

## **Diseño de un sistema de gestión basado en la norma NB 12017:2020 para la estructuración del proceso de mantenimiento en la empresa Valencia Citrus S.R.L**

Lizeth Roxana Tinta Quinteros<sup>1</sup>, Juan Carlos Salgueiro García<sup>2</sup>, Zorel Gómez Vargas<sup>3</sup>  
Estudiante Sociedad Estudiantil Científica de Ingenieros Industriales de la Católica (SECIIC) – UCB SCZ<sup>1</sup>

lizethtinta@ucb.edu.bo<sup>1</sup>

Docente Asesor - Carrera de Ingeniería Industrial UCB-SCZ<sup>2</sup>

jsalgueiro@ucb.edu.bo<sup>2</sup>

Docente Investigador - Carrera de Ingeniería Industrial UCB-SCZ<sup>3</sup>

zgomez@ucb.edu.bo<sup>3</sup>

### **Resumen**

*A lo largo de los años el proceso de mantenimiento ha pasado por distintas fases a la par del desarrollo industrial, desde su inicio, conocida como actividad cuya finalidad era reparar averías hasta la aparición de nuevas técnicas, metodologías y tecnologías para el mantenimiento. No obstante, los avances tecnológicos no se han visto reflejados de igual manera, es por ello que la evolución del mantenimiento no se muestra equitativo en cuanto a la ejecución de los procesos en distintas partes del mundo. En Bolivia, en 2013, se crea la norma técnica de mantenimiento, la cual identifica un modelo de gestión para las buenas prácticas de mantenimiento.*

*Este trabajo tiene como propósito el diseño de un sistema de gestión en el que se identifique la estructura para el proceso de mantenimiento en la empresa Valencia Citrus S.R.L. Inicialmente se realiza la caracterización del desarrollo de los procesos que comprende el mantenimiento en esta organización, para así mediante la aplicación de herramientas de evaluación llevar a cabo el diagnóstico de la gestión actual identificando las áreas que presenten mayores falencias en el sistema.*

*Una vez identificados los procesos débiles en la gestión de mantenimiento, según requisitos de la norma y la categoría determinada, se realiza el diseño del sistema de gestión de mantenimiento de activos a través de la definición de los procesos administrativos y operativos, así como la identificación de herramientas para la aplicación de buenas prácticas de mantenimiento. El diseño del sistema de gestión tiene aplicabilidad a toda la planta de producción.*

**Palabras Clave:** *Gestión de mantenimiento, Mantenimiento, NB 12017, Sistema de gestión de mantenimiento de activos.*

### **Abstract**

*Covering years, the maintenance process has gone through different phases along with industrial development, from its inception, known as an activity whose purpose was to repair breakdowns until the appearance of new techniques, methodologies, and technologies for maintenance. However, technological advances have not been reflected in the same way, which is why the evolution of maintenance is not equitable in terms of the execution of processes in different parts of the world. In Bolivia, in 2013, the technical maintenance standard was created, which identifies a management model for good maintenance practices.*

*The purpose of this work is to design a management system in which the structure for the maintenance process in the company Valencia Citrus S.R.L. is identified. Initially, the characterization of the development of the processes that include maintenance in this organization is carried out, to carry out the diagnosis of the current management through the application of evaluation tools, identifying the areas that present the greatest deficiencies in the system.*

*Once the weak processes in maintenance management have been identified, according to the requirements of the standard and the determined category, the design of the asset maintenance management system design is carried out through the definition of administrative and operational processes, as well as the identification of tools for the application of good maintenance practices. The design of the management system applies to the entire production plant.*

**Key words:** *Maintenance, Maintenance Management, NB 12017.*

## I. INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años se han ido incorporando nuevas metodologías y técnicas de mantenimiento alineadas a modelos de gestión. El término mantenimiento de igual forma ha adquirido diversas definiciones conforme la aparición de nuevos tipos de mantenimiento y acorde a las exigencias del desarrollo industrial.

En Bolivia, el desarrollo de las industrias ha tenido menor velocidad de avance, actualmente la base empresarial se caracteriza por un gran número de microempresas, representando el 90% de las unidades económicas para ser más precisos [1]. Sin embargo, estas microempresas han mostrado lentitud en el desarrollo de su economía debido a la informalidad de sus procesos y falta de estructuración en su gestión [2]

En este sentido el proceso de mantenimiento se enfoca en ser un área más operativa y aplicable conforme las necesidades de la organización. A razón de esto, en 2013, se crea la primera norma técnica de mantenimiento, la NB 12017 Sistema de Gestión de Mantenimiento de Activos-Requisitos [3], con el objeto principal de gestionar de manera eficiente la conservación de activos.

Este proyecto tiene como propósito el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento de activos para una empresa elaboradora de bebidas en el departamento de Santa Cruz, Bolivia.

### 1. PROBLEMÁTICA

La empresa Valencia Citrus S.R.L. dedicada a la elaboración de productos saludables e innovadores, cuenta con una planta de producción ubicada en el parque industrial, manzana 3. La línea de productos de la empresa está conformada por Bebidas isotónicas Santé Sport, Bebida funcional Santé Plus, Zumos de frutas Santa María, Agua de Mesa Santé, y su producto más reciente Namasté.

Con el crecimiento de la empresa y las nuevas metas de producción, el departamento de mantenimiento ha adquirido una mayor exigencia y compromiso para su gestión, teniendo como objetivo principal garantizar el correcto funcionamiento tanto de las equipos, máquinas e instalaciones ubicados dentro de planta.

A fin de determinar el planteamiento del problema en el desarrollo del mantenimiento de la empresa Valencia Citrus, se identificaron como causas principales una estructura estratégica incompleta, planificación de mantenimiento deficiente, ejecución informal del mantenimiento además de un sistema de información insuficiente. Indagando en las causas raíz se determinaron políticas y objetivos no definidos, inexistencia de indicadores, escasa base de datos, procedimientos de

mantenimiento no documentados, inadecuada recolección de datos, entre otros.

Con los factores mencionados, se plantea como problema principal una deficiente estructura de sistema de gestión de mantenimiento.

### 2. OBJETIVO

Definido el problema principal como objetivo general del presente proyecto se tiene el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa Valencia Citrus S.R.L. con base en los requisitos de la Norma NB 12017:2020, para la gestión eficiente de la conservación de activos.

### 3. JUSTIFICACIÓN

De esta forma se asegurará el cumplimiento de las buenas prácticas de mantenimiento en la organización además de llevar un control tanto de los procesos como del sistema de gestión verificando que sean de manera eficaz y eficiente tanto técnica como financieramente.

### 4. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La definición del término mantenimiento puede variar de un autor a otro, por los diversos enfoques que se le han otorgado.

Según la revisión literaria realizada y tomando como base las concepciones de Normas de mantenimiento como la EN 13306 (2018), NB 12017 (2020), y autores literarios como J. Moubray (1997), José A. Medrano et Al. (2017) entre otros, se concluye en la definición de mantenimiento: conjunto de acciones orientado a conservar los activos en servicio, al máximo rendimiento y a un costo razonable.

Respecto a la gestión de mantenimiento, de acuerdo con la norma europea EN 13306:2018, éste es entendido como el conjunto de actividades de la gestión que determinan los requisitos, los objetivos, las estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios tales como la planificación del mantenimiento, el control de este y la mejora de las actividades de mantenimiento y las cuestiones económicas.

En Bolivia, en 2013, se publica la norma técnica boliviana NB 12017 “Sistemas de Gestión de Mantenimiento de Activos – Requisitos” aplicable a todo tipo y tamaño de organización, así como a todo tipo de activos y actividades de mantenimiento. En ella se define como sistema de gestión de mantenimiento de activos al conjunto de elementos interrelacionados que tienen el propósito de conservar o restaurar la función de los activos, sistemas de activos o instalaciones, unidades o plantas para lograr que estos se desempeñen de manera

eficiente y se obtenga el valor deseado por la organización durante su tiempo de vida.

Por consiguiente, es importante definir la estrategia a seguir, entendido como el método de gestión utilizado para lograr los objetivos del mantenimiento. Las estrategias generalmente conocidas son: Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Proactivo y Mantenimiento de clase mundial (WCM), entre otras. De igual forma la aplicación de las actividades se establecerán según el tipo de mantenimiento siendo éstos mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo o mantenimiento basado en la condición entre los más conocidos.

## II. METODOLOGÍA

A fin de conocer mejor el desarrollo del mantenimiento en la caracterización del proceso se determinó que la gestión actual de departamento se organiza bajo un sistema de mantenimiento preventivo. La estructura organizacional cuenta con un jefe de planta responsable de la planificar, dirigir y controlar el mantenimiento, y dos mecánicos a cargo de la ejecución de las actividades.

La metodología empleada en el diagnóstico del sistema de gestión actual de mantenimiento según el método deductivo consistió en la aplicación de tres herramientas de evaluación.

### 1. Evaluación de la efectividad del mantenimiento

La primera herramienta fue la evaluación de la efectividad de mantenimiento, o por sus siglas en inglés *Maintenance Effectiveness Surveyc* (MES) [4] cuyo objetivo es

**Figura 1** podemos observar el resultado promedio de cada pregunta para las áreas evaluadas.

determinar el nivel de gestión de mantenimiento mediante la evaluación de cinco áreas: Recursos gerenciales, Gerencia de la información, Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo, Planificación y ejecución y la última área de Soporte, Calidad y Motivación.

Esta evaluación se realiza mediante un cuestionario conformado por un total de 60 preguntas. Para cada área evaluada se tienen 12 preguntas.

El método de calificación se realizó en función de la escala del 1 al 5, siendo la interpretación de la siguiente forma:

- 1: No se cuenta, deficiente
- 2: Deficiente
- 3: Regular
- 4: Bueno
- 5: Excelente

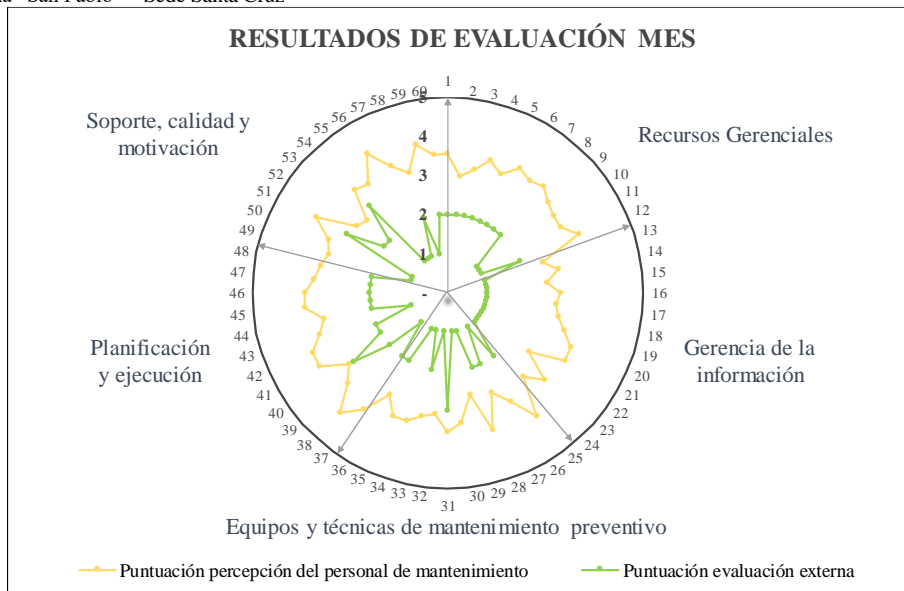
La encuesta se realizó a un total de 9 participantes, 3 del área de mantenimiento y 6 del área de producción.

El resultado obtenido fue un total de 203 puntos de una puntuación máxima de 300, entrando en la categoría de Nivel de Buenas Prácticas de Manufactura. Si bien este resultado refleja la percepción del personal evaluado, se considera que no se obtuvo concordancia con la situación evidenciada durante la ejecución de las practicas pre profesionales. Es así, que se decide realizar una décima evaluación a cargo de un evaluador externo (autor del presente proyecto).

Con la décima evaluación se obtiene un resultado distinto, tomando en cuenta criterios de evaluación en base revisión literaria de gestión de mantenimiento, la organización tuvo una calificación de 193 puntos categorizándola en un Nivel Aceptable de Mantenimiento.

En el diagrama Radar de la

**Figura 1.** Diagrama Radar resultados evaluación MES



Se identifican como áreas con mayor oportunidad y en consecuencia con menor puntuación en el siguiente cuadro.

**Cuadro 1.** Resultado de evaluación por áreas

Áreas evaluadas	Total puntuación por área	Puntuación máxima
Recursos gerenciales	39	60
Gerencia de la información	33	60
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	37	60
Planificación y ejecución	41	60
Soporte, calidad y motivación	40	60
<b>Categoría actual</b>	Nivel aceptable en mantenimiento	

## 2. Evaluación del Cumplimiento de la Norma NB 12017:2020

La segunda herramienta de diagnóstico fue el diseño de una evaluación del cumplimiento de los requisitos de la norma en su versión 2020.

En este caso se diseñaron las preguntas a evaluar según requerimientos de la NB 12017:2020. Los resultados de la lista de evaluación previamente revisada por la encargada de gestión de la empresa, indican un 26% de cumplimiento de los requerimientos definidos por la Norma. En la **Figura 2** podemos observar las áreas evaluadas con los respectivos índices de cumplimiento en cada uno.

**Figura 2.** Resultado de la evaluación del cumplimiento de los requisitos de la NB 12017:2020



Mediante la evaluación se identificaron los procesos débiles en la gestión del mantenimiento según los requisitos de la NB 12017.

## 3. Evaluación del desempeño del proceso de mantenimiento

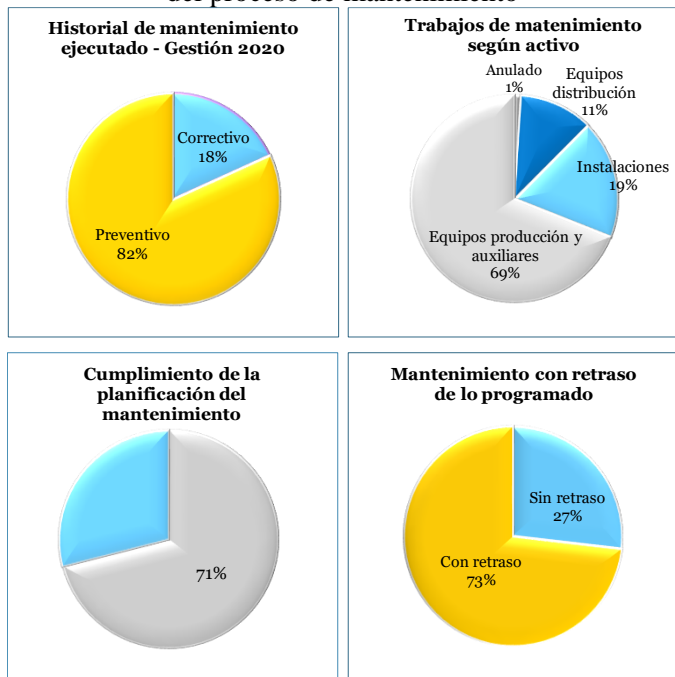
Una vez identificados los procesos que tienen mayor oportunidad de mejorar, según los requisitos de la Norma se efectuaron evaluaciones enfocados en estos procesos.

En el caso del proceso de mejora, se evaluó el desempeño del proceso de mantenimiento. Inicialmente se hizo la recolección de datos disponibles en la información documentada, se almacenó en una base de datos y posteriormente se analizó la información.

De acuerdo al historial físico de órdenes de trabajo de la gestión 2020 se conoció que el 82% de los trabajos fueron preventivos y el 18% correctivo. La aplicabilidad del mantenimiento abarcó un 69% a equipos de producción y auxiliares. Respecto al cumplimiento del Planificación anual se determinó que en la gestión 2020 se tuvo un 71% de cumplimiento de las tareas, tomando en cuenta el evento como fue la pandemia la organización no realizó

actividades durante los meses de abril mayo y junio. Y finalmente se estimó que del total de los trabajos programados el 73% se realizaron fuera del mes programado. Los resultados de la evaluación del desempeño del mantenimiento se muestran en la **Figura 3**.

**Figura 3.** Resultados de la evaluación del desempeño del proceso de mantenimiento



trabajo, puesto que se registran trabajos como preventivo cuando incluso ya se ha incurrido en una falla funcional de los equipos. Los mantenimientos correctivos registrado son correspondientes a los equipos de distribución a solicitud del personal del área logística. Se verificó, además, que existen trabajos que no han sido registrados generando una deficiente base de datos para posterior retroalimentación y análisis de mejora del proceso.

Posteriormente, el siguiente proceso con menor cumplimiento, el de planificación, se identifica como principal falencia la falta de aplicación de indicadores de mantenimiento que midan el desarrollo de objetivos.

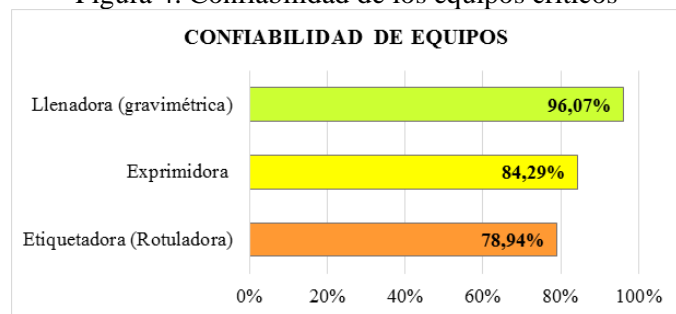
Es así que, en la evaluación del desempeño de los procesos se enfocó en el empleo de indicadores de clase mundial como los índices de tiempo medio entre fallas, tiempo medio entre reparaciones y confiabilidad.

En esta evaluación, primero se realizó la identificación de los puntos de control empleando el análisis de la criticidad por riesgo a los activos de la planta de producción en el cual se identificaron 5 activos críticos, 21 activos medianamente críticos y 55 activos no críticos.

De acuerdo a la evaluación realizada, se buscó respaldar el resultado obtenido con la situación actual del proceso mantenimiento. Uno de los hallazgos resaltantes fue la informalidad en la ejecución de los procesos tanto operativos como administrativos. No se tiene exigencia por el cumplimiento de procedimientos que garanticen la eficacia del mantenimiento puesto que no disponen de estos documentos, ni métodos de evaluación de los procesos. En la ejecución del mantenimiento preventivo no se administran de manera adecuada las ordenes de

De los activos críticos se decidió tomar los tres con el mayor nivel de criticidad, a los cuales se determinó el nivel de confiabilidad, mostrados en la Figura 4.

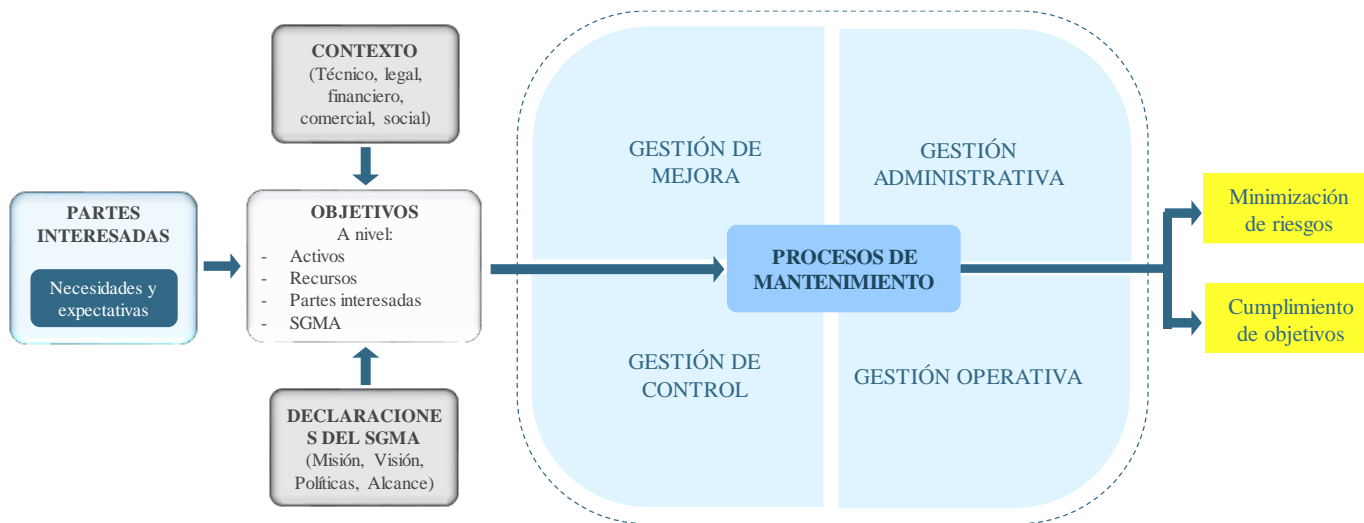
**Figura 4.** Confiabilidad de los equipos críticos



### III. RESULTADOS

El diseño del sistema de gestión estará definido por los requerimientos de la NB 12017:2020. El modelo presentado por la Norma se basa en la gestión por procesos aplicando la metodología Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) identificando la gestión administrativa, operativa, de control y la gestión de mejora como se pueden observar en la los procesos administrativos y operativos y su desarrollo se describen en los procedimientos elaborado..

**Figura 5.** Modelo del Sistema de Gestión de Mantenimiento de Activos NB12017:2020



**A. Diseño del sistema de gestión de mantenimiento con base en la norma NB 12017:2020**

Inicialmente, según el modelo de gestión definido por la Norma, se requiere realizar el análisis del contexto del proceso de mantenimiento, la identificación de las partes interesadas sus necesidades y expectativas y a partir de las declaraciones del SGMA se establecen los objetivos a fin de determinar los procesos necesarios para lograr las metas.

**Cuadro 2.** Lineamientos de la NB 12017:2020

REQUISITOS DE LA NORMA NB 12017:2020	
<b>4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN</b>	4.1 Comprensión de la organización y su contexto
	4.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas
	4.3 Determinación del Alcance del SGMA
	4.4 Sistema de Gestión de Mantenimiento de Activos (SGMA)
<b>5. LIDERAZGO</b>	5.1 Liderazgo y compromiso
	5.2 Política
	5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización
<b>6. PLANIFICACIÓN</b>	6.1 Gestión administrativa del SGMA
	6.2 Acciones para abordar riesgos y oportunidades
	6.3 Objetivos y planificación para lograr los objetivos
<b>7. APOYO</b>	7.1 Recursos
	7.2 Competencia
	7.3 Toma de conciencia
	7.4 Comunicación
	7.5 Información documentada
	7.6 Recursos materiales
<b>8. OPERACIÓN</b>	8.1 Gestión operativa del SGMA

**B. Lineamientos de la NB12017:2020 para establecimiento de procesos**

Los requisitos de la norma técnica boliviana NB12017:2020 se presentan en el Cuadro 2 y las características de cada uno para el establecimiento del sistema de gestión de mantenimiento de activos.

	8.2 Planificación y Control Operacional
	8.3 Gestión de cambios
	8.4 Contrato a terceros
<b>9. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO</b>	9.1 Gestión de control
	9.2 Seguimiento, medición, análisis y evaluación
	9.3 Auditorías internas
	9.4 Revisión por la dirección
<b>10 MEJORA</b>	10.1 Gestión de mejora
	10.2 Imprevistos, acciones correctivas y preventivas
	10.3 Mejora

A fin lograr el cumplimiento de los requisitos de la norma, se desarrolló el presente trabajo mediante el análisis de cada capítulo identificando las herramientas para su implementación.

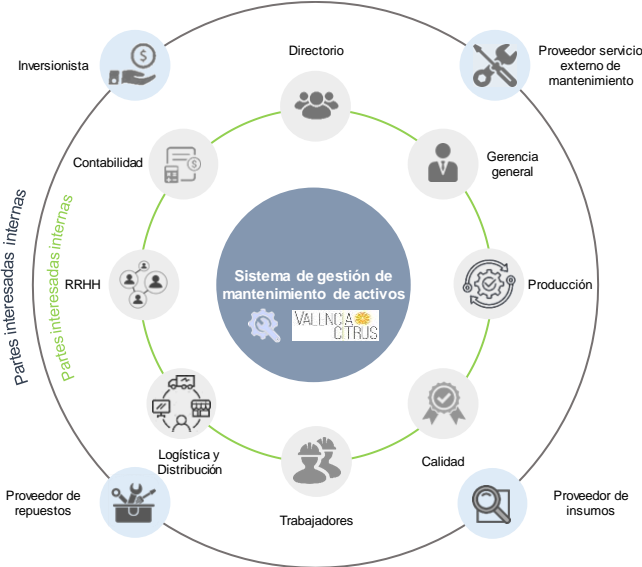
En el capítulo de contexto de la organización se definió el contexto de la organización, siendo la base para determinar el contexto del proceso de mantenimiento y así conocer la situación actual de su desarrollo. En base al análisis de la situación actual del departamento de mantenimiento de la empresa Valencia Citrus se determinó que existe informalidad en la planificación y

Revista: Gerente Industrial v 1.0  
 Carrera de Ingeniería Industrial  
 Universidad Católica Boliviana “San Pablo” – Sede Santa Cruz

ejecución de los procesos de mantenimiento, a pesar del compromiso y trabajo en equipo del personal, no se tiene establecido una estructura organizacional que asegure la eficiencia en la ejecución de las actividades, además de la limitada base de datos para diseño de modelos y estrategias de mantenimiento.

Además, se determinó los requerimientos de las partes interesadas identificados en la Figura 6.

**Figura 6.** Partes interesadas del SGMA empresa Valencia Citrus S.R.L.



En la gestión de administrativa del mantenimiento, la Norma indica la importancia de realizar un análisis de riesgos y oportunidades del proceso de mantenimiento, es así que se aplica la metodología implementada en la organización y se determinaron los riesgos y oportunidades analizando las actividades para abordar cada una.

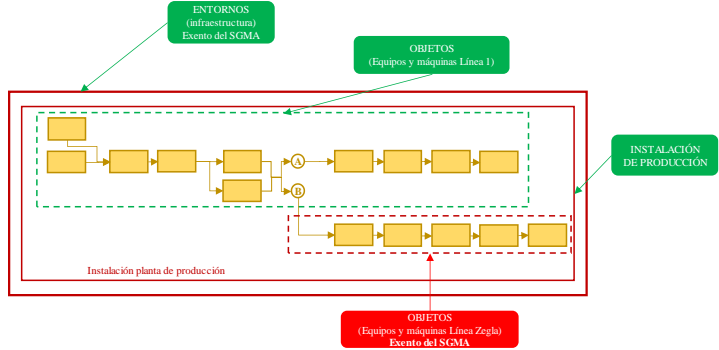
Definidas las acciones para responder a los riesgos y oportunidades, y las políticas de gestión se definieron los objetivos de mantenimiento, siendo estos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitados para un tiempo determinado.

- Mantener la confiabilidad de los activos críticos (C) y medianamente críticos (MC) superior al 90% mensualmente.
- Ejecutar el 100% del mantenimiento previa generación de órdenes de trabajo y acciones correctivas previa solicitud de trabajo.
- Mejorar las competencias del personal de mantenimiento a través del cumplimiento del 100% del plan de capacitaciones.
- Cumplir el plan anual de mantenimiento preventivo dentro de las fechas programadas en un mínimo de 90%.

**Figura 8.** Mapa de proceso de mantenimiento

La aplicabilidad del sistema de gestión se definió en la Figura 7 estableciendo el alcance de mantenimiento y las exclusiones para su ejecución.

**Figura 7.** Alcance del SGAMA Valencia Citrus S.R.L.



Un aspecto muy importante es la declaración de las políticas de gestión tal como se indica en el capítulo de liderazgo, se consideraron todos los puntos abordados anteriormente y como afectan al desarrollo del mantenimiento.

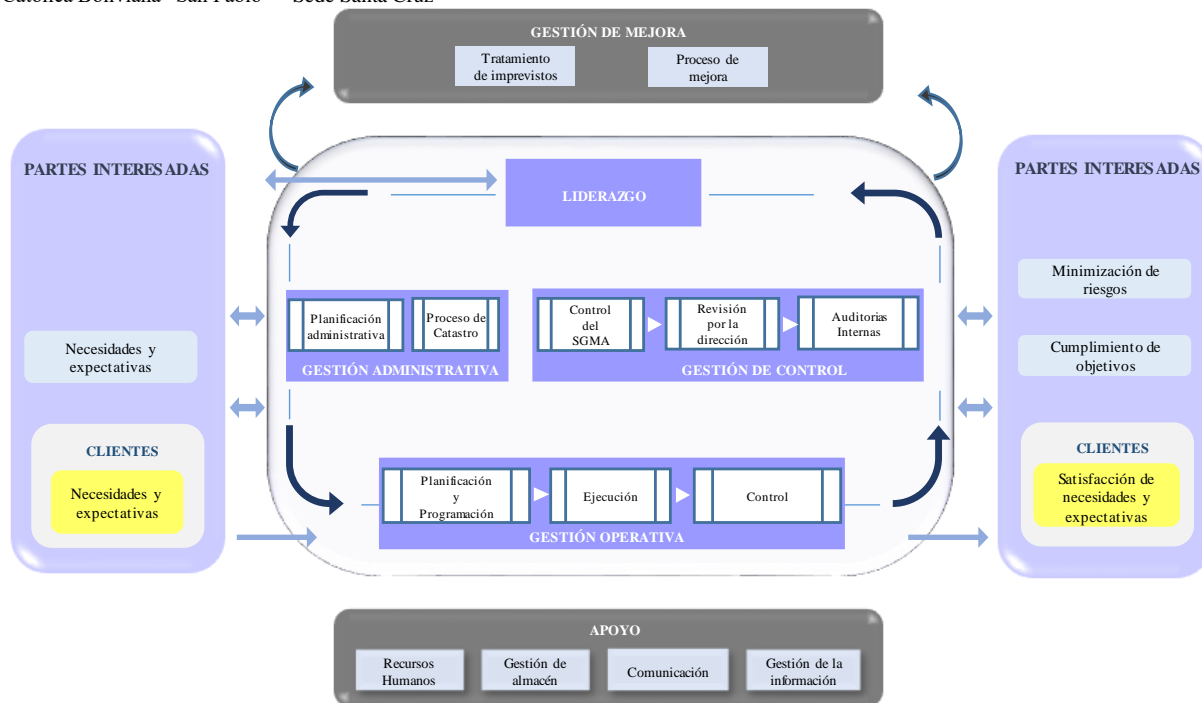
Las políticas diseñadas para la gestión del mantenimiento de la organización abordan los siguientes aspectos:

- Confiabilidad, Disponibilidad y Tiempos de mantenimiento
  - Registro de trabajos
  - Capacidad y formación del personal
  - Mantenimiento preventivo
  - Mantenimiento correctivo
  - Indicadores de gestión
- Reducir en un 5% el mantenimiento correctivo de la relación establecida en la política de gestión.
  - Evaluar los trabajos de servicio externo en un 100% mensualmente.
  - Analizar los costos de mantenimiento del 100% de los trabajos ejecutados mensualmente.
  - Actualizar el plan anual de mantenimiento de equipos de la planta de producción.

Definidos los objetivos de gestión se procedió a la elaboración del mapa de procesos en el que se determinan los procesos que aseguren al sistema el logro de los objetivos y a la vez el cumplimiento de los factores auditables en la gestión. Los principales procesos se muestran en la Figura 8

La descripción de cómo se llevarán cabo los procesos y la identificación de los elementos esenciales se detalla en el diseño de la información documentada que incluye la caracterización de procesos.

De igual forma los procesos administrativos y operativos y su desarrollo se describen en los procedimientos elaborados.

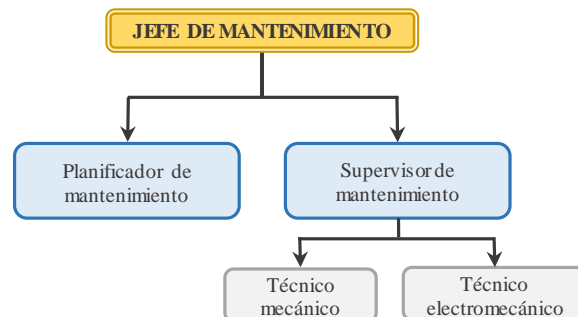


La planificación de las actividades de mantenimiento será del tipo de mantenimiento preventivo y correctivo, mas se recomienda incluir el mantenimiento en base a condición incorporando técnicas como inspección visual según procedimiento, análisis de temperatura, análisis de vibraciones, de manera inicial.

Estas actividades de mantenimiento requieren de personal preparado para su ejecución. En el caso de la organización si bien cuenta con un personal con experiencia en mantenimiento de los equipos industriales, dispone del compromiso y responsabilidad que se requiere, éstos no cuentan con la formación adecuada en estos ámbitos es así que se propone el procedimiento de evaluación del desempeño del personal, con el objeto de abordar la competencia del personal, un requisito que forma parte del capítulo 7, el de apoyo.

Como parte de la propuesta ante los requisitos de este capítulo de apoyo, se propone el rediseño de la estructura organizacional con un enfoque proactivo, basado en el análisis y previsión de fallas. Los cargos para los campos de mantenimiento son Jefe de Mantenimiento, Planificador de mantenimiento, Supervisor de mantenimiento, Técnico mecánico y Técnico Electromecánico.

**Figura 9.** Estructura organizacional propuesta



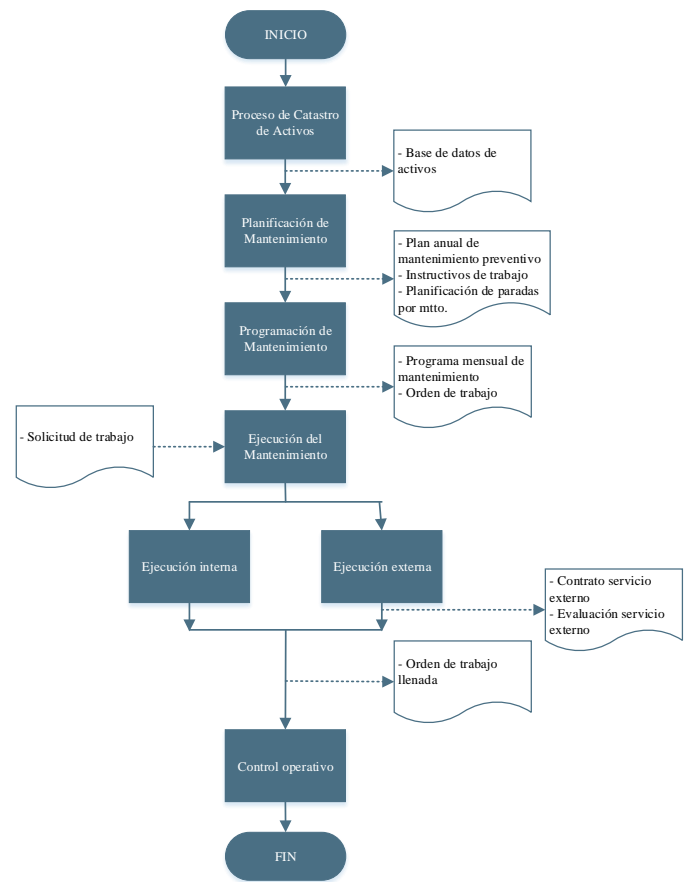
Otro aspecto importante para el desarrollo de la gestión es la información documentada que sustente la base de información, la cual debe ser de fácil acceso para el personal del departamento, disponible y entendible para su aplicación. En este sentido, en el Cuadro 3 se enlista la información documentada que se diseñó para el SGMA.

**Cuadro 3.** Información documentada del SGMA

Código de registro	Tipo de documento	Denominación
<b>P.MT.01</b>	Procedimiento	Mantenimiento General ( <i>Existente</i> )
R.MT.01.00.01	Registro	Lista de equipos ( <i>Existente</i> )
R.MT.01.00.02	Registro	Kardex ( <i>Existente</i> )
R.MT.01.00.03	Registro	Plan Anual de Mantenimiento Preventivo ( <i>Rediseñado</i> )
R.MT.01.00.04	Registro	Orden de trabajo ( <i>Rediseñado</i> )
R.MT.01.00.05	Registro	Mensual de mantenimiento ( <i>Existente</i> )
R.MT.01.00.06	Registro	Lista de proveedores ( <i>Existente</i> )
<b>P.MT.02</b>	Procedimiento	Evaluación del servicio externo
R.MT.02.00.01	Registro	Evaluación ( <i>Existente</i> )
R.MT.02.00.02	Registro	Consolidado ( <i>Existente</i> )



MF.MT.01	Manual de funciones	Manual de funciones
<b>P.MT.03</b>	Procedimiento	Gestión administrativa de mantenimiento
R.MT.03.00.01	Registro	Contexto de la organización
R.MT.03.00.02	Registro	Contexto de mantenimiento
R.MT.03.00.03	Registro	Mapa de procesos
R.MT.03.00.04	Registro	Caracterización de procesos
R.MT.03.00.05	Registro	Partes interesadas
<b>I.MT.03.01</b>	Instructivo	Estructura y Jerarquía
R.MT.03.01.01	Registro	Estructura Jerárquica Valencia Citrus
R.MT.03.01.02	Registro	Estructura Jerárquica de Activos
<b>I.MT.03.02</b>	Instructivo	Recolección de datos
R.MT.03.02.01		Ficha técnica de equipos
<b>I.MT.03.03</b>	Instructivo	Análisis de criticidad y prioridad
R.MT.03.03.01	Registro	Análisis de criticidad y prioridad de activos
<b>I.MT.03.04</b>	Instructivo	Análisis de modos y efectos de fallas
R.MT.03.04.01	Registro	Análisis de modos y efectos de fallas
DT.MT.01	Documento técnico	Manual de operación de equipo
<b>P.MT.04</b>	Procedimiento	Gestión operativa de mantenimiento
R.MT.04.00.01	Registro	Solicitud de trabajo
DT.MT.02	Documento técnico	Contrato proveedor externo
R.MT.04.00.02	Registro	Lista de verificación de proveedor externo
R.MT.04.00.03	Registro	Inspección rutinaria
<b>P.MT.05</b>	Procedimiento	Evaluación del desempeño



En el capítulo de gestión operativa de mantenimiento se tratan los procesos principales para ejecutar el mantenimiento, estos se identifican en el diagrama de flujo a continuación.

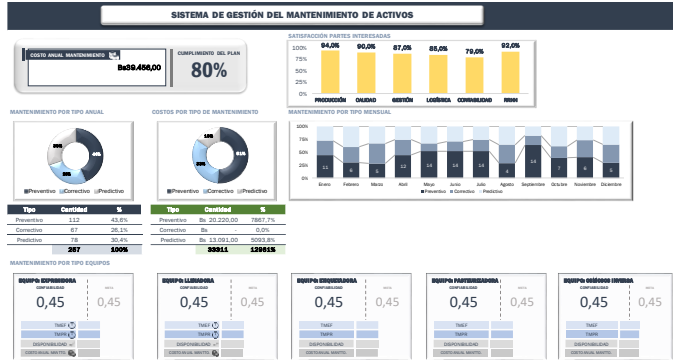
**Figura 10.** Proceso de mantenimiento

Es importante destacar la importancia del proceso de catastro, éste tiene como objetivo la identificación estructurada de los activos, la metodología de codificación, la jerarquización de los activos según criticidad y análisis de prioridad, además del análisis de los modos y efectos de falla de activos.

En este proceso se podrá recabar la información necesaria y base para la elaboración del plan anual de mantenimiento, tomando en cuenta que en este momento no se cuenta con información que sirva de análisis y retroalimentación para el sistema.

En el capítulo 9, en la gestión de control se propone la implementación de la matriz de indicadores diseñada para efectuar el control de los procesos de mantenimiento, en ella se define el objetivo, la fórmula de cálculo, la frecuencia y el responsable. Los datos recabados deben ser almacenado en una base de datos, para lo cual se hizo el diseño en hoja electrónica de Excel, mismo en el que se generará la información para el análisis del tablero de control de mando que incluye.

**Figura 11.** Tablero de control de mantenimiento



Parte del proceso de control se enfatiza en el proceso de auditoría interna. Actualmente la organización tiene implementado este proceso, pero con un enfoque en calidad, para la implementación del sistema de gestión de mantenimiento de activos, es necesario dar un enfoque a mantenimiento con personal auditores especialistas en el tema. De igual forma, el proceso de revisión por la alta dirección se efectuará según el procedimiento y las fechas acordadas por la planificación, pero para efectos del control del sistema de gestión se deberá presentar toda la información necesaria para su evaluación, esto incluye:

- Información documentada de las declaraciones del SGMA (política, su difusión, cumplimiento y adecuación).
- Reporte de los objetivos y cumplimiento de metas de mantenimiento, comparación de valores obtenidos con los esperados.
- Resultado de las auditorías internas, cumplimiento de programa, estado de cada proceso evaluado, y desempeño de auditores.
- Desempeño de los procesos mediante el análisis de indicadores (de manera gráfica comparativa con valores anteriormente tomados)
- Las acciones correctivas y preventivas, presentar el estado de implementación y el análisis costo beneficio.
- Acciones de seguimiento de revisiones previas al SGMA
- Cambios que afecten al sistema
- Recomendaciones para la mejora de los procesos y SGMA

En el último capítulo, el de gestión de mejora se identifican dos procesos principales el tratamiento de imprevistos y el de mejora. El primer proceso determina las actividades para abordar imprevistos, fallas, o mejor conocido por la gestión de calidad como no conformidades, en este caso se recomienda la aplicación de la metodología existente y el registro del desarrollo de las acciones correctivas y preventivas.

El proceso de mejora se sustentará con el análisis de toda la información recabada durante la gestión, los hallazgos y procesos efectuados que afecten de manera positiva o negativa deben ser tratados.

Finalmente, con el objeto de dar una nueva perspectiva de mantenimiento a la organización se abordan las acciones necesarias para el cumplimiento de la Norma, en este sentido se logrará la evolución y actualización del mantenimiento actual de la organización.

El diseño del sistema de gestión del presente proyecto busca satisfacer las necesidades detectadas en la gestión administrativa y operativa del mantenimiento de la empresa Valencia Citrus S.R.L. y al mismo tiempo favorecerse de los beneficios de la implementación de la Norma NB 12017:2020 entre las que se destacan la mejora de la continuidad operacional y extensión de vida de los activos.

#### IV. CONCLUSIÓN

Al finalizar con el desarrollo del presente trabajo de grado se ha diseñado un sistema de gestión de mantenimiento para la planta de producción de la empresa Valencia Citrus S.R.L. tomando como base los requisitos de la Norma NB 12017:2020.

De igual forma se puede concluir el logro de los objetivos en los siguientes puntos:

1. A partir del diagnóstico de la situación actual del proceso de mantenimiento se determinó un nivel aceptable de mantenimiento. La evaluación realizada al personal de la organización no reflejó de manera precisa la situación actual del sistema de gestión por ello se vio necesario aplicar una evaluación externa definiendo los criterios adecuados de evaluación.
2. Mediante la aplicación de la evaluación de los requisitos de la NB 12017:2020 se identificó un bajo nivel de cumplimiento un 26% para ser más precisos y además se fijaron los procesos débiles en el desarrollo de la gestión del mantenimiento como es el proceso de mejora y el de planificación, siendo los que obtuvieron menor porcentaje de cumplimiento.
3. Se realizó el diseño de los procesos del sistema de gestión tomando como lineamiento los requisitos de la Norma técnica, para ello inicialmente se analizó el contexto, las partes interesadas, y las declaraciones del sistema de gestión para posteriormente establecer los objetivos y a partir de ello determinar los procesos de mantenimiento descritos en los procedimientos diseñados.
4. Una vez establecido los objetivos de mantenimiento se procedió a determinar los indicadores tanto para el control de los procesos como para el control del sistema de gestión de mantenimiento. La aplicación

del mismo se basará en el documento físico Matriz de Indicadores.

5. Finalmente se realizó la evaluación técnica y económica del modelo propuesto, determinando el costo de oportunidad en el cual se tomó como base el costo de una parada de planta debido a la falla una máquina. Los resultados indican favorable la aplicabilidad del sistema de gestión de mantenimiento de activos propuesto.

#### REFERENCIAS

[1] BOLIVIA. FUNDEMPRESA. *“Estadísticas del registro de comercio de Bolivia”*. Fundempresa, concesionaria del registro de comercio de Bolivia.

- [2] Borda, D., Ramírez, J. *Situación y perspectivas de las pymes y su contribución a la economía. Banco Interamericano de desarrollo*. Bolivia, 2006.
- [3] BOLIVIA. NB 12017. *“Sistemas de gestión de mantenimiento de Activos-Requisitos”*. Bolivia: Instituto Boliviano de Normalización Y Calidad, Bolivia.
- [4] Crespo Márquez Adolfo & Parra Márquez Carlos Alberto. *Desarrollo y aplicación práctica de un modelo de gestión de mantenimiento*. (1ª ed.).