



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN FUNCIÓN
DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) Y LA
NORMA ISO 55 000 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS**

Williams Modesto Chanta Carrillo

Asesorado por el Ing. Carlos Gerardo Humberto Recinos

Guatemala, Noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN FUNCIÓN
DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) Y LA
NORMA ISO 55 000 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE
ALIMENTOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAMS MODESTO CHANTA CARRILLO
ASESORADO POR EL MSC. CARLOS GERARDO HURTADO RECINOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Núñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Murphy Paiz Olímipo Recinos
EXAMINADOR	Ing. Pablo Rodolfo Zúñiga Ramirez
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
EXAMINADOR	Milton Alexander Fuentes Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) Y LA NORMA ISO 55 000 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha julio de 2017.

Williams Modesto Chanta Carrillo



FACULTAD DE
INGENIERÍA - USAC
ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000Ext. 86226

AGS-MIMPP-007-2017

Guatemala, 03 de julio de 2017.

Director
Roberto Guzmán Ortíz
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Director:

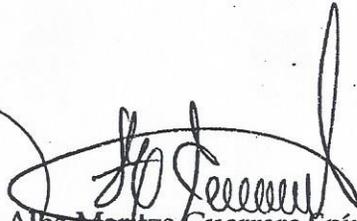
Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante Williams Modesto Chanta Carrillo con carné número 200915089, quien opto la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría de Ingeniería en Mantenimiento.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,


"Id y Enseñad a todos"
MSc. Ing. Carlos Gerardo Hurtado Recinos
Asesor (a)

Carlos G. Hurtado Recinos
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 6,300


Dra. Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
Coordinadora de Área
Gestión y Servicios
ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA
INGENIERA INDUSTRIAL
COLEGIADA No. 4611


MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Director
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo/la

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.318.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación de la Coordinadora del Área de Gestión y Servicios de la Escuela de Estudios de Postgrado, modalidad Pregrado-Postgrado de la Maestría en Ingeniería de Mantenimiento, del trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) Y LA NORMA ISO 55,000 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS** del estudiante **Williams Modesto Chanta Carrillo**, CUI **1844173090301**, Registro Académico No. **200915089** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



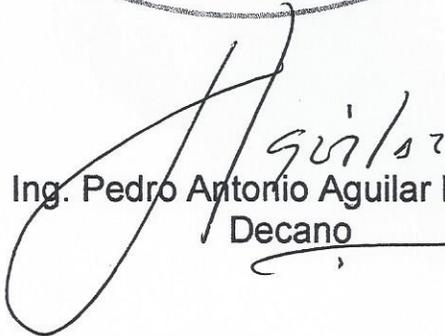
Guatemala, noviembre de 2017

/aej



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS EN FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) Y LA NORMA ISO 55,000 PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Williams Modesto Chanta Carrillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Ponce
Decano



Guatemala, noviembre de 2017

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por acompañarme en mi vida, darme sabiduría, entendimiento y sobre todo la fuerza necesaria de ayer, hoy y siempre.
Mis padres	Modesto Chanta y Florinda Carrillo, por su amor y apoyo incondicional, durante mi vida de estudiante.
Mis hermanos	Mayra, Estuardo y Henry, para quienes quiero ser un ejemplo de hermano.
Mi novia	Rosa Rivera, por su apoyo, motivación y amor, durante el transcurso de mi carrera.
Mis amigos	Por la amistad, compañerismo y todos los buenos momentos que pasamos en cada etapa de estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Alma Máter que me abrió las puertas del conocimiento y profesionalismo, el cual pondré al servicio del prójimo.
Facultad de ingeniería	Por brindarme todas las herramientas y conocimiento teórico y práctico que utilizaré en el ámbito laboral.
Ing. Carlos Hurtado	Por confiar en el proyecto, y asesoramiento del mismo.
Ing. Amilcar Martinez	Por ser un apoyo incondicional para hacer realidad el proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
INTRODUCCIÓN	V
ANTECEDENTES.....	IX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XI
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	XI
JUSTIFICACIÓN	XV
OBJETIVOS	XVII
NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIONES	XIX
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)	1
1.1.1. Objetivos y beneficios del RCM.....	2
1.1.2. Pasos del RCM.....	3
1.1.3. Funciones y parámetros de funcionamiento	4
1.2. Gestión de mantenimiento	6
1.2.1. Confiabilidad operacional	7
1.2.2. Fallas funcionales	7
1.2.3. Modos de falla.....	7
1.2.4. Funciones evidentes y consecuencias de un fallo ..	10
1.3. Estrategia de gestión de activos	11
1.3.1. Introducción al proceso de integración la gestión del mantenimiento con la gestión de los activos	11
1.3.2. Costo de ciclo de vida	12
1.3.3. Aspectos generales de la gestión de activos	13
1.4. Metas de la gestión de activos	15
1.4.1. Eficiencia en costos	15

1.4.2.	Congruencia en la utilización de activos	15
1.5.	Conocer las necesidades y requerimientos del cliente	16
1.5.1.	Liderazgo en el mercado	16
1.6.	Estándar ISO 55000	16
1.6.1.	Diferencia entre gestión del mantenimiento y la confiabilidad, y gestión de activos físicos	17
2.	METODOLOGÍA	21
3.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	23
4.	CRONOGRAMA.....	25
5.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	27
	CONCLUSIONES	29
	RECOMENDACIONES.....	31
	BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Pasos del RCM.....	3
2.	Modos de falla.....	9
3.	Ciclo de vida y fases de costos de un activo	12
4.	Diferencia entre la gestión del mantenimiento y la confiabilidad, y la gestión de activos	19

TABLAS

I.	Esquema de soluciones	XXI
II.	Cronograma de actividades	27
III.	Proyección de presupuesto.	30

INTRODUCCIÓN

En el centro de producción de arroz precocido, la expansión de maquinaria y de producción ha aumentado en el año 2015 y 2016. La demanda ha hecho que parte de la maquinaria y equipos que se encuentran en este centro de producción llegue a un nivel de exigencia de confiabilidad alta, y que la buena gestión de mantenimiento tengas las bases bien fundamentadas. Sin embargo, es necesario escalar a un nivel que requiere el centro de producción por su expansión.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad crea nuevas estrategias y rutinas de mantenimiento en cualquier equipo que se encuentra en un proceso de producción. El RCM contiene diferentes pasos consecutivos para crear nuevas y buenas rutinas de mantenimiento, y permite que los equipos con un alto tiempo en el proceso siempre hagan lo que el operador necesite en el momento.

El RCM contiene diferentes técnicas de cómo elaborar y estructurar un plan de mantenimiento industrial, considerando todos los equipos con su diferente criticidad. Esto hace que las distintas industrias opten a implementar el RCM como una de las prioridades en la ejecución del mantenimiento, juntamente con su gestión, para evitar altos costos por actividades de mantenimiento no planeado e incrementar a la vez la disponibilidad del equipo o maquinaria.

Una de las técnicas que se destacan en el RCM es hacer una serie de estudios en los equipos con falla recurrente, para definir cuál es la causa raíz del problema y así solventarlo con el mantenimiento correspondiente.

La buena gestión de activos es considerada en diferentes industrias como la sistematización de actividades, lo cual optimiza el manejo de todos los equipos que contiene la industria en los diferentes procesos, por ejemplo, el gasto, el desempeño, o alargamiento de vida útil.

Para analizar la buena gestión de activos físicos en función del mantenimiento en el centro de producción de arroz precocido, se utilizará el método de recolección de datos, el cual incluye historial de fallas, inventario de maquinaria y experiencia del propio personal en el centro de producción. Además, se hará una investigación profunda sobre los pasos que describe la norma ISO 55000 en función del mantenimiento en los activos físicos.

El RCM e ISO 55000, crean soluciones concretas para gestionar los recursos de todo equipo o maquinaria que se encuentra en el centro de producción de arroz. Crea pilares básicos que hagan al departamento de mantenimiento auto sostenible en diferentes áreas del día a día.

El objetivo del trabajo es obtener resultados diferentes a lo acostumbrado, tanto en el área de mantenimiento y centros de producción, así como generar una alta disponibilidad de maquinaria y buen control en los planes de mantenimiento, gastos por mantenimiento y repuestos.

El esquema de trabajo para que el objetivo se cumpla y la gestión de mantenimiento tenga un buen control, se centra básicamente en trabajo de campo y análisis de datos que se recolectará de paros y fallas innecesarios que

han tenido los equipos en el centro de producción de alimentos. La facilidad de obtención y conclusión de resultados dependerá de un buen estudio dentro del centro de producción.

Para que el tema se desarrolle adecuadamente, se llevarán a cabo las siguientes fases:

Capítulo 1, Marco teórico: fase donde se desarrolla los términos más específicos que darán un conocimiento más amplio del RCM e ISO 5500, en el trayecto del trabajo de investigación.

Marco práctico: son los pasos que definirán el trabajo de campo y análisis de la información, estandarizando varios procesos de mantenimiento en la gestión y ejecución para así lograr una alta confiabilidad en los equipos de la industria.

Resultados y propuesta de proyecto: en esta fase se discutirán los resultados que se obtuvieron en el desarrollo del trabajo. Se utilizarán para una propuesta de implementación en la empresa de alimentos y se evaluará costos y tiempos de entrega.

ANTECEDENTES

Van Houtven (2016) menciona que la confiabilidad de equipos (*equipment reliability*) sirve para medir la importancia de los mismos. Esto quiere decir que el equipo debe de ser analizado a profundidad para conocer parámetros de operación y lograr una gestión adecuada en el mantenimiento necesario y con la Norma ISO 55000. De la misma manera, puede ayudar a generar una lista de activos ordenados por la importancia de cada uno dentro de la producción y, por consiguiente, planificar su mantenimiento.

En ocasiones, un modelo para la gestión de activos es utilizado para hacer referencia al mantenimiento, tal vez con el fin de enaltecer el nivel profesional de la función de mantenimiento (Campos, 2014). Todas las partes involucradas u organizaciones deben estar de acuerdo con las estrategias planteadas para lograr los objetivos que demanda la gestión de activos para la empresa. Es por esta misma razón que la alta dirección debe velar por el desempeño del sistema de gestión de activos y utilizar su autoridad para que se alinee con el resto de sistemas de gestión mediante el reconocimiento y resolución de conflictos dentro de la cultura interna organizacional.

Es necesario recolectar datos de las fallas en registros de los mantenimientos del personal de producción y mantenimiento, para así tener más claros los problemas que generan fallos en la planta. Ruano (2012), menciona que lo que se busca específicamente con este tipo de información es disminuir al máximo el mantenimiento correctivo y de paros en la empresa, los cuales causan pérdidas sustanciales de recursos. De esta manera se genera más confiabilidad y se alarga el tiempo de vida de los diferentes equipos, con lo

que se garantiza que todos los paros por cuestiones de mantenimiento sean programados y se utilice partes y repuestos adecuados y de buena calidad.

Herrera (2007) determina que los elementos del sistema de gestión se soportan en la base que permite organizar y dirigir la totalidad de actividades. Está orientado a sistemas que deben ser mejorados para el logro de los objetivos estratégicos, con participación de todos los niveles y departamentos para el desarrollo y difusión de los objetivos y medios para conseguirlo. Además, una formulación de objetivos, planes y metas en cascada en toda la organización, con base en modelos de mejora continua.

La metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad se centra en el análisis de indicadores, ya que en varios años los costos de operación y mantenimiento en las industrias han aumentado de una manera significativa. Esto es debido al surgimiento de nuevas tecnologías y necesidades, lo cual ha hecho evolucionar el pensamiento del personal de mantenimiento y creado nuevas estrategias, técnicas y filosofías orientadas al mantenimiento centrado en la confiabilidad (Gonzales, 2012).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Descripción del problema

En la empresa “Alimentos de arroz” existen diferentes centros de producción; uno de ellos es el de producción de arroz precocido. Este ha tenido una gran evolución y ha expandido la distribución en varios departamentos de Guatemala.

El departamento de mantenimiento debe implementar nuevas estrategias adecuadas para los activos físicos que se encuentran en cada línea de producción, para evitar así las fallas frecuentes y los paros no programados. Es conveniente conocer el mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) y la gestión de activos (ISO 55000)

Las tareas de mantenimiento planificado son ejecutadas según el programa, pero existe una cierta deficiencia al no ser analizado y más cuando se habla de un mantenimiento correctivo. El departamento de mantenimiento no tiene claras las rutinas de mantenimiento adecuado. Sin el seguimiento y análisis apropiado en los equipos de la empresa, la confiabilidad del equipo es muy baja y afecta directamente a la gestión de mantenimiento. Es necesario crear nuevos parámetros de control y recopilar toda la información necesaria que se describe en las ordenes de trabajo. El centro de producción de arroz precocido debe tener claro que se debe de dar espacio y tiempo necesario para poder hacer un buen trabajo de mantenimiento en los equipos, de manera que depende que los equipos no fallen o tengan paros innecesarios.

Para la gestión de mantenimiento planificado, los manuales del fabricante ayudan a generar programas de control que enfocan al operante a detectar fallas tempranas y que garantice la toma de decisiones adecuadas. La otra parte es la experiencia misma de los operadores y bitácoras que se generan con el tiempo y se logra establecer parámetros como tiempo, costos y repuestos, entre otros.

Con base en el mantenimiento planificado, con el análisis de confiabilidad (RCM) y gestión de activos, se ha observado que existe cierta carencia de una buena rutina de mantenimiento en los equipos dentro de la empresa, tanto en mantenimiento correctivo como preventivo, lo que hace notar el aumento de costos por mantenimiento realizable por el personal. El departamento de mantenimiento aún no conoce los procedimientos estandarizados por el ISO 55000, lo que origina consecuencias que afectan la operación de los equipos y maquinaria a cargo del departamento de mantenimiento. Lo anterior incide de forma directa e inmediata en el cumplimiento de la misión asignada.

Considerando los mantenimientos planificados sin análisis, surge un factor que demuestra la necesidad de combinar análisis de activos físicos que generan procedimientos estándares y llegar a dar una alta confiabilidad al equipo, dando una solución de las causas donde no existe procedimiento adecuado y análisis profundo. Adicionalmente al problema no hay indicadores reales para análisis de mantenimiento lo que afecta en el continuo desarrollo y control de planificación de mantenimiento en activos, parte fundamental de un manejo adecuado en la gestión.

Pregunta general

¿Por qué es necesario establecer la gestión de los activos físicos que se encuentran en el centro de producción de arroz precocido, con base en el RCM y la norma ISO 55000?

Preguntas específicas

- ¿Cómo optimizar el proceso de mantenimiento en los activos físicos que se encuentran en la línea de producción de arroz precocido, si se tiene como referencia el mantenimiento centrado en la confiabilidad?
- ¿Cómo definir estrategias de mantenimiento para aumentar la vida útil de los equipos basados en la norma ISO 55000?
- ¿Qué determina las tareas adecuadas de mantenimiento para los activos físicos que se encuentran en el proceso de arroz precocido?

JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se centra en el análisis de la gestión de activos en función del mantenimiento basado en la confiabilidad. Su prioridad es evaluar todos los equipos que requieren una buena planificación de mantenimiento, aumentar la vida útil del equipo, evitar paros innecesarios y bajar costos por mantenimiento. En el centro de producción de arroz precocido, existen equipos que deben operar con alta confiabilidad. En algunos casos los equipos son nuevos, por lo tanto, su gestión debe ser la adecuada para evitar tareas innecesarias y altos costos de mantenimiento.

El trabajo examina la necesidad de obtener las estrategias adecuadas para el mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), y llevar a la empresa a un mantenimiento de clase mundial. Con el análisis de gestión de activos estandarizados con ISO 55000 crea un nuevo panorama para las tareas de mantenimiento planificado, optimiza el proceso de mantenimiento que beneficiará tanto a los operadores de producción y como a los del departamento de mantenimiento.

El presente trabajo aporta a la industria alimenticia un análisis profundo del mantenimiento en los activos físicos. Comienza con revisiones importantes en las órdenes de trabajo, bitácoras, manuales de fabricante y experiencia propia del personal de mantenimiento. Se logra así dar una alta confiabilidad en los equipos y evitar paros innecesarios, para llegar a paros planificados necesarios con bajos costos de repuestos y mantenimiento.

El sistema de gestión de activos tiene una gran influencia en toda la empresa u organización, con sus partes interesadas, ya que vincula actividades de diferente índole y que podrían ser gestionadas individualmente. Todo esto para lograr el objetivo de un buen análisis para la gestión de mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Analizar, con base en RCM y la norma ISO 55000, los activos físicos que se encuentran en el centro de producción arroz precocido ubicado en la empresa “Alimentos de arroz”.

Específicos

1. Optimizar el proceso de mantenimiento en los activos físicos que se encuentran en la línea de arroz precocido, teniendo como referencia RCM.
2. Desarrollar estrategias de mantenimiento para aumentar la vida útil de los equipos con bases en la norma ISO 55000.
3. Determinar las tareas adecuadas de mantenimiento para los activos físicos que se encuentran en el proceso de arroz precocido.

NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIONES

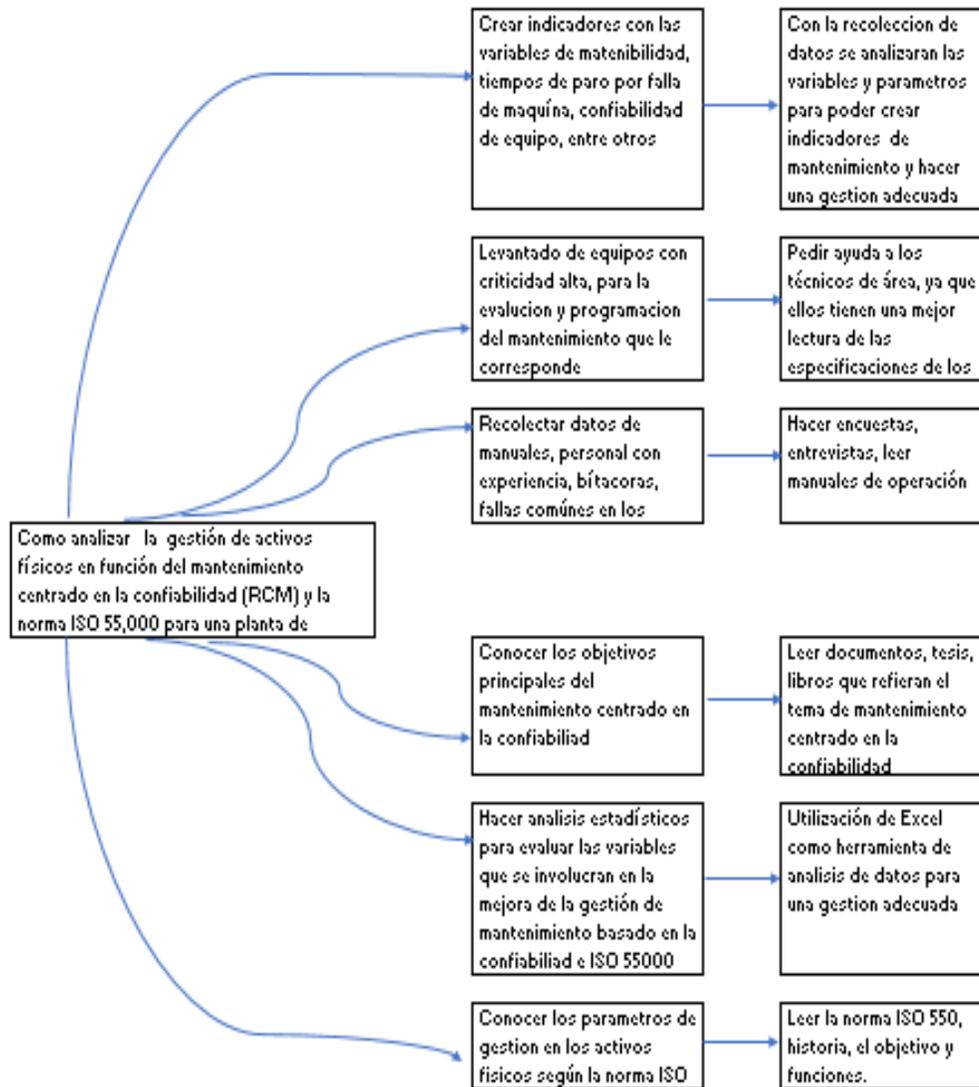
Entre los alcances que se pueden describir están los siguientes:

- Crear un análisis congruente para los activos físicos que están en la planta de producción de alimentos. Se facilita así una gestión adecuada, lo cual genera una mejora en el departamento de mantenimiento.
- Determinar los parámetros para optimizar los recursos de los activos físicos de la planta de alimentos. Puede ser el mantenimiento, las estrategias, las fallas, paradas innecesarias, entre otros, para crear una confiabilidad alta en los equipos.
- Las tareas y rutinas de mantenimiento se harán con más frecuencia, con técnicas más adecuadas regidas por la gestión de activos físicos que estandarizan la ISO 55000. Se cubrirán todas las necesidades y debilidades en la gestión del departamento de mantenimiento.
- Los indicadores de mantenimiento se crearán respecto a todo el análisis de fallas, paros innecesarios, costos por mantenimiento, tiempos reales en resolución de tareas. Se recaudará información a partir de varias bitácoras y experiencia del mismo personal del departamento de mantenimiento y producción.
- El RCM, aplicado en el centro de producción de arroz precocido con un buen resultado, podría ser aplicado en los demás centros de producción en la empresa de Alimentos de arroz, gestionado de una manera adecuada y profesional.
- El problema radica en el poco análisis que existe en la gestión de mantenimiento de manera que, para dar una solución concreta, se debe

de generar indicadores, hacer levantados de equipos con criticidad alta, conocer los objetivos principales del RCM.

- En el centro de producción de arroz precocido se hará un análisis estadístico que generará variables que se involucran en la mejora de la gestión del mantenimiento. Como herramienta principal se usará las hojas de Excel, así como la norma ISO 50000, entre otros.

Tabla I. Esquema de soluciones



Fuente: elaboración propia.

1. MARCO TEÓRICO

Sánchez (2012), menciona que la actividad del mantenimiento —desde la revolución industrial y más recientemente en la época de crecimiento de los servicios— ha evolucionado mucho en la actividad empresarial. Sin embargo, en los estudios realizados, se evidencia que aún no ocupa el lugar que le corresponde en los procesos de las entidades de producción y servicios; tampoco integra todos los activos físicos.

En este trabajo se enfoca la integración de los activos físicos considerando todo lo que contribuye al resultado del negocio, desde el inmueble hasta los sistemas tecnológicos de apoyo y los sistemas especializados directamente vinculados con el objeto del negocio.

La participación de todos los procesos a través de una estrategia maestra de la gestión de los activos interconectando todos los procesos con un comportamiento organizacional eficaz y una gestión de la función de mantenimiento por procesos vitales y bajo la regulación de paradigmas de avanzada, busca una competitividad y sostenibilidad como se requiere en la actualidad. Las propuestas del trabajo plantean estas concepciones como una reconceptualización de la forma de actuación y un mayor protagonismo de la ingeniería de mantenimiento vinculada al entorno y al mercado.

1.1. Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM)

Gómez, 2011 hace referencia a la definición del ingeniero Mario Troffe sobre el mantenimiento centrado en confiabilidad RCM: “metodología de

análisis sistemática, objetiva y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial; útil para el desarrollo u optimización de un plan de mantenimiento. Analiza cada sistema y como estos pueden fallar funcionalmente.” (p.1). El mismo autor también explica que los efectos de cada falla son clasificados de acuerdo con el impacto en la seguridad, operación y costo.

El objetivo principal RCM es que los esfuerzos de mantenimiento sean dirigidos a garantizar la función que realizan los equipos más que los equipos mismos. Es decir, que la función desempeñada por una máquina es lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar que los equipos funcionen como nuevos, sino en condiciones lo suficientemente óptimas para realizar su función. También conlleva tener conocimiento de las condiciones que interrumpan su funcionamiento. (Gómez, 2011)

El mantenimiento basado en la confiabilidad es una metodología estructurada basada en un árbol de decisiones. Su éxito depende en gran parte de la experiencia de los participantes como también en la posibilidad de contar con datos de tasa de fallas y periodos de ocurrencia registrados. La división de sistemas y subsistemas de cada equipo es tan amplia como criterios puedan definir los integrantes del grupo. Lo mismo ocurre con la profundidad de análisis para cada modo de falla /causa de falla, solo limitada por el grado de detalle al que el grupo oriente el análisis. (Gómez, 2011)

1.1.1. Objetivos y beneficios del RCM

Según Pinzón (2011), los objetivos y beneficios del RCM son:

- Extender el tiempo entre paradas.

- Disminuir el número de paradas.
- Identificar acciones que eviten el mantenimiento reactivo.
- Enfatizar tareas de monitoreo por condición.
- Eliminar tareas de mantenimiento innecesarias y NO costo-efectivas.
- Evitar incidentes ambientales.
- Mejora el mantenimiento de los equipos y las estrategias para prevenir las fallas.
- Ofrecer rendimientos operativos superiores.
- Evitar revisiones innecesarias, intervalos más largos de mantenimiento.
- Menos fallas causadas por mantenimiento innecesarios.
- Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento de uso de las técnicas de mantenimiento basado en la condición.
- Mayor motivación del personal, especialmente los que interviene directamente en la implementación de RCM.

1.1.2. Pasos del RCM

A continuación, se describen los pasos de RCM:

Figura 1. Pasos del RCM



Fuente: Pinzón, 2011

1.1.3. Funciones y parámetros de funcionamiento

RCM comienza definiendo las funciones y los estándares del comportamiento en su contexto operacional. Se debe enunciar la función con un verbo y definir los límites del sistema, es decir definir las entradas y salidas. (Pinzón, 2011)

El objetivo de mantenimiento es asegurarse de que los equipos continúen haciendo lo que el usuario quiere que haga. Antes de empezar a desarrollar cualquier programa de mantenimiento se debe tener claro la función del equipo y la capacidad propia, es decir, lo que el equipo es capaz de hacer. (Pinzón, 2011)

En el trabajo de Pinzón (2011), se menciona que para definir la función se debe tener en cuenta los siguientes estándares establecidos:

- Estándares de funcionamiento múltiple: es cuando dentro de la función se define más de una característica técnica, por ejemplo: generar una capacidad máxima de 500 KW a una frecuencia constante de 60 Hz.
- Estándares de funcionamiento cualitativo: este tipo de función debe evitarse ya que es muy subjetiva y, si no es claro lo que se espera del equipo, tampoco las tareas de mantenimiento lograrán mantener el desempeño del mismo.
- Estándares de funcionamiento cuantitativo: al enunciar la función, entre más preciso sea, mejor. De esta manera se identifica cuando el equipo ha dejado de mantener su función.
- Estándares de funcionamiento absoluto: en este tipo de función no hay lugar a pérdidas.

- Estándares de funcionamiento variable: se utiliza cuando las características técnicas pueden variar entre rangos establecidos, por ejemplo: regular la presión de entrada al generador entre 15 a 20 PSI.
- Límites superiores e inferiores: este estándar se emplea cuando se admite un rango de error dentro de la función, por ejemplo: generar una tensión constante de 440 VAC \pm 0.5%.

Se debe tener presente que las funciones de un equipo pueden verse afectadas por el contexto operacional del mismo. Para enmarcar la función se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La estrategia de mantenimiento de un equipo que trabaje en un proceso de producción continua es totalmente diferente si el mismo equipo trabaja en un proceso por lotes. La falla del primero tiene que ver directamente con la producción y es más costosa que la falla en un subsistema o proceso por lotes. (Pinzón, 2011)
- Si un equipo tiene *stand by* la estrategia de mantenimiento no es la misma para un equipo que no lo tiene. (Pinzón, 2011)
- La característica del producto final en cuanto a calidad en dos equipos similares ocasiona también diferentes tipos de mantenimiento. (Pinzón, 2011)
- Los desechos, emisiones de ruido, partículas, gases, cercanía a poblaciones, seguridad del medio ambiente y de las personas, normas en general, aspectos muy importantes en el desempeño del equipo y su función. (Pinzón, 2011)
- Cantidad de horas diarias y anuales que trabaja el equipo, si son turnos de 24 u 8 horas y qué tiempos de parada programada por operación tiene el equipo. Este es un aspecto importante a la hora de definir un programa de mantenimiento.

- Al presentarse una falla, sus consecuencias estarían muy ligadas si el producto está en el equipo o en el anterior o siguiente proceso. (Pinzón, 2011)
- Los efectos de la falla y sus consecuencias se ven influenciadas por la demora de atención de mantenimiento, la cantidad de recursos disponibles para su reparación. (Pinzón, 2011)
- En el análisis de la optimización de mantenimiento se debe revisar las políticas de la gestión de repuestos. Si bien es cierto que el tener inventario genera un costo para la empresa, se debe analizar el costo de no tenerlo para algún equipo en particular. (Pinzón, 2011)
- Otro aspecto a tener en cuenta para el análisis de sus fallas y consecuencias es si la demanda depende de las estaciones, es decir, que se produce más en verano que en invierno, o si se manejan horas pico. (Pinzón, 2011)
- La demora o fluctuaciones en el abastecimiento de la materia prima influye en el contexto operacional del equipo y sus componentes. (Pinzón, 2011)
- Para lograr un mejor alcance en el proceso de mantenimiento, el grupo RCM debe tener claro la operación del equipo, de esta manera se puede hacer un mejor análisis de fallas del mismo. (Pinzón, 2011)

1.2. Gestión de mantenimiento

Se relaciona con la dirección de empresas, aplicadas a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes y/o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la humanidad. Está formada como un conjunto de hombre, máquina, tecnología, información, planeación y recurso financiero de cualquier índole. Manipula adecuadamente los recursos disponibles y, a la vez, protege con mayor efectividad la naturaleza (Pérez, 2010).

1.2.1. Confiabilidad operacional

Es la capacidad que posee una instalación (infraestructura, persona, tecnología), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico y, en caso de que falle, lo haga del modo menos dañino posible. Una instalación confiable debe incluir tanto continuidad operacional como control de riesgos. A partir de este concepto, un proceso de gestión de confiabilidad se basa en cuatro parámetros fundamentales (Pérez, 2010).

1.2.2. Fallas funcionales

Se debe identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones.

Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario. (Pinzón, 2011)

Al realizar una lista de fallas funcionales el grupo RCM que está conformado por personal de mantenimiento y de operación, se llega a un acuerdo en los estándares de funcionamiento. Este es el límite entre el funcionamiento requerido por el usuario y la falla del equipo. (Pinzón, 2011)

1.2.3. Modos de falla

Son posibles causas por las cuales un equipo puede llegar a un estado de falla.

El modo de falla debe ser lo suficientemente detallado para poder seleccionar una estrategia de manejo apropiada, pero no tanto como para perder mucho tiempo en el propio proceso de análisis. (Pinzón, 2011)

Los mecanismos de falla o causa de la falla son una descripción de la secuencia de los eventos que apuntan hacia la forma en que la falla ocurrió; con esto se describe en forma suficiente el modo de falla que, finalmente, es la causa raíz del o de los problemas. (Pinzón, 2011)

El mecanismo de la falla es la combinación de causas que llevan al equipo o sistema a no funcionar bajo las condiciones para las que fue diseñado. (Pinzón, 2011)

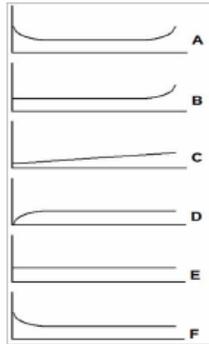
Los modos de falla incluyen aquellas fallas que han ocurrido en equipos similares. También incluyen las que actualmente son prevenidas mediante algún tipo de mantenimiento, así como las fallas que aún no han ocurrido, pero es muy probable que ocurran en el contexto operacional. (Pinzón, 2011)

Pinzón, (2011) detalla que las causas de falla son las razones por las cuales estas ocurren. Pueden ser:

- Falla por diseño
- Defecto en los materiales
- Error del proceso
- Ensamble o defecto en la instalación
- Deficiencia en el mantenimiento
- Operaciones inapropiadas

Los modelos de falla se muestran a continuación en la Figura 2:

Figura 2. **Modelo de falla**



Fuente: Pinzón, Alexander, 2011

Modelo A: es conocido como curva de la bañera. Comienza con mortalidad inocente, seguida de una frecuencia de falla que aumenta gradualmente o es constante para terminar con zona de desgaste. (Pinzón, 2011)

Modelo B: muestra una probabilidad de falla constante o ligeramente ascendente y termina con una zona de desgaste. (Pinzón, 2011)

Modelo C: comienza con una probabilidad de falla ligeramente ascendente y termina con una zona de desgaste identificable. (Pinzón, 2011)

Modelo D: muestra una probabilidad de falla baja cuando el equipo es nuevo y termina con un desgaste rápido. (Pinzón, 2011)

Modelo E: muestra una probabilidad aleatoria a lo largo de su vida útil. (Pinzón, 2011)

Modelo F: comienza con una mortalidad inocente alta, pero desciende y tiene un comportamiento aleatorio de falla. (Pinzón, 2011)

Por lo general los patrones de falla dependen de la complejidad de los elementos; mientras más complejos son, tienen a presentar un modelo de falla como los modelos E y F. (Pinzón, 2011)

1.2.4. Funciones evidentes y consecuencias de un fallo

- Consecuencias a la seguridad humana y medioambiente: se dice que un fallo tiene consecuencias de seguridad humana cuando puede dañar o terminar con una vida. Mientras, las consecuencias en el área medioambiental podrán ser verificadas si el fallo pudiera llevar a una violación de cualquier norma medioambiental corporativa, regional o nacional. (Villacrés, 2016)
- Consecuencias operativas: las consecuencias operativas se encuentran en segundo lugar en grado de importancia. Un fallo tiene consecuencias operativas si afecta la producción o las operaciones (rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos, además del costo directo de reparación). (Villacrés, 2016)
- Consecuencias no operativas: un fallo de esta categoría no afecta ni a la seguridad, ni a la producción. Implica únicamente costos directos de reparación. (Villacrés, 2016).

1.3. Estrategia de gestión de activos

1.3.1. Introducción al proceso de integración la gestión del mantenimiento con la gestión de los activos

Mientras que la ejecución de las actividades de mantenimiento es un proceso básicamente operativo, la gestión del mantenimiento forma parte de la dirección de operaciones y se orienta a la utilización más económica de los medios, con la finalidad de conservar y/o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permita cumplir con una función requerida durante unos determinados espacios de tiempo (Chávez, 2015).

Desde hace aproximadamente tres décadas, las organizaciones se percataron de que para gestionar adecuadamente el mantenimiento era necesario incluirlo en el esquema general de la organización y manejarlo en iteración con las demás funciones (Pintelon y Gelders, 1992). El reto consistió entonces en integrar el mantenimiento dentro del sistema de gestión de activos de la empresa.

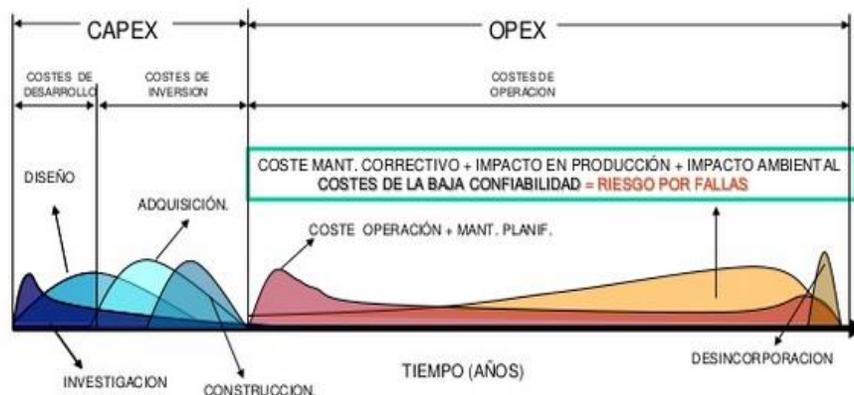
El panorama deseado era que una vez alcanzada dicha integración, el mantenimiento recibiera la importancia merecida y se desarrollara como una función más de la organización, generando “productos” para satisfacer las necesidades de los clientes internos, arrojando información y datos útiles y contribuyendo al cumplimiento de objetivos de la organización. Nació así en la década de los 80 el concepto de “sistema de gestión de mantenimiento”, cuyas actividades estaban orientadas a obtener beneficios de negocio, en vez de enfocarlas como antiguamente se hacía; es decir, como un centro de costos (Chávez, 2015).

A diferencia del enfoque del proceso de gestión tradicional del mantenimiento —que tiene como objeto de estudio al equipo únicamente durante su ciclo de vida operacional— el modelo de gestión de optimización de gestión de activos conocido en inglés como *Asset Management* es una disciplina que surge a finales de los años 90. Se enfoca en la toma de decisiones a través de todo ciclo de vida del activo físico, desde su creación o adquisición, utilización, mantenimiento y renovación o disposición final. Para esto, la gestión de activos conjunta conceptos y técnica de diferentes ámbitos, tales como ingeniería, tecnología, finanzas, operaciones, entre otros. (Chávez, 2015)

1.3.2. Costo de ciclo de vida

En la siguiente figura, vemos los diferentes costos de las etapas del ciclo de vida de un activo, diferenciados por costos de operación (OPEX) y Costos de Capital (CAPEX). (Duran, 2012)

Figura 3. Ciclo de vida y fases de costos de un activo



Fuente: PPM Learning Institute; Louviral Tobares, 2015

En la Figura 3 se puede observar el comportamiento de un activo a lo largo de su ciclo de vida, en sus diferentes etapas, desde su concepción de desarrollo hasta desincorporación, de acuerdo al costo asociado en cada una de sus etapas. (Chávez, 2015)

En el año 2004, como una respuesta a la necesidad del sector industrial de contar con un estándar para la aplicación de la gestión de activos, se crea en Inglaterra la propuesta de la norma PAS-55 (*Publicly Available Specification*). Posteriormente, en el año 2009, la organización ISO propone el desarrollo de un estándar de gestión de activos (inicialmente basado en la propuesta de la norma PAS-55) conocido hoy como ISO 55000 (ya en vigencia). Estas propuestas de estándares se han convertido en la referencia internacional en el área de gestión de activos (Chávez, 2015).

El diseño e implementación de un sistema de gestión de activos en consonancia con los requerimientos de PAS-55, y un tema complejo.

1.3.3. Aspectos generales de la gestión de activos

Obviamente, el esfuerzo de las organizaciones para mejorar el rendimiento de sus activos va más allá que el desarrollo de los sistemas para la gestión del mantenimiento. Se trata de optimizar diferentes aspectos que tienen que ver con el ciclo de vida completo de activos. Ahora bien, la visión que incorpora la gestión del activo durante su ciclo de vida es extremadamente beneficiosa para el mantenimiento del mismo. Las actividades de prevención y corrección de fallos para la mejora de la seguridad de funcionamiento de los equipos se ven enormemente influenciadas por una gestión conjunta de diseño, construcción, montaje, operación, mantenimiento y reemplazo del equipo. (Chávez, 2015)

La gestión de activos empresariales se reconoce como disciplina desde mediados de los años 90. Agrupa conceptos y técnicas de diferentes ámbitos, tales como finanzas, ingeniería, tecnología, operaciones, entre otros. Se enfoca a la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida completo del activo físico. Optimiza aspectos de diferente índole en cada ocasión, pero con una visión integradora de todo ciclo de vida. (Chávez, 2015)

El Instituto de Gestión de Activos (*Institute of Asset Management* o IAM, por sus siglas en inglés) es uno de los organismos lanzadores de esta cruzada. El IAM define la gestión de activos como “el arte y la ciencia de tomar las decisiones correctas y optimizar los procesos de selección, mantenimiento, inspección y renovación de los activos” (IAM, 2010). Menciona además que un objetivo común es minimizar el costo de vida total de los activos. Puede haber además otros factores considerados objetivamente para la toma de decisiones. (Chávez, 2015)

La gestión de activos es la planificación sistemática de los recursos físicos a lo largo de su vida útil. Incluye la especificación, diseño y construcción del activo, sus operaciones y modificación durante el uso, así como la retirada en el momento oportuno. (Chávez, 2015)

En la gestión integral de activos, los objetos deben plantearse como algo medible y cuantificable, de forma tal que exprese claramente la intención de la declaración de una estrategia y táctica clara del negocio. (Chávez, 2015)

Se basa en el estándar británico PAS-55, el cual menciona que la gestión de activos son actividades y prácticas sistemáticas a través de las cuales una organización administra de manera óptima y sostenible sus activos y sistemas

de activos, así como su desempeño, riesgos y costos asociados durante su ciclo de vida, con el propósito de alcanzar su plan estratégico organizacional, (Chávez, 2015)

1.4. Metas de la gestión de activos

Existen dos formas para generar una mayor utilidad para los accionistas, ya sea por una estrategia de eficiencia operativa o una de expansión; es decir, mayor captación de mercado. Para lograr una estrategia de expansión, las metas del negocio deben apuntar a aumentar la oportunidad de incrementar los ingresos y el valor agregado al cliente. Para lograr una estrategia de eficiencia operativa, las metas del negocio deben ser mejorar la estructura de costos y maximizar la utilización de los activos.

1.4.1. Eficiencia en costos

Para lograr mejorar la estructura de costos, se debe monitorear constantemente los activos y obtener la mayor retroalimentación posible para estar pendiente de los efectos que tienen las distintas situaciones sobre la empresa y el activo en particular.

1.4.2. Congruencia en la utilización de activos

Para conseguir la meta de utilización de activos, es necesario tener claras las necesidades para que el activo no esté subutilizado o sobre utilizado. Con esto puede evitarse una sobreinversión e incluso un desgaste prematuro del activo.

1.5. Conocer las necesidades y requerimientos del cliente

Para incrementar el valor agregado al cliente, es necesario proveer un activo que los usuarios necesiten y quieran. El valor agregado puede mejorarse con activos de calidad que puede describirse en confiabilidad, fiabilidad, cumplimiento de seguridad y regulaciones ambientales y tiempos (duración, mantenimiento, etc.).

1.5.1. Liderazgo en el mercado

Para que la oportunidad de incrementar los ingresos sea real, deben implementarse estándares —sin dejar de ser innovador— para ser competitivo y tener la ventaja.

1.6. Estándar ISO 55000

Rueda (2016), considera que la especificación PAS55 fue desarrollada en el Reino Unido y aplicada en este país, principalmente. Sumado a la relevancia que adquirió el tema de gestión de activos en la industria, surgió la necesidad de definir un estándar internacional para la gestión de activos. Para esto fue desarrollado y publicado en el 2014 el estándar ISO 55000. La norma ISO 55000 está dividida en tres partes: ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002. La primera, ISO 55000, presenta una visión general de gestión de activos y sistema de gestión de activos (ISO/IEC, 2014a). ISO 55001 presenta los requerimientos para la definición, implementación, mantenimiento y mejoramiento de un sistema de gestión de activos (ISO/IEC, 2014b). Finalmente, ISO 55002 es una guía para la aplicación de ISO 55001 (ISO/IEC, 2014c).

1.6.1. Diferencia entre gestión del mantenimiento y la confiabilidad, y gestión de activos físicos

Según Amendola (2012), la gestión de activos físicos se compone de 6 elementos.

El primer elemento es la identificación de los requerimientos estratégicos del negocio relacionado con la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA), definición de las metas y expectativas de accionistas (ROA o indicador retorno sobre los activos y ROE o indicador retorno sobre el capital empleado).

El segundo elemento está representado por la política de gestión de activos, a través de la cual se define una estructura para el desarrollo e implementación de la estrategia y los objetivos de gestión de activos que definen los principios y requerimientos obligatorios, derivados y consistentes con el plan estratégico organizacional (PAS 55; 2008).

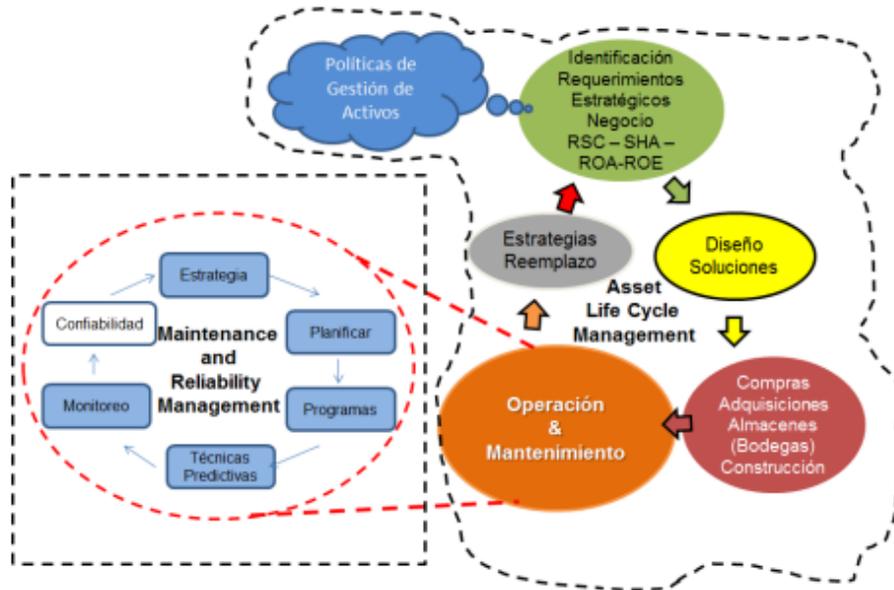
El tercer elemento es el diseño de soluciones, relacionado a la identificación, evaluación y definición del portfolio, programas y proyectos, guiados a lograr las metas del negocio o bien a desarrollar mejoras en las operaciones, en la cadena de suministro y optimización del uso de recursos. En este tercer elemento es crucial la evaluación del costo del ciclo de vida del activo y la confiabilidad del diseño y los activos. Asegurar esto desde las fases iniciales permitirá que en los siguientes elementos asociados a los procesos de compras, adquisiciones, almacén y construcción; así como la operación y el mantenimiento, sean procesos más fluidos y óptimos.

El cuarto elemento está relacionado al proceso de compras, adquisiciones, gestión de almacenes y construcción.

El quinto elemento es la gestión del mantenimiento y la confiabilidad. Su alcance es la definición de la estrategia, planificación y programación, desarrollo de técnicas predictivas y monitoreo de la condición, así como el desempeño de los activos, gestión de la confiabilidad de los procesos, de las operaciones y la confiabilidad humana.

El sexto elemento se relaciona a las estrategias de reemplazo de activos, que conduce a la evaluación de la actualización de los activos con base en la valoración del costo del ciclo de vida, riesgo y beneficio, todo alineado a las estrategias y metas de negocio.

Figura 4. **Diferencia entre la gestión del mantenimiento y la confiabilidad, y la gestión de activos**



Fuente: Deepol, 2015, pág. 29

2. METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se utilizará el método investigativo no experimental; por lo tanto, se reunirá la información mediante entrevistas a los técnicos de mantenimiento y operadores de producción, con el fin de determinar las condiciones en las que se encuentra la gestión de mantenimiento de los equipos de la planta de producción de alimentos. No obstante, se diseña la propuesta conforme a los datos teóricos y prácticos recolectados, los que serán analizados profundamente para conocer y expandir dentro de la planta las nuevas técnicas y tareas de mantenimiento que serán desarrolladas al analizar los datos recolectados. De esta manera, se llevará a una confiabilidad de nivel alto en los equipos de producción.

El alcance es básicamente la expansión de la gestión del mantenimiento de los equipos de producción de arroz. También se aplicará métodos de medición (indicadores de mantenimiento) para el seguimiento y avance de los resultados.

Para que el trabajo y propuesta sea efectiva en su trayectoria, se realizarán las siguientes fases para obtener un resultado exitoso:

- Recolección de datos: se utilizará instrumentos y métodos como bitácoras, encuestas, entrevistas, investigación en la red de internet (computadora personal).
- Revisión documental: se investigará para entender a profundidad el significado y aplicación del mantenimiento basado en la confiabilidad y la gestión de activos físicos ISO 55000.

- Digitación de datos: se realizará en hojas de Excel para crear una base de datos.
- Trabajo de campo: la investigación se desarrollará en la recolección de datos. Se iniciará con la experiencia de los técnicos en mantenimiento y operadores del proceso; luego, un estudio de los equipos que se encuentran en la planta de producción de alimentos. Se investigará en los manuales de operación y bitácoras de fallas.
- Diseño de formato para indicadores: se realizará un formato con base en los resultados obtenidos, para diseñar indicadores que se puedan analizar y encontrar detalles más profundos para ayudar a la gestión de mantenimiento.

Los resultados esperados darán evidencia de todo el proceso del trabajo, desde la mejora de la gestión de mantenimiento hasta los indicadores del mismo. Otros resultados serán evidentes como la disminución de paros no planificados dentro del proceso de producción y fallas tempranas.

3. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para obtener la información necesaria se utilizará la siguiente técnica:

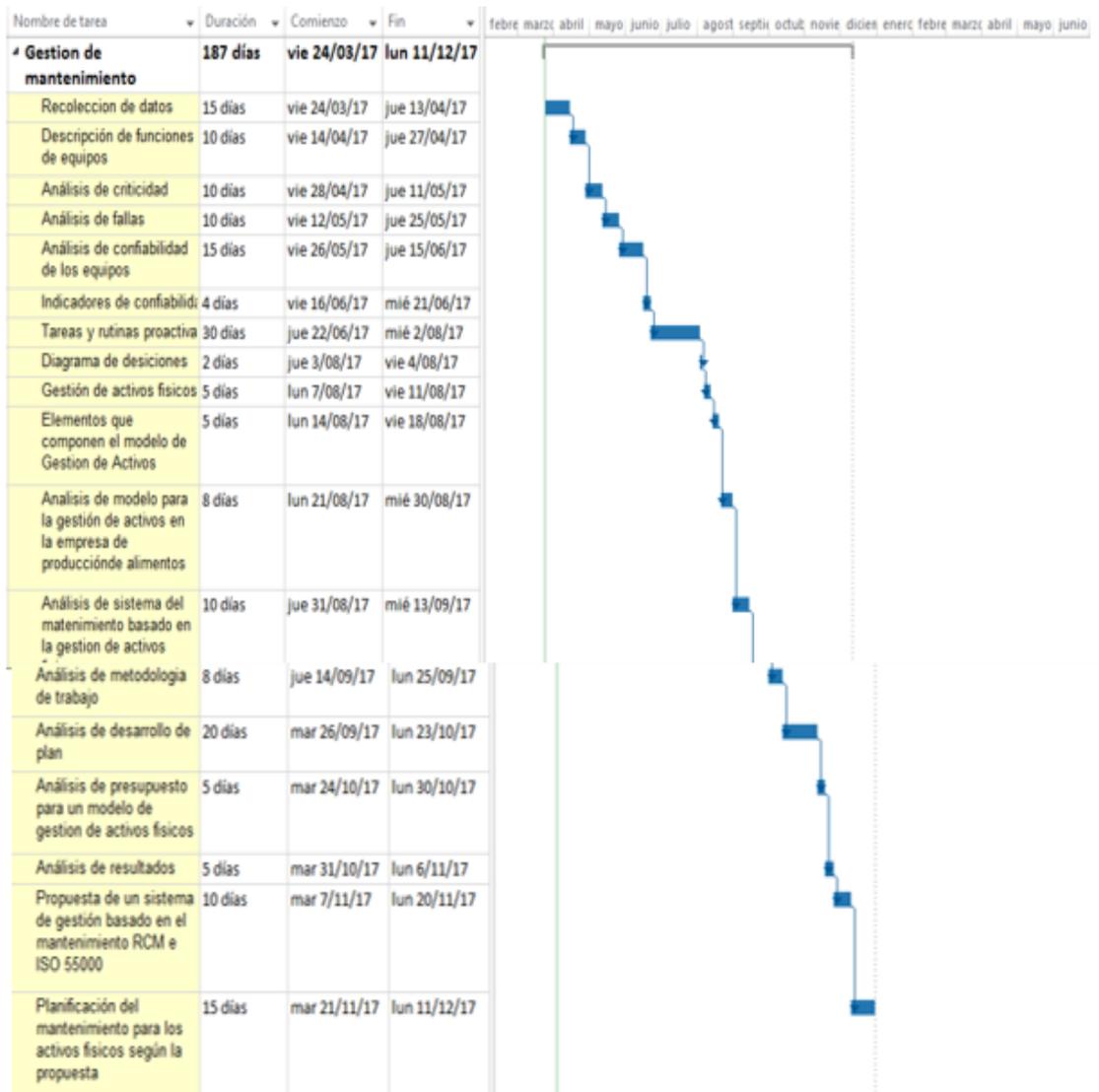
Descriptiva: se realizarán análisis de datos con tablas, gráficos estadísticos, comparaciones entre datos de campo y teóricos. Los datos serán recolectados por el personal de mantenimiento, tanto el supervisor como los técnicos, y elaborarán una base de datos para uso del departamento de mantenimiento.

Se realizará un análisis estadístico con variables descriptivos, y se utilizará para formar todos los indicadores de la gestión de mantenimiento, dando un margen para que se analicen los datos más ocurrentes de fallas en los equipos de la planta de producción de alimentos, y así crear técnicas nuevas que dará lugar a una alta confiabilidad en los equipos.

Todo el trabajo consistirá en un análisis de recolección de datos, en el campo y administrativo, ya que la mayor parte lo tiene la información (maquinaria, procesos, experiencia) necesaria. Por parte administrativa, se analizará los datos recolectados en bitácoras, hojas electrónicas, fichas técnicas y manuales.

4. CRONOGRAMA

Tabla II. Cronograma de actividades



Fuente: Elaboración propia

5. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Dentro de la factibilidad en la investigación, el único impedimento que se encuentra es la recolección de información por parte de la empresa. Esta información cuenta con derechos del autor.

Los recursos necesarios para que el proyecto sea lo más factible posible son:

- Tiempo: se invertirá para hacer entrevistas, evaluaciones, cuestionarios, evaluar fallas, conocer procesos de producción, entre otros.
- Internet: en el siglo XXI es indispensable obtener información por medio del internet, de manera que es un recurso necesario para poder analizar información que convenga.
- Información de manuales, revistas, libros, entre otros.
- Recursos humanos: se utilizará a todo el personal de mantenimiento para evaluar equipos, fallas, repuestos, entre otros, para lograr una sólida investigación.
- Recursos financieros: se invertirá los recursos financieros necesarios para posibles compras de información por internet o por otros medios, para fundamentar la investigación y análisis.

Tabla III. **Proyección de presupuesto**

Rubros	Descripción	Total, rubro	Total (Q)
Tiempo invertido en investigación	Se invertirá tiempo en recolección de datos en estudio de campo, investigación y análisis de datos	700 horas por 12 meses	10,500
Internet	La investigación depende de mucha información que se encuentra en manuales, tesis, entre otros, de manera que se invertirá tiempo e internet para esta investigación	4 horas de internet X 5 quetzales X 12 meses	4,800
Librería	Se invertirá en hojas para recolección de datos, lapiceros, lápices entre otros	-	3,000
otros	En este rubro, se encuentra energía eléctrica, gasolina entre otros	12 meses	5,000
TOTAL			23,300

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La alta disponibilidad de un equipo de producción se basa en la ejecución correcta del mantenimiento, con rutinas puntuales y de bajo costo, reducir fallas tempranas y paros no programados.
2. El análisis adecuado para crear planes y rutinas de mantenimiento en equipos con criticidad alta, se realiza con la recolección de datos reales dentro de los eventos sucedidos en un tiempo estipulado. Se obtiene así una mayor información de los equipos que necesitarán una actividad o rutina de mantenimiento más profunda.
3. Se utilizó la norma ISO 55000 para definir el estado financiero de los equipos que se encuentran en el centro de producción de arroz precocido. Fueron evaluados los altos costos por mantenimiento y/o reemplazo del equipo, y el resultado fue un índice de equipos sobrevalorados por mantenimiento. Por lo tanto, la norma ISO 55000 agrega estrategias nuevas a la gestión de mantenimiento y a la empresa.
4. Creación de diferentes indicadores para el debido seguimiento por parte del departamento de mantenimiento que permitan analizar las tendencias de los resultados obtenidos semanal, mensual, semestral y anualmente. Cambia así rotundamente la forma de hacer el mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Recolectar datos reales a través de un programa producción-mantenimiento y facilitar el análisis de los eventos sucedidos en cada equipo de producción, como fallas, intervenciones por mantenimiento, tiempos de paros y producción.
2. Brindar capacitaciones a personal técnico del departamento de mantenimiento, con respecto a los mantenimientos con altos costos, cambio de repuestos en tiempos no estipulados, confiabilidad en los equipos de producción, lo que dará una mejora en el control y ejecución de las actividades.
3. Una vez implementado el mejoramiento de la gestión de mantenimiento basado en RCM e ISO 55000, realizar una rutina de seguimiento con los indicadores adecuados y reuniones con todo el departamento de mantenimiento para fomentar la mejora continua.
4. Aplicar las estrategias de gestión de mantenimiento basado en RCM e ISO 55000 en todos los centros de producción de la empresa “Alimentos de arroz”, para aumentar la confiabilidad de equipos en procesos más amplios y con equipos más tecnológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Campos, L. (2014), *Diseño de propuesta de modelo de gestión de activos basados en la norma ISO 55000 y un sistema integrado de gestión del espacio de trabajo (IWMS)*. Cartago.
2. Chávez, M. (2015), *Análisis y diagnóstico de gestión de activos para empresas de producción petrolera en el Ecuador basados en los niveles de madurez del estándar PAS 55:2008*. Quito.
3. Depool, T. (2015), *Mejora de la gestión de activos físicos según PAS 55-ISO 55000 evaluando el desempeño de los roles del marco de competencias del IAM*.
4. Durán, J. (2012), *Implementando un plan de gestión integral de activos a lo largo del ciclo de vida*.
5. Gonzáles, I. (2012), *Diseño de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para el circuito propatria B2*. Sartenejas.
6. Gómez, B. (2011), *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en tecnología RCM para el área de servicio de la empresa Cargil de Venezuela S.R.L., planta Catia la mar*. Camurí
7. Herrera, M. (2007), *Manual de mantenimiento preventivo para equipos de panificadora buena vista*. Guatemala

8. Moubray, J. (1991), *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*, OXFORD. ISBN: 0750633581.
9. Pinzon, A. (2011), *Diseño de un plan de gestión para el mantenimiento centrado en confiabilidad para el centro de generación eléctrica a base de gas de la empresa Copower LTDA*. Bucaramanga.
10. Pintelon, G. (1992), *Maintenance Management Decision Making*, *European Journal of Operational Research*.
11. Pérez, E. (2010), *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC) para una paletizadora de sacos de cemento*.
12. Serrano, S. (2016), *Modelo de sistema viable (VSM) aplicado a la gestión de activos físicos*.
13. Siller, A. (2014), *Propuesta de elementos para la gestión de Activos: el caso de una empresa de reciclado de plástico*
14. Sánchez, A. (2010), *La gestión de los activos físicos en la función mantenimiento*.
15. Van, G. (2016), *Diseño de investigación para la utilización de herramientas de confiabilidad como mejora en la planificación en los sistemas de mantenimiento en la línea de blíster de una industria farmacéutica*. Guatemala.

16. Villacrés, S. (2016), *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodología de mantenimiento basado en la confiabilidad para el vehículo Hidrocleaner vactro M654 de la empresa Etapa EP.*

