

# **Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Escuela de Ingeniería Electromecánica**



**“Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Lanco & Harris  
Manufacturing”**

**Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título**

**Ingeniero en Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura**

**José Pablo Mena Wegener**

**Cartago noviembre, 2018**

CARTA DE ENTENDIMIENTO

Fecha: 14/11/2018

Señores  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Jose Pablo Mena Wegener

carné No. 2013010226,  si autorizo  no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 14/11/2018, con el título Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Lanco & Harris Manufacturing

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante:



Correo electrónico:

jose.menawegener@gmail.com

Cédula No.:

116180842

**Profesor guía:**

Ing. Carlo Alberto Piedra Santamaría

**Asesor industrial:**

Ing. Víctor Fabián Aguirre

**Tribunal examinador**

Ing. Joshua Guzmán Conejo

Ing. Juan Pablo Arias Cartín

## **Capítulo 1. Información del estudiante y de la empresa**

### **Información del Estudiante**

Nombre completo: José Pablo Mena Wegener

Número de cédula: 116180842

Número de carné: 2013010226

Dirección exacta de domicilio: Un kilómetro al norte de la iglesia de Pozos de Santa Ana, calle Bella Vista. Casa esquinera con cerca de bambú.

Números de teléfono: 8402-1460 / 2215-1409

Correos electrónicos: jose.menawegener@gmail.com

### **Información del Proyecto**

Nombre del Proyecto: “Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Lanco & Harris Manufacturing”

Profesor Asesor: Ing. Carlos Piedra Santamaría

Horario de trabajo del estudiante: lunes a jueves de 8:00am a 5:00pm

### **Información de la Empresa**

Nombre: Lanco & Harris Manufacturing

Dirección: El Coyol de Alajuela, Zona Industrial Bes, lote #4, Alajuela, 20101

Contacto: Fabián Aguirre, Gerente de mantenimiento de la empresa

Teléfono: 8991-8595 / 2438-2257

Actividad Principal: Fabricación de pinturas

## **Dedicatoria**

Este trabajo se le quiero dedicar a mis padres José Miguel y Karen y a mis dos hermanos Victoria y Cristina, por apoyarme constantemente durante todos estos años de formación académica, dándome la oportunidad de estudiar en una institución como el TEC para convertirme en un buen profesional.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la empresa Lanco por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones y a todos aquellos colaboradores que me brindaron su ayuda y experiencia durante este proceso de práctica profesional.

Agradezco a todas aquellas personas que estuvieron presentes a lo largo de todos estos años de formación académica, directa o indirectamente.

Agradezco a mi profesor guía Carlos Piedra y a mi asesor industrial Fabián Aguirre por brindarme de su ayuda y conocimiento basándose en su experiencia.

# Índice

Capítulo 1. Introducción.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Antecedentes .....	4
1.3 Planteamiento del problema y Situación Actual .....	5
1.4 Objetivo General .....	7
1.5 Objetivos Específicos .....	7
Preguntas de Investigación .....	8
1.6 Justificación del Proyecto .....	8
1.7 Viabilidad.....	9
1.8 Alcances.....	10
1.9 Limitaciones .....	10
1.10 Metodología.....	11
1.11 Descripción de la empresa .....	12
1.11.1 Descripción del proceso productivo .....	13
1.11.2 Organigrama .....	15
1.11.3 Filosofía de la empresa .....	16
1.11.4 Lema y valores de la empresa .....	16
1.11.5 Misión de la empresa .....	17
1.11.6 Visión de la empresa.....	17

Capítulo 2. Conceptos Generales de Mantenimiento .....	18
2.1. Mantenimiento industrial .....	18
2.2. Ingeniería y Gestión de Mantenimiento .....	18
2.2.1. Aspectos claves del ciclo de trabajo de mantenimiento.....	20
Capítulo 3. Marco teórico del modelo propuesto .....	23
3.1. Análisis de la situación actual, norma COVENIN 2500-93 .....	25
3.1.1. Definiciones .....	25
3.1.2. Criterios para la ponderación.....	27
3.1.3. Ficha de evaluación.....	29
3.1.4. Escala de medición.....	29
3.2. Alineamiento de objetivos y estrategias .....	31
3.2.1. Cuadro de Mando Integral .....	32
3.2.2. Origen de la herramienta .....	32
3.2.3. Elementos del Cuadro de Mando Integral.....	33
3.2.4. Componentes del CMI .....	36
3.3. Jerarquización de equipos críticos .....	40
3.4. Diseño de planes de mantenimiento .....	41
3.4.1. Pasos para la elaboración de la hoja RCM.....	43
Capítulo 4. Desarrollo del modelo y resultados .....	45
4.1. Aplicación de la Norma COVENIN 2500-93 .....	45



4.5.	Alineamiento de objetivos y estrategias .....	63
4.4.2.	Recolección de Misión y Visión .....	63
4.4.2.	Análisis FODA .....	64
4.2.4.	Perspectiva Cliente .....	68
3.4.2.	Perspectiva Procesos Internos .....	70
3.4.3.	Perspectiva Desarrollo y Aprendizaje .....	73
4.4.3.	Mapa estratégico .....	75
4.4.4.	Tablero del cuadro de mando integral .....	77
4.5.	Análisis de criticidad de equipos en la empresa Lanco. ....	79
4.5.2.	Codificación de equipos .....	79
4.5.3.	Identificación de las Zona de mayor impacto .....	82
4.5.4.	Selección de equipos críticos Zona de Pinturas de Agua (3000 Gal). ....	84
4.5.5.	Resultado del análisis .....	88
4.6.	Diseño de planes de mantenimiento. ....	89
4.6.2.	Formación del archivo técnico .....	89
4.6.3.	Elaboración de la hoja de trabajo de RCM .....	91
4.6.4.	Elaboración del manual de mantenimiento preventivo .....	93
4.6.5.	Elaboración del manual de mantenimiento programado .....	95
4.6.6.	Programación de las labores .....	96
4.6.7.	Planificación del Mantenimiento .....	99

4.6.8. Análisis financiero de la implementación del modelo.....	103
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	104
5.4. Conclusiones.....	104
5.5. Recomendaciones.....	105
6. Bibliografía.....	106
7. Apéndice.....	109
7.4. Guía de Evaluación basada en la Norma COVENIN 2500-93 .....	109
7.5. Fichas técnicas.....	126
7.6. Análisis RCM Bombas.....	133
7.7. Análisis RCM llenadoras .....	134
7.8. Análisis RCM Dispensor .....	137
7.9. Análisis RCM Compresor .....	139
7.10. Planes de Mantenimiento Programado .....	141
7.11. Planes de mantenimiento bombas .....	142
7.12. Planes de mantenimiento llenadoras .....	144
7.13. Planes de mantenimiento llenadoras .....	146
7.14. Planes de mantenimiento del compresor .....	147

## **Índice de Figuras**

Figura 1-1 Desviación entre el debiera y la realidad.....	6
-----------------------------------------------------------	---

Figura 3-1 Modelo de gestión propuesto en Lanco.....	24
Figura 3-2 Perspectivas del Cuadro de Mando Integral.....	33
Figura 3-3 Cadena Causa efecto del CMI .....	35
Figura 4-1 Organización de la Empresa .....	49
Figura 4-2 Organización de Mantenimiento.....	50
Figura 4-3 Planeación de Mantenimiento .....	51
Figura 4-4 Mantenimiento Rutinario.....	52
Figura 4-5 Mantenimiento Programado .....	54
Figura 4-6 Mantenimiento Correctivo.....	55
Figura 4-7 Mantenimiento Preventivo .....	57
Figura 4-8 Mantenimiento por Avería .....	58
Figura 4-9 Recursos .....	60
Figura 4-10. Organigrama del Departamento de Mantenimiento.....	62
Figura 4-11 Matriz FODA del Departamento de Mantenimiento.....	65
Figura 4-12 Mapa Estratégico propuesto.....	76
Figura 4-13 Escala de medición de metas CMI .....	77
Figura 4-14 Codificación propuesta por equipo .....	80
Figura 4-15 Proceso productivo en la Zona 3000 Gal .....	83
Figura 4-16 Formato de ficha técnico para los equipos.....	90
Figura 4-17 Formato del manual de mantenimiento preventivo.....	94

Figura 4-18 Formato del manual de Mantenimiento programado .....	95
Figura 4-19 Calendario de mantenimiento de equipos críticos .....	98
Figura 4-20 Flujo-grama Mantenimiento Correctivo.....	100
Figura 4-21 Flujo-grama Mantenimiento Preventivo .....	101
Figura 4-22 Flujo-grama Mantenimiento Programado .....	102

## **Índice de Tablas**

Tabla 1-1. Metodología empleada en la elaboración del Modelo de Gestión .....	11
Tabla 3-1. Áreas y principios básicos de la Norma COVENIN 2500-93 .....	28
Tabla 3-2. Escala de medición .....	29
Tabla 3-3 Tipos de efectos de fallas funcionales .....	44
Tabla 3-4 Tipos de Acciones proactivas .....	45
Tabla 4-1. Ficha de evolución Norma COVENIIN 2500-93.....	47
Tabla 4-2 Calificación obtenida en la Evaluación .....	48
Tabla 4-3. Objetivos perspectiva financiera .....	65
Tabla 4-4 Objetivos perspectiva cliente .....	68
Tabla 4-5 Objetivos perspectiva procesos internos .....	70
Tabla 4-6 Objetivos perspectiva desarrollo y aprendizaje .....	73
Tabla 4-7 Tablero de indicadores del CMI.....	78
Tabla 4-8 Código propuesto por zona .....	80

Tabla 4-9 Código propuesta por equipo .....	81
Tabla 4-10 Capacidades máximas de producción diaria por línea .....	82
Tabla 4-11 Impactos que puede causar las fallas en equipos .....	84
Tabla 4-12. Impacto en la seguridad y medio ambiente. ....	85
Tabla 4-13. Impacto a la producción y producto .....	85
Tabla 4-14. Impacto al valor económico de los equipos .....	86
Tabla 4-15 Resultados de la criticidad .....	87
Tabla 4-16 Formato de la hoja RCM.....	92
Tabla 4-17 Simbología manual de mantenimiento preventivo .....	93
Tabla 4-18 Simbología empleada en diagramas de flujo.....	99
Tabla 4-19 Costos de mano de obra mensual.....	103
Tabla 4-20 Costo de oportunidad de falla en la zona de 3000 galones .....	103

## Resumen

El proyecto se desarrolla en una empresa de pinturas llamada Lanco & Harris Manufacturing Corporación, ubicada en el Coyol de Alajuela, y busca elaborar un Modelo de Gestión que ayude al Departamento de Mantenimiento a alinear sus objetivos y labores con los del negocio, enfocando sus esfuerzos y recursos en aquellos procesos relevantes para la organización. Este Modelo de Gestión es una guía que brinda las herramientas y criterios no solo para poder elaborar, planificar, programar y ejecutar labores de mantenimiento preventivo, sino también para poder evaluar el desempeño de dichas acciones mediante indicadores y metas acordes al plan estratégico del negocio.

La primera parte del proyecto inicia con un diagnóstico del Departamento de Mantenimiento con el fin de conocer el nivel de gestión que se tiene e identificar con mayor facilidad las oportunidades de mejora. Luego se planea la estrategia y mediante el Cuadro de Mando Integral, se definen los objetivos, indicadores y metas que se deben de cumplir para alcanzar la misión y visión propuestas por la empresa. Por último, se seleccionan los activos con mayor relevancia en la organización y se les realiza los manuales de mantenimiento preventivo, utilizando como herramienta los criterios de los fabricantes y un análisis RCM.

**Palabras claves:** Modelo de Gestión, CMI, Indicadores, Manuales de Mantenimiento Preventivo y RCM.

## **Abstract**

The project is develop in a paint company called Lanco & Harris Manufacturing Corporation, located in Coyol of Alajuela, and seeks to develop a Management Model that helps the Maintenance Department to align its objectives and works with the business objectives, focusing its efforts and resources in those processes relevant to the organization. This management model is a guide that provides the tools and criteria to not only elaborate, plan, schedule and execute preventive maintenance tasks, but also to evaluate the performance of these tasks through indicators and goals according to the strategic business plan.

The first part of the project starts with a diagnosis from the Maintenance Department in order to know the level of management that identify opportunities for improvement. Then the strategy is planned and through the Integral Scorecard, the objectives, indicators and goals that must be met to achieve the mission and vision proposed by the company are defined. Finally, the most relevant assets in the organization are selected and the preventive maintenance manuals are made, using as a tool the criteria of the manufacturers and an RCM analysis.

**Keywords:** Management Model, CMI, Indicators, Preventive Maintenance Manuals and RCM.

# **Capítulo 1. Introducción**

## **1.1 Introducción**

Uno de los problemas más grandes que puede presentar un Departamento de Mantenimiento, es el desconocimiento del impacto que tiene su trabajo dentro de la organización, convirtiéndolo en una unidad sin ambiciones ni objetivos claros, que los ayuden a mejorar continuamente sus labores.

Un modelo de gestión es una herramienta que ayuda a las empresas a alcanzar un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, cuyos objetivos debe de estar alineados con el cumplimiento de los objetivos de la organización. Esta herramienta incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar los objetivos y prioridades de mantenimiento y a establecer las estrategias y responsabilidades correspondientes, facilitando así la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento.

Actualmente, la gestión del mantenimiento se ha convertido en un poderoso factor de competitividad a nivel industrial que busca reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente.



## **1.2 Antecedentes**

Los avances en la industria han obligado a las compañías a la mejora en la calidad y productividad en sus procesos, lo que ha generado la necesidad de medirlos y controlarlos para poder gestionarlos con una visión estratégica.

Uno de los mayores retos que han surgido con el desarrollo de nuevos equipos y tecnologías, es el mantenimiento y funcionamiento óptimo de estos, de acuerdo con los parámetros con que fueron diseñados. Es ante esta necesidad que se han venido desarrollando modelos de gestión en el área de mantenimiento, como una herramienta que busca asegurar la correcta operación de los equipos, incrementar su confiabilidad operacional y mejorar la productividad de los procesos.

El concepto base que da lugar a la Ingeniería de Mantenimiento es la mejora continua de su proceso de gestión, mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo para la toma de decisiones que favorezcan los resultados económicos y operacionales globales de la empresa. En la actualidad, esta ingeniería está creciendo en todas sus ramas, incluyendo tanto en instrumentos tecnológicos desarrollados para monitorear y controlar el estado de los equipos, como en técnicas desarrolladas para sustentar la credibilidad de los programas de mantenimiento proactivos implementados en la industria. Tal como lo menciona García Palencia en su artículo “Tendencias actuales en mantenimiento industrial.”; Mantenimiento está dejando de verse como un gasto para convertirse en el mayor generador de utilidades industriales y el responsable de la sostenibilidad de las empresas.

### **1.3 Planteamiento del problema y Situación Actual**

Lanco es una empresa que se ha hecho de renombre en el mercado gracias a sus productos de altísima calidad, sus valores y a su lema corporativo; “Liderazgo con pasión, convicción, innovación y excelencia”. El mercado competitivo y la globalización han provocado que las empresas cambien y se adapten constantemente a las necesidades de sus clientes. Una de las áreas donde es notable un rezago con respecto a otras compañías de clase mundial es en el tema del mantenimiento.

El principal problema detectado es la ausencia de un modelo de gestión en el área de Mantenimiento que le permita a la empresa medir y controlar los registros de sus actividades y fijar sus objetivos y metas con los del negocio. Para detectar dicho problema fue necesario aplicar una norma internacional, en la cual se evidenció que el Departamento pese a sus esfuerzos por garantizar que los equipos no fallen, no están midiendo de forma óptima el desempeño de sus labores ni recompilando aquella información valiosa que permita analizar las variables principales que están involucradas en el mantenimiento y que pueden afectar significativamente la disponibilidad y confiabilidad de los equipos así como la calidad del servicio brindado.

Actualmente, se utilizan órdenes de trabajo para asignar las labores de mantenimiento y tener registros de las mismas, sin embargo, estas órdenes no son completadas ni procesadas correctamente, lo que hace muy difícil analizar la información recopilada para agregar valor en la toma de decisiones estratégicas y así contribuir con un mejor desempeño en la productividad y calidad del servicio.

Esta forma de manejar la información ha provocado que el Departamento no sea capaz de diseñar planes de mantenimiento que se adapten a las necesidades de los equipos, limitando sus labores a mantenimientos correctivos, los cuales podrían evitarse disminuyendo los paros no programados y a su vez las cargas de trabajo del personal de mantenimiento.

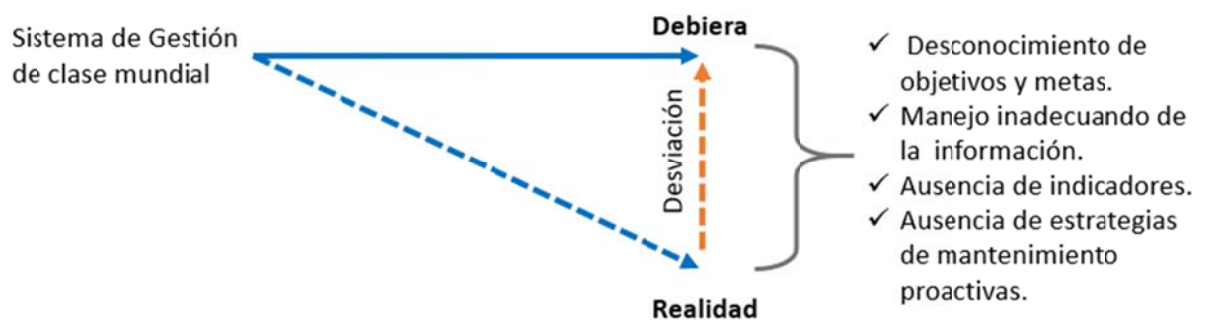


Figura 0-1 Desviación entre el debiera y la realidad

Fuente: Elaboración propia en Microsoft PowerPoint

## **1.4 Objetivo General**

– Diseñar un Modelo de Gestión de Mantenimiento para la empresa Lanco & Harris Manufacturing, orientando los objetivos y prioridades del Departamento de Mantenimiento con la misión y objetivos de la organización, mejorado así la toma de decisiones estratégicas.

## **1.5 Objetivos Específicos**

– Determinar el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento mediante la norma COVENIN 2500-93, identificando áreas deficientes y con posibilidades de mejora.

– Establecer a través del Cuadro de Mando Integral los objetivos e indicadores que permitan el alineamiento de los objetivos de Mantenimiento con los del negocio y que cumplan como base de la estructura principal del modelo.

– Determinar mediante un análisis de criticidad los equipos más relevantes según las prioridades del Departamento de Mantenimiento, postulándolos a RCM y realizando un análisis financiero de los costos de implementación del mismo.

## **Preguntas de Investigación**

Las preguntas que este trabajo pretende contestar son las siguientes:

- ¿De qué información dispone actualmente el Departamento de Mantenimiento para realizar sus labores?
- ¿Cuál es la metodología a seguir para realizar las tareas de mantenimiento programado, correctivo y preventivo?
- ¿Con qué frecuencia y criterios realizan las tareas de mantenimiento en la empresa?
- ¿Qué indicadores claves deben medirse para evaluar el desempeño de las labores del Departamento de Mantenimiento?
- ¿Cuáles son los equipos que mayor impacto tienen en el negocio?

### **1.6 Justificación del Proyecto**

*“Cuando se puede medir de lo que se está hablando, y expresarlo en números, se sabe algo al respecto; pero cuando no se puede medir, cuando no se puede expresar en números, el conocimiento es de una clase pobre e insatisfactoria” (William Thompson).*

La propuesta de un modelo de gestión para Lanco, lo que busca es brindar las herramientas necesarias al Departamento de Mantenimiento para determinar sus objetivos y prioridades, y lograr establecer las responsabilidades de cada uno de los colaboradores junto con las estrategias que mejor se adapten a las necesidades de los equipos, facilitando así, la planificación, programación y control de las mismas, en un ciclo de mejora continua.

El modelo busca señalar lo que se está haciendo mal y proponer acciones de mejora, establecer los objetivos e indicadores claves que señalen el desempeño y comportamiento bajo distintas condiciones en el aspecto financiero, de calidad, operación, productividad y de satisfacción a los clientes.

Para poder desarrollar dicha propuesta será necesario analizar y consultar diferentes modelos de gestión existentes y herramientas teóricas que ayuden a determinar los componentes claves que se adapte a las necesidades encontradas en la organización. Una vez implementado y puesto en marcha, la propuesta tiene como fin, reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados.

## **1.7 Viabilidad**

Dentro de los instrumentos teóricos necesarios para la elaboración de un modelo de gestión de mantenimiento en Lanco & Harris Manufacturing se pueden mencionar:

- La norma internacional COVENIN 2500-93, que tiene como objetivo contrastar lo que se hace con lo que se debería estar haciendo, y de esta manera, detectar las áreas débiles y las oportunidades de mejora.
- El Cuadro de Mando Integral propuesto por Kaplan & Norton en el año 1996, que permite fijar los objetivos estratégicos de la Empresa y alinear los objetivos del Departamento de Mantenimiento con estos.
- La herramienta RCM de la cual se pueden identificar los distintos modos de falla y obtener las tareas de mantenimiento necesarias para que los activos continúen funcionando con los parámetros con los que fueron diseñados.

Además, cabe mencionar el apoyo en la gerencia del Departamento y la existencia de recursos necesarios para la creación de rutinas de mantenimiento preventivo.

## **1.8 Alcances**

El proyecto tiene como fin desarrollar una propuesta de gestión, en el área de mantenimiento, que sea capaz de brindar las herramientas necesarias para lograr que el Departamento de Mantenimiento evolucione y empiece a medir su desempeño y a realizar labores proactivas de forma planificada.

Debido al tamaño de la empresa y a la gran variedad de equipos presentes en la planta, la propuesta de modelo de gestión se desarrollará para la línea de productos con mayor impacto en el negocio. El alcance de este trabajo incluye el diagnóstico y la planificación del programa de mantenimiento y servirá como un plan piloto en el cual se describirán todas las etapas necesarias para la construcción de modelo.

Este trabajo no incluye las etapas de implementación, evaluación y control de las estrategias propuestas.

## **1.9 Limitaciones**

Una limitante importante para el desarrollo de este proyecto es el acceso a la información relevante, lo que hace difícil consultar el número de intervenciones que un determinado equipo ha recibido, los repuestos que ha necesitado y las posibles causas de fallas, lo que dificulta diseñar planes de mantenimiento preventivo que se adapten a las necesidades de cada equipo. Una forma de mitigar esta falta de información es utilizar los manuales de los fabricantes, donde se especifican los problemas más habituales, las frecuencias de reparación y los repuestos más utilizados.

## 1.10 Metodología

Tabla 0-1. Metodología empleada en la elaboración del Modelo de Gestión

Objetivo	Actividad
<p>1. Determinar el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento mediante la norma COVENIN 2500-93, identificando áreas deficientes y con posibilidades de mejora.</p>	<p>1.1. Analizar la metodología actual de operación y organización del Departamento de Mantenimiento.            1.2. Evaluar el estado de gestión actual mediante la norma internacional.            1.3. Proponer acciones de mejora con base en los resultados obtenidos con la norma internacional.</p>
<p>2. Establecer a través del Cuadro de Mando Integral los objetivos e indicadores que permitan el alineamiento de los objetivos de Mantenimiento con los del negocio y que cumplan como estructura principal del modelo.</p>	<p>2.1. Identificar la misión, visión y objetivos de la organización.            2.2. Realizar un análisis FODA para definir la estrategia            2.3. Establecer los objetivos, indicadores y metas en cada una de las perspectivas del CMI.            2.4. Realizar un mapa estratégico y un tablero de indicadores que resuman y comuniquen la estrategia propuesta.</p>
<p>3. Determinar mediante un análisis de criticidad los equipos más relevantes según las prioridades del Departamento de Mantenimiento, postulándolos a RCM y realizando un análisis financiero de los costos de implementación del mismo.</p>	<p>3.1. Identificar cuál es el proceso productivo más relevante y los equipos que lo componen.            3.2. Jerarquizar los equipos seleccionados según su grado de criticidad.            3.3. Realizar un análisis RCM, determinando los posibles modos de falla que pueden tener y las consecuencias de cada uno de estos.            3.4. Determinar las acciones preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos, realizando la planificación de las mismas para su futura implementación.            3.5. Establecer los recursos necesarios para la futura ejecución las tareas preventivas propuestas, realizando un análisis financiero del costo de las mismas.</p>



Fuente: Elaboración propio en Microsoft Word

## 1.11 Descripción de la empresa

Pinturas Lanco es una empresa puertorriqueña que incursionó en el mundo de las pinturas en 1978. Desde que comenzó sus operaciones su misión ha sido satisfacer a sus clientes fabricando los mejores productos posibles. Actualmente, la línea de productos consta de una amplia variedad que incluye desde pinturas para edificios y acabados para madera hasta adhesivos industriales y selladores de alto rendimiento. Luego de muchos años de arduo trabajo y dedicación esta empresa familiar se ha convertido en una compañía internacional con fábricas en los Estados Unidos, el Caribe, Centro y Sur América. En Costa Rica, Lanco inició sus operaciones en el año 2001 con una planta ubicada en el Coyoil de Alajuela, Zona Industrial Bes, lote #4, Provincia de Alajuela, Alajuela, 20101.



Figura 0-1 Ubicación de Lanco Costa Rica

Fuente: Google Maps

Esta planta, conocida como Lanco & Harris Manufacturing, cuenta con una línea exclusiva de productos personalizados para satisfacer un mercado exigente como el costarricense. Con ese fin, la línea de productos incluye pinturas para el hogar, impermeabilizantes, tintes y selladores para madera, anticorrosivos, pegamentos, masillas, diluyentes de pintura y pinturas industriales. Todo esto es posible gracias al trabajo conjunto de todos sus colaboradores, los cuales son alrededor de 340 y están ubicados en su gran mayoría en la planta principal del Coyo.

#### **1.11.1 Descripción del proceso productivo**

El proceso productivo está conformado por 8 etapas que empiezan con la obtención de la materia prima que es transformada en los productos finales, hasta la distribución de dichos productos al cliente final tal como se muestra a continuación:



Figura 0-2 Etapas del proceso productivo Lanco

Fuente: Lanco & Harris Manufacturing

### 1.11.2 Organigrama

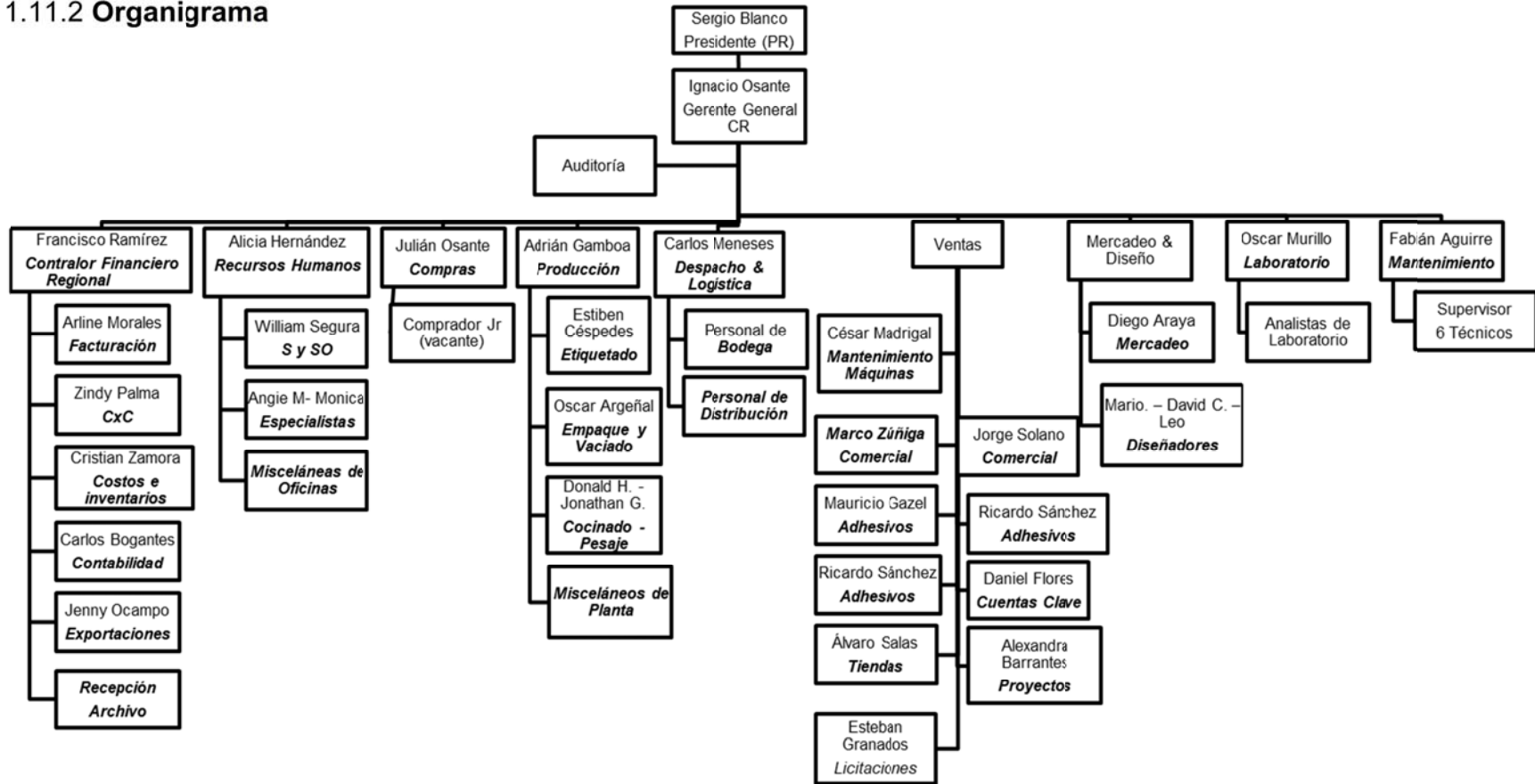
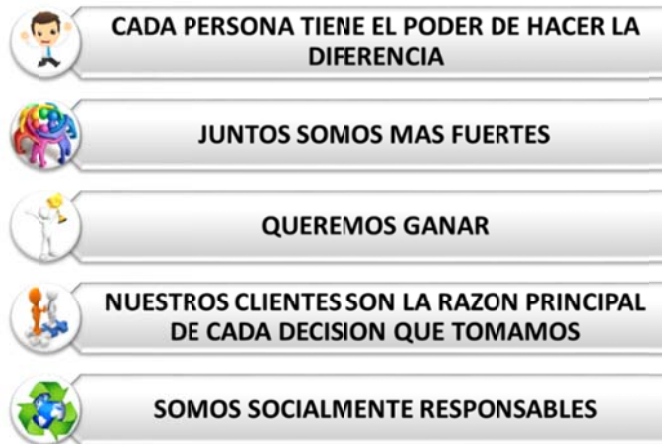


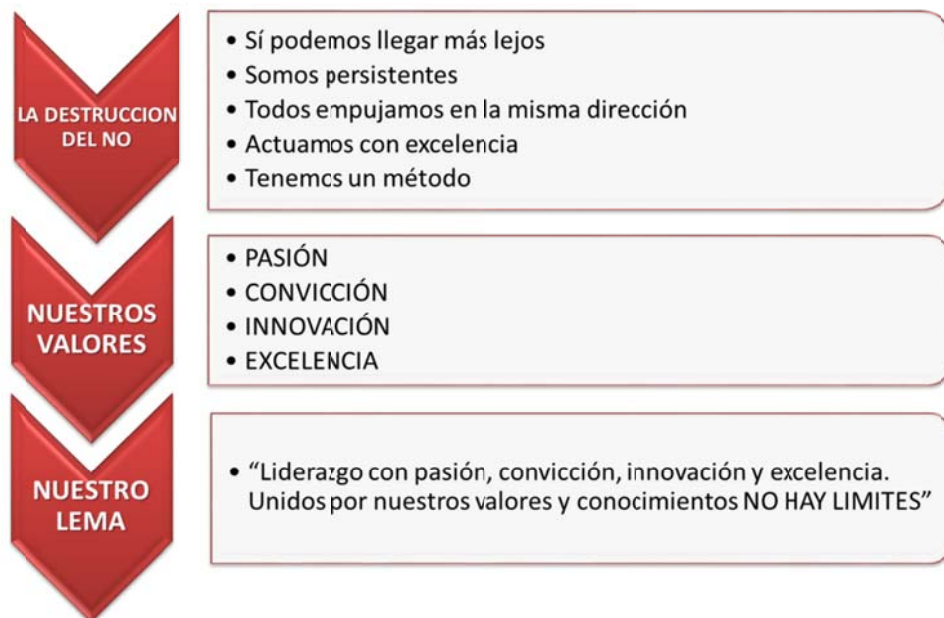
Figura 0-3 Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración Propia Microsoft PowerPoint

### 1.11.3 Filosofía de la empresa



### 1.11.4 Lema y valores de la empresa



#### **1.11.5 Misión de la empresa**

*“Fabricar productos de la más alta calidad capaces de exceder las expectativas del mercado”.*

#### **1.11.6 Visión de la empresa**

*“Ser los fabricantes de pinturas, selladores y adhesivos de mayor crecimiento internacional, manteniendo los más altos estándares de calidad, servicio y excelencia. Dejando un legado de responsabilidad social y protección del medio ambiente”.*

## **Capítulo 2. Conceptos Generales de Mantenimiento.**

### **2.1. Mantenimiento industrial**

“Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento” (García, Garrido , & Santiago, 2009, p.1). El término mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas y contribuyendo a los beneficios de la empresa.

### **2.2. Ingeniería y Gestión de Mantenimiento**

La ingeniería en mantenimiento tiene como objetivo la mejora continua en su proceso de gestión, mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global de la empresa. Esta ingeniería, a través del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de sus operaciones, es capaz de renovar continua y justificadamente su estrategia para garantizar la producción y obtener los mejores resultados al menor costo posible.

Con base en la Norma ISO 9001-2008 y características reales de las unidades de mantenimiento se puede establecer un diagrama reconocido como ciclo de trabajo de mantenimiento, el cual está dividido en dos subprocesos como se muestra a continuación.

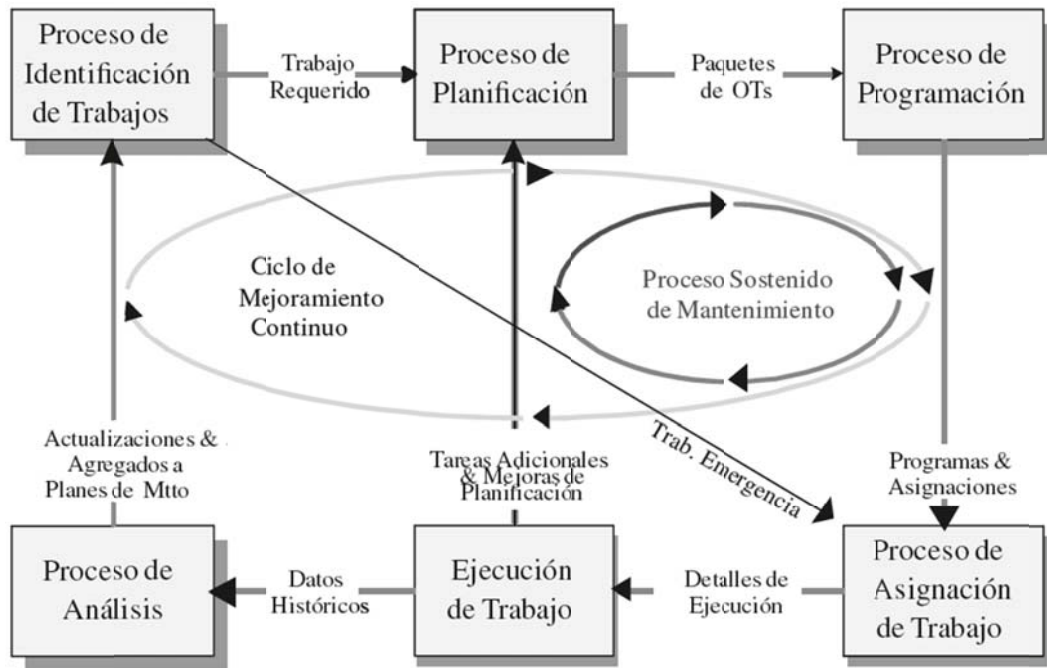


Figura 0-1. Ciclo de trabajo de mantenimiento

Fuente: Artículo “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo” (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013).

El primero corresponde a al ciclo habitual o estándar, en el que las actividades se llevan a cabo de forma lógica y secuencial, mientras que el otro es el ciclo de mejora continua, que agrega al ciclo habitual las actividades de análisis e identificación de tareas necesarias en búsqueda de oportunidades de mejora. En este ciclo se distinguen claramente varios aspectos que deben ser considerados al momento de elaborar e implementar un modelo de gestión del mantenimiento.



### **2.2.1. Aspectos claves del ciclo de trabajo de mantenimiento**

Según lo menciona José Contreras Márquez en su artículo “El Ciclo del Mantenimiento: Proceso de Gestión de los Trabajos”, en general la mayoría de las empresas realizan el ciclo habitual de mantenimiento, sin embargo, es necesario tomar en cuenta algunos aspectos importantes, presentes en cada una de las fases que lo componen, entre los que cabe mencionar:

#### Fase 1. Identificación del trabajo:

El mantenimiento correctivo se realiza cuando el equipo ya ha fallado y las consecuencias generalmente tienen un impacto negativo importante. Para evitar todas estas posibles consecuencias se realiza mantenimiento correctivo programado y preventivo, sin embargo, una mala identificación de las tareas que se deben realizar puede provocar desperdicios relacionados con el tiempo y los esfuerzos del personal, además de la pérdida de oportunidades en términos de costos, recursos y la reparación de equipos antes de que fallen. Esta etapa de identificación es clave y algunos aspectos que se deben de tomar en cuenta para efectuarla de manera eficaz son:

- Capacitar a todo el personal, no sólo a los responsables de mantenimiento, para que sean capaces de identificar y comunicar los potenciales trabajos antes de que se genere un fallo.
- Establecer métodos claros para que el trabajo identificado sea registrado y comunicado a los planificadores, ya sea mediante una orden de trabajo o a través de un libro de registros.

- Capacitar al personal para asegurarse de incluir una descripción clara y concisa de los equipos, su ubicación, el problema encontrado y evitar dar tratamiento a los síntomas del problema en vez de a las raíces del mismo.

### Fase 2: Planificación del Trabajo

Una planificación adecuada del trabajo, preventivo o correctivo, que va a ser programado, responderá a las preguntas:

- ¿Cuánto tiempo va a requerir el trabajo?
- ¿Cuántos y qué tipo de especialistas (técnicos) se requerirá?
- ¿Cuáles repuestos y materiales se requerirá? Verificar la existencia en almacén u ordenar su compra y alinear la programación del trabajo con la entrega de esas partes.
- ¿Qué herramientas, equipos u otros recursos, incluidos los contratistas externos, se requerirá?
- ¿Qué permisos se requerirá?
- ¿Cuáles son los riesgos del trabajo y cómo van a ser manejados?

La respuesta a estas preguntas debería conducir a la creación de trabajos de buena calidad que disminuyan los tiempos de inactividad y utilicen mejor los recursos.

### Fase 3: Programación del trabajo

La parte importante de la programación es tratar de asegurar que el trabajo que está programado para un período de tiempo determinado, realmente será completado en ese plazo. Algunos consejos para maximizar la probabilidad de éxito de la programación son:

- Asegúrese de contar con permisos, repuestos, herramientas y otros recursos disponibles y listos antes de que empiece el trabajo.
- Incluir contingencia para averías para atender casos de emergencia. “Una buena regla general es destinar alrededor del 80% de las horas-hombre disponibles para los trabajos programados en un turno. El 20% restante de tiempo debe reservarse para cubrir contingencias relacionadas con el mantenimiento correctivo de emergencia requerido” (Contreras Márquez, 2016).
- Equilibrar el trabajo programado según su grado de prioridad.

#### Fase 4: Ejecución del trabajo

El objetivo de esta fase es lograr que las tareas se realicen de forma correcta y lo más sencillo posible, minimizando los errores y las pérdidas. Para ello se deben llevarse a cabo los siguientes pasos:

- Asegurar que el personal haya sido capacitado adecuadamente.
- Para las tareas críticas y de alta prioridad, incorporar controles de terminación de trabajos adicionales, para asegurarse de que el trabajo se ha hecho correctamente.
- Asegurar que los supervisores revisen periódicamente el progreso de su equipo de trabajo durante todo el día.
- Crear instrucciones de trabajo de alta calidad que sean claras y concisas.

#### Fase 5: Proceso de análisis

El paso final es vital y consiste en asegurar que las órdenes de trabajo registren toda la información relevante que permitan el análisis de costos, repuestos utilizados, fallas, tiempos, etc., dando como resultado la mejora del sistema de gestión.

### **Capítulo 3. Marco teórico del modelo propuesto**

El modelo de gestión del mantenimiento es el conjunto de actividades que permiten al Departamento, cumplir con sus metas y objetivos, estableciendo las estrategias y responsabilidades mediante elementos claves como el análisis, la programación y el control de la ejecución del mantenimiento.

De acuerdo a Carlos Parra Márquez & Adolfo Crespo Márquez en su libro “Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos”, el proceso de gestión de mantenimiento podemos dividirlo en dos partes principales:

a. La definición de la estrategia de mantenimiento: En esta se definen los objetivos de mantenimiento los cuales surgen directamente del plan de negocio de la organización. Diseñar estrategias de mantenimiento que estén alineadas con los planes de negocio es un aspecto clave y condiciona el logro de los objetivos del mantenimiento.

b. La implementación de la estrategia de mantenimiento: La segunda parte del proceso está relacionada con la habilidad que se tenga para asegurar niveles adecuados de formación del personal, de preparación de los trabajos, con la selección de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes tareas o, por ejemplo, con el diseño y consecución de la ejecución a tiempo de los diferentes programas de mantenimiento.

A lo largo del tiempo gran cantidad de autores han realizado numerosas propuestas de modelos de gestión en mantenimiento empleados en la práctica en empresas de amplia tradición y excelencia en este campo.

En el capítulo se procede a desarrollar la teoría necesaria para la creación del modelo propuesto. Dicha propuesta se divide en 4 etapas principales que son: el diagnóstico, planificación, implementación y evaluación y control tal como se muestra a continuación:

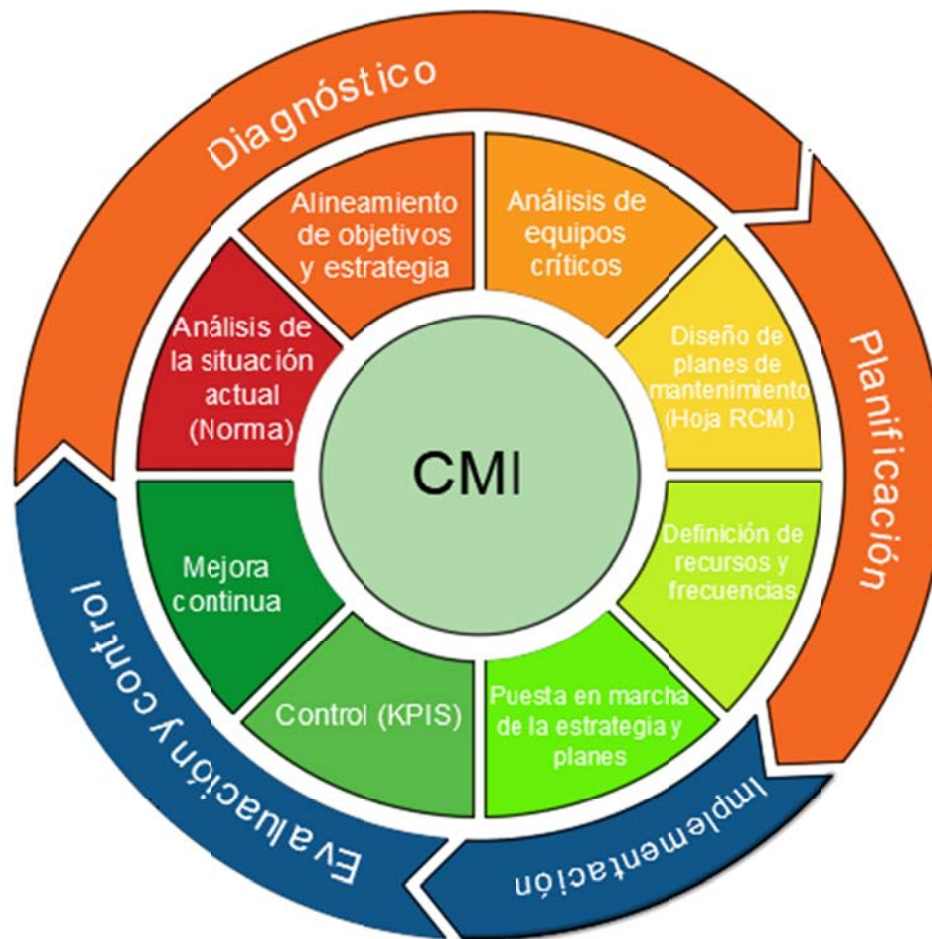


Figura 0-1 Modelo de gestión propuesto en Lanco.

Fuente: Elaboración Propia en AutoCAD

### **3.1. Análisis de la situación actual, norma COVENIN 2500-93**

Esta norma venezolana contempla un método cuantitativo para la elaboración de sistemas de mantenimiento en empresas manufactureras que actualmente estén en funcionamiento, para determinar su capacidad de gestión en lo que respecta al mantenimiento, mediante el análisis y clasificación de los siguientes 4 factores:

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia del personal.

#### **3.1.1. Definiciones**

Es de gran importancia antes de aplicar la Norma tener claridad de algunos conceptos básicos presentes en ésta y otros referentes a la Norma COVENIN 3049-93, tales como:

- **Principio Básico:** es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.
- **Demérito:** es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

– **Mantenimiento Rutinario:** es aquel que comprende actividades tales como lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras. Generalmente, es ejecutado de forma semanal y por el mismo operario del sistema productivo con el fin de mantener y alargar la vida útil de dicho sistema.

– **Mantenimiento Programado:** toma como base las recomendaciones de fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos de un sistema productivo con el propósito de determinar la carga de trabajo que es necesaria programar. Es ejecutado por personal de mantenimiento con frecuencias quincenales o hasta anuales.

– **Mantenimiento por avería o reparación:** Se define como la atención a un sistema productivo cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. Lo ejecuta personal de mantenimiento en el momento en el que ocurre la falla.

– **Mantenimiento correctivo:** Actividades encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo, mediante modificaciones de elementos o procesos, cambios en especificaciones, revisión de elementos, etc. Estas acciones tienen que ser planificadas y programadas.

– **Mantenimiento Circunstancial:** Ejecutan acciones de rutina, pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna. También contempla acciones que están programadas en un calendario anual pero no tienen un punto de inicio bien definido.

– **Mantenimiento Preventivo:** es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras.

### **3.1.2. Criterios para la ponderación.**

Primero se evalúa el principio básico sin entrar a detalles en los deméritos. Si existe el principio básico, aun desconociendo su eficacia real en la práctica, se asignará la puntuación completa correspondiente a valor respectivo. En caso de no existir dicho principio básico la calificación correspondiente es de cero puntos. Solo en caso de que exista el principio básico se realiza una investigación minuciosa para determinar la existencia de los posibles deméritos. Los deméritos restan al valor total del principio básico y su valor puede variar entre 0 y el valor máximo indicado para cada uno de ellos. A continuación, se muestra una tabla con las áreas que contempla la norma junto a sus principios básicos.



Tabla 0-1. Áreas y principios básicos de la Norma COVENIN 2500-93

<b>AREA</b>	<b>Principio Básico</b>
I Organización De La Empresa	1. Funciones y responsabilidades
	2. Autoridad y autonomía
	3. Sistema de información
II Organización De Mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades
	2. Autoridad y autonomía
	3. Sistema de información
III Planificación De Mantenimiento	1. Objetivos y metas
	2. Políticas para planificación
	3. Control y evaluación
IV Mantenimiento Rutinario	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
V Mantenimiento Programado	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VI Mantenimiento Circunstancial	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VII Mantenimiento Correctivo	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VIII Mantenimiento Preventivo	1. Determinación de parámetros
	2. Planificación
	3. Programación e implantación
	4. Control y evaluación
IX Mantenimiento Por Avería	1. Atención a fallas
	2. Supervisión y ejecución
	3. Información sobre averías
X Personal De Mantenimiento	1. Cuantificación de las necesidades de personal
	2. Selección y formación
	3. Motivación e incentivos
XI Apoyo Logístico	1. Apoyo administrativo
	2. Apoyo gerencial
	3. Apoyo general
XII Recursos	1. Equipos
	2. Herramientas
	3. Instrumentos
	4. Materiales
	5. Repuestos

Fuente: Norma COVENIN adaptada por el autor en Microsoft Excel

### 3.1.3. Ficha de evaluación

Según lo mencionado en la Norma COVENIN 2500-93, la ficha de evaluación está conformada por 7 columnas ordenadas alfabéticamente, que llevan el resultado de la evaluación y se encargan de obtener el perfil de la empresa. En las columnas A, B y C se presentan las diferentes áreas evaluadas, sus respectivos principios básicos y la puntuación máxima obtenible respectivamente. En la columna D se refleja la puntuación obtenida de los deméritos de cada principio básico, los cuales son sumados y los totales alcanzados son representados en la columna E. En la columna F se coloca la diferencia entre la puntuación máxima de la columna C y el valor de la columna E. En las casillas correspondientes a los totales obtenidos, se indica la suma de las puntuaciones obtenidas en la columna F.

### 3.1.4. Escala de medición

La escala de medición ayuda al evaluador a saber cuáles son las áreas buenas y cuales son aquellas donde se deben realizar mejoras. Se toma como referencia la Norma COVENIN 1980-89 donde se dividen los resultados en 5 diferentes clasificaciones tal como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 0-2. Escala de medición

<b>Clasificación</b>	<b>Escala de medición</b>
Excelencia	91-100%
Competencia	81-90%
Entendimiento	71-80%
Conciencia	51-70%
Inocencia	0-50%

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word

- Excelencia: Existe una Gestión de Mantenimiento Clase Mundial con las mejores prácticas operacionales.
- Competencia: Existe una Gestión de Mantenimiento con tendencia a Clase Mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
- Entendimiento: Existe una Gestión de Mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial.
- Conciencia: Existe una Gestión de Mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de Mantenimiento de Clase Mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- Inocencia: No existe una Gestión de Mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades de mejora.

### **3.2. Alineamiento de objetivos y estrategias**

Desde hace ya varios años, las compañías se dieron cuenta de que, si querían gestionar el mantenimiento de una forma adecuada, era necesario incluirlo en el régimen general de la organización para su gestión e interacción con otras funciones. “Una vez logrado esto, el mantenimiento puede recibir la importancia que merece y desarrollarse como una función más de la organización, que genera “productos” para satisfacer a los clientes internos, y que contribuye al logro de los objetivos específicos de la organización” (Espinosa Fuentes , 2013).

Como se mencionó anteriormente, el proceso de gestión del mantenimiento puede ser dividido en dos etapas: la definición de la estrategia y la implementación de dicha estrategia. En esta primera etapa es necesario definir los objetivos del mantenimiento como insumo de entrada, el cual es derivado directamente de los planes de la empresa. Esto es de suma importancia para garantizar el éxito del mantenimiento en una organización y determina la eficacia de la implementación del plan de mantenimiento, programación, control y mejoramiento. Una vez planificadas y programadas las actividades de mantenimiento, utilizando las técnicas que mejor se adecuen a la realidad de la empresa, estas deben de ser evaluadas y las desviaciones controladas para orientarse continuamente hacia los objetivos de negocio mediante una serie de indicadores. Una de las herramientas más utilizadas para controlar estas desviaciones y para poder definir los objetivos de mantenimiento es el Cuadro de Mando Integral.

### **3.2.1. Cuadro de Mando Integral**

El Cuadro de mando Integral (CMI) o Balanced Scorecard (BSC) es una herramienta que ofrece un método estructurado para medir las actividades de la compañía en un marco de referencia adaptado al plan estratégico, al tiempo que proporciona ayuda en la definición de los objetivos e iniciativas oportunas. “El CMI propone canalizar los esfuerzos del área de mantenimiento hacia el logro de las metas estratégicas de la compañía, apoyado por un robusto sistema de indicadores multidisciplinares” (Pedroche Vázquez , 2012).

Estos indicadores o medidas no se utilizan simplemente para controlar la conducta, sino más bien para articular la estrategia de la empresa, para comunicar la estrategia del negocio, y para ayudar a alinear las iniciativas individuales, organizacionales e interdepartamental para lograr un objetivo común.

### **3.2.2. Origen de la herramienta**

El CMI fue presentado por primera vez en 1992 en la revista Harvard Business Review, con base en un trabajo realizado por Robert Kaplan y David Norton. Ellos plantearon esta herramienta como un sistema de administración que va más allá de la perspectiva financiera y toma en cuenta aquellos activos intangibles como fuente principal de ventaja competitiva. Luego de esto, surge la necesidad de medir las actividades de una compañía en términos de su visión y estrategia, proporcionando a los gerentes una mirada global del desempeño del negocio.

El CMI se convierte en una herramienta de administración de empresas que muestra cuándo una compañía y sus colaboradores alcanzan los resultados definidos por el plan estratégico y también permite detectar las desviaciones del plan estratégico y expresar los objetivos e iniciativas necesarios para reconducir la situación.

### 3.2.3. Elementos del Cuadro de Mando Integral

El método del CMI, propone considerar la organización desde cuatro diferentes perspectivas que enriquecen la visión de la organización tal como se muestra a continuación:



Figura 0-2 Perspectivas del Cuadro de Mando Integral

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Word

– Perspectiva Financiera: Los indicadores financieros resumen el estado y las consecuencias económicas de las acciones que se hayan realizado. Gracias a estas variables se puede valorar si la ejecución de una estrategia es exitosa. Esta perspectiva tiene como finalidad, dar respuesta a todas las expectativas de los accionistas. Su orientación está centrada en la creación de valor para los accionistas, con altos índices rentables y garantías de desarrollo. La pregunta clave a responder sería la siguiente. ¿Qué esperan de nosotros nuestros accionistas?

– Perspectiva cliente: En esta es necesario identificar quienes son los clientes potenciales de la organización y definir los procesos claves en los que la organización debe sobresalir para continuar agregando valor a sus clientes. La opinión que estos tengan de los productos adquiridos debe de ser analizada como un valor de la compañía. En esta se mide la calidad y rendimiento del servicio, grados de satisfacción, desviación del servicio contratado, reclamaciones, fidelidad, etc. Algunas de las interrogantes que nacen de esta perspectiva es ¿Cómo es percibida la empresa por los clientes? ¿Cómo mejorar dicha visión?

– Perspectiva de procesos internos: Esta tiene como principal objetivo buscar la excelencia en los procesos que permiten a la organización satisfacer las necesidades de los clientes. Se toman en cuenta los procesos, cuyo impacto es fuerte en el cumplimiento de la estrategia de la organización. La pregunta clave en esta perspectiva es: ¿En qué procesos se quiere destacar?

– Perspectiva de desarrollo y aprendizaje: Esta última analiza si el modelo de negocio puede mejorar, partiendo de una inversión en la formación. Para ello es necesario profundizar en ámbitos tales como: capacidad y competencia de los empleados, sistemas de información, cultura y motivación de equipos, etc. Las preguntas críticas a las que se debe responder en esta perspectiva serían: ¿Qué objetivos deben establecerse con respecto a las capacidades potenciales de la empresa para hacer frente a los retos actuales y futuros? ¿Con qué recursos estratégicos se cuenta? ¿Se puede seguir mejorando y creando valor?

Todas estas perspectivas son importantes y están relacionadas entre sí mediante una cadena causa y efecto como de muestra a continuación. La relación inicia desde los objetivos de la perspectiva de desarrollo y aprendizaje los cuales terminan repercutiendo en los objetivos de a perspectiva financiera.

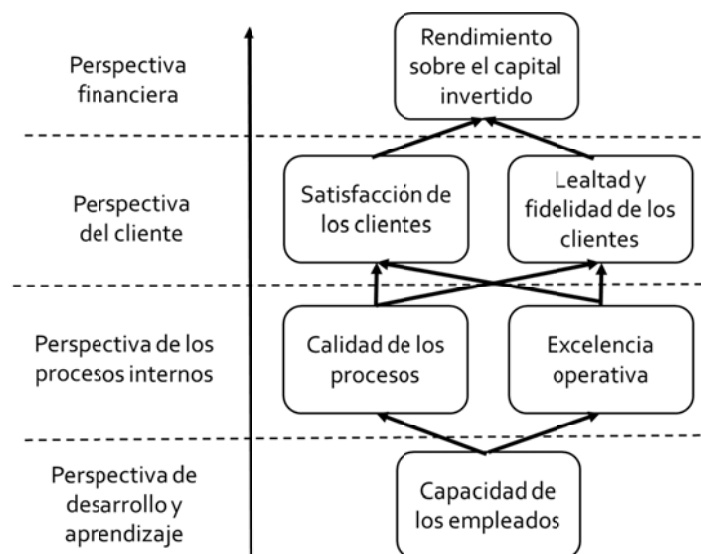


Figura 0-3 Cadena Causa efecto del CMI

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento 2, adaptado por el autor en Microsoft PowerPoint



### 3.2.4. Componentes del CMI

#### a) Misión y visión

La misión define la identidad de una empresa e indica su razón de ser, mientras que la visión identifica el objetivo a largo plazo de la empresa y marca el camino de crecimiento y transformación a seguir para conseguirlo. Ambos conceptos reflejan el espíritu de la empresa y responden a las interrogantes del ¿por qué y para qué de su existencia?, ¿cuáles son sus objetivos principales?, ¿hacia dónde se dirigen y cómo pretenden llegar hasta ahí?

La misión y visión se convierte en una guía que ayude a los diferentes colaboradores a trabajar todos en conjunto para cumplir con los objetivos trazados por la empresa, dando una identidad única a la organización que la diferencie de sus competidores.

#### b) Objetivos estratégicos

Estos reproducen la estrategia y sin ellos el CMI sólo sería un simple sistema de indicadores sin un rumbo establecido. La fijación de estos objetivos y su conexión mediante relaciones causa efecto, permiten explicar la historia de la estrategia y el cómo la compañía espera alcanzar los objetivos previstos. Algunas de las características que deben tener los objetivos son:

- Que sean medibles
- Que puedan reorientarse en función de circunstancias excepcionales
- Que sean aceptados por los diferentes grupos de personas de las empresas
- Que formen parte de la estrategia empresarial y de la cultura corporativa
- Que sean alcanzables con las habilidades y conocimientos disponibles en la empresa

c) Mapa estratégico

Son una representación simplificada de la realidad que ayudan a la dirección de la empresa a saber dónde están y hacían donde quieren ir. Los mapas estratégicos proporcionan una descripción simple de la estrategia de la empresa mostrando los objetivos estratégicos en sus diferentes perspectivas y representando las relaciones causa-efecto entre los objetivos de otras perspectivas.

d) Indicadores

Conocidos comúnmente como KPI (Key Performance Indicator), son una herramienta muy útil que se encarga de medir el nivel de desempeño de un proceso indicando su rendimiento orientado al objetivo fijado. Es importante mencionar que los indicadores no dicen que hacer, pero proporcionan la información necesaria para la toma de decisiones en relación con la estrategia y política de gestión establecida.

La selección y definición de los mismos, es lo que determina que la empresa tome uno u otro rumbo, y una mala selección puede inducir a una desviación en el comportamiento empresarial ocasionando el no cumplimiento de la estrategia empresarial. Algunas de las características que se deben de tener en cuenta a la hora de seleccionar los KPI son:

- Relevante: que tenga relación con los objetivos estratégicos de la organización.
- Claramente definido: que asegure su correcta recopilación y justa comparación.
- Fácil de comprender y usar: en esta parte influye el conocimiento adquirido sobre la persona que manejará el tema.

- Comparable: se puedan comparar los valores entre organizaciones, y la misma organización a lo largo del tiempo.
- Verificable y costo-efectivo: que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo.

En el área específica de mantenimiento existen muchísimos indicadores utilizados en la práctica para evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes con el fin de poder implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento. Dentro de los indicadores de clase mundial más utilizados cabe mencionar:

- ✓ Tiempo medio entre fallas (MTBF): Este permite conocer cuál es el tiempo promedio en que un equipo falla y cuanto mayor es este parámetro mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

$$(MTBF) = \frac{\textit{Horas totales}}{\textit{Nº de fallos}}$$

- ✓ Tiempo medio en reparación (MTTR): proporciona una estimación del tiempo que tarda en repararse el equipo y entre menor sea su valor se reducen los tiempos muertos del equipo.

$$(MTTR) = \frac{\textit{Horas paradas por Fallo}}{\textit{Nº de fallos}}$$

- ✓ Disponibilidad: Este permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{MTBF}}{\textit{MTBF+TPPF}} * 100$$

- ✓ Confiabilidad: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

$$\text{Confiabilidad} = e^{-1/MTBF}$$

Se habla de confiabilidad cuando el componente trabaja continuamente durante un período de tiempo dado ininterrumpidamente, mientras que en la disponibilidad el componente es puesto a trabajar un instante dado y luego de este tiempo no importa la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.

e) Metas

Son el valor objetivo que se desea obtener para un indicador (KPI) en un periodo de tiempo determinado. Las metas deben de ser realizables y definirse para un período de tiempo, ya que la variación continúa de estas pueden nublar el camino que se desea alcanzar. A continuación, se mencionarán algunos de los criterios que se deben de tener en cuenta para seleccionar adecuadamente las metas que se desean alcanzar con el CMI:

- Teniendo en cuenta el contexto actual del país de la organización, así como la situación mundial según el rubro que aplique.
- Teniendo en cuenta la capacidad de la organización en cuanto a los recursos humanos, financieros, equipo, tecnología, etc.

- Tener en cuenta la experiencia de la organización en su campo de trabajo, ya que permite prever en cierta medida los obstáculos, ventajas e imprevistos posibles que puedan presentarse.
- Tener en cuenta el grado de compromiso de la organización y de los recursos humanos en el cumplimiento de las metas.

f) Acciones estratégicas

Estas son todas aquellas acciones que contribuyen a alcanzar las metas estratégicas trazadas.

### **3.3. Jerarquización de equipos críticos**

Actualmente, existen diferentes enfoques del mantenimiento industrial que han dado buenos resultados a nivel mundial, caracterizador por tener una gestión enfocada en la eficiencia de los procesos productivos, reducción de costos, incremento de la rentabilidad y competitividad de la empresa y mejora continua de la calidad del producto o servicio. Estos objetivos sólo se pueden alcanzar al establecer qué procesos, sistemas y equipos son prioritarios en el contexto operativo de cada planta.

El análisis de criticidad de los activos son técnicas que permiten determinar dichas prioridades, facilitando así la toma de decisiones efectivas que permitan direccionar de manera adecuada la asignación de recursos y plantear estrategias generales para incrementar la confiabilidad y rentabilidad de la planta. Este análisis está muy relacionado con el riesgo de cada uno de los activos y cuanto mayor sea el riesgo del proceso por la pérdida de dicho activo, mayor será la criticidad del mismo.

Existen gran diversidad de criterios que permiten evaluar si un activo es crítico o no y sus motivos de priorización pueden variar según las oportunidades y las necesidades de la organización. A continuación, se presentan algunos criterios comunes utilizados dentro de los procesos de jerarquización:

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección de mantenimiento
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento

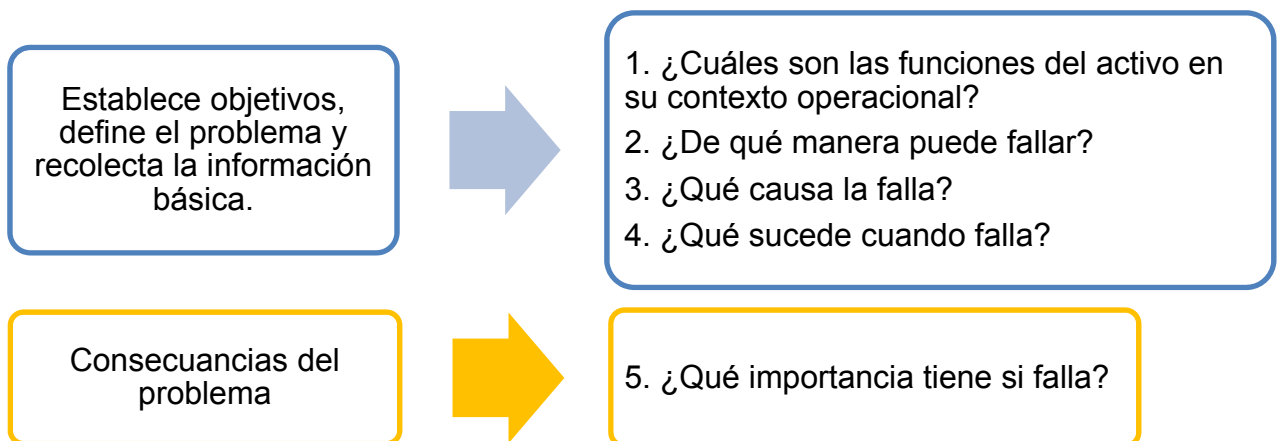
### **3.4. Diseño de planes de mantenimiento**

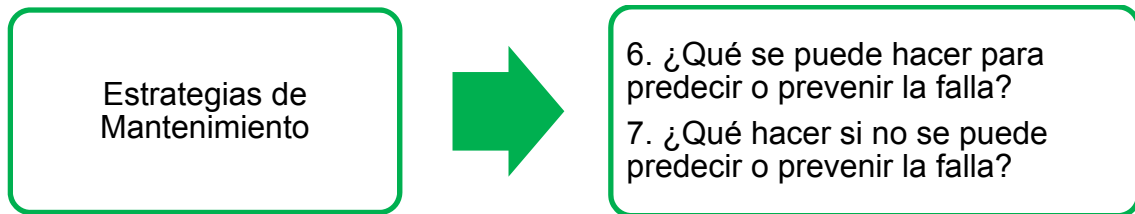
El mantenimiento centrado en Confiabilidad o Reliability Centered Maintenance (RCM), es una técnica que permite determinar la cantidad mínima de tareas, que deben de ser hechas para preservar las funciones de los activos físicos, especialmente en situaciones críticas o peligrosas. Inicialmente, fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costos derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas. Posteriormente, después de comprobarse los excelentes resultados que se habían obtenido en el campo aeronáutico, fue trasladada al campo industrial. El RCM ha sido usado para ayudar a formular estrategias de gestión de activos físicos en prácticamente todas las áreas de la actividad humana organizada, y en prácticamente todos los países industrializados del mundo.

El objetivo fundamental del RCM es aumentar la disponibilidad y disminuir costos de mantenimiento. Además, el análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados de los cuales se pueden mencionar:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

Durante la elaboración de dicho análisis, surgen seis interrogantes claves relacionadas con el activo y su entorno, a las cuales se debe dar respuesta con el fin de obtener buenos resultados.





Esta técnica aborda el análisis de fallas desde dos niveles, identificando las circunstancias que llevaron a la falla y averiguando qué eventos pueden causar que el activo falle.

### 3.4.1. Pasos para la elaboración de la hoja RCM

#### I. Definición de funciones y parámetros de funcionamiento

El mantenimiento es el responsable de preservar el buen funcionamiento de los equipos bajo su contexto operacional, es por esto, que antes de definir cualquier acción preventiva, es importante saber bien cuáles son las funciones primarias y secundarias del activo.

- Funciones Primarias: Son las razones por las que se adquirió el equipo.
  - Funciones Secundarias: Son las funciones adicionales y están relacionadas con la Ecología, Seguridad, Control, Apariencia, Protección, Eficiencia, etc.
- Fallas Funcionales

Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico, de cumplir una función según su parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.



## II. Modos de falla

Una vez definida la falla funcional se busca dar respuesta a qué causó dicha falla. Los modos de falla son aquellos hechos que pudieron haber causado la falla funcional.

## III. Efecto de falla

Los efectos son las repercusiones de los modos de falla encontrados. En esta etapa se formulan preguntas relacionadas con la afectación en la producción, seguridad, medio ambiente, daños físicos causados por la falla para poder definir una criticidad para la misma.

La investigación sobre modos y efectos de fallas ofrecen buenas oportunidades de mejora en rendimiento, seguridad y optimización de los procesos. La clasificación de los efectos de las fallas utilizada más adelante será la siguiente.

Tabla 0-3 Tipos de efectos de fallas funcionales

Tipos de efecto	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I

#### IV. Acción proactiva

Son las tareas que se toman en cuenta para la elaboración de las rutinas de mantenimiento. Se dividen en seis distintas categorías, las cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 0-4 Tipos de Acciones proactivas

Tipos de acción proactiva	
1	Se definirá posteriormente
2	Inspección de mantenimiento predictivo
3	Inspección de mantenimiento preventivo
4	Procedimiento de operación
5	Trabajo de rediseño
6	Dejar fallar. ( Mantenimiento correcto)

Fuente: Material didáctico de Administración de Mantenimiento I

## Capítulo 4. Desarrollo del modelo y resultados

En este capítulo se describen los pasos y los resultados obtenidos de la aplicación de los métodos y teorías expuestos en el capítulo anterior.

### 4.1. Aplicación de la Norma COVENIN 2500-93

Se realizó una entrevista al responsable del Departamento de Mantenimiento, quien tiene gran experiencia y claridad en esta área. Dicha entrevista se efectuó el día 31 de julio del 2018 y tuvo como objetivo determinar, de modo cuantitativo, la capacidad de gestión en Lanco.

Una vez recolectada toda la información, se procedió al análisis de los resultados mediante una hoja de cálculo en Microsoft Excel. A continuación, se muestra la ficha de evaluación y las puntuaciones de cada uno de los deméritos y principios existentes, así como la puntuación porcentual global obtenida. Utilizando la escala de evaluación mencionada anteriormente, se evidencia la ausencia de gestión de mantenimiento básica, lo que abre la posibilidad de grandes oportunidades de mejora en ese Departamento y justifica la propuesta de un modelo de gestión para Lanco & Harris Manufacturing.

Tabla 0-1. Ficha de evolución Norma COVENIIN 2500-93

FICHA DE EVALUACIÓN NORMA COVENIN- 93																
Evaluador : Jose Pablo Mena Wegener										Fecha: 31/07/2018						
Empresa : Lanco & Harris Manufacturing Corporation S.A.										No Inspección: 1						
A	B	C	D (D1+D2+...+Dn)										E	F	G %	
			TOTAL													PTS
ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	DEME			
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1. Funciones y responsabilidades	60	0	10	10									20	40	67%
	2. Autoridad y autonomía	40	0	0	0	5								5	35	88%
	3. Sistema de información	50	0	0	0	0	0	5						5	45	90%
	<b>Total obtenible</b>	<b>150</b>												<b>30</b>	<b>120</b>	<b>80%</b>
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. Funciones y responsabilidades	80	15	0	0	5	5	0						25	55	69%
	2. Autoridad y autonomía	50	0	0	0	0								0	50	100%
	3. Sistema de información	70	15	15	10	5	10	10						65	5	7%
	<b>Total obtenible</b>	<b>200</b>												<b>90</b>	<b>110</b>	<b>55%</b>
III PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. Objetivos y metas	70	20	20	0	7								47	23	33%
	2. Políticas para planificación	70	20	20	10	15								65	5	7%
	3. Control y evaluación	60	0	10	0	5	0	5	3	5				28	32	53%
	<b>Total obtenible</b>	<b>200</b>												<b>140</b>	<b>60</b>	<b>30%</b>
IV MANTENIMIENTO RUTINARIO	1. Planificación	100	20	20	10	5	0	0						55	45	45%
	2. Programación e implantación	80	0	5	5	5	5	0	10	5				35	45	56%
	3. Control y evaluación	70	0	0	0	0	5	5	20					30	40	57%
	<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>120</b>	<b>130</b>	<b>52%</b>
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	1. Planificación	100	20	15	15	10	0	10	10					80	20	20%
	2. Programación e implantación	80	20	10	15	10	10	15						80	0	0%
	3. Control y evaluación	70	15	10	10	0	0	0	20					55	15	21%
	<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>215</b>	<b>35</b>	<b>14%</b>
VI MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL	1. Planificación	100	20	20	10	0	20							70	30	30%
	2. Programación e implantación	80	15	20	5	15	15							70	10	13%
	3. Control y evaluación	70	15	0	10	10	20							55	15	21%
	<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>195</b>	<b>55</b>	<b>22%</b>
VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. Planificación	100	15	0	0	10								25	75	75%
	2. Programación e implantación	80	15	0	15	0								30	50	63%
	3. Control y evaluación	70	15	0	20	10								45	25	36%
	<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>100</b>	<b>150</b>	<b>60%</b>
VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. Determinación de parámetros	80	0	20	20	5	0							45	35	44%
	2. Planificación	40	20	20										40	0	0%
	3. Programación e implantación	70	20	15	15	0	10							60	10	14%
	4. Control y evaluación	60	15	15	10	20								60	0	0%
<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>205</b>	<b>45</b>	<b>18%</b>	
IX MANTENIMIENTO POR AVERÍA	1. Atención a fallas	100	0	10	0	15	7	0						32	68	68%
	2. Supervisión y ejecución	80	0	0	0	0	0	3	0	0				3	77	96%
	3. Información sobre averías	70	20	0	20	10								50	20	29%
	<b>Total obtenible</b>	<b>250</b>												<b>85</b>	<b>165</b>	<b>66%</b>
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1. Cuantificación de las necesidades de personal	70	0	0	0									0	70	100%
	2. Selección y formación	80	0	0	0	0	0	0	0	0				0	80	100%
	3. Motivación e incentivos	50	0	0	0	0								0	50	100%
	<b>Total obtenible</b>	<b>200</b>												<b>0</b>	<b>200</b>	<b>100%</b>
XI APOYO LOGÍSTICO	1. Apoyo administrativo	40	0	0	0	0	0							0	40	100%
	2. Apoyo gerencial	40	0	0	0	0	0							0	40	100%
	3. Apoyo general	20	0	0										0	20	100%
	<b>Total obtenible</b>	<b>100</b>												<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>
XII RECURSOS	1. Equipos	30	0	0	0	0	0	0						0	30	100%
	2. Herramientas	30	0	0	0	0	0							0	30	100%
	3. Instrumentos	30	0	0	0	0	0							0	30	100%
	4. Materiales	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100%
	5. Repuestos	30	1	0	3	3	2	3	3	0	0	3		18	12	40%
	<b>Total obtenible</b>	<b>150</b>												<b>18</b>	<b>132</b>	<b>88%</b>
<b>PUNTAJACIÓN PORCENTUAL GLOBAL</b>																
52%																
		<b>2500</b>													<b>1302</b>	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel, adaptación de la norma COVENIN 2500-93

Tabla 0-2 Calificación obtenida en la Evaluación

ÁREA	PORCENTAJE %	CALIFICACIÓN
I Organización De La Empresa	80%	Entendimiento
II Organización De Mantenimiento	55%	Conciencia
III Planificación De Mantenimiento	30%	Inocencia
IV Mantenimiento Rutinario	52%	Conciencia
V Mantenimiento Programado	14%	Inocencia
VI Mantenimiento Circunstancial	22%	Inocencia
VII Mantenimiento Correctivo	60%	Conciencia
VIII Mantenimiento Preventivo	18%	Inocencia
IX Mantenimiento Por Avería	66%	Conciencia
X Personal De Mantenimiento	100%	Excelencia
XI Apoyo Logístico	100%	Excelencia
XII Recursos	88%	Competencia

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Word

La Tabla muestra de forma general la puntuación de cada una de las áreas presentes en la norma y a grandes rasgos se puede decir que el mantenimiento que se realiza en Lanco es meramente correctivo y por avería, donde se intervienen los equipos una vez que fallan, realizando siempre tareas reactivas y no proactivas. A continuación, se procederá a analizar, con más detalle, los resultados obtenidos de la evaluación de cada uno de los principios básicos que establece la norma COVENIN 2500-93.

## Área 1. Organización de la empresa

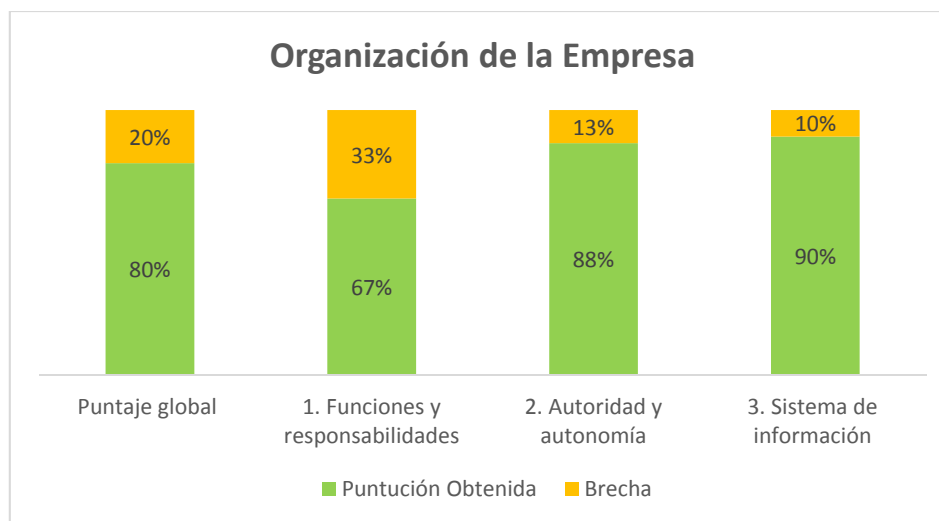


Figura 0-1 Organización de la Empresa

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Excel

La puntuación global obtenida en esta área alcanzó un 80%, lo que indica que existe una gestión básica, pero no se están aplicando las mejores prácticas de clase mundial. Dentro de las mejoras que se pueden implementar está especificar por escrito las funciones y responsabilidades de todas las unidades estructurales de la organización. Además, en algunas ocasiones la toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada departamento, tiene que ser consultada a los niveles superiores, lo que convierte las tareas de fácil solución, en procesos largos y tediosos. Esto se podría evitar asignando un poco más de autoridad y autonomía a los diferentes colaboradores para que puedan realizar sus labores rutinarias de forma fluida.

## Área II. Organización del Mantenimiento

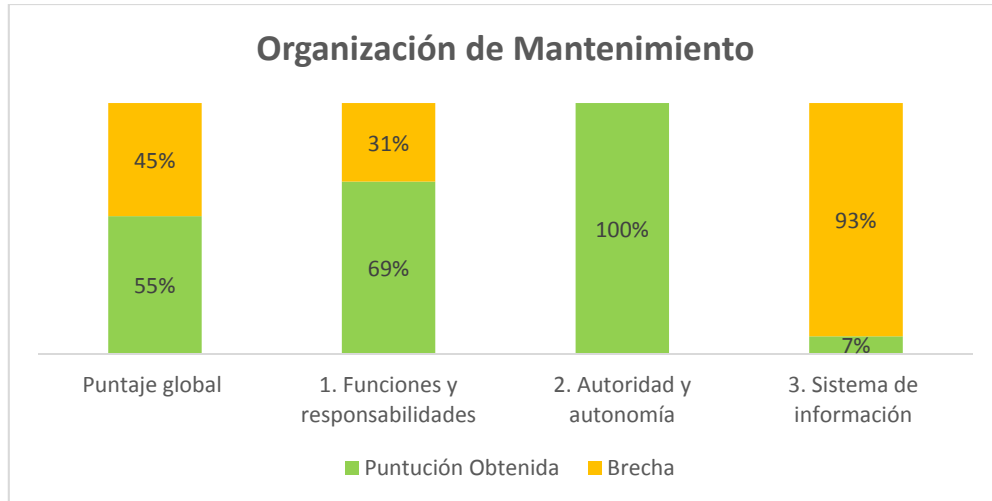


Figura 0-2 Organización de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Excel

En esta área se obtuvo una puntuación global de 55%, lo que señala una gran brecha entre lo que se hace y lo que se debería de hacer. Esta puntuación evidencia que existe una Gestión de Mantenimiento con tendencia a Clase Mundial, pero hay pequeñas brechas por cerrar.

Dentro de las posibles mejoras están: la actualización del organigrama del Departamento de Mantenimiento, acorde a su estructura y la definición de las funciones de cada uno de los colaboradores, debido a que actualmente no se cuenta con dicha información, por lo menos en forma escrita.

Además, hay gran deficiencia en el sistema de información, ya que no existe una manera fácil de consultar la información de cada equipo.

### Área III. Planificación del mantenimiento

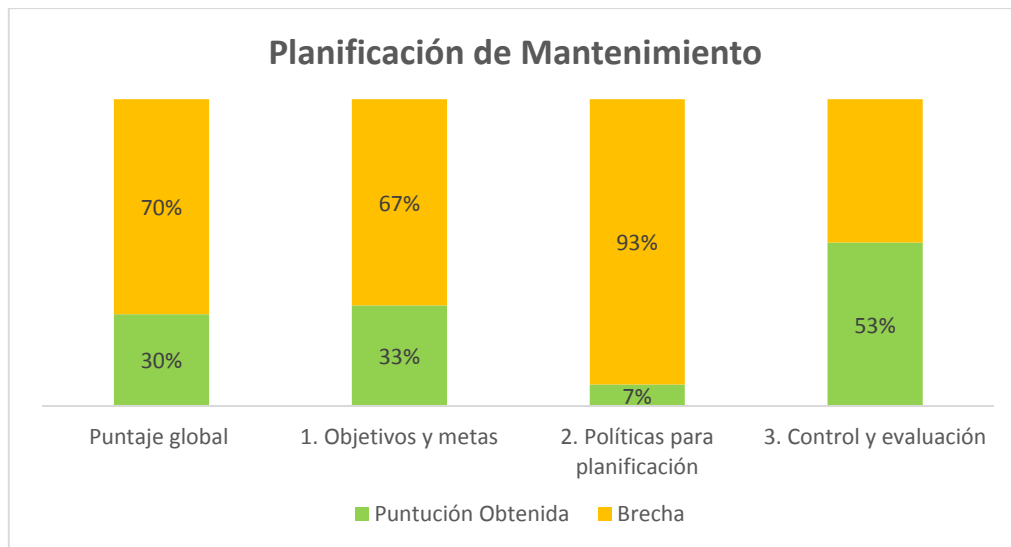


Figura 0-3 Planeación de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Excel

En la puntuación global del área de planificación del Mantenimiento se puede observar una brecha de 70% con respecto a lo que se debería estar haciendo. Con respecto a los objetivos y metas que debe cumplir el departamento, estos no se encuentran definidos por escrito, además de que no se cuenta con un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales para los diferentes equipos.

En lo referente a las políticas de planeación, no se tiene una planificación de cada una de las acciones de mantenimiento. En esta área es necesario evolucionar de mantenimiento correctivo al preventivo.



En cuanto a ítem de control y evaluación, a pesar de que algunas de las máquinas y equipos tienen un nombre y un número asignado no existe una codificación que permita la ubicación rápida de cada una dentro del proceso productivo, ni tan poco el registro de la información de cada una de ellas. La información que se recolecta es mediante las órdenes de trabajo, sin embargo, dicha información no se analiza para la futura toma de decisiones. La información en dichas ordenes por lo general es incompleta y más que todo se utiliza para tener un control de que se estén cumpliendo las tareas asignadas.

#### Área IV. Mantenimiento Rutinario

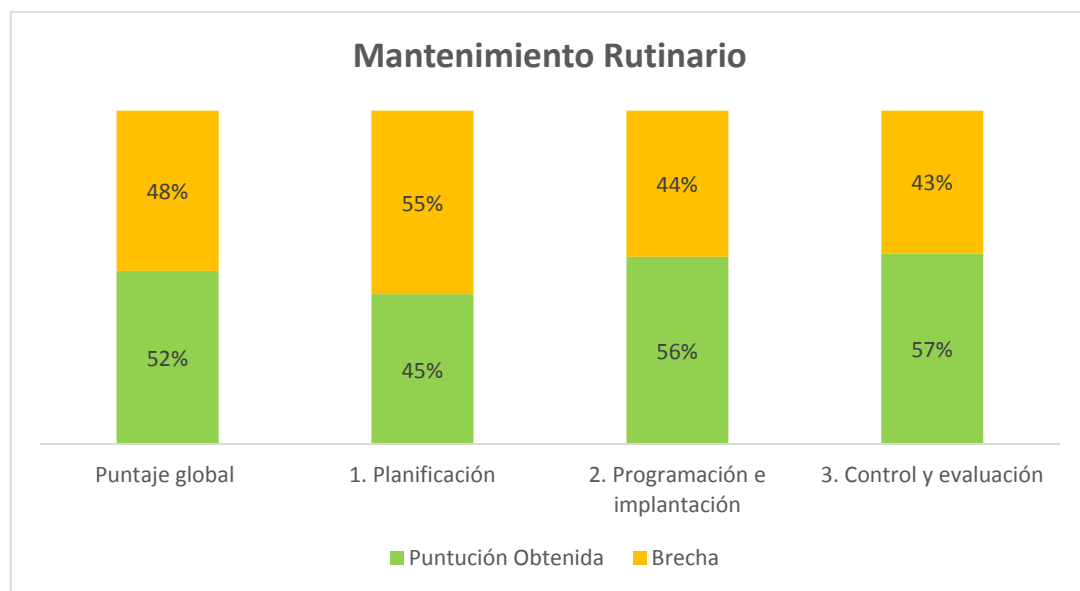


Figura 0-4 Mantenimiento Rutinario

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Excel

En lo que respecta al mantenimiento rutinario se obtuvo una calificación de “conciencia”, donde sí existe una gestión básica, pero no se aplican las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial.

En planificación: no existe documentación ni instrucciones por escrito de los pasos o procedimiento que permitan al operario o al encargado, aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.

En programación e Implementación: el puntaje es bastantes favorables, ya que las acciones rutinarias están programadas para que no interrumpen el proceso productivo, además de contar con una supervisión que permite controlar la ejecución de las mismas

En el control y evaluación: no se recopila información de los consumos de ciertos materiales necesarios para ejecutar el mantenimiento rutinario, haciendo imposible la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados.

## Área V. Mantenimiento Programado

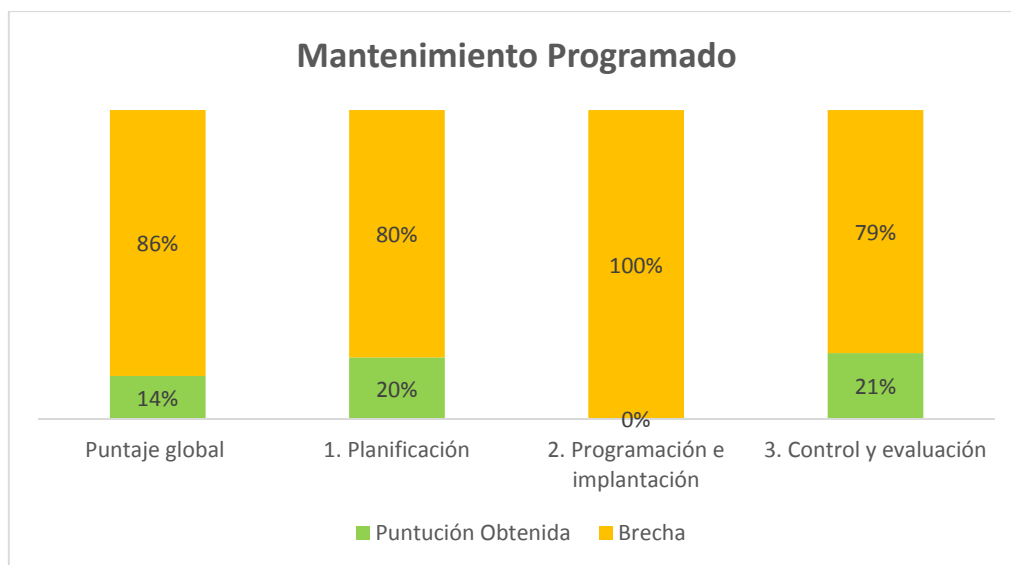


Figura 0-5 Mantenimiento Programado

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Excel

En esta área se presentan grandes deficiencias ya que la organización no cuenta con este tipo de mantenimiento, que considera las recomendaciones del fabricante para fijar las frecuencias de revisión o sustitución de elementos.

A pesar de que actualmente no se realice este tipo de mantenimiento si existe muchísima información en físico de todos los manuales de los equipos presentes en la empresa. Una gran oportunidad de mejora sería verificar cuales son las recomendaciones hechas por los fabricantes una vez seleccionados los equipos más relevantes para el negocio.

## Área VI. Mantenimiento Circunstancial

Este tipo de mantenimiento no se encuentra definido dentro de la programación de las actividades de mantenimiento. No hay una correcta planificación de estas acciones de mantenimiento y no se encuentran en el calendario anual.

## Área VII. Mantenimiento Correctivo

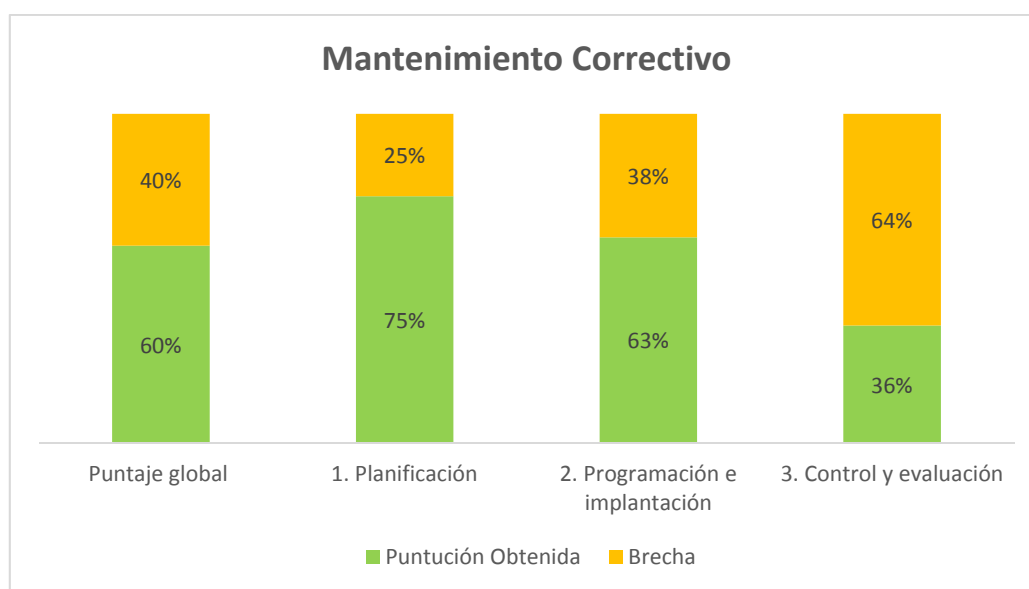


Figura 0-6 Mantenimiento Correctivo

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

El puntaje obtenido es de 60% lo que califica al mantenimiento correctivo como de “conciencia”, donde sí existe una gestión de mantenimiento básica.

En planificación se obtuvo un porcentaje adecuado, sin embargo, se encontraron algunas cosas que se podrían mejorar, por ejemplo: se realizan ordenes de trabajo donde se llevan registros de apariciones de fallas, sin embargo, no son analizadas y actualizadas para evitar su incidencia en un el futuro. Además, estas acciones no son siempre analizadas por un superior que determine el grado de prioridad de la misma con respecto a otras.

Con respecto a la programación e implementación, existe una manera de ejecutar las acciones de mantenimiento correctivo, sin embargo, no está establecida la programación de ejecución de dichas acciones, con una buena distribución del tiempo para hacer el mantenimiento correctivo

Por último, donde se refleja la mayor brecha es con respecto al control y evaluación. Esto se debe a que no se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos, haciendo imposible la evaluación del mantenimiento correctivo. Normalmente, al no existir registro, lo que se hace es consultar al departamento de finanzas para revisar las órdenes de compra y poder tener una idea general y aproximada de cuáles fueron los repuestos que más se utilizaron.

## Área VIII. Mantenimiento Preventivo

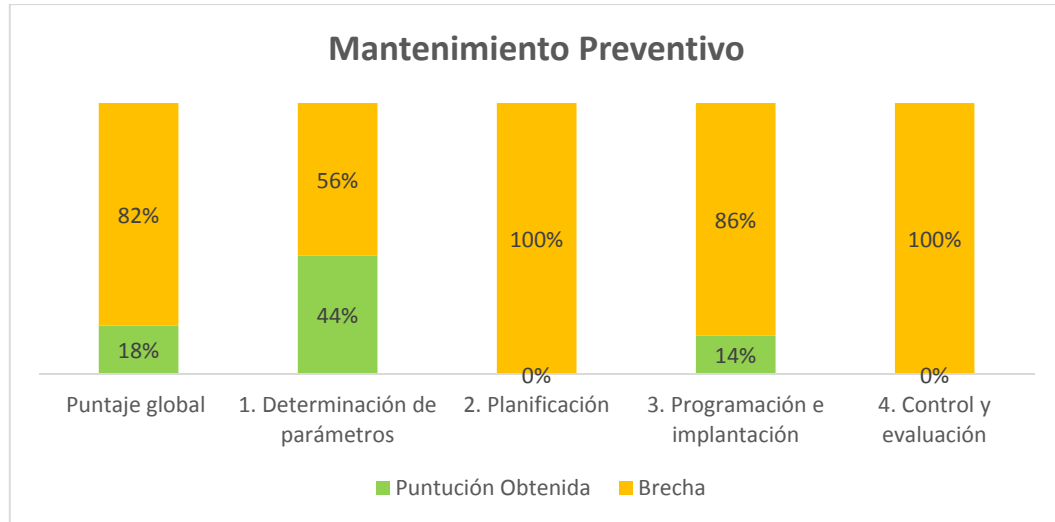


Figura 0-7 Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Hace un tiempo atrás, la empresa realizó un análisis de los modos de falla de los equipos y se identificaron las tareas de mantenimiento que se debían realizar a cada una de las máquinas. El problema con estas acciones de mantenimiento preventivo era que no se especificaba las frecuencias ni los equipos de mayor relevancia, por lo tanto, no se les dio el seguimiento a los planes de mantenimiento.

Actualmente no se realiza mantenimiento preventivo debido a que no se cuentan con información que permita determinar los equipos críticos, la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras.

## Área IX. Mantenimiento por Avería

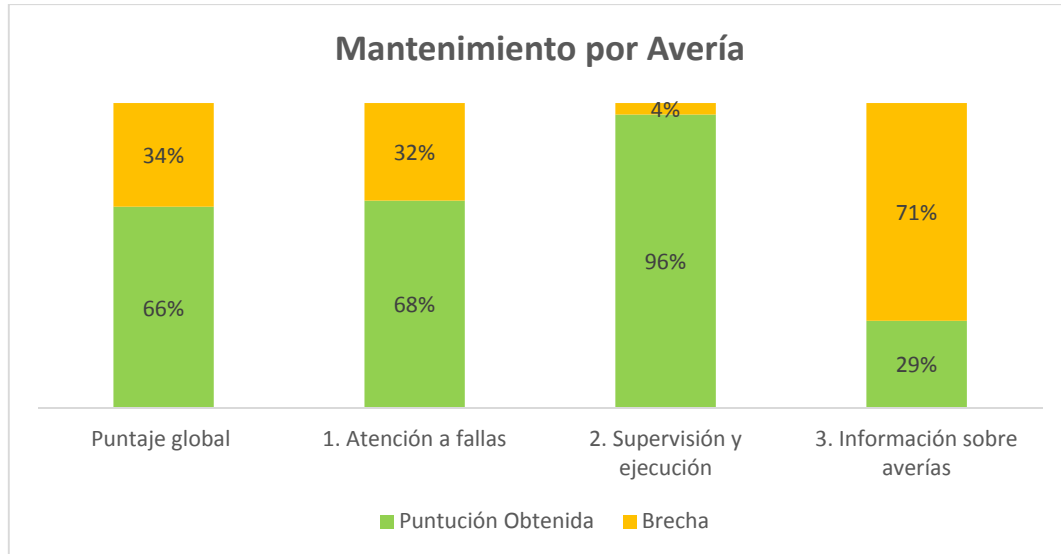


Figura 0-8 Mantenimiento por Avería

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Este es el mantenimiento que más se realiza y tiene una puntuación de 66% lo que indica la existencia de gestión básica con algunas posibilidades de mejora.

En atención a fallas, se podría aumentar su efectividad si se contara con procedimiento para ejecutar las acciones que permitan disminuir los tiempos de inactividad de las maquinas. Además de recolectar y analizar la información de cada una de estas acciones.

La supervisión y ejecución se realiza de forma adecuada tal como se evidencia en la gráfica, donde los ajustes, arreglos y reparaciones se realizan inmediatamente después de que ocurre la falla con la supervisión de una persona bien capacitada.

El área más afectada es la información de las averías, con una brecha de 71% respecto a una buena gestión. Esto sucede debido a la inexistencia de una plataforma que le permita al departamento manejar óptimamente la información.

### **Área X. Personal de Mantenimiento**

La puntuación obtenida en esta área es excelente y refleja que la organización cuenta con personal muy bien capacitado con la experiencia, educación, habilidades y responsabilidades descritas por la organización para los diferentes puestos de trabajo. Además, existe motivación por parte de la empresa como incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones.

### **Área XI. Apoyo Logístico**

Esta área también obtuvo una calificación muy alta debido al apoyo que la administración de la empresa proporciona al Departamento de Mantenimiento en cuanto a recursos humanos, financieros y mantenimiento.



## Área XII. Recursos



Figura 0-9 Recursos

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Con respecto al área de recursos, se obtuvieron muy buenos resultados en la mayoría de los principios básicos, sin embargo, en lo que respecta a repuestos se pueden realizar algunas mejoras. Se podría empezar por identificarlos en el almacén y establecer controles que permitan saber las entradas y salidas de los mismos, ya que actualmente se desconoce dicha información. 4.4.2. Resumen de Oportunidades de mejora.

#### 4.1.1. Resumen de Oportunidades de Mejora



## Actualización del Organigrama de Mantenimiento

Como una de las primeras oportunidades de mejora, está la actualización del organigrama del Departamento. Este está conformado por un Gerente General, un supervisor y dos equipos de técnicos divididos en oficios electromecánicos y obras civiles. El primero lo conforman un grupo de 4 integrantes muy bien capacitados encargados de mantener y reparar las maquinarias, mientras que el segundo grupo está conformado por 4 integrantes que se encargan de realizar labores rutinarias propias de las instalaciones en la organización.

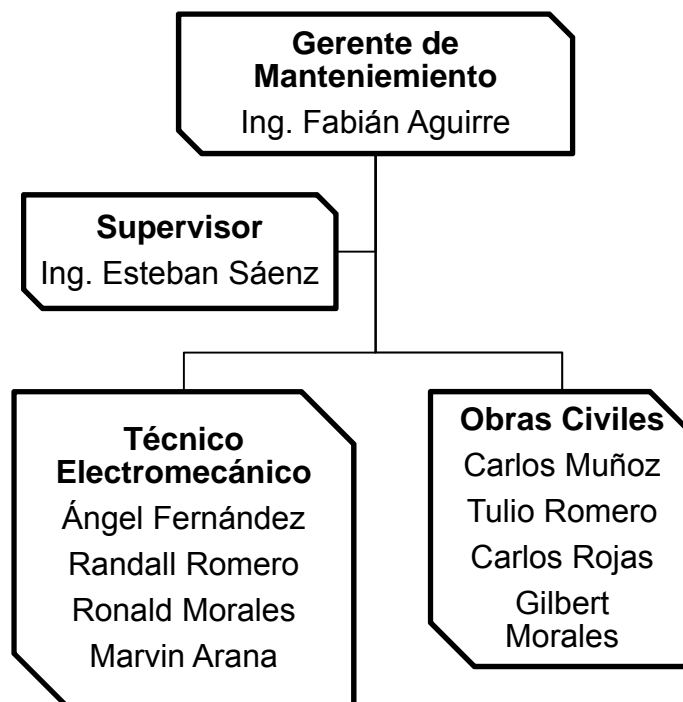


Figura 0-10. Organigrama del Departamento de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word

## **4.5. Alineamiento de objetivos y estrategias**

La metodología empleada para el alineamiento de objetivos y estrategias es la construcción del Cuadro de Mando Integral, para lo cual fue necesario:

- Recolectar la misión y visión de la empresa y a partir de estas establecer los objetivos estratégicos.
- Realizar el análisis FODA basado en los resultados obtenidos de la evolución de la norma COVENIN.
- Definir los objetivos estratégicos y la forma en que estos se van a medir mediante indicadores de desempeño.
- Definir las frecuencias de medición, los responsables y las metas para dichos indicadores.
- Proponer las tácticas o acciones para la futura implementación del CMI.
- Comunicar la estrategia mediante un mapa estratégico y un tablero de indicadores.

### **4.4.2. Recolección de Misión y Visión**

Como primer paso para la elaboración del CMI fue necesario recolectar la misión y visión de la empresa con el fin de entender cuáles son los principales objetivos del negocio y como el Departamento de Mantenimientos puede aportar para alcanzar los mismos.

#### Misión de la empresa

*“Fabricar productos de la más alta calidad capaces de exceder las expectativas del mercado”.*

### Visión de la empresa

*“Ser los fabricantes de pinturas, selladores y adhesivos de mayor crecimiento internacional, manteniendo los más altos estándares de calidad, servicio y excelencia. Dejando un legado de responsabilidad social y protección del medio ambiente”.*

#### **4.4.2. Análisis FODA**

Se realizó una matriz FODA para identificar con claridad los factores externos e internos al Departamento. Este análisis se fundamenta en los resultados obtenidos de la evaluación COVENIN y permite un diagnóstico de la situación actual y la formulación de una estrategia.

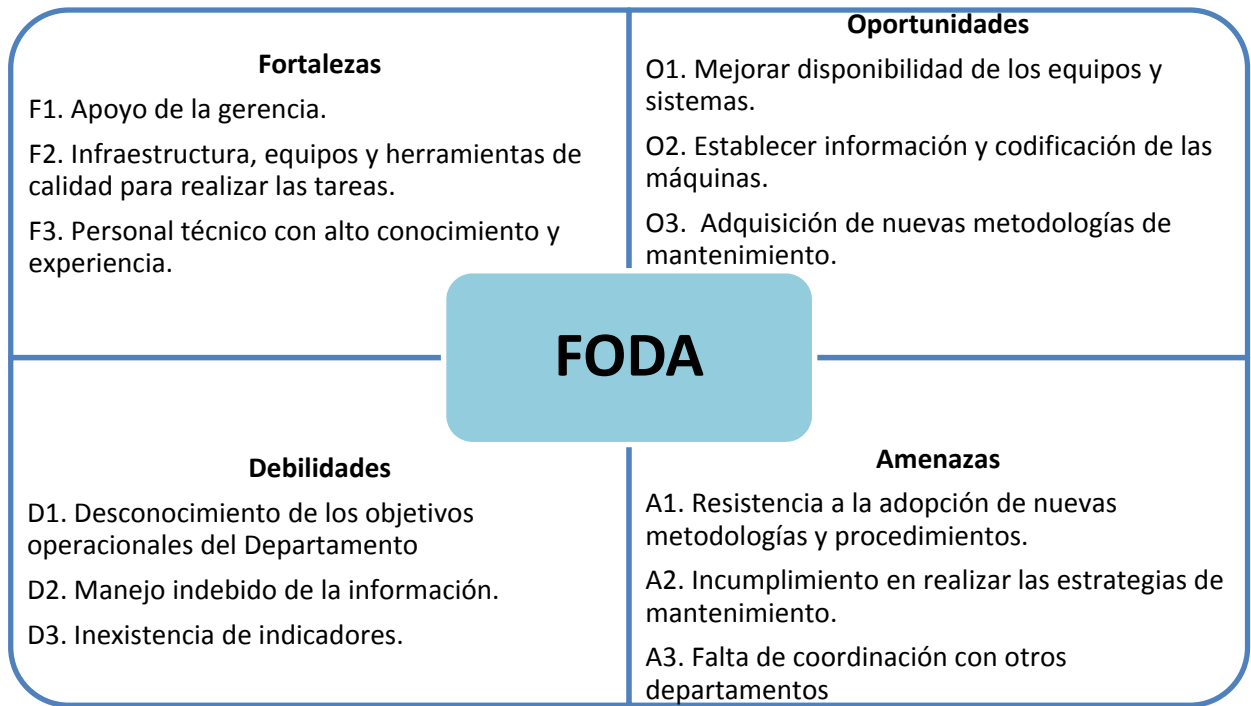


Figura 0-11 Matriz FODA del Departamento de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Word

Una vez señalados los puntos débiles y fuertes dentro y fuera del Departamento, se proceden a definir los objetivos, indicadores y metas que se deben de tener y cumplir para alinear la estrategia de mantenimiento con los objetivos de la organización.

#### 4.4.2. Perspectiva Financiera

Responde a: ¿Qué esperan de nosotros nuestros accionistas?

Tabla 0-3. Objetivos perspectiva financiera

PERSPECTIVA	OBJETIVO
-------------	----------

<b>Financiero</b>	Desarrollar proyectos de inversión en el área de Mantenimiento fomentando el crecimiento y desarrollo de la empresa.
	Cuantificar el costo de mantenimiento, distribuyendo los recursos de forma razonable a lo largo del tiempo.

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Objetivo 1: “Desarrollar proyectos de inversión en el área de Mantenimiento fomentando el crecimiento y desarrollo de la empresa”.

Todo proyecto de inversión se justifica en tanto que genere beneficios superiores a sus costos. Este objetivo lo que busca es que el Departamento de Mantenimiento realice anualmente proyectos de inversión, ya sea la compra de nuevos equipos, planes de ahorro energético, proyectos en la infraestructura, etc. donde se logre evidenciar que la inversión es necesaria y generará ganancias en lugar de pérdidas. Su indicador será el retorno de la inversión, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{Beneficio}{Inversion} \times 100$$

Ecuación 0-1 Retorno de la inversión

Meta 1: La unidad de medida del indicador es un porcentaje y la meta seleccionada fue de un 18 % en relación con la tasa actual de interés que tiene el Banco Central para préstamos en moneda local para la industria. El propósito de dicho objetivo es fomentar crecimiento y desarrollo que ayuden a alcanzar la visión empresarial.

Objetivo 2: “Cuantificar el costo de mantenimiento, distribuyendo los recursos de forma razonable a lo largo del tiempo”.

Este objetivo lo que busca es medir cuales son los gastos asociados a la gestión de mantenimiento, tomando en consideración la rotación de repuestos, la inversión en infraestructura, los salarios de departamento entre otras variables. Para alcanzar este objetivo se emplea el siguiente indicador:

$$\text{Costes de Mantenimiento por Unidad de Producción} = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Galones Producidos}}$$

Ecuación 0-2 Costes de Mantenimiento por unidad de producción

Meta 2: Este indicador será medido de manera mensual y su unidad de medida será en dólares/galón producido. La meta es lograr conseguir una distribución uniforme de los recursos utilizados para mantenimiento, evitando irregularidades y picos de consumo de presupuesto descontrolados. Para establecer la meta fue necesario consultar los costos durante los últimos meses y hacer un promedio que dio como resultado un indicador de 0,09\$.



#### 4.2.4. Perspectiva Cliente

Responde a: ¿Cómo es percibida la empresa por los clientes? ¿Cómo mejorar dicha visión?

Tabla 0-4 Objetivos perspectiva cliente

PERSPECTIVA	OBJETIVO
Cliente	Disminuir la cantidad de paro y los tiempos reparación en equipos críticos, mediante programas de mantenimiento preventivos y procedimiento específico en laboras de mantenimiento.
	Garantizar el 95% de la disponibilidad en equipos críticos, aumentado así la capacidad de producción y la satisfacción de los clientes según su demanda.

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Objetivo 1: *“Disminuir la cantidad de paro y los tiempos reparación en equipos críticos, mediante programas de mantenimiento preventivos y procedimiento específico en laboras de mantenimiento”.*

Con este objetivo se desea saber cuál es la frecuencia con que fallan los equipos críticos y los tiempos de reparación de los mismos, con el fin de poder diseñar estrategias de mantenimiento que ayuden a mejorar su disponibilidad. Esta información ayudara a diseñar acciones de mantenimiento preventivo más acertadas en cuanto a frecuencias de inspección o repartición de ciertos sistemas y también a tomar decisiones en cuanto a sustitución de algunos equipos.

Dentro de los indicadores seleccionados para medir el cumplimiento de este objetivo están:

$$MTBF = \frac{\text{Horas Totales}}{\text{Nº de fallos}}$$

Ecuación 0-3 Tiempo medio entre fallas

$$MTTR = \frac{\text{Horas paradas por Fallo}}{\text{Nº de fallos}}$$

Ecuación 0-4 Tiempo medio de reparación

Metas 1: Estos indicadores serán medidos por zona productiva mensualmente y las metas que se desean alcanzar son lograr una frecuencia menor o igual a 50 horas, lo que representa un máximo de 3 averías por mes, y un tiempo de reparación no mayor a las 3 horas.

Objetivo 2: “Garantizar el 95% de la disponibilidad en equipos críticos, aumentado así la capacidad de producción y la satisfacción de los clientes según su demanda”.

En este caso el Departamento de Producción es el cliente interno del Departamento de Mantenimiento y lo que se busca con este objetivo es medir cuanto tiempo está realmente operando la máquina o sistema durante un período determinado. Entre mayor sea la disponibilidad de la máquina, mayor será la capacidad de atender las demandas que exigen los clientes externos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Ecuación 0-5 Disponibilidad de los equipos críticos

$$\text{Disponibilidad Total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de los equipos significativos}}{\text{Numero de equipos significativos}}$$

Ecuación 0-6 Disponibilidad total de una línea de producción.

Metas 2: Dichos indicadores se expresan en porcentaje y la meta que fue asignada es de un 95% lo que significa que los equipos críticos y los sistemas que estos componen sólo pueden estar detenidos durante un 5% de su tiempo productivo, garantizando así la satisfacción del cliente.

### 3.4.2. Perspectiva Procesos Internos

Responde a: ¿En qué procesos se quiere destacar?

Tabla 0-5 Objetivos perspectiva procesos internos

PERSPECTIVA	OBJETIVO
<b>Procesos Internos</b>	Mejorar la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento, disminuyendo los paros no programado y aumentando la excelencia en la ejecución de las tareas.
	Aumentar la eficacia de los procesos de compra o de almacenamiento de repuestos logrando una buena disposición de los mismos cuando se requieran.

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Objetivo 1: “Mejorar la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento, disminuyendo los paros no programado y aumentando la excelencia en la ejecución de las tareas”.

Este objetivo es planteado para poder medir como se están realizando las labores de mantenimiento y señalar como mejorar dicha ejecución. Uno de los valores que se fomenta a nivel gerencial es la excelencia y la única manera de alcanzarla es realizando labores de calidad. Dentro de los indicadores propuestos están:

$$\text{Índice de mantenimiento correctivo (IMC)} = \frac{\text{Horas de mantenimiento Correctivo}}{\text{Horas de mantenimiento}}$$

Ecuación 0-7 Índice de mantenimiento correctivo

$$\text{Índice de cumplimiento de planificación} = \frac{\text{Nº de ordenes finalizadas en fecha planificada}}{\text{Nº de ordenes totales}}$$

Ecuación 0-8 Índice de cumplimiento de planificación

Metas1: El primer indicador busca reflejar la cantidad de mantenimiento correctivo que se realiza y la meta es reducirlo a un 30%, mientras que el segundo mide el cumplimiento de los programas de mantenimiento para un período dado y la meta es ejecutar el 90% de las órdenes. Como se puede observar los indicadores están directamente relacionados entre sí, ya que el cumplimiento de la planificación reduce la cantidad de fallos y por ende el porcentaje de mantenimiento correctivo.

Objetivo 2: “Aumentar la eficacia de los procesos de compra o de almacenamiento de repuestos logrando una buena disposición de los mismos cuando se requieran”.

Si se quiere alcanzar la excelencia se debe de gestionar adecuadamente los recursos con los que se cuenta. Este objetivo busca analizar cuáles son los repuestos más utilizados en mantenimiento y sus indicadores son:

$$\text{Rotación del almacén} = \frac{\text{Valor repuestos consumidos}}{\text{Valor del stock de repuesto}}$$

Ecuación 0-9 Rotación del almacén de los repuestos

$$\% \text{ Piezas con movimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ Repuestos con movimiento}}{N^{\circ} \text{ Respuestos totales}}$$

Ecuación 0-10 Porcentaje de piezas con movimiento

Metas 2: La rotación de inventario determina el tiempo que tarde en gastarse los recursos que se tienen almacenados y cuanto mayor sea el valor de la rotación, significa que los repuestos permanecen menos tiempo en el almacén, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de los inventarios.

Cualquier recurso no vital que esta inmovilizado en un almacén, representa un costo adicional para la organización y tener un inventario que no rotan es un factor negativo para las finanzas de la empresa. Dicho esto, para el primer indicador se asignó una rotación mayor igual a 5, los que significa que el valor de promedio de inventario debe gastarse 5 vez al año.

El primer indicador ayuda a saber si hay algún problema con la rotación en general, pero el segundo ayuda a identificar el porcentaje de piezas que tienen escaso movimiento, para tratar de eliminarlas del stock de repuestos. La meta fijada para dicho indicador es tener un 70% de piezas en rotación, lo que indicaría que tan solo un 30% de las piezas vitales no están en un constante cambio.

### 3.4.3. Perspectiva Desarrollo y Aprendizaje

Responde a: ¿Qué podemos hacer para aprender y mejorar como empresa?

Tabla 0-6 Objetivos perspectiva desarrollo y aprendizaje

PERSPECTIVA	OBJETIVO
Desarrollo y aprendizaje	Desarrollar capacitaciones como instrumento de cambio que aumente las habilidades y conocimiento de los colaboradores y a su vez sirva como incentivo para la realización de su trabajo.
	Disminuir la cantidad de incapacidades y lesiones, fomentando políticas de seguridad laboral en los colaboradores de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

Objetivo 1: “Desarrollar capacitaciones como instrumento de cambio que aumente las habilidades y conocimiento de los colaboradores y a su vez sirvan como incentivo para la realización de su trabajo”.

Este objetivo lo que busca es potenciar las habilidades y conocimiento de los colaboradores para poder desarrollar nuevos procedimientos, intervenir nuevas maquinarias, utilizar nuevas herramientas, etc. Estas capacitaciones funcionarán como un instrumento de cambio y ayudarán a incrementar la motivación y sentido de pertenencia en los colaboradores.

### Registro de horas de capacitación

#### Ecuación 0-11 Horas de capacitación

Meta1: El indicador se encargará de llevar un registro anual de las horas dispuestas para realizar capacitaciones en los empleados. Su meta es lograr un total de 30 horas anuales.

Objetivo 2: “Disminuir la cantidad de incapacidades y lesiones, fomentando políticas de seguridad laboral en los colaboradores de mantenimiento”.

La seguridad laboral es un tema de suma importancia si se quiere llegar a ser una empresa grande y competitiva a nivel internacional. Este objetivo lo que busca es poder cuantificar la cantidad de accidentes en los colaboradores, para poder controlarlos y evitarlos en la medida que sea posible. Los indicadores propuestos son:

$$\text{Cumplimiento de capacitaciones} = \frac{\text{horas invertidas}}{\text{horas total de capacitación}}$$

#### Ecuación 0-12 Cumplimiento de capacitaciones de seguridad y salud ocupacional

## Registro de lesiones o accidentes

### Ecuación 0-13 Registro de lesiones o accidentes

Meta 2: Ambos indicadores están interrelacionado y el cumplimiento del primero puede repercutir el en cumplimiento del segundo. El primero lo que pretende es infundir políticas de seguridad mediante el cumplimiento de ciertas capacitaciones y su meta es logras un cumplimiento de un 85%, mientras que el otro se encarga de cuantificar anualmente los accidentes y su meta es lograr un total de 0 accidentes.

#### **4.4.3. Mapa estratégico**

Una vez definidos los objetivos y sus correspondientes paramentos de medición se realizó el Mapa estratégico que permite visualizar de forma sencilla, las relaciones que existen entre los objetivos planteados en cada una de las 4 perspectivas.

Primero se parte desde la perspectiva de Desarrollo y Aprendizaje donde se escriben los objetivos y sus correspondientes relaciones, luego se va subiendo a las diferentes perspectivas y se señalan las relaciones entre cada uno de sus objetivos, hasta llegar al cumplimiento de las metas finales propuestas por los accionistas de la empresa, en la perspectiva financiera.



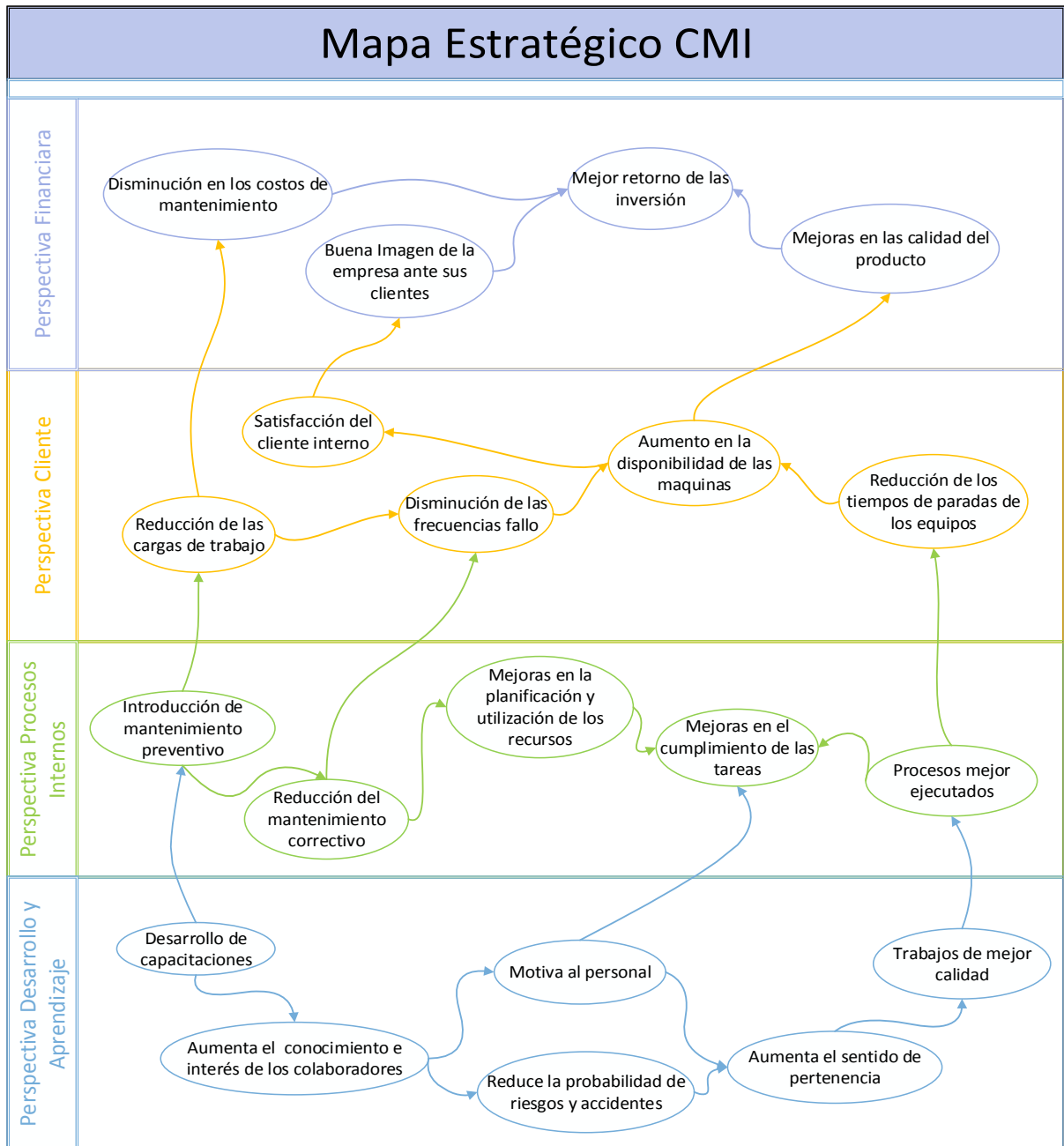


Figura 0-12 Mapa Estratégico propuesto

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

#### 4.4.4. Tablero del cuadro de mando integral

El propósito del tablero es mostrar la estrategia planteada por el CMI. En este se encuentran por escrito los objetivos planteados, los indicadores que los medirán, las metas que definen su alcance y los responsables de medir y comunicar dicho indicador. Para poder medir la eficiencia y cumplimiento de dichos objetivos se utiliza un sistema de colores como el que se muestra a continuación, donde un valor bueno está representado con el color verde, uno medio de color amarillo y uno rojo significa que se debe de mejorar la eficacia de dicho objetivo.

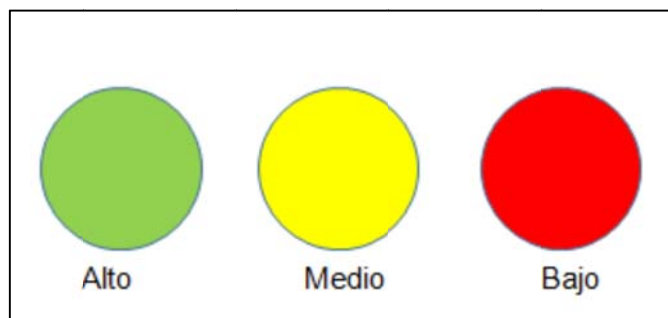


Figura 0-13 Escala de medición de metas CMI

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Word

Tabla 0-7 Tablero de indicadores del CMI

LANCO		Tablero de indicadores								LANCO		
PERSPECTIVA	OBJETIVO	INDICADOR	CALCULO	MEDICIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	UNIDAD	META				
								ALTO	MEDIO	BAJO		
Financiero	Desarrollar proyectos de inversión en el área de Mantenimiento para fomentar el crecimiento y desarrollo de la empresa	ROI	$ROI = \frac{Beneficio}{Inversión} \times 100$	Departamento	Anual	Fabián Aguirre (Gerente de Mantenimiento)	Porcentaje	18%	15%	13%		
	Cuantificar el costo de mantenimiento, distribuyendo los recursos de forma razonable a lo largo del tiempo.	Costos de mantenimiento por unidad de producción	$\frac{Costo\ de\ mantenimiento}{Galones\ Producidos}$	Departamento	Mensual	Francisco Ramirez (Contralor Financiero)	Dólares/Galón	0,05\$	0,06\$	0,09\$		
Cliente	Disminuir la cantidad de paro y los tiempos reparación en equipos críticos, mediante programas de mantenimiento preventivos y procedimientos específicos en labores de mantenimiento.	Tiempo medio entre fallos	$\frac{Horas\ totales}{N^{\circ}\ de\ fallos}$	Por equipos	Mensual	Esteban Sáenz (Supervisor Mantenimiento)	Horas	≥50h	<50h y >30h	≤30h		
		Tiempo medio de reparación	$\frac{Horas\ para\ cada\ por\ Fallo}{N^{\circ}\ de\ fallos}$	Por equipos	Mensual	Esteban Sáenz (Supervisor Mantenimiento)	Horas	≥2h	<2h y >5h	≤5h		
	Garantizar el 95% de la disponibilidad en equipos críticos, aumentado así la capacidad de producción y la satisfacción de los clientes según su demanda.	Disponibilidad	$\frac{MTBF}{(MTBF+MTR)} \times 100$	Por equipos	Mensual	Fabián Aguirre (Gerente de Mantenimiento)	Porcentaje	≥95%	<95% y >90%	≤90%		
		Disponibilidad Total	$\frac{\Sigma\ Disponibilidad\ de\ los\ equipos\ significativos}{Numero\ de\ equipos\ significativos} \times 100$	Por zona	Mensual	Fabián Aguirre (Gerente de Mantenimiento)	Porcentaje	≥95%	<95% y >90%	≤90%		
Procesos Internos	Mejorar la planificación y ejecución de las labores de mantenimiento, disminuyendo los paros no programado y aumentando la excelencia en la ejecución de las tareas.	Índice de mantenimiento correctivo	$\frac{Horas\ de\ mantenimiento\ Correctivo}{Horas\ de\ mantenimiento} \times 100$	Por zona	Mensual	Fabián Aguirre (Gerente de Mantenimiento)	Porcentaje	≥30%	<30% y >50%	≤50%		
		Índice de cumplimiento de planificación	$\frac{N^{\circ}\ de\ ordenes\ finalizadas\ en\ fecha\ planificada}{N^{\circ}\ de\ ordenes\ totales} \times 100$	Por zona	Mensual	Fabián Aguirre (Gerente de Mantenimiento)	Porcentaje	≥95%	<95% y >85%	<95% y >85%		
	Aumentar la eficacia de los procesos de compra o de almacenamiento de repuestos logrando una buena disposición de los mismos cuando se requieran.	Rotación de almacén	$\frac{Valor\ repuestos\ consumidos}{Valor\ del\ stock\ de\ repuesto}$	Departamento	Anual	Esteban Sáenz (Supervisor Mantenimiento)	Adimensional	≥5	<5 y >4	≤4		
		Piezas con movimiento	$\frac{N^{\circ}\ Repuestos\ con\ movimiento}{N^{\circ}\ Respuestos\ totales} \times 100$	Departamento	Anual	Esteban Sáenz (Supervisor Mantenimiento)	Porcentaje	≥70%	<70% y >65%	≤65%		
Desarrollo y aprendizaje	Desarrollar capacitaciones como instrumento de cambio que aumente las habilidades y conocimiento de los colaboradores en el área de mantenimiento y a su vez sirvan como incentivo para la realización de su trabajo.	Horas de capacitación	Registro de horas de capacitación	Departamento	Anual	Esteban Sáenz (Supervisor Mantenimiento)	Horas	≥30h	<30h y >15h	≤15h		
	Disminuir la cantidad de incapacidades y lesiones, fomentando políticas de seguridad laboral en los colaboradores de mantenimiento.	Cumplimiento de capacitación	$\frac{horas\ invertidas}{horas\ total\ de\ capacitación}$	Departamento	Anual	William Segura (Seguridad y salud ocupacional)	Porcentaje	≥85%	<85% y >70%	≤70%		
		Cantidad de lesiones	Registro de lesiones o accidentes	Departamento	Anual	William Segura (Seguridad y salud ocupacional)	Lesiones	0	2	4		

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

## **4.5. Análisis de criticidad de equipos en la empresa Lanco.**

Antes de empezar a seleccionar los equipos, fue necesario entender bien los productos que se fabricaban y sus procesos de fabricación para luego identificar los activos con mayor relevancia en el negocio. En la actualidad Lanco produce gran variedad de productos para satisfacer todas las necesidades de sus clientes. Estos productos se pueden dividir en 5 grandes categorías las cuales son:

- Revestimientos arquitectónicos e industriales
- Selladores y masillas
- Selladores e impermeabilizantes
- Adhesivos
- Productos para madera
- Solventes

Es importante mencionar que muchas de las maquinarias no son exclusivas para fabricar un producto único, sino que la misma puede producir diferentes clases de pintura, selladores, barnices, etc. Sabiendo esto, lo primero que se hizo fue preguntar al gerente de producción cuales eran los productos más solicitados, su procedimiento de fabricación y las máquinas que intervenían en dichos procesos.

### **4.5.2. Codificación de equipos**

Los equipos grandes de la planta como dispersores y tanques cuentan con una numeración y descripción que ayuda a ubicarlos fácilmente, sin embargo, la mayoría de activos no tiene una codificación adecuada lo que dificulta su ubicación y distinción a la hora de realizar las rutinas de mantenimiento. Debido a este motivo se propone establece una codificación compuesta por: un código a la zona, un código de tipo de máquina y un consecutivo tal como se muestra a continuación.

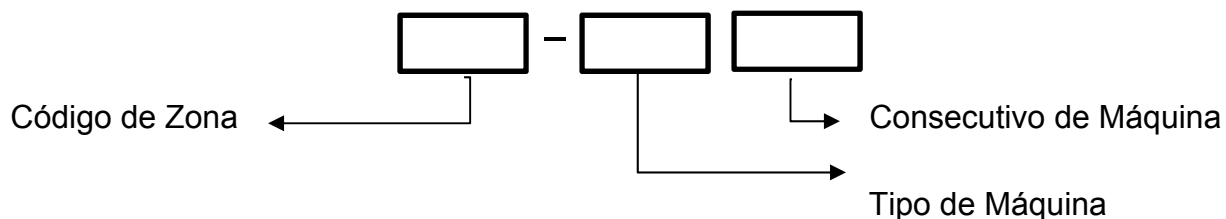


Figura 0-14 Codificación propuesta por equipo

Fuente: Elaboración Propia

Existen 9 zonas según el producto que se fabrica tal como se muestra a continuación

Tabla 0-8 Código propuesto por zona

Zona	Código
Pinturas de Látex	LA
Pinturas en Aceite	AC
Adhesivos	ADH
Selladores masillas	SE
Finca de tanque	FIN
Servicios	SER
Administración	ADM
General	GE
Materias Primas	MP

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Word

En el caso de los equipos o máquinas existen gran cantidad, sin embargo, muchos realizan la misma función, por lo tanto, el código consistía en las primeras letras del nombre o de la función que estos realizaban.

Tabla 0-9 Código propuesta por equipo

<b>Equipo</b>	<b>Código</b>
Mesa giratoria	ME
Etiquetadora	ET
Llenadora	LL
Encintadoras	EC
Codificadora	CO
Colocadora de asas	AS
Pesadora	PE
Bomba	BO
Dispensor	DI
Tanque	TA
Extractor de Polvo	EX
Sand Mill	SA
Aire acondicionado	AC
Carretilla	CA
Tapadora	TP
Roscadora	RO
Tri Shaft	TRI
Prensa	PR
Panel	PA
Caldera	CAL
Compresor	COM
Secadora de aire	SE
Transformador	TRA

Fuente: Elaboración propia, en Microsoft Excel

Otra de las posibilidades de mejora detectadas en la evaluación fue la ausencia de información actualizada de los equipos. Para solucionar esto, se realizó un levantamiento de los equipos presentes en la empresa, recolectando en una hoja Excel la información importante de placas, para poder acceder rápidamente a esta de ser necesario. Además, se actualizaron los planos de planta para poder localizar los equipos de mayor importancia por zonas.

### 4.5.3. Identificación de las Zona de mayor impacto

Para identificar la zona de mayor impacto se solicitó información en el Departamento de Producción del aporte que tenía cada una de las líneas productivas según su capacidad máxima de producción.

Tabla 0-10 Capacidades máximas de producción diaria por línea

Línea de producción	Equipos	Capacidades ( Gal)	Producción diaria	Aporte
Línea de pinturas de látex 3000 galones	4 Dispersores	3000	12000	50%
Línea de pinturas de látex 900 galones	2 Dispersores	900	1800	7%
Línea de masillas y selladores	2 Tri Shaft	1000	3000	12%
	2 Tri Shaft	500		
Bonding	Mezcladora	2000	2000	8%
Aceite Brillante	1 Dispensor	1000	1900	8%
	2 Dispersores	450		
Aceite Mate	2 Dispersores	1000	2000	8%
PVC, Cemento	2 Dispersores	1000	1000	4%
Lotes pequeños	1 Dispensor	450	450	2%

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel, Departamento de Producción

Utilizando esta información y tomando el consejo del gerente de producción y el supervisor de mantenimiento, se selecciona la línea de pinturas de látex de 3000 galones, como el sector de mayor impacto para el negocio. Se realizó un estudio de su proceso productivo e identificaron los equipos presentes en esta línea productiva, para poder visualizar posibles causas raíces de fallo, y tenerlas en consideración al elaborar los planes de mantenimiento preventivo que se presentan más adelante en el documento.

La siguiente figura muestra esquemáticamente el proceso productivo en la Zona de Pinturas de Látex (3000 Gal).

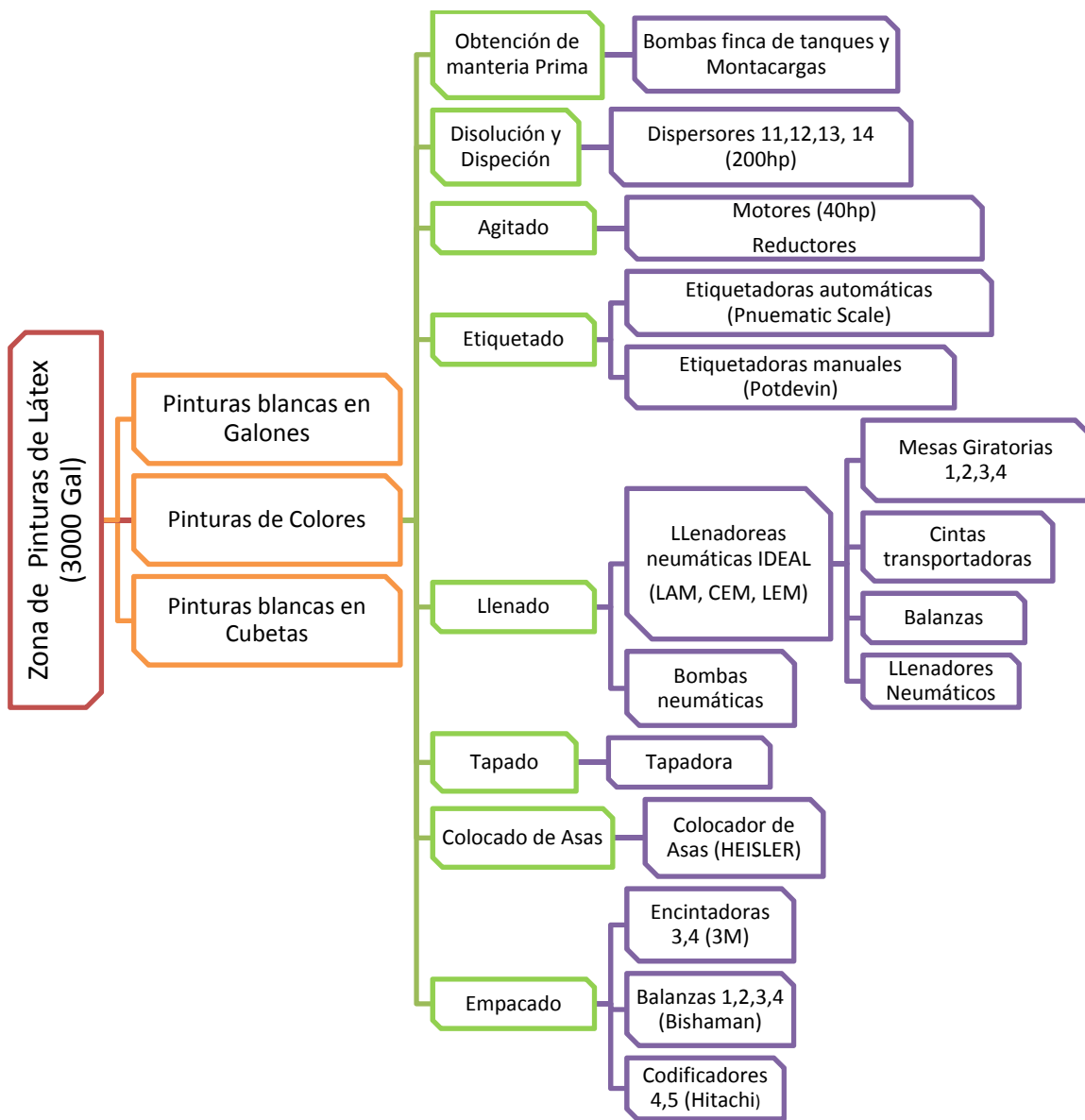


Figura 0-15 Proceso productivo en la Zona 3000 Gal

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word



#### 4.5.4. Selección de equipos críticos Zona de Pinturas de Agua (3000 Gal).

Cada uno de los equipos que componen un sistema productivo tiene características únicas que lo distinguen de los demás y un fallo en este puede causar diversas consecuencias en distintos ámbitos. En el caso de Lanco, al no contar con información respecto a costos de parada, frecuencias de falla y tiempos de reparación, se toma como base el método de jerarquización elaborado y propuesto por Carlos Piedra. Básicamente, se definieron aquellos aspectos que pueden surgir debido a fallas y se les asignó un código alfabético secuencial, para poder identificarlos con facilidad más adelante en la tabla de criticidad.

Tabla 0-11 Impactos que puede causar las fallas en equipos

Aspecto General	Aspecto Especifico	Código
Impacto en la seguridad y medio ambiente	Impacto a la seguridad	A
	Impacto en el medio ambiente	B
Impacto a la Producción y producto	Impacto en la producción total de la planta	C
	Impacto en la Producción en línea	D
	Impacto en la calidad del producto	E
Impacto al valor económico de los equipos	Impacto en la integridad de otros equipos	F
	Impacto en el Valor Económico	G
	Dificultad de adquisición	H

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word, adaptación de criticidad de Carlos Piedra.

Con estos aspectos definidos se procede a colocar un valor que va del 0 al 3 dependiendo de la severidad o impacto en cada aspecto, siendo 0 el valor mínimo y 3 el máximo. A continuación, se muestran las tablas con los criterios considerados para calificar los diferentes aspectos.

Tabla 0-12. Impacto en la seguridad y medio ambiente.

<b>Impacto en la seguridad y medio ambiente</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Impacto a la seguridad</b>	<b>Impacto en el medio ambiente</b>
3	Muerte o incapacidad permanente, daños severos o enfermedades	Daños Irreversibles al medio ambiente que violan regulaciones y leyes ambientales
2	Heridas severas que requiere suspensión laboral	Daños reversibles al ambiente que no violan regulaciones ni leyes ambientales
1	Heridas leves que requieren tratamiento médico.	Mínimos daños ambientales que no violan normas ni regulaciones
0	No tiene impacto	No tiene impacto

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word, adaptación de criticidad de Carlos Piedra.

Tabla 0-13. Impacto a la producción y producto

<b>Impacto a la Producción y producto</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Impacto en la producción total de la planta</b>	<b>Impacto en la Producción en línea</b>	<b>Impacto en la calidad del Producto</b>
3	Existe un paro total en la producción de la planta.	Se detiene totalmente toda la producción en línea	Impacta directamente en la calidad del producto y debe desecharse por completo.
2	Se detiene Parcialmente la producción en la plata.	Se detiene Parcialmente la producción en línea	Impacta indirectamente en la calidad del producto, y este se debe desechar.
1	Existe un impacto en la producción total de la planta, pero no se detiene la producción.	Existe un impacto en la producción en línea, pero no se detiene la misma	Impacto leve en la calidad del producto, sin tener que ser desechado.
0	No tiene impacto	No tiene impacto	No tiene impacto

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word, adaptación de criticidad de Carlos Piedra

Tabla 0-14. Impacto al valor económico de los equipos

Impacto al valor económico de los equipos			
Categoría	Dificultad de adquisición de repuestos	Impacto en el Valor Económico	Impacto a la integridad de otros equipos
3	Son de un alto costo, dificultad de obtenerlos con respuesta inmediata de ser necesario.	Alto Costo Adquisitivo mayor a \$200.000	Una falla afecta la integridad Total de otros equipos.
2	Son de un alto costo de adquisición, pero se adquieren fácilmente de ser necesario	Costo Adquisitivo entre \$100.00 a \$ 200.000	Una falla afecta la integridad Parcial de otros equipos
1	Son de bajo costo, y facilidad para adquirirlos	Costo Adquisitivo entre \$25.000 a \$100.00	Una falla podría eventualmente afectar la integridad parcial de otros equipos
0	No existe dificultad	Bajo Costo, menor a \$25.000	No existe impacto

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Word adaptación de criticidad de Carlos Piedra.

Seguidamente se procedió a evaluar a cada uno de los equipos presentes en la línea de producción seleccionada. Para esto fue necesario recolectar información de manuales, internet y de los encargados de producción, con el fin de asignar una puntuación acertada. En la siguiente tabla se muestran todos los equipos analizados y sus diferentes niveles de criticidad. Los equipos asignados como críticos están representados por el color naranja y son aquellos que cumplen cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si la suma de todos sus aspectos es  $\geq 12$ .
- Si el impacto a la producción total de la planta es = 3
- Si el impacto en la calidad del producto es  $\geq 2$

Tabla 0-15 Resultados de la criticidad

Línea de producción	Proceso	Equipos	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
ZONA DE 3000 Gal (Pinturas a base de Agua)	Obtención de materia Prima	Bombas Neumáticas	3	3	2	3	3	1	0	0	15
		Montacargas	3	1	1	1	0	2	0	0	8
	Cocinado	Dispersores 200 Hp	0	2	2	3	3	3	3	2	18
		Agitadores y reductores	0	0	2	2	1	2	2	0	10
	Etiquetado	Mesas Giratorias	0	0	1	2	0	1	0	0	4
		Etiquetadora Galones #1	0	0	1	3	1	1	1	0	7
		Etiquetadora Galones #2	0	0	1	3	1	1	1	0	7
		Etiquetadora de Cubetas	0	0	1	2	1	1	0	0	5
	Llenado y tapado	Llenadora Galones	0	0	2	3	3	3	2	1	14
		Llenadora Colores	0	0	2	3	3	3	2	1	14
		Llenadora Cubetas	0	0	2	3	3	3	2	1	14
		Bombas Neumáticas Husky	0	2	1	3	3	0	0	3	12
	Empacando	Encintadoras	0	0	1	1	0	0	0	0	2
		Colocador de asas	0	0	1	3	1	3	0	0	8
		Codificadora	0	0	1	1	0	2	0	0	4
	Pesado	Pesadoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	General	Perras	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Compresores	0	0	3	3	3	3	3	3	18

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Excel

#### **4.5.5. Resultado del análisis**

Las bombas neumáticas fueron categorizadas con críticas debido a que estas son las encargadas de transportar todas las materias primas líquidas necesarias para preparar los productos. Un paro en estas repercute de manera directa en la producción de la empresa ya que la obtención de materia prima líquida, es el primer paso de muchos de los procesos presentes en la fábrica. Además, en una empresa como Lanco, es de vital importancia que estos equipos no fallen debido a que un derrame de algún producto inflamable podría tener grande consecuencia no solo en temas de salud y seguridad, sino también en el medio ambiente.

En el caso de los dispersores, se tomaron como críticos debido a que un paro repentino de estos, podría afectar el proceso de cocinado, provocando que se tenga que desechar el producto, atrasando el proceso de la línea y la producción total.

Por otro lado, las llenadoras son sistemas automatizados que se encargan de depositar la mayor cantidad de producto en el menor tiempo posible. La llenadora de cubetas es capaz de llenar 12 cubetas por minuto y un paro de una hora o más representaría una gran pérdida económica.

Por último, está el sistema de aire comprimido, el cual representa uno de los sistemas más importantes del negocio ya que se encarga de suplir el aire necesario para que todos los equipos que operan de manera neumática funcionen de manera adecuada. Un paro de dicho sistema afecta el sistema de bombeo, las llenadoras y muchos otros equipos presentes en las fábricas, así como la producción total.

## **4.6. Diseño de planes de mantenimiento.**

Los equipos a los que se les realizó el RCM son aquellos equipos considerandos como críticos obtenidos en el capítulo anterior.

- Bombas Neumáticas
- Llenadores
- Dispersores
- Compresores

### **4.6.2. Formación del archivo técnico**

Según los resultados obtenidos durante la evaluación de la norma, la empresa no cuenta con un documento donde se archiven las descripciones de los equipos, con el fin de que cualquier personal nuevo pueda conocer información básica y tener un conocimiento del estado actual de los mismos.

En esta etapa fue necesario recopilar todas la información necesaria y útil que se tuviera de los activos a analizar para poder fabricar una hoja técnica en la que se describan por escrito sus funciones, características, parámetro de diseño, partes, dimensiones, repuestos, etc., tal como se muestra a continuación.

## Ficha Técnica



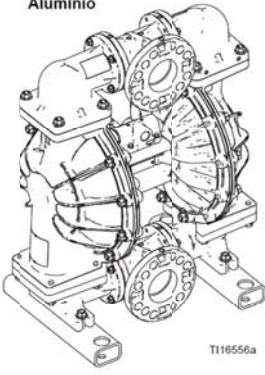
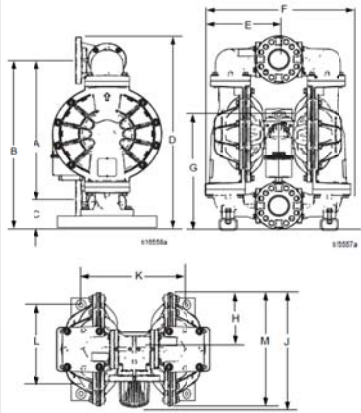
<b>Equipo:</b> Bomba Neumática <b>Marca:</b> Husky <b>Modelo:</b> 3300		<b>Cantidad:</b> ----- <b>Área:</b> Finca de Tanques <b>Serie:</b> TI16556a																									
<b>Imagen</b>		<b>Dimensiones</b>																									
Aluminio 		 <table border="1" style="float: right; margin-top: 10px; font-size: 8px;"> <tr><td>A</td><td>24.50 pulg. (62,2 cm)</td></tr> <tr><td>B</td><td>28.63 pulg. (72,7 cm)</td></tr> <tr><td>C</td><td>4.13 pulg. (10,5 cm)</td></tr> <tr><td>D</td><td>32.56 pulg. (82,7 cm)</td></tr> <tr><td>E</td><td>12.04 pulg. (30,6 cm)</td></tr> <tr><td>F</td><td>24.08 pulg. (61,2 cm)</td></tr> <tr><td>G</td><td>19.70 pulg. (50,0 cm)</td></tr> <tr><td>H</td><td>8.25 pulg. (21,0 cm)</td></tr> <tr><td>J</td><td>16.91 pulg. (42,9 cm)</td></tr> <tr><td>K</td><td>16.56 pulg. (42,1 cm)</td></tr> <tr><td>L</td><td>13.00 pulg. (33,0 cm)</td></tr> <tr><td>M</td><td>16,5 pulg. (41,9 cm)</td></tr> </table>		A	24.50 pulg. (62,2 cm)	B	28.63 pulg. (72,7 cm)	C	4.13 pulg. (10,5 cm)	D	32.56 pulg. (82,7 cm)	E	12.04 pulg. (30,6 cm)	F	24.08 pulg. (61,2 cm)	G	19.70 pulg. (50,0 cm)	H	8.25 pulg. (21,0 cm)	J	16.91 pulg. (42,9 cm)	K	16.56 pulg. (42,1 cm)	L	13.00 pulg. (33,0 cm)	M	16,5 pulg. (41,9 cm)
A	24.50 pulg. (62,2 cm)																										
B	28.63 pulg. (72,7 cm)																										
C	4.13 pulg. (10,5 cm)																										
D	32.56 pulg. (82,7 cm)																										
E	12.04 pulg. (30,6 cm)																										
F	24.08 pulg. (61,2 cm)																										
G	19.70 pulg. (50,0 cm)																										
H	8.25 pulg. (21,0 cm)																										
J	16.91 pulg. (42,9 cm)																										
K	16.56 pulg. (42,1 cm)																										
L	13.00 pulg. (33,0 cm)																										
M	16,5 pulg. (41,9 cm)																										
<b>Función Principal</b>		<b>Funciones secundarias</b>																									
Bombear fluidos a una velocidad no mayor de 103 cpm con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.		Operar de manera segura y eficiente.																									
<b>Características Técnicas</b>																											
Presión máxima de trabajo: 125 psi Rango de operación del aire: 20-125 psi Máximo consumo de aire: 335 scfm Consumo de aire a 70psi/100gpm: 90 scfm Entrega máxima de flujo libre: 300 rpm a 125 psi		Máxima velocidad de bombeo: 103 cpm a 125 psi Temperatura máxima de operación: 150 ° F (65.5 ° C) Caudal de fluido por ciclo: 2,9 gal Elevación máxima de succión: 16 pies (S), 31 pies (H)																									

Figura 0-16 Formato de ficha técnico para los equipos.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel

#### **4.6.3. Elaboración de la hoja de trabajo de RCM**


Para la elaboración de la hoja de trabajo RCM se utilizó la herramienta Microsoft Excel y la metodología empleada fue la siguiente.

- 1- Se definieron las funciones principales y secundarias de cada equipo en la ficha técnica.
- 2- Se identificaron las fallas funcionales que eviten que el activo opere de manera satisfactoria.
- 3- Se identificó la parte del equipo donde se presente la falla.
- 4- Se indagaron los hechos que pudieron haber causado dicha falla.
- 5- Se identificaron las causas de dicho modo de falla.
- 6- Se analizó los posibles escenarios y efectos negativos que tiene dicha falla funcional.
- 7- Se buscaron y seleccionaron aquellas acciones proactivas que se deben de realizar para minimizar o eliminar la probabilidad de que se produzca el modo de falla.

La hoja está compuesta por 7 columnas, en las que se desarrollan cada uno de los pasos mencionados anteriormente. Existe la posibilidad de tener la misma falla funcional con diferentes modos de falla o inclusive los mismos modos de falla con diferentes causas. Para evitar confusiones se utilizan letras acomodadas alfabéticamente para identificar las distintas fallas funcionales. Para el caso de los modos de falla se utiliza la letra “I” para indicar un modo de falla interno en el equipo, mientras la letra “E” indica un modo de falla externo a el sistema en estudio. A continuación, se muestra una pequeña muestra del formato utilizado para la hoja RCM.



Tabla 0-16 Formato de la hoja RCM

 <b>Hoja de Trabajo RCM</b>																		
<b>Empresa:</b> Lanco <b>Fecha:</b> 25/9/2018		<b>Equipo:</b> Bomba Neumática <b>Marca:</b> Husky				<b>Páginas:</b>												
Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta						
1	Bombear fluidos a una velocidad determinada con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.	La bomba no alcanza la presión necesaria.	Tapa de la válvula neumática y juntas.	1	I	La bomba presenta fugas de aire externas.	Los tornillos de la válvula neumática están flojos.	La junta de la válvula neumática o junta de la tapa se encuentran dañadas				1	3	Airrasos en las líneas productivas debido a que a bomba no es capaz de trasegar la cantidad de fluido necesario para la producción.	1	2	Inspeccionar que no hayan fugas de aire, verificando que la tapa de la válvula neumática y los tornillos no este flojos. De ser necesario apriete los tornillos según la secuencia descrita en el manual.	
			Mangueras y conexiones	2	E	La bomba presenta fugas de aire externas.	Las mangueras neumáticas presentan fugas.	Los acoples están desajustados.				2	3	Airrasos en las líneas productivas debido a que a bomba no es capaz de trasegar la cantidad de fluido necesario la producción.	2	0	Si la fuga continua, verificar el estado de la junta de la válvula neumática o junta de la tapa.	
		Incapacidad de bombear fluidos.	Colectores y sellos		3	I	Fugas de fluido externas por las válvulas de retención de bola.	Los colectores están flojos.	El sellos entre colector y asiento se encuentran dañado.	Las juntas tóricas están dañadas.				3	2	Contaminación al medio ambiente debido a derrames de productos tóxicos.	3	2
				4	I								4	2	Verificar que no hayan fugas de fluido, apretando los pernos de los colectores en caso de estar flojos. En caso de no funcionar cambiar sellos entre el colector o asiento.			
												4	1	Peligro de la seguridad de los trabajadores debido a derrames de producto inflamable.	4	2	Revisar que los pernos de la tapa se encuentren bien apretados.	

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

#### 4.6.4. Elaboración del manual de mantenimiento preventivo

Como el Departamento no utiliza software, los planes de mantenimiento fueron elaborados utilizando Microsoft Excel. El manual se basa en la hoja RCM y básicamente está compuesto por información del equipo, una descripción de la tarea y el encargado de realizar dicha labor, además de su frecuencia y duración.

El manual está diseñado para poder filtrar la información según la máquina y la frecuencia con que se realiza las labores de mantenimiento, con el fin de poder imprimir la hoja de forma semanal, mensual y anualmente según lo planificado. Para optimizar el espacio en el manual se utilizó la siguiente simbología.

Tabla 0-17 Simbología manual de mantenimiento preventivo

Descripción	Simbología
Frecuencia de las inspecciones ( Días, Semanas, Meses y Años )	FRE
Encargado ( Técnico, Operario)	ENCAR
Estimación de la duración de la tarea realizada (Minutos)	DUR
Lista de chequeo	X

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel.

A continuación, se presenta el formato utilizado para generar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

LAINCO		Manual de Mantenimiento Preventivo			Fecha: 22/10/2018		Núm.: 1	
Núm.	Componente	Actividad a realizar	X	FRE	DUR	ENCAR		
<b>Bombas Neumáticas Husky</b>								
1				D	5	O		
2				S	10	T		
3				M	15	T		
4				A	20	T		
<b>Observaciones:</b>								
Núm. _____								
_____								
_____								
_____								
_____								
_____								
Hora de inicio: _____				Código del equipo: _____				
Hora de finalización: _____				Firma del encargado: _____				

Figura 0-17 Formato del manual de mantenimiento preventivo

Fuente. Elaboración propia en Microsoft Excel

El manual está diseñado para poder recolectar cualquier información relevante encontrada durante las inspecciones y programar cualquier acción de mantenimiento correctivo. Además, recolecta información de tiempos, ayudado a modificar los actuales en caso de ser necesario y contribuyendo al uso de los indicadores anteriormente mencionados.

#### 4.6.5. Elaboración del manual de mantenimiento programado

Este manual surge de los planes de mantenimiento preventivo y de las recomendaciones del fabricante. La diferencia entre el manual preventivo y el programado es que estas son actividades que se realizarán diariamente por los operarios de los equipos. Esta hoja fue pensada para imprimirse y controlarse semanalmente. La idea de estas tareas es empezar a inculcar en los operarios labores sencillas de mantenimiento para que reporten la manera rápida y eficiente cualquier problema que encuentren antes de que suceda un fallo.

		Manual de Mantenimiento Programado			Fecha:	22/10/2018	
Núm.	Componente	Actividad a realizar	Día				
Llenadoras Neumáticas IDEAL			L	K	M	J	V
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
Día	Nombre Encargado	Observaciones	Firma:				
L							
K							
M							
J							
V							

Figura 0-18 Formato del manual de Mantenimiento programado

Elaboración: Propia en Microsoft Excel

#### **4.6.6. Programación de las labores**

Una vez definidas las frecuencias de cada una de las labores y los tiempos necesarios para llevarlas a cabo, se programaron las mismas en un calendario anual. Para esto se tabularon cada uno de los equipos críticos encontrados según su código, luego se consultaron las frecuencias de inspección de cada una de las labores y se sumaron sus duraciones. Luego se distribuyó la carga de trabajo de forma uniforme por semana, para lograr tener una noción del tiempo que se debe de invertir para llevar a cabo los planes. Una vez concluido se presentó al Departamento de Producción y Planificación para poder coordinar las labores.



Figura 0-19 Calendario de mantenimiento de equipos críticos

Meses		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8				Mes 9				Mes 10				Mes 11				Mes 12								
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
Bomba Neumática	FI-BO35	2M	35							35										35													35									35												
	FI-BO36	2M	35							35										35													35									35												
	FI-BO37	2M	35							35										35													35									35												
	FI-BO38	2M		35							35									35														35									35											
	FI-BO39	2M		35							35									35														35									35											
	FI-BO40	2M		35							35									35														35									35											
	FI-BO41	2M			35								35								35														35									35										
	FI-BO42	2M			35								35								35														35									35										
	FI-BO43	2M			35								35								35														35									35										
	FI-BO44	2M				35								35								35														35									35									
	FI-BO45	2M					35								35								35													35									35									
	FI-BO46	2M						35								35								35												35										35								
Llenadora	LA-LL01	S	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
		M	36								36									36												36								36								36						
	LA-LL02	S	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
		M		36								36								36												36								36								36						
	LA-LL03	S	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
		M			36								36								36											36								36								36						
Dispensor	LA-DI11	S	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
		M	150				150				150				150				150				150				150				150				150				150				150				150				150			
		A																																																				
	LA-DI12	S	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
		M		150								150							150											150								150								150								
		A																																																				
	LA-DI13	S	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
		M			150								150							150										150								150								150								
		A																																																				
	LA-DI14	S	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
		M				150								150							150										150								150								150							
		A																																																				
Compresor	SER-COM02	S	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
		4M					30																																															
		6M																																																				
		1A																																																				
		2A																																																				
		3A																																																				
Minutos Totales		664	664	664	658	559	559	559	553	664	664	664	628	559	559	559	553	664	664	664	628	559	559	559	563	664	664	664	658	559	559	559	553	664	664	664	628	559	559	559	553	664	664	664	628	559	559	559	553	664	664	664	628	
Horas Totales		11	11	11	11	9,3	9,3	9,3	9,2	11	11	11	10	9,3	9,3	9,3	9,2	11	11	11	10	9,3	9,3	9,3	9,4	11	11	11	11	9,3	9,3	9,3	9,3	9,2	11	11	11	10	9,3	9,3	9,3	9,2	11	11	11	10	9,3	9,3	9,3	9,2	11	11	11	10




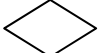
Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

#### 4.6.7. Planificación del Mantenimiento

Una vez definida la programación n de las labores de mantenimiento es necesario definir el orden secuencial con que se van a llevar a cabo todas las tareas. Una de las oportunidades de mejora encontrada durante la evaluación de la norma, era que no exista procedimiento por escrito, por lo tanto, es necesario definirlos para que los planes sean ejecutados correctamente.

Un flujo-grama o diagrama de flujo es una representación gráfica donde se muestran cuáles son los pasos secuenciales de un proceso y ayudan a las personas a tener mayor claridad en la ejecución de tareas. Para el caso de Lanco se crearon 3 flujogramas, uno para la ejecución de tareas correctivas, otro para preventivas y por ultimo uno para programadas. A continuación, se muestra la simbología utilizada para la elaboración de cada flujo-grama.

Tabla 0-18 Simbología empleada en diagramas de flujo

Descripción	Simbología
	Inicio/ Fin
	Operación o actividad
	Documento
	Decisión

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word



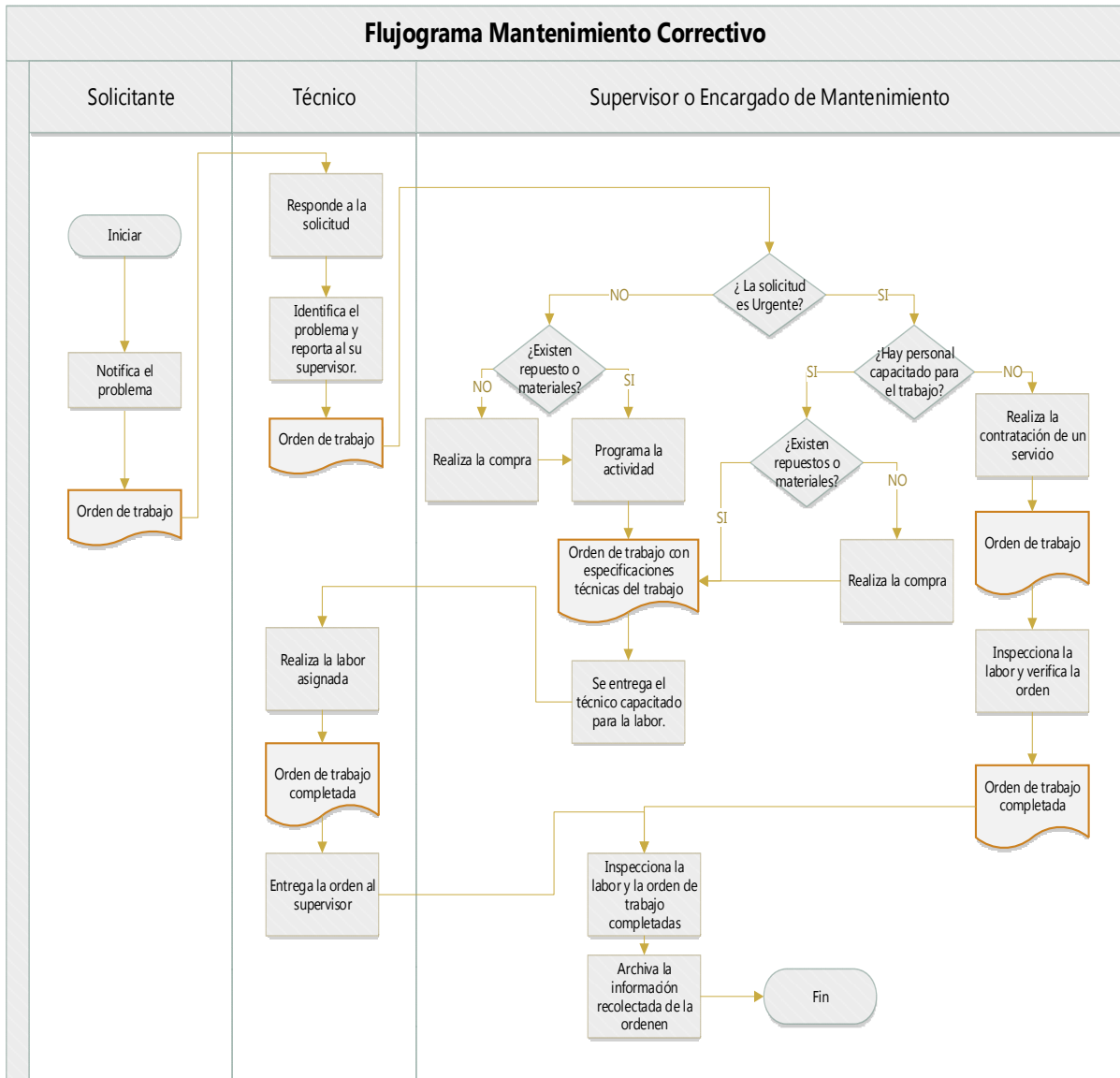


Figura 0-20 Flujo-grama Mantenimiento Correctivo

Fuente: Elaboración Propia en Microsoft Visio

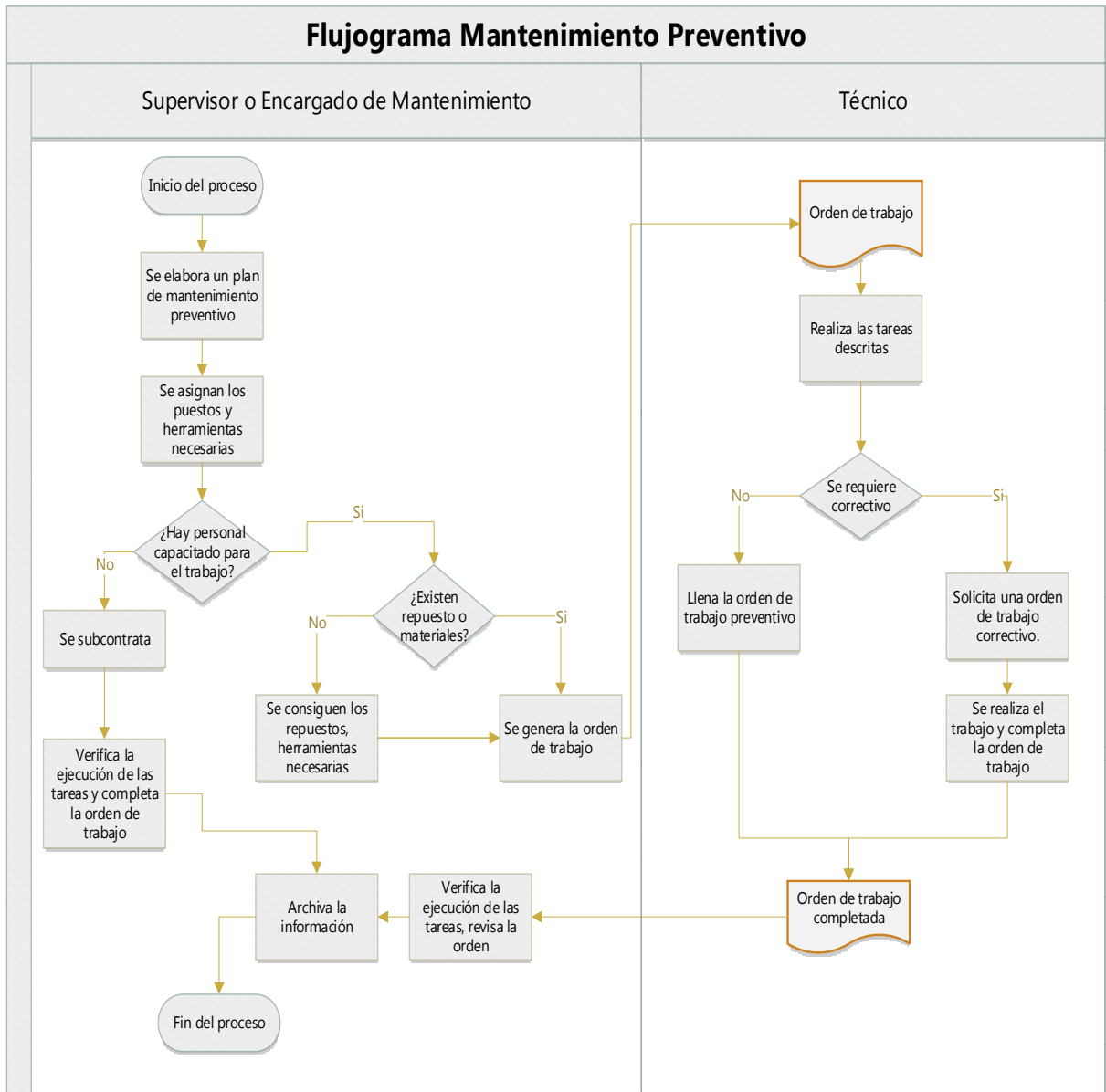


Figura 0-21 Flujo-grama Mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Visio

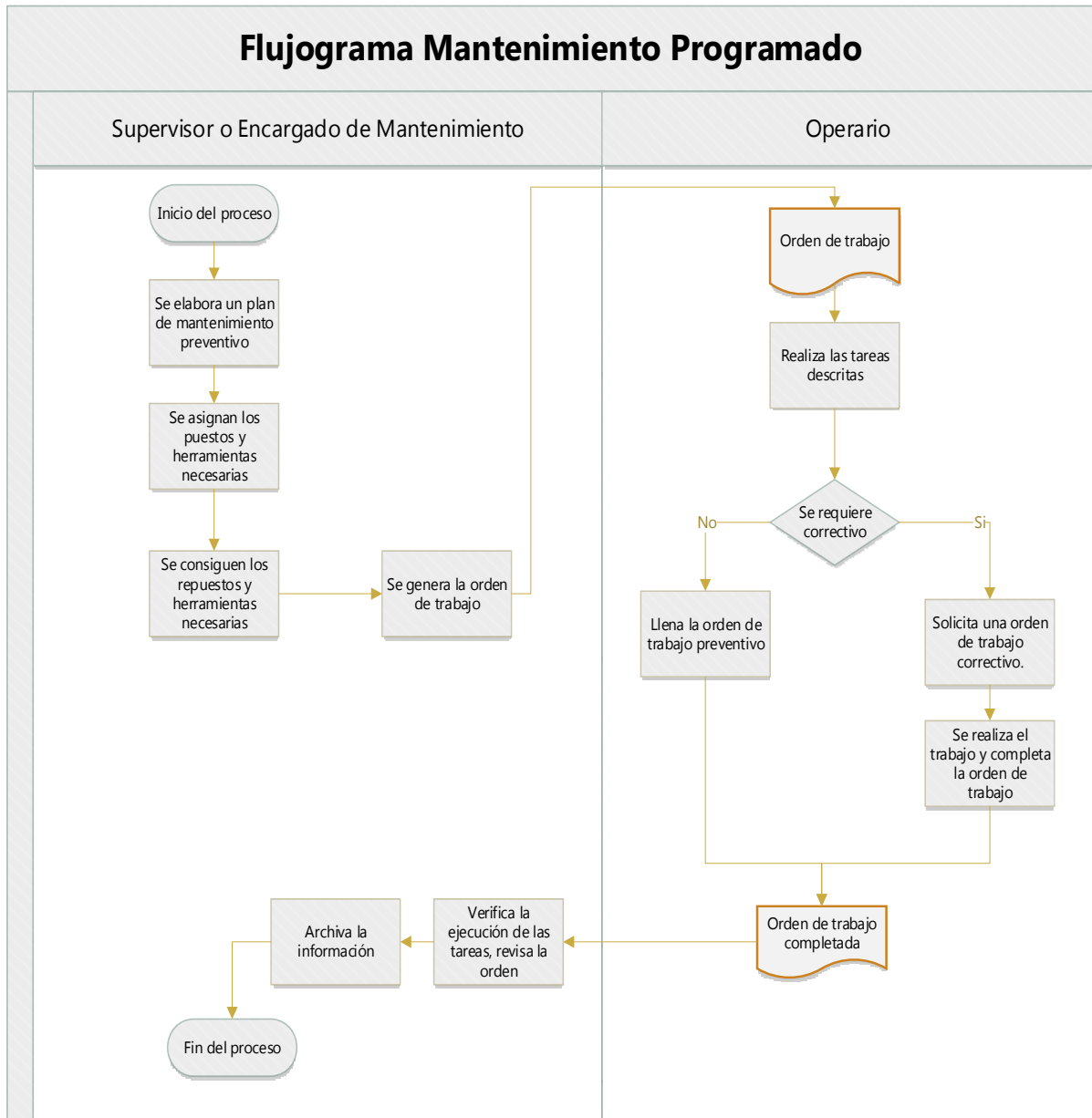


Figura 0-22 Flujo-grama Mantenimiento Programado

Fuente: Elaboración Propia Microsoft Visio

#### 4.6.8. Análisis financiero de la implementación del modelo

Como último paso es de vital importancia definir cuáles son los costos totales de la implementación de este modelo de gestión. En este apartado se compararán los costos de mano de obra necesaria para efectuar las rutinas de mantenimiento preventivo versus los costos de oportunidad de una parada inesperada en equipos críticos.

Tabla 0-19 Costos de mano de obra mensual

Descripción	Salario Base	Cargas Sociales	Costo total	Costo por preventivo
Técnico electromecánico	₡ 448.000	₡ 181.306	₡ 629.306	₡ 157.326

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

Para obtener los costos de mantenimiento preventivo lo que se hizo fue buscar cual era el costo por hora de un técnico electromecánico y luego multiplicarlo por el total de horas mensuales dedicadas a mantenimiento preventivo. Ahora se realiza un análisis financiero del costo de oportunidad de falla en una línea de producción, tomando en cuenta los salarios y materiales que podrían perderse.

Tabla 0-20 Costo de oportunidad de falla en la zona de 3000 galones

Descripción	Cantidad	Base	Cargas sociales	Total	Costo diario
Cocineros	1	₡ 448.000	₡ 181.306	₡ 629.306	₡ 28.605
Operarios	1	₡ 338.000	₡ 136.789	₡ 474.789	₡ 21.581
Envasadores	3	₡310.000	₡ 125.457	₡ 1.306.371	₡ 59.381
Materiales					₡ 8.500.000
<b>Costo un día de paro en una línea de producción</b>					<b>₡ 8.609.567</b>

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Excel

Como se puede observar el costo de planes de mantenimiento preventivos representan un pequeño costo en comparación con una falla en una de las líneas de producción.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.4. Conclusiones**

- Mediante el diagnóstico del Departamento de Mantenimiento, se logró identificar aquellas áreas débiles y proponer acciones de mejora, atacando los puntos clave que permitieron mejorar su forma de gestión.
- Utilizando la herramienta del Cuadro de Mando Integral se establecieron los objetivos de mantenimiento, los indicadores correspondientes al logro de dicho objetivo y sus respectivas metas, permitiendo llevar un control de las acciones de mantenimiento y mejorar la toma de decisiones.
- Se jerarquizaron los equipos electromecánicos más relevantes y mediante un análisis RCM se identificaron las acciones de mantenimiento necesarias para la creación de planes de mantenimiento que se adaptaran a las necesidades de los equipos.

## **5.5. Recomendaciones**

- Comunicar al personal de mantenimiento los pasos y metodologías que se deben de efectuar a la hora de realizar una labor de mantenimiento, preventivo, programado o correctivo.
- Explicar la importante de llenar las órdenes de trabajo de forma adecuada para su futuro análisis.
- Asignar a un miembro del equipo de trabajo como encargado oficial de llevar las estadísticas de fallos, uso de repuestos y manejo de las órdenes de trabajo, manejo de indicadores.
- Comunicar las estrategias a los miembros del Departamento, motivándolos a alcanzar los objetivos y metas fijados, mejorando de forma continua las labores de mantenimiento con los indicadores propuestos.
- Dar continuidad y seguimiento al modelo propuesto y desarrollarlo para las demás líneas productivas.

## 6. Bibliografía

Carbonell Alfonso, J. (Septiembre de 2013). *Elementos necesarios para Implemetar el Cuadro de Mando Integral para la Gestión de la Calidad*. Obtenido de ResearchGate:

[https://www.researchgate.net/publication/266615391\\_Elementos\\_necesarios\\_para\\_Implemetar\\_el\\_Cuadro\\_de\\_Mando\\_Integral\\_para\\_la\\_Gestion\\_de\\_la\\_Calidad](https://www.researchgate.net/publication/266615391_Elementos_necesarios_para_Implemetar_el_Cuadro_de_Mando_Integral_para_la_Gestion_de_la_Calidad)

(octubre de 2010). Obtenido de bi consultora empowering decisions :  
<http://www.biconsultora.com/?p=87>

Carlos Parra Márquez, C., & Crespo Márquez, A. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento y fiabilidad aplicada en el proceso de gestión de activos*. Sevilla: INGEMAN.

Contreras Márquez, J. (2016). *El Ciclo de Mantenimiento: Proceso de Gestión de los Trabajos*.

Dounce Villanueva, E. (2014). *La productividad en el Mantenimeinto Industrial* (Tercera ed.). México: Grupo Editorial Patria.

*Elementos de Cuadro de Mando Integral: Evaluando Software*. (Mayo de 2017). Obtenido de Evaluando Software Web site:  
<http://www.evaluandosoftware.com/elementos-cuadro-mando-integral/>

Espinosa Fuentes , F. (2013). *Balanced Scorecard aplicado al mantenimeinto*.

Espinosa, R. (Julio de 2013). *La matriz de analisis DAFO (FODA): RobertoEspinosa* . Obtenido de Roberto Espinosa wed site :  
<https://robertoespinosa.es/2013/07/29/la-matriz-de-analisis-dafo-foda/>

- Fernández Granda, A. G. (2017). Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para el Beneficio de Café del Río Tarrazú, propiedad de Cafetalera Tierras Ticas S. A. Cartago, Costa Rica.
- García Esparza, C. D. (2015). *Modelo de Gestión Mantenimeinto para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México*. México DF.
- García Palencia, O. (Abril de 2014). *Tendencias actuales en mantenimiento industrial*. Obtenido de Reportero Industrial : <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221>
- García, Garrido , & Santiago. (2009). *La contratación del mantenimiento industrial: procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. Ediciones Días de Santos .
- Jiménez Castro, M. A. (2017). Modelo de gestión de mantenimiento para el Hotel Papagayo Secrets Resorts & Spa. Cartago , Costa Rica .
- López Campos, M., & Crespo Márquez , A. (s f.). Un modelo de referencia para la gestión del mantenimiento . Sevilla.
- Mantenimiento Petroquímica*. (s-f.). Obtenido de <http://www.mantenimientopetroquimica.com/index.php/el-objetivo-del-rcm-y-las-fases-del-proceso>
- Meneses Fernández, F. (2016). Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento. Cartago , Costa Rica.



Montoya, C. A. (2011). *SciELO*. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-87082011000200003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082011000200003)

(1980-1989). *Norma COVENIN 1980-89 Capacidad para mejorar la producción.*

(1993). *Norma COVENIN 2500-93 Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la Industria.*

(1993). *Norma COVENIN 3049-93 Mantenimiento definiciones.*

Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos .*

Pedroche Vázquez , J. E. (2012). *El Cuadro de Mando Integral aplicado al mantenimeinto.*

Vega, K. V. (2014). *Diseño de una propuesta de gestión de mantenimiento basada en un Cuadro de Mando Integral, para el departamento de facilidades para una planta de manufactura de productos médicos. . Cartago, Costa Rica.*

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento. Revista chilena de ingeniería, 125-138.*

## 7. Apéndice

### 7.4. Guía de Evaluación basada en la Norma COVENIN 2500-93

<b>Norma COVENIN 2500-93</b>	Puntuación máxima	Deméritos	Calificación
<b>AREA I: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA</b>			
<b>I.1 Funciones y Responsabilidades. Principios</b>			<b>60</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización ( guardando la relación con su tamaño y complejidad en producción).	60		
<b>Deméritos</b>			
<b>I.1.1</b> La Organización no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general, como a nivel de departamentos.		20	0
<b>I.1.2</b> Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades, no están especificadas por escrito, o presentan falta de claridad.		20	10
<b>I.1.3</b> La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.		20	10
<b>I.2 Autoridad y Autonomía</b>			<b>40</b>
<b>Principio Básico</b>			
Las personas asignadas al desarrollo y cumplimiento de las diferentes funciones, cuentan con el apoyo necesario de la dirección de la organización, y tienen la suficiente autoridad y autonomía para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	40		
<b>Deméritos</b>			
<b>I.2.1</b> La línea de autoridad no está claramente definida		10	0
<b>I.2.2</b> Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tienen pleno conocimiento de sus funciones		10	0
<b>I.2.3</b> Existe duplicidad de funciones		10	0
<b>I.2.4</b> La toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada dependencia o unidad, tiene que ser efectuada previa consulta a los niveles superiores		10	5
<b>I.3 Sistema de Información</b>			<b>50</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema productivo requiere.	50		
<b>Deméritos</b>			

I.3.1 La Organización no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén involucrados todos los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones.	10	0
I.3.2 La Organización no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	5	0
I.3.3 La Organización no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	5	0
I.3.4 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes	10	0
I.3.5 La Vicepresidencia no dispone de los medios para el procesamiento de la información en base a los resultados que se deseen obtener.	10	0
I.3.6 La Organización no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	10	5
<b>AREA II: ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>II.1 Funciones y Responsabilidades.</b>		<b>80</b>
<b>Principio Básico</b>		
La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.	80	
<b>Deméritos</b>		
II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para La Organización de mantenimiento.	15	15
II.1.2 La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.	15	0
II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.	15	0
II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.	10	5
II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	10	5
II.1.6 La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.	15	0
<b>II.2 Autoridad y Autonomía-</b>		<b>50</b>
<b>Principio Básico</b>		
Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	50	
<b>Deméritos</b>		
II.2.1 La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.	15	0
II.2.2 El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.	15	0
II.2.3 Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de La Organización de mantenimiento.	10	0

II.2.4 Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.		10	0
<b>II.3 Sistema de Información</b>			70
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra).	70		
<b>Deméritos</b>			
II.3.1 La Organización de mantenimiento no cuenta con un flujo-grama para su sistema de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.		15	15
II.3.2 La Organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener.		15	15
II.3.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.		10	10
II.3.4 La Organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.		10	5
II.3.5 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.		10	10
II.3.6 La Organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.		10	10
<b>AREA III: PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>III.1 Objetivos y Metas</b>			70
<b>Principio Básico</b>			
Dentro de La Organización de mantenimiento la función de planificación tiene establecidos los objetivos y metas en cuanto a las necesidades de los objetos de mantenimiento, y el tiempo de realización de acciones de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los sistemas, todo esto incluido en forma clara y detallada en un plan de acción.	70		
<b>Deméritos</b>			
III.1.1 No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir La Organización de mantenimiento.		20	20
III.1.2 La Organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener.		20	20
III.1.3 La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.		15	0
III.1.4 Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos.		15	7
<b>III.2 Políticas para la planificación</b>			70
<b>Principio Básico</b>			

La gerencia de mantenimiento ha establecido una política general que involucre su campo de acción, su justificación, los medios y objetivos que persigue. Se tiene una planificación para la ejecución de cada una de las acciones de mantenimiento utilizando los recursos disponibles.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>III.2.1</b> La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.	20		20
<b>III.2.2</b> No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran.	20		20
<b>III.2.3</b> A los sistemas sólo se les realiza mantenimiento cuando fallan	15		10
<b>III.2.4</b> El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.	15		15
<b>III.3 Control y Evaluación</b>			60
<b>Principio Básico</b>			
La Organización cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o de cada línea, máquina o equipo en el sistema total. Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema: su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesario para la elaboración de los planes de mantenimiento.	60		
<b>Deméritos</b>			
<b>III.3.1</b> No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso.	10		0
<b>III.3.2</b> No existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.	10		10
<b>III.3.3</b> La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener.	10		0
<b>III.3.4</b> No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida ésta información en formatos normalizados.	10		5
<b>III.3.5</b> No se llevan registros de fallas y causas por escrito.	5		0
<b>III.3.6</b> No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación.	5		5
<b>III.3.7</b> No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.	5		3
<b>III.3.8</b> La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.	5		5
<b>AREA IV: MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>			
<b>IV.1 Planificación</b>			100
<b>Principio Básico</b>			

La Organización de mantenimiento tiene preestablecidas las actividades diarias y hasta semanales que se van a realizar a los objetos de mantenimiento, asignado los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento. La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimientos para que las acciones de mantenimiento rutinario se ejecuten en forma organizada. La Organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento rutinario, así como también un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.	100		
<b>Deméritos</b>			
<b>IV.1.1</b> No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a La Organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.	20		20
<b>IV.1.2</b> Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario.	20		20
<b>IV.1.3</b> Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento a realizar.	20		10
<b>IV.1.4</b> No se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario.	20		5
<b>IV.1.5</b> Las labores de mantenimiento rutinario no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar.	10		0
<b>IV.1.6</b> No se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.	10		0
<b>IV.2 Programación e Implantación</b>			80
<b>Principio Básico</b>			
Las acciones de mantenimiento rutinario están programadas de manera que el tiempo de ejecución no interrumpa el proceso productivo, la frecuencia de ejecución de las actividades son menores o iguales a una semana. La implantación de las actividades de mantenimiento rutinario lleva consigo una supervisión que permita controlar la ejecución de dichas actividades.	80		
<b>Deméritos</b>			
<b>IV.2.1</b> No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario.	15		0
<b>IV.2.2</b> La programación de mantenimiento rutinario no está definida de manera clara y detallada.	10		5
<b>IV.2.3</b> Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	10		5
<b>IV.2.4</b> Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	10		5
<b>IV.2.5</b> La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección ) no están asignadas a un momento específico de la semana.	10		5
<b>IV.2.6</b> No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario.	10		0
<b>IV.2.7</b> No se tienen claramente identificados a los sistemas que conformarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario.	10		10
<b>IV.2.8</b> La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario.	5		5
<b>IV.3 Control y Evaluación</b>			70

<b>Principio Básico</b>			
El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos que permitan llevar registros de las fallas, causas, tiempos de parada, materiales y herramientas utilizadas. Se lleva un control del mantenimiento de los diferentes objetos. El departamento dispone de medidas necesarias para verificar que se cumplan las acciones de mantenimiento rutinario programadas. Se realizan evaluaciones periódicas de los resultados de la aplicación del mantenimiento rutinario.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>IV.3.1</b> No se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes.	10	0	
<b>IV.3.2</b> No existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario, hasta su ejecución.	15	0	
<b>IV.3.3</b> No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas.	5	0	
<b>IV.3.4</b> No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.	10	0	
<b>IV.3.5</b> No existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales.	5	5	
<b>IV.3.6</b> El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	5	5	
<b>IV.3.7</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20	20	
<b>AREA V: MANTENIMIENTO PROGRAMADO (PLANIFICACIÓN)</b>			100
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada. La Organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones con frecuencia desde quincenal y hasta anuales a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento. La Organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes.	100		
<b>Deméritos</b>			
<b>V.1.1</b> No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.	20	20	
<b>V.1.2</b> La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones.	15	15	
<b>V.1.3</b> No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.	15	15	
<b>V.1.4</b> La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente.	20	10	

V.1.5 No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas.		10	0
V.1.6 No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual.		10	10
V.1.7 No existe una planificación conjunta entre La Organización de mantenimiento, producción, administración y otros entes de la organización, para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.		10	10
<b>V.2 Programación e implantación</b>			<b>80</b>
<b>Principio Básico</b>			
La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual. La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación.	80		
<b>Deméritos</b>			
V.2.1 No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado.		20	20
V.2.2 Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación.		10	10
V.2.3 Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.		15	15
V.2.4 No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.		10	10
V.2.5 No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.		10	10
V.2.6 La organización no tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.		15	15
<b>V.3 Control y evaluación</b>			<b>70</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación.	70		
<b>Deméritos</b>			
V.3.1 No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado		15	15
V.3.2 No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento.		10	10
V.3.3 No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior		10	10
V.3.4 No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.		5	0
V.3.5 No existen formatos que permitan recoger información en cuanto al consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales.		5	0



<b>V.3.6</b> El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	5	0
<b>V.3.7</b> La recopilación de la información no permite la evaluación de mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20	20
<b>AREA VI: MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL</b>		
<b>VI.1 Planificación</b>		100
<b>Principio Básico</b>		
La ejecución de actividades de objetos de mantenimiento que se utilizan en forma circunstancial o alterna, está dentro de los planes de la organización de mantenimiento y la ejecución de estas actividades, está en coordinación con el departamento de producción y otros entes de la organización.	100	
<b>Deméritos</b>		
<b>VI.1.1</b> Los objetivos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial no están claramente definidos.	20	20
<b>VI.1.2</b> No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial que cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos.	20	20
<b>VI.1.3</b> No existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial.	20	10
<b>VI.1.4</b> El personal no está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial.	20	0
<b>VI.1.5</b> La organización no concede dentro de la estructura general de mantenimiento, la importancia que tiene el mantenimiento circunstancial a la hora de llevar a cabo la planificación.	20	20
<b>VI.2 Programación e implantación</b>		80
<b>Principio Básico</b>		
Dentro de la programación de las actividades de mantenimiento, se tiene claramente definido y diferenciado el mantenimiento circunstancial. Cada una de las actividades a ejecutarse posee la debida y correspondiente prioridad, frecuencia y tiempo de ejecución. Las actividades de mantenimiento circunstancial están programadas en forma racional, con cierta elasticidad para atacar fallas. Se tienen previstos los sistemas que sustituirán a los equipos desincorporados por defectos de los mismos.	80	
<b>Deméritos</b>		
<b>VI.2.1</b> El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico.	15	15
<b>VI.2.2</b> No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido.	20	20
<b>VI.2.3</b> La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial sin considerar a los otros entes de la empresa.	15	5
<b>VI.2.4</b> No se tiene previsto que sistemas sustituirán a los objetos desincorporados.	15	15
<b>VI.2.5</b> Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, pero no se dispone de la holgura necesaria para atender situaciones imprevistas.	15	15
<b>VI.3 Control y Evaluación</b>		70
<b>Principio Básico</b>		

La empresa dispone de medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento establecido. Se llevan registro y estos son tomados en cuenta para determinar la incidencia del mantenimiento para realizar las mejoras pertinentes.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>VI.3.1</b> La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución adecuando para las actividades del mantenimiento circunstancial.		15	15
<b>VI.3.2</b> La organización no cuenta con los medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos.		15	0
<b>VI.3.3</b> No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno.		10	10
<b>VI.3.4</b> No se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial.		10	10
<b>VI.3.5</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	20
<b>AREA VII: MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>			
<b>VII.1 Planificación</b>			100
<b>Principio Básico</b>			
La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven a una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.	100		
<b>Deméritos</b>			
<b>VII.1.1</b> No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia.		30	15
<b>VII.1.2</b> No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.		30	0
<b>VII.1.3</b> No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.		20	0
<b>VII.1.4</b> La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia.		20	10
<b>VII.2. Programación e Implantación</b>			80
<b>Principio Básico</b>			
Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La Organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.	80		
<b>Deméritos</b>			
<b>VII.2.1</b> No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.		20	15

<b>VII.2.2</b> La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.	20	0
<b>VII.2.3</b> No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.	20	15
<b>VII.2.4</b> El Personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin	20	0
<b>VII.3 Control y Evaluación</b>		70
<b>Principio Básico</b>		70
La Organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas - hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.	70	
<b>Deméritos</b>		
<b>VII.3.1</b> No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.	15	15
<b>VII.3.2</b> No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.	15	0
<b>VII.3.3</b> No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.	20	20
<b>VII.3.4</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20	10
<b>AREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		80
<b>VIII.1 Determinación de Parámetros</b>		
<b>Principio Básico</b>		
La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas.	80	
<b>Deméritos</b>		
<b>VIII.1.1</b> La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.	20	0
<b>VIII.1.2</b> La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.	20	20
<b>VIII.1.3</b> No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.	20	20
<b>VIII.1.4</b> No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.	10	5
<b>VIII.1.5</b> El personal de La Organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.	10	0
<b>VIII.2. Planificación</b>		40
<b>Principio Básico</b>		

La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.	40		
<b>Deméritos</b>			
<b>VIII.2.1</b> No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.	20		20
<b>VIII.2.2</b> La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	20		20
<b>VIII.3 Programación e Implantación</b>			70
<b>Principio Básico</b>			
Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>VIII.3.1</b> Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.	20		20
<b>VIII.3.2</b> Las ordenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades.	15		15
<b>VIII.3.3</b> Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	15		15
<b>VIII.3.4</b> No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.	10		0
<b>VIII.3.5</b> Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.	10		10
<b>VIII.4 Control y Evaluación</b>			60
<b>Principio Básico</b>			
En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.	60		
<b>Deméritos</b>			
<b>VIII.4.1</b> No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15		15
<b>VIII.4.2</b> No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15		15
<b>VIII.4.3</b> La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.	10		10
<b>VIII.4.4</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20		20
<b>AREA IX.1 MANTENIMIENTO POR AVERÍA</b>			
<b>IX.1 Atención a las Fallas</b>			100

<b>Principio Básico</b>			
La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, ordenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.	100		
<b>Deméritos</b>			
<b>IX.1.1</b> Cuando se presenta una falla ésta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.	20	0	
<b>IX.1.2</b> No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.	20	10	
<b>IX.1.3</b> La emisión de órdenes de trabajo para atacar un falla no se hace de una manera rápida.	15	0	
<b>IX.1.4</b> No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.	15	15	
<b>IX.1.5</b> Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla.	15	7	
<b>IX.1.6</b> No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción.	15	0	
<b>IX.2 Supervisión y Ejecución</b>			<b>80</b>
<b>Principio Básico</b>			
Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el período de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.	80		
<b>Deméritos</b>			
<b>IX.2.1</b> No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento para avería hasta su ejecución.	20	0	
<b>IX.2.2</b> La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.	15	0	
<b>IX.2.3</b> La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.	10	0	
<b>IX.2.4</b> El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.	10	0	
<b>IX.2.5</b> No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas.	5	0	
<b>IX.2.6</b> No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías.	5	3	
<b>IX.2.7</b> No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de averías.	5	0	
<b>IX.2.8</b> No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.	10	0	
<b>IX.3 Información sobre las averías</b>			<b>70</b>
<b>Principio Básico</b>			

La Organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>IX.3.1</b> No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.	20		20
<b>IX.3.2</b> La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.	10		0
<b>IX.3.3</b> No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.	20		20
<b>IX.3.4</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20		10
<b>AREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>X.1 Cuantificación de las necesidades del personal</b>			70
<b>Principio Básico</b>			
La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de las personas que se requieren en La Organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.	70		
<b>Deméritos</b>			
<b>X.1.1</b> No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.	30		0
<b>X.1.2</b> La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustado a la realidad de la empresa.	20		0
<b>X.1.3</b> La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.	20		0
<b>X.2 Selección y Formación</b>			80
<b>Principio Básico</b>			
La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).	80		
<b>Deméritos</b>			
<b>X.2.1</b> La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.	10		0
<b>X.2.2</b> No se tienen procedimientos para la selección de personal	10		0
<b>X.2.3</b> No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.	10		0
<b>X.2.4</b> No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.	10		0
<b>X.2.5</b> Los cargos en La Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.	10		0
<b>X.2.6</b> La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.	10		0
<b>X.2.7</b> La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.	10		0

X.2.8 Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.		10	0
<b>X.3 Motivación e Incentivos</b>			50
<b>Principio Básico</b>			
La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La Organización de mantenimiento posee un sistema evaluación periódica del trabajador, para fines de ascenso o aumentos salariales.	50		
<b>Deméritos</b>			
X.3.1 El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción.		20	0
X.3.2 No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.		10	0
X.3.3 La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad de trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento.		10	0
X.3.4 No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.		10	0
<b>AREA XI: APOYO LOGÍSTICO</b>			
<b>XI.1 Apoyo Administrativo</b>			40
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales. Los recursos son suficientes para que se cumplan los objetivos trazados por la organización.	40		
<b>Deméritos</b>			
XI.1.1 Los recursos asignados a La Organización de mantenimiento no son suficientes.		10	0
XI.1.2 La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a La Organización de mantenimiento.		10	0
XI.1.3 La administración no funciona en coordinación con La Organización de mantenimiento.		10	0
XI.1.4 Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.		5	0
XI.1.5 La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.		5	0
<b>XI.2 Apoyo Gerencial</b>			40
<b>Principio Básico</b>			
La gerencia posee información necesaria sobre la situación y el desarrollo de los planes de mantenimiento formulados por el ente de mantenimiento, permitiendo así asesorar a la misma, en cualquier situación que atañe a sus operaciones. La gerencia le da a mantenimiento el mismo nivel de las unidades principales en el organigrama funcional de la empresa.	40		
<b>Deméritos</b>			


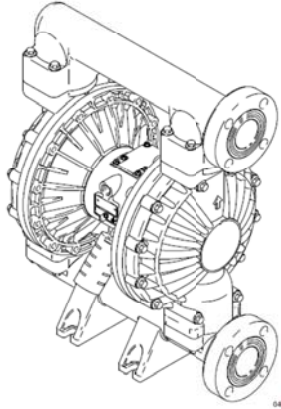
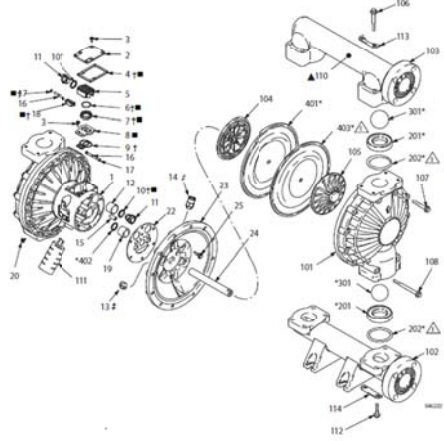
XI.2.1 La Organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.		10	0
XI.2.2 Para la gerencia, mantenimiento es sólo la reparación de los sistemas.		10	0
XI.2.3 La gerencia considera que no es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las paradas innecesarias de los sistemas; por lo tanto, no le da el apoyo requerido para que se cumplan los objetivos establecidos.		10	0
XI.2.4 La gerencia no delega autoridad en la toma de decisiones.		5	0
XI.2.5 La gerencia general no demuestra confianza en las decisiones tomadas por La Organización de mantenimiento.		5	0
<b>XI.3 Apoyo General</b>			<b>20</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la organización total, y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que la conforman.	20		
<b>Deméritos</b>			
<b>XI.3.1</b> No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente.		10	0
<b>XI.3.2</b> No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento.		10	0
<b>AREA XII: RECURSOS</b>			
<b>XII.1 Equipos</b>			<b>30</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.	30		
<b>Deméritos</b>			
<b>XII.1.1</b> No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		5	0
<b>XII.1.2</b> Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado.		5	0
<b>XII.1.3</b> El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.		5	0
<b>XII.1.4</b> Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es eficiente.		5	0
<b>XII.1.5</b> No se lleva registro de entrada y salida de equipos		5	0
<b>XII.1.6</b> No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.		5	0
<b>XII.2 Herramientas</b>			<b>30</b>
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.	30		
<b>Deméritos</b>			



<b>XII.2.1</b> No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.		10	0
<b>XII.2.2</b> No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.		5	0
<b>XII.2.3</b> Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.		5	0
<b>XII.2.4</b> No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.		5	0
<b>XII.2.5</b> No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.		5	0
<b>XII.3 Instrumentos</b>			30
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.	30		
<b>Deméritos</b>			
<b>XII.3.1</b> No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.		5	0
<b>XII.3.2</b> No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos.		5	0
<b>XII.3.3</b> El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.		5	0
<b>XII.3.4</b> Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia pero no se conoce o no se les el uso adecuado.		5	0
<b>XII.3.5</b> No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.		5	0
<b>XII.3.6</b> No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.		5	0
<b>XII.4 Materiales</b>			30
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en mantenimiento.	30		
<b>Deméritos</b>			
<b>XII.4.1</b> No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.		3	0
<b>XII.4.2</b> El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.		3	0
<b>XII.4.3</b> Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).		3	0
<b>XII.4.4</b> No se ha determinado el costo por falta de material.		3	0
<b>XII.4.5</b> No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.		3	0
<b>XII.4.6</b> No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.		3	0

<b>XII.4.7</b> No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.		3	0
<b>XII.4.8</b> No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.		3	0
<b>XII.4.9</b> No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.		3	0
<b>XII.4.10</b> No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.		3	0
<b>XII.5 Repuestos</b>			30
<b>Principio Básico</b>			
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de repuestos, de buena calidad y con facilidad para su obtención, y así evitar prolongar el tiempo de espera por repuestos, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Los repuestos se encuentran identificados en el almacén para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada repuesto, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los repuestos utilizados en mantenimiento.	30		
<b>Deméritos</b>			
<b>XII.5.1</b> No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.		3	1
<b>XII.5.2</b> Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.		3	0
<b>XII.5.3</b> Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).		3	3
<b>XII.5.4</b> No se ha determinado el costo por falta de repuestos.		3	3
<b>XII.5.5</b> No se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.		3	2
<b>XII.5.6</b> No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.		3	3
<b>XII.5.7</b> No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.		3	3
<b>XII.5.8</b> No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.		3	0
<b>XII.5.9</b> No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.		3	0
<b>XII.5.10</b> No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.		3	3

## 7.5. Fichas técnicas

<b>Ficha Técnica</b> 	
<b>Equipo:</b> Bomba Neumática <b>Marca:</b> Husky <b>Modelo:</b> 2150	<b>Cantidad:</b> 2 <b>Área:</b> Finca de Tanques <b>Serie:</b> -----
Imagen	Partes
	
Función Principal	Funciones secundarias
Bombear fluidos a una velocidad no mayor de 145 cpm con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.	Operar de manera segura y eficiente.
Características Técnicas	
<b>Presión máxima de trabajo:</b> 120 psi	<b>Máxima velocidad de bombeo:</b> 145 cpm
<b>Presiones de entrada del aire:</b> 20 a 120 psi	<b>Temperatura máxima de operación:</b> 150 ° F (65.5 ° C)
<b>Máximo consumo de aire:</b> 175 scfm	<b>Galones (Litros) por ciclo:</b> 1.03 (3.90)
<b>Consumo de aire a 70psi/60gpm:</b> 60 scfm	<b>Elevación máxima de succión:</b> 18 ft (548 m) húmeda o seca.
<b>Entrega máxima de flujo libre:</b> 150 rpm (568 L / min)	

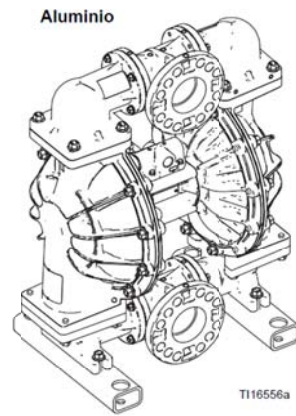
# Ficha Técnica



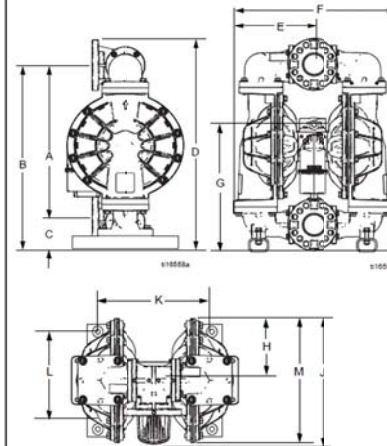
**Equipo:** Bomba Neumática  
**Marca:** Husky  
**Modelo:** 3300

**Cantidad:** -----  
**Área:** Finca de Tanques  
**Serie:** TI16556a

### Imagen



### Dimensiones



A	24,50 pulg. (62,2 cm)
B	28,63 pulg. (72,7 cm)
C	4,13 pulg. (10,5 cm)
D	32,56 pulg. (82,7 cm)
E	12,04 pulg. (30,6 cm)
F	24,08 pulg. (61,2 cm)
G	19,70 pulg. (50,0 cm)
H	8,25 pulg. (21,0 cm)
J	16,91 pulg. (42,9 cm)
K	16,56 pulg. (42,1 cm)
L	13,00 pulg. (33,0 cm)
M	16,5 pulg. (41,9 cm)

### Función Principal

Bombear fluidos a una velocidad no mayor de 103 cpm con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.

### Funciones secundarias

Operar de manera segura y eficiente.

### Características Técnicas

**Presión máxima de trabajo:** 125 psi  
**Rango de operación del aire:** 20-125 psi  
**Máximo consumo de aire:** 335 scfm  
**Consumo de aire a 70psi/100gpm:** 90 scfm  
**Entrega máxima de flujo libre:** 300 rpm a 125 psi

**Máxima velocidad de bombeo:** 103 cpm a 125 psi  
**Temperatura máxima de operación:** 150 ° F (65.5 ° C)  
**Caudal de fluido por ciclo:** 2,9 gal  
**Elevación máxima de succión:** 16 pies (S), 31 pies (H)

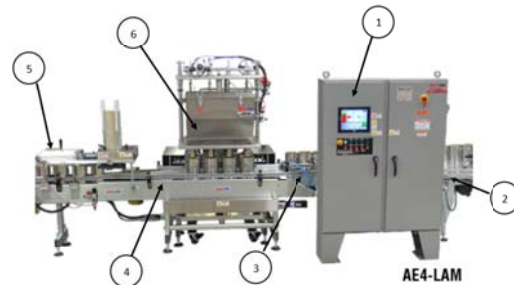
## Ficha Técnica



**Equipo:** Llenadora  
**Marca:** Ideal  
**Modelo:** AE4-LAM

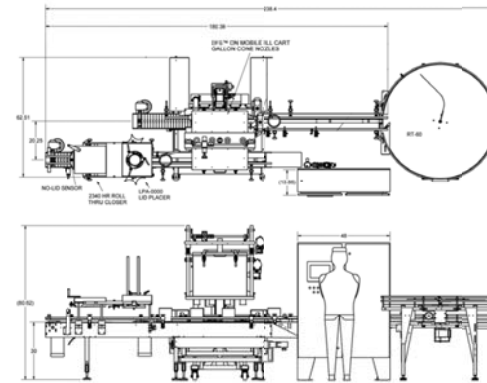
**Cantidad:** 1  
**Área:** Envazado y etiquetado 3000 gal  
**Serie:** 200784

### Imagen



- |                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| 1. Panel de control        | 4. Cadena transportadora |
| 2. Mesa giratoria          | 5. Tapadora              |
| 3. Cadena transportadora 1 | 6. Tolva Llenadora       |

### Vistas



### Función Principal

Llenar y tapar galones con pintura blanca y bases mediante un sistema de llenado por peso el cual opera neumáticamente de forma segura a una presión de aire que va de 80-100 psi.

### Funciones secundarias

Agrupar los galones en la cinta transportadora en forma ordenada de uno atrás del otro.  
 Transportar los galones hasta la tolva llenadora.  
 Pesar los galones de pintura hasta el peso deseado indicando a las llenadoras detenerse.

### Características Técnicas

Presión de aire: 80-100 psi  
 Volumen de aire a 80 psi : 60 SCFM  
 Voltaje necesario: 460 V

Fases: 3  
 Frecuencia: 60 Hz  
 Corriente: 15 amp

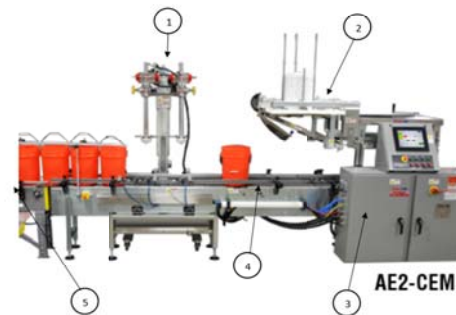
## Ficha Técnica



**Equipo:** Llenadora  
**Marca:** Ideal  
**Modelo:** AE2-CEM

**Cantidad:** 1  
**Área:** Envasado y etiquetado 3000 gal  
**Serie:** 200243

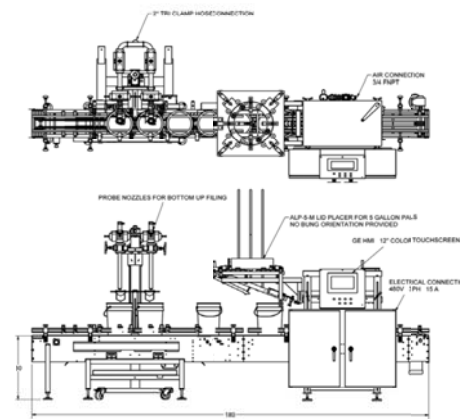
### Imagen



1. Llenadora  
 2. Tapadora  
 3. Panel de control

4. Cadena transportadora  
 5. Mesa Giratoria

### Vistas



### Función Principal

Llenar y tapar galones y cubetas con pintura de diferentes colores mediante un sistema de llenado por peso el cual opera neumáticamente de forma segura a una presión de aire que va de 80 psi.

### Funciones secundarias

Agrupar los galones en la cinta transportadora en forma ordenada de uno atrás del otro.  
 Transportar los galones hasta la tolva llenadora.  
 Peser los galones de pintura hasta el peso deseado indicando a las llenadoras detenerse.

### Características Técnicas

Presión de aire: 80-100 psi  
 Volumen de aire a 80 pis : 80 SCFM  
 Voltaje necesario: 460 V

Fases: 3  
 Frecuencia: 60 Hz  
 Corriente: 15 amp

## Ficha Técnica



<b>Equipo:</b> Llenadora <b>Marca:</b> Ideal <b>Modelo:</b> AE4-LEM	<b>Cantidad:</b> 1 <b>Área:</b> Envasado y etiquetado 3000 gal <b>Serie:</b> 200539
<p style="text-align: center;"><b>Imagen</b></p> <p style="text-align: right;"><b>AE4-LEM</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Panel de control</li> <li>2. Lenadora</li> <li>3. Cadena transportadora</li> <li>4. Tapadora</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Vistas</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Función Principal</b></p> <p>Llenar y tapar cubetas con pintura blanca mediante un sistema de llenado por peso el cual opera neumáticamente de forma segura a una presión de aire que va de 80 psi.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Funciones secundarias</b></p> <p>Agrupar los galones en la cinta transportadora en forma ordenada de uno atrás del otro.                  Transportar los galones hasta la tolva llenadora.                  Pesar los galones de pintura hasta el peso deseado indicando a las llenadoras detenerse.</p>
<b>Características Técnicas</b>	
Presión de aire: 80 psi Volumen de aire a 80psi : 80 SCFM Voltaje necesario: 460 V	Fases: 3 Frecuencia: 60 Hz Corriente: 30amp

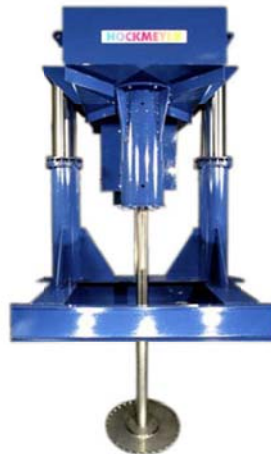
## Ficha Técnica



**Equipo:** Dispensor  
**Marca:** Hockmeyer  
**Modelo:** 9THH1200

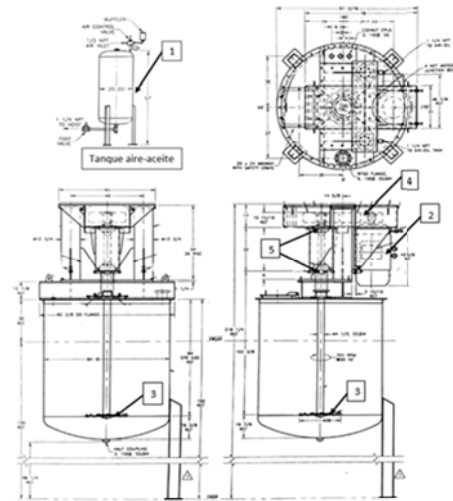
**Cantidad:**  
**Área:** Envazado y etiquetado 3000 gal  
**Serie:** 3994

**Imagen**



1. Sistema hidráulico
2. Motor 200 Hp
3. Disco de molienda
4. Bandas de transmisión
5. Rodamientos del eje de mezcla

**Vistas**



**Función Principal**

Disolver partículas sólidas en un líquido utilizando un disco con diente de sierra que rota a alta velocidad de forma segura.

**Funciones secundarias**

**Características Técnicas**


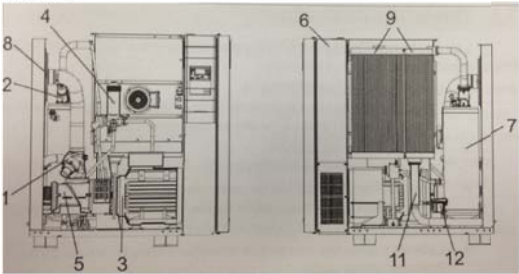
Fases: 3  
 Frecuencia: 60 Hz  
 Corriente: 224 amp

Potencia del motor: 200 Hp  
 Velocidad de rotación: 1190 rpm  
 Voltaje: 460 V




## Ficha Técnica




<b>Equipo:</b> Compresor <b>Marca:</b> Kaeser <b>Modelo:</b> CSD 75	<b>Cantidad:</b> 1 <b>Área:</b> Servicios <b>Serie:</b> 1418
<b>Imagen</b>	<b>Dimensiones</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Válvula de admisión</li> <li>2. Válvula de retención de presión mínima</li> <li>3. Motor del compresor</li> <li>4. Filtro de aceite</li> <li>5. Unidad compresora</li> <li>6. Tablero eléctrico</li> <li>7. Tanque separador de aceite</li> <li>8. Filtro de aire</li> <li>9. Enfriador de</li> <li>11. Separador ciclónico</li> <li>12. Drenaje de condensado</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div>
<b>Función Principal</b>	<b>Funciones secundarias</b>
Bombear fluidos a una velocidad no mayor de 103 cpm con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.	Operar de manera segura y eficiente.
<b>Características Técnicas</b>	
Tipo: CSD 75 Año: 2017 Presión de trabajo: 125 psig No Artículo: 101265.1 No Serie: 1418 No del equipo para el servicio: 6285102 ID fábrica: CO	Flujo volumetrico: 345cfm Voltaje: 460Y/ 266V Fases: 3 Frecuencia: 60 Hz RPM: 3578 Unidad APC: 94 Potencia: 75 HP

## 7.6. Análisis RCM Bombas

 <b>Hoja de Trabajo RCM</b>															
<b>Empresa:</b> Lanco <b>Equipo:</b> Bomba Neumática <b>Fecha:</b> 25/9/2018 <b>Marca:</b> Husky										<b>Páginas:</b> 1/1					
Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto		Tarea Propuesta				
1	Bombear fluidos a una velocidad determinada con una presión de trabajo y temperatura de operación inferior a 120 psi y 65,5°C respectivamente.	A La bomba no alcanza la presión necesaria.	Tapa de la válvula neumática y juntas.	1	I	La bomba presenta fugas de aire externas.	Los tomillos de la válvula neumática están flojos.	La junta de la válvula neumática o junta de la tapa se encuentran dañadas	1	3	Atrasos en las líneas productivas debido a que a bomba no es capaz de trasegar la cantidad de fluido necesario para la producción.	1	2	Inspeccionar que no hayan fugas de aire, verificando que la tapa de la válvula neumática y los tornillos no este flojos. De ser necesario apriete los tornillos según la secuencia descrita en el manual.	
2				2	0	Si la fuga continua, verificar el estado de la junta de la válvula neumática o junta de la tapa.									
3			Mangueras y conexiones	2	E	La bomba presenta fugas de aire externas.	Las mangueras neumáticas presentan fugas.	Los acoples están desajustados.	2	3	Atrasos en las líneas productivas debido a que a bomba no es capaz de trasegar la cantidad de fluido necesario la producción.	3	2	Revisar el desgaste o daños en las mangueras neumáticas y sus acoples en búsqueda de fugas. Cambiarla manguera o apretar las uniones de ser necesario.	
4		B Incapacidad de bombear fluidos.	Colectores y sellos	3	I	Fugas de fluido externas por las válvulas de retención de bola.	Los colectores están flojos.	El sellos entre colector y asiento se encuentran dañado.	Las juntas tóricas están dañadas.	3	2	Contaminación al medio ambiente debido a derrames de productos tóxicos.	4	2	Verificar que no hayan fugas de fluido, apretando los pernos de los colectores en caso de estar flojos. En caso de no funcionar cambiar sellos entre el colector o asiento.
5				4	I					4	1	Peligro de la seguridad de los trabajadores debido a derrames de producto inflamable.	5	2	Revisar que los pernos de la tapa se encuentren bien apretados.
6		A Operar de manera segura y eficiente.	A Incapacidad de operar de forma segura.	Base de la bomba	5	I	Exceso de vibraciones durante la operación de la bomba.	Pernos de sujeción desajustados	Componentes deteriorados	5	1	Peligro de la seguridad de los trabajadores debido a derrames de producto inflamable.	6	3	Realizar una limpieza general, verificando que los componentes mecánicos no estén deteriorados o dañados, cambiándolos de ser necesario.
												7	2	Verificar que la bomba se encuentre bien sujeta al piso. De lo contrario ajustar los pernos al de la base.	

## 7.7. Análisis RCM llenadoras

 <span style="float: right;"><b>Hoja de Trabajo RCM</b></span>															
<b>Empresa:</b> Larco		<b>Equipo:</b> Llenadora												<b>Páginas:</b> 1/3	
<b>Fecha:</b> 25/9/2018		<b>Marca:</b> Ideal													
Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta			
1	Llenar galones o cubetas con pintura a base de látex, mediante un sistema de llenado por peso que opera neumáticamente de forma segura a una presión de aire que va de 80-100 psi.	No se llenan los envases con pintura de manera adecuada.	Llenadora y boquillas	1	Fugas de producto	Mala posición del cilindro de aire (Llenadora LAM)	Presión de aire inadecuada	Acoples de mangueras neumáticas y llenadoras flojos.	1	4	Perdida de producto	1	2	Revisar que no existan fugas en boquillas. Revisar conexiones de suministro de producto con las llenadoras. Revisar que la presión de aire sea la adecuada. Verificar los cilindros de aire en la llenadora LAM	
2				La pintura sale de forma irregular por las boquillas.	Defectos en las boquillas.	Producto viejo obstruyendo la salida de la boquilla.	2	5	Boquillas en mal estado o con suciedad puede afectar la calidad del producto	2	2	Verificar que las boquillas no se encuentren dañadas. Limpiar boquillas eliminando cualquier obstrucción o suciedad.			
3				El sistema de ajuste de altura no funciona adecuadamente.	Haysuciedad en la rosca	No hay una lubricación adecuada	La rosca se encuentra golpeada	3	3	Puede producir atrasos en la producción y afectar la eficiencia de la misma	3	3	Limpiar la suciedad que evite que las llenadoras suban y bajen. Examinar el estado de la rosca en búsqueda de golpes. Lubricar de ser necesario para facilitar el movimiento.		
4			Sistema bombeo de producto	4	Fugas de producto en las mangueras o conexiones neumáticas.	Las mangueras neumáticas no están en buen estado y presentan fugas.	Los acoples están desajustados.	4	4	Perdida de producto	4	2	Revisar el estado de las mangueras neumáticas, actuadores y acoples en búsqueda de fugas.		
5				5	La bomba neumática no esta operando adecuadamente.	Fugas de producto	Fugas de aire comprimido	Pernos de sujeción desajustados	5	3	Se reduce la eficiencia de la producción y la perdida de producto.	5	2	Revisar correcto funcionamiento de las bombas. Ajustar los pernos de sujeción desajustados. Inspeccionar que no hallan fugas de producto o de aire comprimido.	



### Hoja de Trabajo RCM

Empresa: Lancco      Equipo: Llenadora  
 Fecha: 25/9/2018      Marca: Ideal

Páginas: 2/3

Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta				
6	Llenar galones o cubetas con pintura a base de látex, mediante un sistema de llenado por peso que opera neumáticamente de forma segura a una presión de aire que va de 80-100 psi.	B La presión de aire no es la adecuada.	Sistema de aire comprimido	6	I	Fugas en el sistema de aire comprimido	Las mangueras neumáticas no están en buen estado y presentan fugas.	Los acoples están desajustados.	El filtro se encuentra en mal estado.	6	5	Puede afectar directamente la calidad del producto ya que los sistemas neumáticos no trabajan de la manera en la que fueron diseñados.	6	2	Verificar que la presión de aire sea la adecuada. Revisar el estado de las mangueras neumáticas y acoples en búsqueda de fugas. Revisar filtro de aire y cambiar de ser necesario	
7		C El peso de los recipientes no es el adecuado.	Balanzas	7	I	Las balanzas no están marcando el peso correcto o funcionando de manera correcta	Suciedad y derrames de producto	Las balanzas están dañadas.	Sensor de posición de los envases no funciona.	7	3	Repercute en la eficiencia de la producción.	7	2	Limpiar cualquier derrame o suciedad presente en las balanzas. Revisar que las balanzas no se encuentren dañadas. Revisar que los sensores de posición en las balanzas no estén sucios y funciones adecuadamente.	
8	Transportar de forma ordenada y segura los galones y cubetas hacia las llenadora y la tapadora.	A No se transporta de manera adecuada los galones y cubetas	Cadena transportadora	8	I	El sistema se mueve de forma irregular e imprecisa	Suciedad en los componentes			8	3	Repercute en la eficiencia de la producción.	8	3	Realizar una limpieza general eliminando cualquier derrame o suciedad en la cadena transportadora, motores, sensores y actuadores.	
9				I	La transmisión de potencia no es la adecuada.	Los piñones están sucios o desgastados	Los roles no giran adecuadamente.			9	3	Repercute en la eficiencia de la producción.	9	3	Eliminar suciedad en el sistema de transmisión de la cadena, examinando el estado y desgaste de los rodamiento y engranes de transmisión de la cadena. Cambiar o lubricar de ser necesario.	
10				I	Mala posición de la cadena transportadora	La tensión de la cadena no es la adecuada	La cadena se encuentra desalineada.			10	1	Puede afectar la seguridad de los operarios.	10	2	Revisar tensión en la cadena, ajustar de ser necesario. Revisar que el alineamiento de la cadena sea el adecuado.	
11				I	Sensores y actuadores no operan correctamente.	Sensores y actuadores en mala posición o dañados.	Suciedad en sensores y actuadores	Presión inadecuada en los actuadores.			11	3	La eficiencia de la producción	11	2	Revisar que los sensores y actuadores presentes en las cadenas transportadoras estén en correcta posición y libres de suciedad. Verificar que la presión de aire sea la adecuada.
12				I	El botón de paro de emergencia de funciona o esta en mal estado	Suciedad					12	1	Puede afectar la seguridad de los operarios.	12	3	Limpiar y verificar que el botón de paro de emergencia funcione.



## Hoja de Trabajo RCM


**Empresa:** Lanco      **Equipo:** Llenadora

**Páginas:** 3/3

**Fecha:** 25/9/2018      **Marca:** Ideal

Función		Falla Funcional	Sub parte	Mdo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta				
13	Transportar de forma ordenada y segura los galones y cubetas hacia las llenadora y la tapadora.	No se transporta de manera adecuada los galones y cubetas	Mesa giratoria	12	I	El motor y reductor no giran adecuadamente	Suciedad	Cambio de aceite		13	3	La eficiencia de la producción	13	2	Revisar el estado del motor, eliminando cualquier suciedad que evite que gire adecuadamente. Revisar que no hayan fugas de aceite en el reductor y que este funcionando correctamente.	
14				13	I	Selectos de envases no esta	El brazo no cumple su función	El colector que deposita los envases en la cadena transportadora esta en mala posición	El colector esta dañado.		14	3	La eficiencia de la producción	14	2	Realizar una limpieza general de la mesa giratoria. Verificar que el brazo giratorio y el colocador de envases estén en buen estado y realicen su trabajo correctamente
15	Tapar los envases llenados de manera adecuada.	No se tapan correctamente los envases llenados	Tapadora	15	I	Sistema de ajuste de altura tapadora no permite que la tapa se pueda mover con facilidad de su posición.	Falta de lubricación de la rosca.	Mal estado de la rosca	Suciedad en la rosca	15	3	La eficiencia de la producción	15	3	Realizar una limpieza general de la tapadora. Revisar mecanismo de ajuste de altura, limpiar rosca y engrasar de ser necesario	
16				16	I	El mecanismo de estrella no funciona adecuadamente	La estrellas no giran debido a la suciedad	Mala posición de la tapas			16	5	La calidad del producto	16	3	Revisar mecanismo de estrella interna y estrella externa estén funcionando correctamente.
17				17	I	Los envases no circulan como deberían y no se tapan de manera correcta.	Posición incorrecta de la tapadora.	Cilindro trabado				17	5	La calidad del producto	17	2

## 7.8. Análisis RCM Dispensor

 <span style="float: right;"><b>Hoja de Trabajo RCM</b></span>																
<b>Empresa:</b> Lanco <b>Equipo:</b> Dispensor <b>Fecha:</b> 25/9/2018 <b>Marca:</b> Hockmeyer													<b>Páginas:</b> 1/2			
Función	Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta					
1	Disolver partículas sólidas en un líquido utilizando un eje giratorio con un disco con dientes de sierra que rota a alta velocidad de forma segura.	A El dispensor no rota de forma segura.	Banda de transmisión	1	I	Cubierta suelta	Exceso de aceite				1	1	Se podría causar algún accidente provocando daños en la salud de los operarios.	1	3	Realizar una limpieza general de las poleas y la faja, lubricando apropiadamente.
2				2	I	Desgaste o grietas en la faja de transmisión	Banda expuesta a elementos				2	6	Puede causar daños en la propia máquina	2	2	Verificar el estado de la faja en búsqueda de grietas o desgastes. Cambiar de ser necesario.
3				3	I	Cuemaduras en la faja debido al giro	Tensión insuficiente	Polea de transmisión detenida			3	6	Puede causar daños en la propia máquina	3	3	Revisar que la tensión en la faja es la indicada. Lubricar apropiadamente Verificar que la polea pueda girar libremente y no este detenida.
4				4	I	Desgaste del sobre	Deslizamiento constante	Polea áspera			4	6	Puede causar daños en la propia máquina	4	3	Tensar apropiadamente. Verificar el estado de la polea y reemplazar de ser necesario. Revisar que la faja este bien alineada.
5				5	I	Ruptura de faja	Golpe con carga	Objeto extraño	Vibración excesiva		5	3	Laeficiencia de la producción	5	5	Proveer protección. Instalar apropiadamente.
6				6	I	La faja se da vuelta	Desalineación de la unidad	Polea deteriorada			6	3	Laeficiencia de la producción	6	5	Reemplazar polea. Revisar que la faja este bien alineada.
7				7	I	Chillido de la faja	Golpe con carga				7	3	Laeficiencia de la producción	7	3	Revisar que la tensión en la faja es la indicada.
8				8	I	Vibración excesiva	Suciedad y polvo excesivo				8	5	la calidad del producto	8	3	Reemplazar e instalar apropiadamente la faja. Proveer protección. Revisar que la tensión en la faja es la indicada.
9				9	I	Desgaste en la brida de la polea.	Desalineación de la unidad				9	3	Laeficiencia de la producción	9	3	Revisar que la faja este bien alineada.
10				10	I	Estiramiento excesivo					10	6	La propia máquina	10	3	Revisar que la tensión en la faja es la indicada. Reemplazar polea




## Hoja de Trabajo RCM

**Empresa:** Lanco    **Equipo:** Dispensor  
**Fecha:** 25/9/2018    **Marca:** Hockmeyer

**Páginas:** 2/2

Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta			
11	Disolver partículas sólidas en un líquido utilizando un eje giratorio con un disco con dientes de sierra que rota a alta velocidad de forma segura.	B El dispersor no opera de forma segura	Motor	11	I	Vibración excesiva	Los tornillos de montaje están flojos.			11		11	2	Verificar que los tornillos de montaje, los pernos y las tuercas estén apretados	
12				I	El motor no opera adecuadamente	Humedad y suciedad en los devanados	Suciedad			12	3	La eficiencia de la producción	12	3	Eliminar la grasa y suciedad pegajosa utilizando un solvente comercial poco volátil. Cerciorarse de que no haya humedad o suciedad que pueda entrar en los devanados del motor.
13		C No se están disolviendo las partículas sólidas	Disco de molienda	13	I	El disco de molienda no es capaz de disolver las partículas sólidas eficientemente	Los dientes del disco están gastados			13	5	La calidad del producto	13	2	Reemplazar cuando un tercio de los dientes se hayan gastado.
14	Subir y bajar el eje giratorio de forma segura cuando finaliza la molienda.	A No se puede subir el eje giratorio	Sistema hidráulico	14	I	El sistema no sube y baja de forma adecuada	Falta de aceite			14	6	La propia máquina	14	2	Revisar nivel de aceite y reponer de ser necesario
15				I	El sistema no sube y baja de forma adecuada	No hay una presión adecuada	Presencia de fugas			15	3	La eficiencia de la producción	15	2	Revisar el estado de las mangueras, conexiones y sellos, cambiándolos de ser necesario. Revisar fugas y presión.

## 7.9. Análisis RCM Compresor

 <b>Hoja de Trabajo RCM</b>																
<b>Empresa:</b> Lanco		<b>Equipo:</b> Compresor												<b>Páginas:</b> 1/2		
<b>Fecha:</b> 25/9/2018		<b>Marca:</b> KAESER														
Función		Falla Funcional	Sub parte	Modo de Falla		Causa			Efecto			Tarea Propuesta				
1	Proporcionar aire comprimido a una presión de 125 psig de con un a un flujo constante de 345cfm.	No se alcanza la presión	Sistema de lubricación	1	I	Alta temperatura de aceite	Hay un nivel bajo de aceite	Fugas de aceite			1	6	la máquina no opera adecuadamente y puede dañarse debido al calentamiento de sus componentes.	1	2	Verificar que el nivel de aceite se encuentre en su nivel optimo mientras el equipo opera en carga. Llenar tan pronto descienda a mínimo.
2		No se alcanza la presión	Drenaje de condensado	2	I	El condensado no esta drenando	La unidad de servicio se encuanira dañada.				2	6	la máquina no opera adecuadamente y puede dañarse debido al calentamiento de sus componentes.	2	2	Revisar el drenaje de condensado. Cambiar la unidad de servicio si el condensado no se drena.
3		No se alcanza la presión	Enfriador	3	I	Perdidas de aceite refrigerante y aire comprimido	Fuga en el enfriador	Enfriadores obstruidos			3	6	Una obstrucción aumenta el grado de desgaste y el riesgo por avería.	3	3	Limpiar el enfriador y verificar no existan fugas
4		No se alcanza la presión	Enfriador	4	I	No hay un enfriamiento adecuado de los componentes.	Manto filtrante sucio.				4	3	E enfriamiento de los componentes pierde efectividad.	4	2	Revisar y limpiar el manto filtrante del enfriador.
5		No se alcanza la presión	Filtro de aire	5	I	Aire contaminado y saturado de partículas	Filtro de aire dañado o saturado				5	3	El aire esta coitaminado, causando que los usuarios neumáticas no operen de manera adecuada.	5	3	Cambiar el del filtro de aire
6		No se alcanza la presión	Filtro de aceite	6	I	Alta temperatura de aceite	Filtro de aceite dañado				6	6	la máquina no opera adecuadamente y puede dañarse debido al calentamiento de sus componentes.	6	3	Cambiar el filtro de aceite.
7		No se alcanza la presión	Motor	7	I	Motor no opera de manera adecuada	Falta de lubricación de los rodamientos				7	2	Lamaquina no opera de nanera adecuada y puede dañarse.	7	2	Revisar el estado de los rodameinto y lubricarlos con utilizando una grasa similar a ESSO UNIREX N3.





### Hoja de Trabajo RCM

Empresa: Lanco    Equipo: Compresor  
 Fecha: 25/9/2018    Marca: KAESER

Páginas: 2/2

Función	Falla Funcional	Sub parte	Modode Falla	Causa	Efecto	Tarea Propuesta	
8	No se alcanza la presión	Motor	8   Ruptura del acople del motor.	Grietas, ruidos y cambios de color en el acople	8 6 La maquina no opera de manera adecuada y puede dañarse.	8 2 Verificar que acople no presenten ruidos, grietas superficiales o cambio de color.	
9	No se alcanza la presión	Intercambiador	9   El intercambiador no es capaz de transferir calor de manera adecuada.	Acumulación de depósitos en el intercambiador de calor	9 3 Reducción en su capacidad de transferencia de calor	9 2 Revisar el intercambiador de calor para descartar fugas y contaminación.	
10	No se alcanza la presión	Conexiones electricas	10   La maquina no se comporta de manera inadecuada apagandose o encendiandose.	Hay problemas con una de las conexiones eléctricas	10 6 Reducción de la vida útil del equipo	10 2 Verificar que todas las conexiones eléctricas estén bien ajustadas	
11	No se alcanza la presión	Sistema de seguridad	11   No se apaga el equipo de forma automática al alcanza una temperatura de 230 F.		11 6 Reducción de la vida útil del equipo	11 2 Verificar el funcionamiento de apagado del térmico de seguridad.	
12	No se alcanza la presión	Sistema de seguridad	12   No se apaga el equipo de al oprimir el boton de paro de emergencia	Boton dañado	Suciedad en el tablero	12 1 Puede llegar a afectar la salud y seguridad de las personas al no poder controlar ni detener al equipo.	12 2 Limpiar y verificar que el boton de paro de emergencia funcione adecuadamente.
13	No se alcanza la presión	Panel de control	13   No hay un enfriamiento adecuado de los componente.	Manto filtrante sucio.	Tablero eléctrico sucio.	13 6 La máquina no opera adecuadamente y puede dañarse debido al calentamiento de sus componentes.	13 2 Revisar y limpiar el manto filtrante del panel de control.
14	No se alcanza la presión	Separador de aceite	14   El cartucho del separador de aire esta dañado			14 5 Puede llegar a afectar la calidad del producto	14 3 Cambiar el cartucho del separador de aceite
15	No se alcanza la presión	Aceite refrigerante	15   El aceite refrigerante no esta cumpliendo su trabajo	Perdida de sus propiedades		15 5 Puede llegar a afectar la calidad del producto	15 3 Cambiar el aceite refrigerante

## 7.10. Planes de Mantenimiento Programado

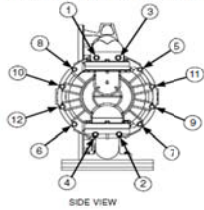
 <b>Manual de Mantenimiento Programado</b>			Fecha: 30/10/2018 Núm.: 1				
Núm.	Componente	Actividad a realizar	Día				
Llenadoras Neumáticas IDEAL			L	K	M	J	V
1	Llenadoras	Limpiar boquillas eliminando cualquier obstrucción o suciedad.					
2	Llenadoras	Verificar que no existan fugas de producto en las boquillas					
3	Llenadoras	Verificar que las boquillas no se encuentren dañadas.					
4	Llenadoras	Revisar las conexiones de suministro de producto en búsqueda de fugas.					
5	Llenadoras	Revisar el cierre de la tolva					
6	Balanzas	Limpiar cualquier derrame o suciedad presente en las balanzas.					
7	Balanzas	Revisar que las balanzas no se encuentren dañadas.					
8	Balanzas	Verificar que los sensores de posición en las balanzas no estén sucios y funciones adecuadamente.					
9	Cadena transportadora	Realizar una limpieza general eliminando cualquier derrame o suciedad en la cadena transportadora y motores.					
10	Cadena transportadora	Revisar que los sensores y actuadores estén en correcta posición y libres de suciedad.					
11	Cadena transportadora	Limpiar y verificar que el botón de paro de emergencia funcione.					
12	Mesa giratoria	Realizar una limpieza general de la mesa giratoria.					
13	Mesa giratoria	Verificar que el brazo giratorio y el colocador de envases estén en buen estado y realicen su trabajo correctamente					
14	Tapadora	Realizar una limpieza general de la tapadora.					
15	Tapadora	Verificar que el nivel de altura de la tapadora sea el adecuado					
16	Tapadora	Verificar que los rodillos giren libremente.					
Día	Nombre Encargado	Observaciones	Firma:				
L							
K							
M							
J							
V							



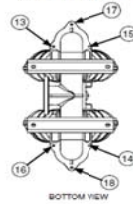
# Secuencia de apriete

## Bomba Neumática 3275

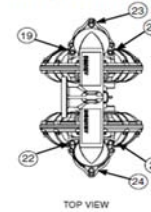
1. Left/Right Fluid Cover  
Torque bolts to 55–60 ft-lb (75–81 N•m)



2. Inlet Manifold  
Torque bolts to 55–60 ft-lb (75–81 N•m)

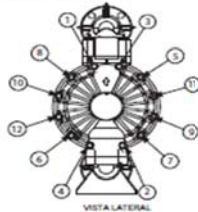


3. Outlet Manifold  
Torque bolts to 55–60 ft-lb (75–81 N•m)

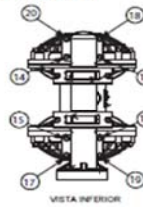


## Bomba Neumática 2150

1. Tapas de fluido izquierda/derecha  
Apriete los pernos a un par de 190-220 in-lb  
(21-25 N•m)



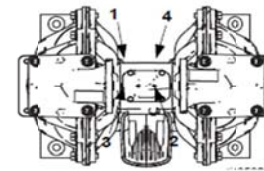
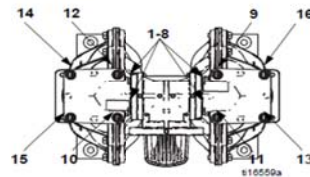
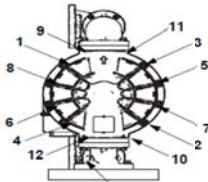
2. Colector de entrada  
Apriete los pernos a un par de 150-180 in-lb  
(17-18 N•m)




3. Colector de salida  
Apriete los pernos a un par de 150-160 in-lb  
(17-18 N•m)



## Bomba Neumática 3300



## 7.12. Planes de mantenimiento llenadoras

		<b>Manual de Mantenimiento Preventivo</b>		Fecha: 30/10/2018			
				Núm 1			
<b>Llenadora Neumática IDEAL</b>							
Núm.	Componente	Actividad a realizar	X	FRE	DUR	ENCAR	
1	Llenadoras	Limpiar boquillas eliminando cualquier obstrucción o suciedad.		D	2	O	
2	Llenadoras	Verificar que no existan fugas de producto en las boquillas		D	2	O	
3	Llenadoras	Verificar que las boquillas no se encuentren dañadas.		D	2	O	
4	Llenadoras	Revisar las conexiones de suministro de producto en búsqueda de fugas.		D	2	O	
5	Llenadoras	Verificar que el sistema de ajuste de altura trabaje adecuadamente.		S	4	T	
6	Llenadoras	Limpiar y engrasar el sistema de ajuste de altura de ser necesario.		S	3	T	
7	Llenadoras	Revisar el cierre de la tolva		S	2	T	
8	Balanzas	Limpiar cualquier derrame o suciedad presente en las balanzas.		D	2	O	
9	Balanzas	Revisar que las balanzas no se encuentren dañadas.		D	2	O	
10	Balanzas	Verificar que los sensores de posición en las balanzas no estén sucios y funciones adecuadamente.		D	2	O	
11	Banda transportadora	Realizar una limpieza general eliminando cualquier derrame o suciedad en la cadena transportadora y motores.		D	5	O	
12	Banda transportadora	Revisar que los sensores y actuadores estén en correcta posición y libres de suciedad.		D	2	O	
13	Banda transportadora	Eliminar suciedad en el sistema de transmisión de la cadena, examinando el estado y desgaste de los rodamiento y engranes de transmisión de la cadena. Cambiar o lubricar de ser necesario.		M	10	T	
14	Banda transportadora	Limpiar y examinar los motores eléctricos de las cadenas transportadoras.		M	10	T	
15	Banda transportadora	Revisar tensión en la cadena, ajustar de ser necesario.		S	10	T	
16	Banda transportadora	Revisar alineamiento de la cadena.		S	10	T	
17	Banda transportadora	Verificar que la presión de aire sea la adecuada.		S	2	T	
18	Banda transportadora	Limpiar y verificar que el botón de paro de emergencia funcione.		D	2	O	
19	Mesa giratoria	Limpiar y revisar el estado del motor y reductor.		M	5	T	
20	Mesa giratoria	Revisar que no hayan fugas de aceite en el reductor y que esté funcionando correctamente.		M	5	T	
21	Mesa giratoria	Realizar una limpieza general de la mesa giratoria.		D	2	O	

22	Mesa giratoria	Verificar que el brazo giratorio y el colocador de envases estén en buen estado y realicen su trabajo correctamente		D	2	O
23	Bombeo	Revisar el estado de las mangueras neumáticas, actuadores y acoples en búsqueda de fugas.		S	5	T
24	Bombeo	Revisar correcto funcionamiento de las bombas.		M	3	T
25	Bombeo	Ajustar los pernos de sujeción desajustados.		M	3	T
26	Aire comprimido	Verificar que la presión de aire sea la adecuada.		S	2	T
27	Aire comprimido	Revisar el estado de las mangueras neumáticas y acoples en búsqueda de fugas de aire.		S	2	T
28	Aire comprimido	Revisar filtro de aire y cambiar de ser necesario		S	5	T
29	Tapadora	Realizar una limpieza general de la tapadora.		D	5	O
30	Tapadora	Verificar que el sistema de ajuste de altura trabaje adecuadamente.		S	2	T
31	Tapadora	Limpiar y engrasar el sistema de ajuste de altura de ser necesario.		S	4	T
32	Tapadora	Revisar mecanismo de estrella interna y estrella externa estén funcionando correctamente.		S	5	T
33	Tapadora	Verificar que el nivel de altura de la tapadora sea el adecuado		D	2	O
34	Tapadora	Verificar que los rodillos giren libremente.		D	2	O

**Observaciones:**

Núm:


Hora de inicio: \_\_\_\_\_

Código del equipo : \_\_\_\_\_

Hora de finalización: \_\_\_\_\_

Firma del encargado: \_\_\_\_\_



