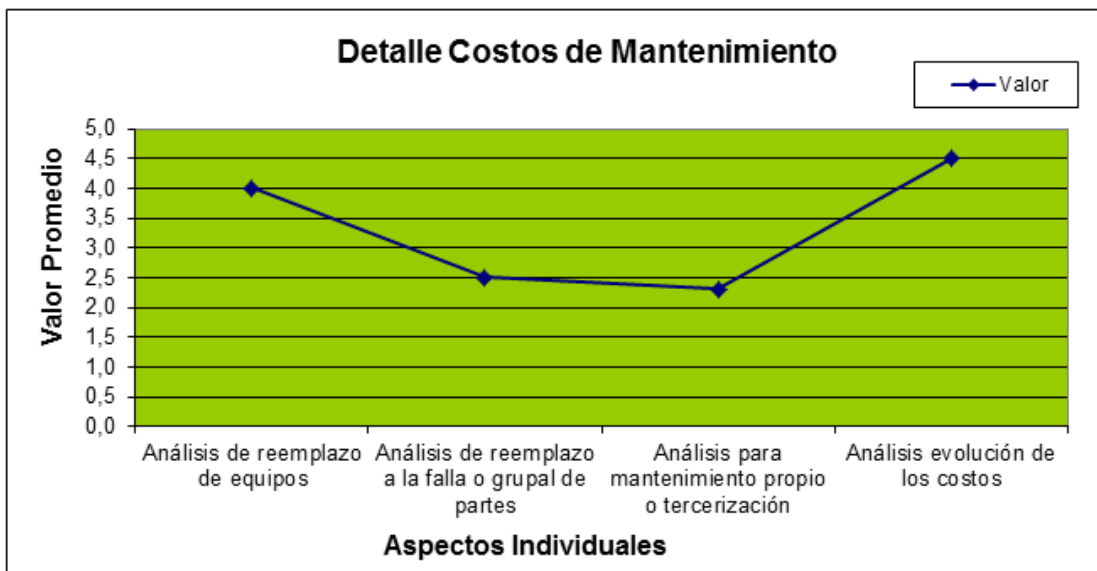


Ilustración 9. Detalle de los costos de mantenimiento (Autores)

El costo de mantenimiento es el único aspecto que en la evaluación está bien implementado, pero el análisis de reemplazo a la falla y el análisis para mantenimiento propio o tercerización hacen que el promedio baje debido a que parcialmente se sabe el valor de los repuestos por equipo, se tiene el valor de la mano de obra por especialidad pero no se tiene el tiempo empleado en el mantenimiento por equipo para poder realizar un costo de la incidencia del mantenimiento en el valor del producto y por la manera de organización del trabajo actual, la empresa se ve obligada a tercerizar el mantenimiento.

### 7.2.7 Resultados de la efectividad del mantenimiento actual

Valor Promedio Global= 2,9

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
F1,F2,F8,F9	Capacidad de programación de actividades	1,5	Aspecto con deficiencias
F3,F4,F5	Administración de trabajos	2,3	Aspecto regular
F6,F7	Procedimientos para el mantenimiento	1,0	Aspecto con deficiencias
F10,F11,F12,F13,F14	Manejo de relaciones humanas	4,2	Aspecto bien implementado
F15,F16	Manejo de repuestos y herramientas	3,0	Aspecto regular

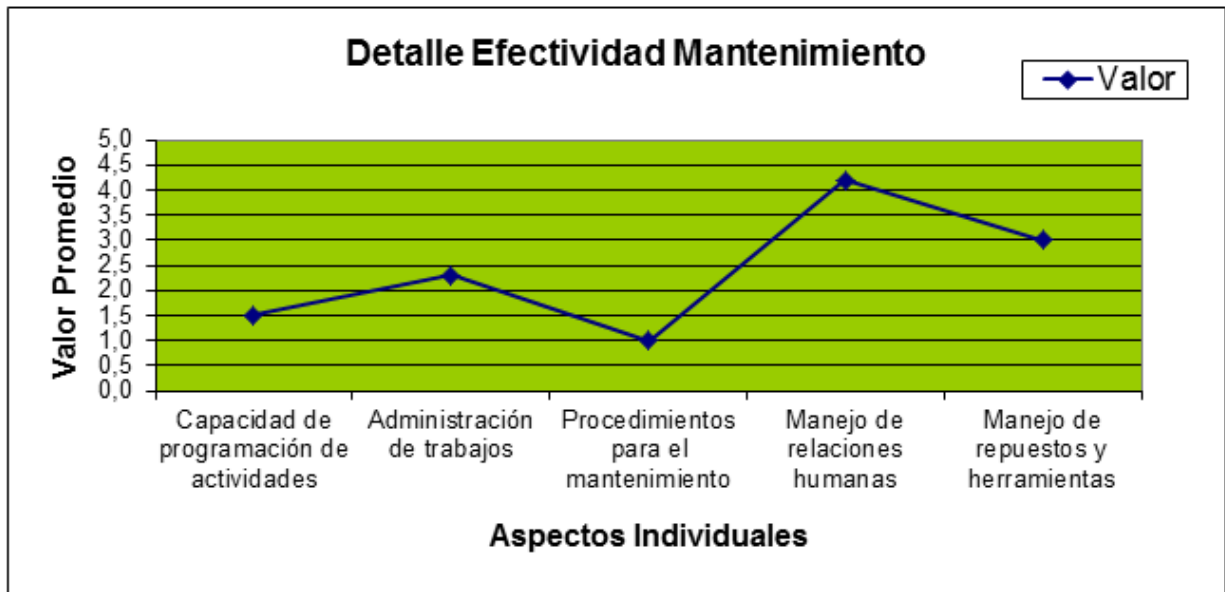


Ilustración 10. Detalle de la efectividad del mantenimiento (Autores)

En este último punto de evaluación se ve claramente que no existen procedimientos ni para mantenimiento correctivo, ni para mantenimiento autónomo básico, se evidencia levemente que existe programación de mantenimiento pero no hay un seguimiento real de la ejecución de los trabajos por realizar lo que conlleva a que la empresa no pueda salir del estado de mantenimiento correctivo en el que actualmente navega. Las herramientas con las que cuenta la organización están en un nivel de casi inexistentes lo que hace que el mantenimiento sea de nivel mínimo y por ende no se puedan programar tareas básicas. Se evidencia una alta rotación de personal que hace que el mantenimiento de las máquinas sea siempre de llegar hasta la falla pues no se conocen a profundidad las mismas. Se debe aprovechar el nivel de compañerismo entre los empleados para adoptar hábitos de mantenimiento básico.

### **7.3 Planteamiento de la solución**

Para INNOVAPOR SAS es importante desarrollar esta consultoría, ya que como se ha venido desarrollando muestra el estado actual de la gestión de mantenimiento todo esto con el fin de dar el primer paso para la implementación en forma eficaz al objetivo que expresamente nos enfoca que es el mantenimiento preventivo en la empresa. De acuerdo a lo anterior, se proponen acciones de mejora para que la empresa INNOVAPOR S.A.S., las implemente lo más pronto posible y obtengan el mejor provecho del trabajo a realizar.

#### **7.3.1 Estrategia de mantenimiento propuesta a implementar**

##### ***7.3.1.1 Inspección Autónoma***

Con esta herramienta nos basamos en la ejecución del mantenimiento básico realizada por los operarios y los mantenedores empleando formatos estandarizados de mantenimiento preventivo como se ve evidencia en la tabla 10.

Tabla 10. *Ejecución de mantenimiento por el operario y el mantenedor* (Autores)

Actividades realizadas por el Operario	Actividades realizadas por el Mantenedor
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de chequeos diarios</li> <li>• Rutinas de limpieza</li> <li>• Cartas de lubricación</li> <li>• Lecciones de aprendizaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de habilidades</li> <li>• Diligenciamiento de tarjetas de averías</li> <li>• Análisis de fallas</li> </ul>

**Lista de chequeo diario:** Es un formato sencillo, amigable, y entendible por los operarios en donde se realiza como principal tarea la inspección visual como por ejemplo niveles de aceite, presiones en los manómetros, tornillos sueltos, ajuste de guardas, etc. Todos estos aspectos deben ir debidamente diligenciados en dicho formato. Se debe entregar al supervisor de producción para luego en las reuniones PET (pequeño equipo de trabajo) el supervisor de producción le entregue las novedades encontradas al superviso de mantenimiento para luego realizar su respectiva planeación y programación de las actividades.

**Rutinas de limpieza:** Es un formato estandarizado donde se encuentra información de las partes a las cuales se les va a realizar limpieza, también se describe en forma breve de cómo realizar la limpieza, se establecen las partes de la máquina y sus utensilios de uso y por último se establece el tiempo y secuencia de la actividad. Se debe entregar al supervisor de producción para luego en las reuniones PET (pequeño equipo de trabajo) el supervisor de producción le entregue las novedades encontradas al superviso de mantenimiento.

**Cartas de lubricación:** Es un formato estandarizado donde se debe tener la información general del equipo a intervenir con sus respectivas imágenes con los puntos de lubricación del equipo, y toda la información del lubricante, cantidad, tipo y métodos de lubricación así como la frecuencia. Esta actividad es realizada por el operario.

### ***7.3.1.2 Planeación y programación (cronograma de preventivos)***

La planeación es la clave para aumentar la disponibilidad del activo desde la ejecución del mantenimiento y optimizar los recursos, se debe conocer los aspectos que soportan la planeación y los pasos necesarios para crear un plan eficiente y efectivo. Tiene una gran ventaja o beneficio la cual es suministrar al trabajador mayor entendimiento del trabajo y suficiente información para ir al sitio con los materiales y herramientas requeridas. En INNOVAPOR SAS, el planeador desarrolla las siguientes actividades para su trabajo.

- Revisión de órdenes de trabajo
- Identificación del alcance de los trabajos
- Búsqueda de información
- Planeación detallada
- Solicitud de compras, elaboración de pedidos
- Programación y balanceo de recursos
- Ajustes diarios a la programación
- Gestión del estado de la ordenes de trabajo



## Metodología de la programación de trabajos

- Identificar prioridad de los trabajos
- Coordinar disponibilidad de materiales
- Identificar requerimientos de varias especialidades
- Identificar varios trabajos para el mismo equipo
- Coordinar la disponibilidad del equipo
- Identificar requerimientos total de especialidades
- Determinar disponibilidad del personal
- Determinar justificación de sobre tiempo

### ***7.3.1.3 Análisis de criticidad***

Enfoca la atención de los ingenieros en esos equipos o ítems cuyas fallas tendrán un efecto significativo en seguridad, medio ambiente o producción y se puede sistematizar sobre un puntaje cualitativo que tiene en cuenta la probabilidad y consecuencia de la falla. Para obtener resultados existe la necesidad de centrarse en los equipos críticos considerando factores como la seguridad, mantenibilidad, costo, situación actual y tiempo fuera de servicio

#### ***7.3.1.3.1 Enfoque de criticidad***

El enfoque real de la criticidad consiste en un trabajo conjunto de producción y mantenimiento a través de flujos de proceso de la planta para calificar su criticidad, todos los activos deben ser revisados incluidos los de servicios y utilidades, el esquema de puntuación puede manejarse computarizado

#### *7.3.1.3.2 Aplicación de la Criticidad*

Actualmente en INNOVAPOR SAS, se direcciona la atención inmediata en áreas como Mantenimiento Predictivo (CBM), Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) e instrucciones operacionales y/o procedimientos de mantenimiento (IO/PM). Además de la ayuda en la toma de decisiones en adquisición de repuestos y priorizaciones

#### *7.3.1.4 Desarrollo del talento humano*

Para que el profesional pueda actuar de manera proactiva necesita información sobre los recursos humanos y las necesidades de su organización. La actividad de este departamento se basa en la información disponible respecto al personal y sus necesidades. Los puestos de trabajos constituyen la esencia misma de la productividad de la organización. Los gerentes de cada área suelen tener a su cargo todos los aspectos relativos al personal. A medida que aumenta el grado de complejidad de una organización se delegan más funciones al departamento de personal y es necesario hacer un análisis de puesto. Es importante definir los perfiles de cargo de cada una de las personas que laboran en INNOVAPOR SAS por lo menos el de los operarios y los mantenedores.

- Proporcionar descripciones de roles en línea con las estructuras operativas descritas.
- Garantizar un balance entre la cantidad de personal y los requisitos del nuevo estilo de trabajo bajo TPM.
- Proporcionar una base para la estandarización en todo el grupo.

Luego de establecer los perfiles de cargo de cada una de las personas que están en planta, es necesario establecer las necesidades de capacitación y entrenamiento las cuales se mostraran a continuación:

1. Realizar censo de Personal Requerido.
2. Realizar actualización académica individual de Participantes en el proceso
3. Realizar Evaluaciones Teóricas de temas relacionados con el Plan.
4. Establecer matriz de necesidades de Capacitación en función de las evaluaciones.
5. Establecer necesidades de entrenamiento.
6. Establecer matriz de necesidades de entrenamiento.
7. Definir Tiempo requerido de capacitación y de entrenamiento.
8. Establecer proceso de capacitación
9. Establecer proceso de Entrenamiento.
10. Presentación de plan general de trabajo.
11. Realizar las campañas requeridas.
12. Colocar fecha de inicio del día Cero.
13. Establecer el equipo de Auditoria y seguimiento
14. Dar a conocer métodos y fechas de seguimiento y reuniones de avance.
15. Llevar el control de costos para cada etapa del proceso vs Presupuesto.
16. Presentar informes a la dirección. De forma periódica con avances reales alcanzados.

#### ***7.3.1.5 Indicadores de eficiencia***

- Efectividad de la planeación =  $\frac{\text{HH programadas reportadas}}{\text{HH programadas}} * 100$
- Cumplimiento (Oper.) =  $\frac{\text{Operaciones programadas completas}}{\text{Operaciones programadas}} * 100$

- Programación =  $\frac{\text{HH estimadas programadas}}{\text{HH disponibles}} * 100$
- Utilización de horas hombre =  $\frac{\text{Total HH reportadas}}{\text{Total HH disponibles para periodo de programación}} * 100$
- Utilización de horas hombre programadas vs emergencias: Determina el tiempo real invertido en trabajos programados frente a emergencias.
- Back log =  $\frac{\text{HH estimadas de OT'S en Back Log}}{\text{HH de cuadrilla disponible por día}} * 100$
- Edad de OT'S =  $\frac{\text{No. de OT'S > "X" días}}{\text{Total de OT'S}} * 100$

### ***7.3.1.6 Indicadores de efectividad***

Downtime o tiempo de paro

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})}$$

Tiempo medio hasta la falla MTTF: Promedio tiempo esperado para que ocurra la primera falla (indicador no implementado)

Tiempo medio entre fallas MTBF: Es el promedio de tiempo entre ocurrencia de fallas. Equivale a la suma del tiempo operativo de la máquina dividido entre el número total de fallas.

## **8. Fuentes de recolección de la información**

Este trabajo presenta diferentes fuentes de recolección de la información para llevar a cabo el análisis de la consultoría y los planes de acción a la problemática en la gestión de mantenimiento de INNOVAPOR SAS. Para esta investigación, se obtuvo la información de las siguientes fuentes.

### **8.1 Fuentes Primarias**

Las fuentes primarias son aquellas que provee información directa y que nos dan solución al problema como por ejemplo gerente, empleados e información propia la empresa. Para el desarrollo de la consultoría se contó con el apoyo de la encargada de la planta Ing. Alicia Gómez que en primera instancia nos brindó la información de primera mano con los respectivos soportes a encuestar. Adicionalmente se entrevistó al encargado del mantenimiento técnico electromecánico pudiendo tener trazabilidad en la información brindada.

### **8.2 Fuentes Secundarias**

Las fuentes de la información secundarias son todos aquellos trabajos teóricos o comparaciones que se hagan para la solución del problema, fuentes electrónicas, libros monografías, etc. Se consultó varias fuentes como lo son libros, tesis, artículos de revista, de lo que se puede inferir lo siguiente:

- Fuentes de la Universidad de Talca, donde el principal propósito es determinar donde la organización creada para el mantenimiento del activo de la organización está bien implementada, a fin de fortalecer este aspecto y donde quedan áreas que deben ser mejoradas para que los servicios sean entregados con la calidad y oportunidad que son requeridos.

## 9. Análisis financiero

Totalizando los costos relacionados a cada recomendación, se calcula que la inversión para la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa INNOVAPOR S.AS tiene un costo de \$42.940.000. En la tabla 11 se puede identificar en detalle de descripción del talento humano requerido para la implementación, en donde, se debe se solicita apoyo de un tecnólogo industrial para la planeación y programación de mantenimiento, un aprendiz SENA para la elaboración de procedimiento, fichas técnicas y hojas de vida de los activos y operarios capacitados en mecánica, electricidad, calderas y electromecánica.

Tabla 11. Descripción de inversión en Talento Humano (Autores)

NOMBRE	FORMACIÓN ACADÉMICA	FUNCIÓN	DEDICACIÓN (h/sem)	SEMANAS	VALOR HORA (\$)	TOTAL
JORGE GUZMAN	INGENIERO MECÁNICO	CONSULTOR	4,00	4,00	\$ -	\$ -
ANDRES ROJAS	INGENIERO ELECTROMECAÁNICO	CONSULTOR	4,00	4,00	\$ -	\$ -
SANDRA MILENA PINTO	INGENIERO MECÁNICO	CONSULTOR	4,00	4,00	\$ -	\$ -
ALICIA GOMEZ	INGENIERA INDUSTRIAL	JEFE DE PRODUCCIÓN	4,00	24,00	\$ 15.000	\$ 1.440.000
	TECNICO ELECTROMECAÁNICO	MANTENIMIENTO	15,00	24,00	\$ 7.500	\$ 2.700.000
	TECNOLOGO INDUSTRIAL	PLANEADOR Y PROGRAMADOR	48,00	24,00	\$ 6.250	\$ 7.200.000
	APRENDIZ SENA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	ELABORACIÓN DE PROCEDIMIENTOS, FICHAS TECNICAS, HOJAS DE VIDA	48,00	24,00	\$ 5.000	\$ 5.760.000
	CONTADOR	FINANZAS DE MANTENIMIENTO	4,00	24,00	\$ 6.250	\$ 600.000
OPERARIOS	MECANICO	MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN	15,00	24,00	\$ 5.000	\$ 1.800.000
	ELECTRICO		15,00	24,00	\$ 5.000	\$ 1.800.000
	CALDERISTA		15,00	24,00	\$ 5.000	\$ 1.800.000
	ELECTRONICO					\$ -
					<b>TOTAL</b>	\$ 23.100.000

A continuación se describen en la tabla 12 los gastos correspondientes a equipos y software requeridos para el propósito de este trabajo, cuya inversión es de \$15.700.000.

Tabla 12. Descripción inversión en equipos y software (Autores)

EQUIPOS Y SOFTWARE	JUSTIFICACIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
DESKTOP	USO DE TECNICOS	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
PORTATIL	USO ADMINISTRATIVOS	5	\$ 1.500.000	\$ 7.500.000
LICENCIAS SOFTWARE	GENERACION DE DOCUMENTOS	6	\$ 200.000	\$ 1.200.000
HERRAMIENTA DE TALLER	MTTO MECÁNICO Y ELECTRICO	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
HERRAMIENTA DE MANO	MTTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 15.700.000</b>

Por último en la tabla 13, se describen los rubros de la inversión en capacitación del personal para lograr el objetivo de implementar el mantenimiento preventivo en la empresa INNOVAPOR S.A.S cuyo valor total es de \$4.140.000

Tabla 13. Descripción inversión en capacitaciones (Autores)

Proveedor	Tema de la capacitación o evento	Ciudad	No. de días	No. De personas	Costo de capacitación por persona	Costo capacitación total
ABSOLUTI DE COLOMBIA SAS	CAPACITACIÓN EN 5 "S"	BOGOTA	1	9	\$ 120.000	\$ 1.080.000
SENA	MECANICA	BOGOTÁ	5	3	\$ -	\$ -
UNIVERSIDAD ECCI	COMUNICACIÓN ASERTIVA	BOGOTA	1	9	\$ 40.000	\$ 360.000
CONSULTORES Y FACILITADORES (JORGE GUZMAN, ANDRES ROJAS Y SANDRA PINTO)	MANTENIMIENTO AUTONOMO	BOGOTA	2	9	\$ 300.000	\$ 2.700.000
SENA	ELECTRICIDAD	BOGOTA	5	3	\$ -	\$ -
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4.140.000</b>

A continuación en la tabla 14, se muestra el resumen de la inversión de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa INNOVAPOR S.A.S.

Tabla 14. *Total de la inversión implementación mantenimiento preventivo (Autores)*

EGRESOS POR RUBROS		VALOR TOTAL
01.	Talento humano	\$ 23.100.000
02.	Equipos y software	\$ 15.700.000
03.	Capacitación y participación en eventos	\$ 4.140.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 42.940.000</b>

**Retorno de la inversión:** En este apartado debemos hacer supuestos de los costos por pérdidas en mantenimiento debido a que la empresa no suministro la información por políticas de confidencialidad. En la tabla 15 se muestra el cálculo de las pérdidas estimadas anualmente para la empresa INNOVAPOR S.A.S.

Tabla 15. *Estimación de cálculo de perdidas anualmente (Autores)*

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO SEMESTRAL
1	Tiempos muertos por mantenimientos menores	\$ 10.000.000
2	Tiempos muertos por mantenimientos correctivos	\$ 40.000.000
3	Valor de repuestos por averías mayores	\$ 50.000.000
4	Valor de repuestos por averías menores	\$ 7.000.000
5	Costos por no cumplimiento de pedidos	\$ 25.000.000
TOTAL		<b>\$ 132.000.000</b>

Para el cálculo del retorno de la inversión (ROI) las pérdidas estimadas de la tabla 15 se pueden convertir en beneficios económicos para la empresa si se considera que son costos asociados a riesgos que se pueden evitarse con una efectiva gestión de mantenimiento, es decir, si se implementan las recomendaciones mencionadas en este proyecto.



La inversión total en mantenimiento anual, con las recomendaciones implementadas, es de \$42.940.000 y si los beneficios tienen un valor estimado de \$132.000.000 (valores semestrales), se tiene un ROI de:

$$ROI = \frac{Ganancias}{Inversión}$$
$$ROI = \frac{\$132.000.000}{\$42.940.000} = 3.07$$

El cálculo realizado nos da como resultado un ROI del 3,07 es decir, 307%. De acuerdo a esto el resultado obtenido es óptimo debido a que la empresa obtiene en ganancia supuesta de tres veces más de lo invertido. Este retorno se dará en aproximadamente 6 meses.

## **10. Talento humano**

El área de mantenimiento es un área muy sensible a la mentalidad que predomina en las organizaciones. Es contingente y situacional, pues depende de aspectos como la cultura de cada organización, la estructura organizacional adoptada, las características del contexto ambiental, el negocio de la organización, la tecnología utilizada, los procesos internos y otra infinidad de variables. Al encontrar trabajadores que no están satisfechos con el empleo actual, y además del empleo están insatisfechos con la remuneración, con el ambiente laboral que se tiene en un momento determinado, se ha convertido en una preocupación para muchos gerentes. Es justo decir que, la gestión del talento humano se puede entender como una serie de decisiones acerca de la relación de los empleados que influyen en la eficacia de estos y de las organizaciones. (Chiavenato, 2002). Actualmente, las personas han pasado a ser consideradas importantes en las organizaciones por sus esfuerzos y actividades, como seres dotados de inteligencia, conocimientos, habilidades, destreza, aspiraciones y percepciones singulares.

Haciendo referencia al personal que labora en la empresa INNOVAPOR SAS y teniendo en cuenta los planes de acción recomendados para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento; el talento humano debe trabajar en la correcta integración de la estrategia, en el desarrollo de su habilidades, en sentirse bien en el puesto de trabajo, con sentido de pertenencia hacia la empresa y hacia su cargo todo esto con el fin de lograr la máxima productividad en un buen clima de trabajo. A continuación en la tabla 16 se mostraran los aspectos que impactan directamente al personal al realizar una buena gestión de mantenimiento.

Tabla 16. Aspectos que impactan directamente al personal por realizar una buena gestión de mantenimiento (Autores)

ASPECTOS POSITIVOS AL PERSONAL	ASPECTOS CON MENOR GUSTO POR EL PERSONAL
Se fomentaría el buen clima laboral	La exigencia al personal será mucho mayor
Las operaciones de mantenimiento se realizaran en menor tiempo y con mayor calidad	Acoplarse a las nuevas políticas implementadas al mantenimiento
El personal disminuirá trabajos extras por paros imprevistos	
El personal vivirá más tranquilo por llevar una buena gestión	
El personal recibirá formación que le permita desarrollar su trabajo con garantía	
Mayor remuneración por los conocimientos adquiridos	
Oportunidad de crecimiento personal	
Estabilidad laboral	

Se comprobó que si la organización quiere alcanzar sus objetivos (Crecimiento sostenido, Rentabilidad, Calidad en los productos y servicios, Competitividad, entre otros.) de la mejor

manera posible, debe saber canalizar los esfuerzos de las personas para que estas también alcancen sus objetivos individuales.

A continuación en la tabla 17 se relaciona las personas que llevaron a cabo la consultoría en INNOVAPOR SAS, con sus respectivas competencias para el desarrollo del mismo. El grupo de trabajo está conformado por tres Ingenieros que disponen del tiempo para llevar a cabo la consultoría, el tiempo que se dispuso fue contemplado desde el 5 de Julio de 2016 al 27 de Octubre de 2016. La persona encargada de la tutoría del proyecto es docente de la universidad ECCI del departamento de posgrados.

Tabla 17. *Personal que llevo a cabo la auditoria en INNOVAPOR SAS (Autores)*

INTEGRANTES		
EQUIPO DE TRABAJO	PERFIL	PARTICIPACIÓN
<b>Sandra Milena Pinto Joya</b>	Ingeniera Mecánica egresada de la Universidad INCCA de Colombia, Especialista en Mantenimiento Predictivo. Actualmente labora en Textiles Lafayette SAS	Completa al 100%
<b>Jorge Guzmán Laverde</b>	Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad de los Andrés, Gerente general de Mecom Ltda. fabricación de calderas	Completa al 100%
<b>Andrés Ricardo Rojas Gazabon</b>	Ingeniero Electromecánico egresado del Instituto Técnico Central La Salle, Actualmente labora en Aceros Industriales	Completa al 100%
<b>Miguel Urian Tinoco</b>	Ingeniero Industrial, docente de posgrado de la Universidad ECCI, asesor de este proyecto de grado.	Parcial al 30%

## **11. Conclusiones y recomendaciones**

### **11.1 Conclusiones**

En el desarrollo de la consultoría realizada por medio de la auditoría en INNOVAPOR SAS se pudo evidenciar aspectos importantes dentro de la gestión de mantenimiento que requiere atención de inmediato recomendando mejoras. En primera instancia se pudo definir claramente con las diferentes matrices las condiciones actuales de mantenimiento de INNOVAPOR SAS, para posteriormente identificar las oportunidades de mejoras y/o planes de acción que deben ser necesarias para mejorar la gestión de mantenimiento.

Dentro de las observaciones de los resultados mostrados en la gráfica general de los distintos aspectos del mantenimiento auditado, INNOVAPOR SAS debe prestar mayor atención en criticidad de equipos con valor de 1,9 y mantenimiento actual con 2,6 los cuales son los dos aspectos más bajos.

La consultoría a la gestión del mantenimiento realizada a la empresa INNOVAPOR S.A.S, sirve para ayudar a al mejoramiento continuo de la organización debido a que en su proceso de implementación de la norma ISO 9000 servirá como base al departamento de producción en la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo con procedimientos, hojas de vida, registros e indicadores que servirán como evidencia en el momento de una auditoría de este tipo.

La herramienta de evaluación de la gestión de mantenimiento de la Universidad de Talca sirvió para reflejar la actual situación en la empresa evaluada de manera ágil, sencilla y rápida, mostrando las ventajas y desventajas que se tienen para poder implementar mejoras al proceso que se está realizando y que a futuro servirá como guía para evaluar internamente el proceso y sus mejoras.

La gestión del mantenimiento en la empresa evaluada muestra que el manejo de costos del mantenimiento está manejado de manera adecuada pero que puede mejorar y definitivamente no hay un buen manejo de la criticidad de equipos lo que redundará en que en la efectividad del mantenimiento y el manejo de la información no sea la más adecuada.

En el momento en que la empresa inicie con el proceso de implementación de las recomendaciones sugeridas a la gestión del mantenimiento actual, en su producción verá reflejada la conveniencia en su aplicación porque verá que en muy corto plazo los resultados en cuanto al manejo de los activos, los ingresos por ventas y la reducción de los costos por el mantenimiento correctivo.

## **11.2 Recomendaciones**

- Desde la perspectiva de la consultoría, realizar la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa, requiere comenzar por la vinculación de personal que ayude a elaborar toda la estructura, planeación, documentación y seguimiento para obtener un resultado óptimo en este proceso.
- El personal que se tiene debe ser capacitado para realizar labores de mantenimiento autónomo con el fin de que conozcan mejor los equipos con los que trabajan, mejoren su eficiencia productiva y tengan un crecimiento personal para que adquieran un sentido de pertenencia hacia la empresa.
- Se debe organizar un taller con equipos y herramientas que requieran los activos. Esto se logra cuando sean elaboradas todas las fichas técnicas de los mismos y también ayudará a mejorar en la estandarización de los repuestos requeridos por cada uno de ellos.

- Implementar indicadores de gestión en la empresa ayudará a mejorar la calidad de los procesos de la empresa y ayudará a llevar un seguimiento de los mismos para instaurar mejoras o realizar labores de sostenimiento.

## 12. Bibliografía

- A. TORRES VALLE, J. D. (2004). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ORIENTADA A LA SEGURIDAD. *REVISTA ELECTRÓNICA INGENIERIA MECÁNICA*, 14.
- Alejandro. (3 de Septiembre de 2012). *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de <http://mntoindustrial.blogspot.com.co/2012/09/2.html>
- Alvarado, F. (11 de Enero de 2013). *SlideShare Principios Basicos de consultoria*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/jenyrolfin/consultoria-empresarial-15956362>
- Autores. (s.f.). Consultoria en INNOVAPOR SAS.
- Caceres, M. B. (s.f.). Como incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento. *Articulo*. Soluciones Integrales Cooperativas ICS GROUP S.A, Venezuela.
- Chiavenato, I. (2002). *Gestion del talento humano 5ª Edición*. México: Editorial Mc. Graw .
- Cruz, P. (2016). Ciclo de vida de los activos. Bogota.
- Esquivel Velez, R. A., & Martinez Vasquez, J. G. (s.f.). *Tesis*. Mexico.
- Galvis, O. d. (2004). Modelos de evaluacion de gestion de empresas industriales del subsector de empaques y envases plasticos. *Articulo*. Cali.
- Gazabon, A. R. (2015). Descripción de mantenimiento productivo total TPM. *Propia*.
- Gonzales, H. (18 de Diciembre de 2015). *Calidad y Gestión*. Obtenido de <https://calidadgestion.wordpress.com/2015/12/18/iso-550012014-gestion-de-activos/>
- Hernandez Castro, J., & Manrique, R. (2010). Reestructuración del plan de mantenimiento para la flota de vehiculos mercedes benz existente en la empresa SI99 S.A. *Tesis*. Universidad ECCI, Bogota.
- ICONTEC. (13 de Marzo de 1999). *Google*. Obtenido de [https://www.google.com/search?sclient=psy-ab&client=firefox-b&biw=1366&bih=633&noj=1&q=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&oq=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&gs\\_l=serp.3..0i22i30k1.28361.29561.1.30180.4.4.0.0.0.133.361.0j3.3.0....0...1c.1.64.serp..1.3.356...0](https://www.google.com/search?sclient=psy-ab&client=firefox-b&biw=1366&bih=633&noj=1&q=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&oq=guia+tecnica+colombiana+gtc+62&gs_l=serp.3..0i22i30k1.28361.29561.1.30180.4.4.0.0.0.133.361.0j3.3.0....0...1c.1.64.serp..1.3.356...0)
- Morales, D. R. (2007). Esquema de mantenimiento predictivo basado en vibraciones mecanica en el hotel bogota plaza. *Tesis*. Universidad ECCI, Bogota.



Palencia, O. G. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.

PAS55. (2008). *PAS 55 Asset Management*. Obtenido de <http://pas55.net/spanish/whatis.asp>

Quijano, S. (2006). *Dirección de recursos humanos y consultoría en las organizaciones*. Icaria Editorial.

RealibilityWeb. (2016). *Porqué implementar un Sistema Computarizado de Mantenimiento CMMS ?* Obtenido de <http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/porque-implementar-un-sistema-computarizado-de-mantenimiento-cmms/>

Talca. (s.f.). Eglobalt Technology SAS.

Tavbares, L. (1996). *Administración moderna del mantenimiento*. Brasil: Novo polo publicaciones 5° edición.

Torres Valle, A., & Rivero Oliva, J. (2004). Gestion del mantenimiento orientada a la seguridad. *Electronica Ingenieria Mecanica*, 7.

Valles, J. A. (2008). *Consultoria en la logistica y transporte*. Avyasa Editores.

Vela , A., Torres, H., Urrego, J., & Pinzon, M. (2008). Metodo de reduccion del mantenimiento preventivo con base en mantenimiento preventivo. *Tesis*. Universidad ECCI, Bogota.