

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): ANA ISABEL

APELLIDOS: ALVARADO GALVIS

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): MEIMER

APELLIDOS: PEÑARANDA CARRILLO

TÍTULO DEL TRABAJO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL AREA DE PRODUCCION DE LA COMERCIALIZADORA GOMEZ Y GOMEZ S.A.S.

RESUMEN

La comercializadora Gómez y Gómez SAS en su proceso de producción de arroz, mantienen sistemas de gestión tradicional, en el cual se sigue asumiendo el mantenimiento de equipos e instalaciones como un gasto y predomina el enfoque correctivo. Por tal motivo se propuso un cambio en el que se enfatice la prevención y el mejoramiento en la gestión de mantenimiento. El objetivo principal es diseñar e implementar un plan de mantenimiento para el área de producción de la empresa y como objetivos Levantar inventario de equipos y realizar diagnóstico de la situación actual así como programar procedimientos para el mantenimiento respectivo de los equipos y maquinaria de la empresa Comercializadora Gómez y Gómez SAS, Identificar stock de repuestos que deben reposar en el almacén para facilitar el mantenimiento correctivo, preventivo y reparaciones necesarias, y por últimos seleccionar software y herramientas para gestión del mantenimiento. Se llegó a la conclusión de que con una mejor organización del mantenimiento se pueden obtener indicadores que ayudaran en la toma de decisiones para la optimización de la planta de procesamiento.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, mejora, programación, organización.

CARACTERISTICAS

PÁGINAS: 143 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 16 CD ROOM: 1

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA  
DE PRODUCCIÓN DE LA COMERCIALIZADORA GÓMEZ Y GÓMEZ. SAS

ANA ISABEL ALVARADO GALVIS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA  
DE PRODUCCIÓN DE LA COMERCIALIZADORA GÓMEZ Y GÓMEZ. SAS

ANA ISABEL ALVARADO GALVIS

CODIGO: 1120495

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director:

MSc. Ing. Meimer Peñaranda Carrillo

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 4 DE NOVIEMBRE 2022

HORA: 10:00 A.m.

LUGAR: AULA IOT UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

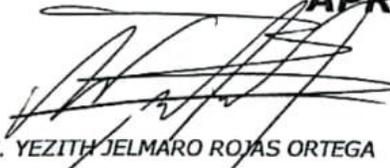
TÍTULO: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LACOMERCIALIZADORA GÓMEZ Y GÓMEZ S.A.S."

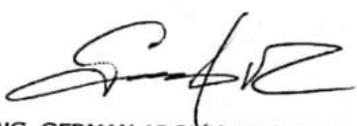
Jurados: ING. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA  
ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Director: ING. MEIMER PEÑARANDA CARRILLO

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
ANA ISABEL ALVARADO GALVIS	1120495	Cuatro, Tres	4.3

**APROBADA**

  
ING. YEZITH JELMARO ROJAS ORTEGA

  
ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

  
Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## Contenido

	<b>pág.</b>
1. Problema	12
1.1 Título del Proyecto	12
1.2 Planteamiento del Problema	12
1.3 Formulación del Problema	13
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo general.	13
1.4.2 Objetivos específicos.	13
1.5 Justificación	13
1.6 Alcances y Delimitaciones	15
1.6.1 Delimitación espacial	16
1.6.2 Delimitación temporal	16
2. Marco Teórico	17
2.1 Antecedentes	17
2.2 Marco Teórico	21
2.2.1 Mantenimiento	21
2.2.1.1 Tipos o acciones de mantenimiento	22
2.2.2 Estrategias o tácticas de mantenimiento	25
2.2.3 Organización del mantenimiento	31
2.2.4 Industrialización del arroz.	34
2.3 Fundamentos Legales	42
2.3.1 NTC-ISO 9000. Gestión de la calidad	42

2.3.2 Resolución 2674 de 2013	43
2.3.3 Guía Técnica Colombiana (GTC 62)	45
2.3.4 Norma Técnica Colombiana NTC 671	45
2.3.5 Norma Técnica Colombiana NTC 55000	45
3. Diseño Metodológico	47
3.1 Tipo de Investigación	47
3.2 Fuentes de Información	47
3.2.1 Fuentes de información primaria	47
3.2.2 Fuentes de información secundaria	47
3.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información	47
3.4 Análisis de la Información	48
4. Resultados	50
4.1 Objetivo 1. Levantar un Inventario de Equipos y Realizar Diagnóstico de la Situación Actual	50
4.1.1 Aplicación de cuestionario para diagnóstico de situación inicial	50
4.1.2 Identificación de áreas de trabajo para el mantenimiento	74
4.1.2.1 Área de producción	74
4.1.2.2 Áreas utilizadas para realizar trabajos de mantenimiento	76
4.1.2.3 Almacén de repuestos	79
4.1.3 Inventario inicial de equipos	79
4.2 Objetivo 2. Diseñar y Programar Procedimientos para el Mantenimiento Respectivo de los Equipos y Maquinaria de la Empresa Comercializadora Gómez y Gómez SAS.	81
4.2.1 Codificación de planta, secciones, equipos y maquinaria	81

4.2.1.1 Generación de código para cada equipo o maquinaria	82
4.2.2 Elaboración de fichas técnicas	84
4.2.2.1 Uso del análisis de criticidad	87
4.2.3 Análisis de criticidad de los equipos de la planta	88
4.2.4 Selección del modelo de mantenimiento	90
4.2.5 Las tareas de mantenimiento	92
4.2.5.1 Formato de inspección anual de equipos y maquinarias	96
4.2.5.2 Formato de inspección mensual de equipos y maquinarias	98
4.2.5.3 Formato de programación semanal de equipos y maquinarias	100
4.2.6 Diseño del formato de la orden de trabajo	102
4.2.7 Formato para la programación de mantenimiento preventivo	105
4.3 Objetivo 3. Identificar Stock de Repuestos que deben Reposar en el Almacén para Facilitar el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Reparaciones Necesarias	106
4.4 Objetivo 4. Seleccionar Software y Herramientas para Gestión del Mantenimiento	110
4.5 Objetivo 5. Implementar el Mantenimiento Correctivo y Preventivo Necesario, de Manera Permanente	112
4.5.1 Organización de Procesos para Mantenimiento Correctivo	113
4.5.2 Implementación del mantenimiento preventivo	114
5. Conclusiones	122
6. Recomendaciones	124
Referencias Bibliográficas	126
Anexos	131

**Lista de Tablas**

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Las seis grandes pérdidas	27
Tabla 2. Cuestionario para diagnosticar organización del mantenimiento	52
Tabla 3. Resumen de resultados del cuestionario	68
Tabla 4. Áreas de producción	74
Tabla 5. Equipos de transformación de productos	80
Tabla 6. Maquinaria de transporte de materia	80
Tabla 7. Inventario de estructuras	81
Tabla 8. Codificación de planta, secciones, equipos y maquinaria	82
Tabla 9. Generación de código	83
Tabla 10. Análisis de criticidad	87
Tabla 11. Tipo A – Tipos de equipos crítico	88
Tabla 12. Tipo B - tipos de equipos importantes	89
Tabla 13. Tipo C - Tipos de Equipos Prescindibles	90
Tabla 14. Modelos de mantenimiento	92
Tabla 15. Sistemas de seguridad	93
Tabla 16. Sistemas de mecánico	94
Tabla 17. Sistemas neumáticos	95
Tabla 18. Sistemas hidráulicos	95
Tabla 19. Ejemplo de formato de inspección anual	97
Tabla 20. Ejemplo de Formato de Inspección anual Lleno	98
Tabla 21. Formato de inspección mensual	99

Tabla 22. Formato de programación de mantenimiento semanal	100
Tabla 23. Formato de historial de mantenimiento (cambiar)	101
Tabla 24. Formato de orden de trabajo	102
Tabla 25. Ejemplo de formato de orden de trabajo llena	104
Tabla 26. Ejemplo de formato de programación anual de inspecciones	105
Tabla 27. Inventario de rodamientos	109
Tabla 28. Cuestionario diagnóstico	118

## Lista de Figuras

	<b>pág.</b>
Figura 1. Pasos en la industrialización del arroz	34
Figura 2. Puntuación general del cuestionario de mantenimiento	71
Figura 3. Panorama general del mantenimiento	72
Figura 4. Foto de entrada de taller	76
Figura 5. Fotos de depósito de herramientas	77
Figura 6. Zona de almacenamiento donde se ubican los silos	78
Figura 7. Diseño de ficha técnica	84
Figura 8. Ejemplo de formato de ficha técnica llena	85
Figura 9. Formato ficha técnica / parte del reverso	86
Figura 10. Diagrama de flujo para selección de modelo de mantenimiento	91
Figura 11. Formato de solicitud de materiales	107
Figura 12. Stock mínimo	108
Figura 13. Base de datos en access para registros del mantenimiento	111
Figura 14. Calendario de mantenimiento Google Calendar	112
Figura 15. Organización del mantenimiento correctivo de la empresa estudiada	113
Figura 16. Pasos para ejecución mantenimiento preventivo inicial en la empresa estudiada	116

**Lista de Anexos**

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Terminología GTC-62	131

## **1. Problema**

### **1.1 Título del Proyecto**

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA COMERCIALIZADORA GÓMEZ Y GÓMEZ S.A.S.

### **1.2 Planteamiento del Problema**

En la actualidad las empresas agroindustriales en Colombia, deben prepararse para ser más eficientes y competitivas frente a los productos extranjeros debido al TLC “tratado de libre comercio”, como principio de esta adaptación se hace necesario proponer una adecuada gestión de mantenimiento de la maquinaria y equipos que son vitales en el proceso, como soporte para el cumplimiento de los objetivos de disponibilidad de activos y de confiabilidad operacional, permitiendo el logro de una competitiva gestión de producción y manufactura.

Con base en lo anterior los programas de mantenimiento en las empresas son usados para garantizar que los procesos que permiten llevar a cabo la misión de una organización se mantengan en marcha ya que el mantenimiento “es el cuidado que se le da a las máquinas para que éstas funcionen adecuadamente” (Villanueva, 2014, p.2), adicionalmente según Crespo (2014) citado por Rico (2018). El mantenimiento es una combinación de acciones técnicas, administrativas y de gestión a lo largo del ciclo de vida de un equipo” y en el sector agroindustrial es indispensable mantener en ejecución los procesos de producción, por esto es de suma importancia implementar planes de mantenimiento que permitan a los equipos y maquinas funcionar de manera correcta y con el menor grado de fallas durante el mayor tiempo posible

La comercializadora Gómez y Gómez SAS en su proceso de producción de arroz, mantienen sistemas de gestión tradicional (ACIEM, 2015), en el cual se sigue asumiendo el mantenimiento

de equipos e instalaciones como un gasto y predomina el enfoque correctivo. Por tal motivo se propuso un cambio en el que se enfatice la prevención y el mejoramiento en la gestión de los activos, acorde con las normas internacionales ISO de los sistemas integrados de gestión industrial.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la Comercializadora Gómez y Gómez SAS se pudo optimizar la productividad de la empresa?

### **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo general.** Diseño e implementación de un plan de mantenimiento para el área de producción de la Comercializadora Gómez y Gómez.

**1.4.2 Objetivos específicos.** Levantar un inventario de equipos y realizar diagnóstico de la situación actual.

Diseñar y programar procedimientos para el mantenimiento respectivo de los equipos y maquinaria de la empresa Comercializadora Gómez y Gómez SAS.

Identificar stock de repuestos que deben reposar en el almacén para facilitar el mantenimiento correctivo, preventivo y reparaciones necesarias.

Seleccionar software y herramientas para gestión del mantenimiento.

Implementar el mantenimiento correctivo y preventivo necesario, de manera permanente.

### **1.5 Justificación**

El aumento en la competitividad del mercado está exigiendo cada vez mayor organización y calidad en las organizaciones para ofrecer productos con mayor grado de calidad y con esto se aporte al desarrollo de la región. Colombia tiene claro el tema de la competitividad como se ve reflejado en la constitución política de Colombia (1991, art. 333) “La libre competencia

económica es un derecho de todos que supone responsabilidades. El Estado fortalecerá las organizaciones solidarias y estimulará el desarrollo empresarial” y en (art. 334) “También para promover la productividad y competitividad y el desarrollo armónico de las regiones”.

Actualmente los esfuerzos para proporcionar productos cada vez más satisfactorios se ven reflejados en todos los procesos de una organización. Como lo afirma Fuentes (2009) “Las empresas están en constante búsqueda de herramientas para reducir costos, manteniendo su ventaja competitiva mediante la transformación de las ideas en valor y entrega a sus clientes”.

En el área de molino de la Comercializadora Gómez y Gómez los procesos que intervienen directamente con el producto final en este caso el arroz son de suma importancia ya que cualquier cambio en este proceso puede afectar directamente el producto. La inversión en el mantenimiento de las áreas y equipos responsables de la producción aseguraría el funcionamiento de la maquinaria y por esto se ve en el mantenimiento una oportunidad de continuo mejoramiento en la calidad de los resultados, un ejemplo de esto es como un pequeño cambio en una máquina de cubiertas de chocolate dio un aporte importante en la calidad del *Nuflless* un producto nuevo de la compañía Morris National en Asussa, California.

El chocolate por sí solo es un producto muy abrasivo. Si le agrega arroz inflado se crea una superficie poderosamente áspera que desgastará las superficies de contacto. Con la bomba original, el mantenimiento se convirtió en un gran problema. El personal de mantenimiento tuvo que reemplazar las plataformas de la puerta del raspador tan seguido como dos veces a la semana para evitar preocupaciones sobre la contaminación del producto.

Naturalmente, ese mantenimiento continuo se volvió costoso. Además del costo de las plataformas, la línea tenía que detenerse durante una hora, reduciendo la producción y eficiencia en general.

Girotto reporta que este tiempo muerto fue eliminado cuando cambiaron a la bomba Waukesha y adicionalmente, el mantenimiento volvió a ser directo y manejable. (Industria Alimenticia, 2012)

En este ejemplo se evidencia como el departamento de mantenimiento al hacer un seguimiento de los equipos de producción logro establecer un modo de mejorar la calidad del producto.

Por su parte **Carsel** (2015) afirma que:

Normalmente, los procesos de innovación suponen cambios tecnológicos productivos y administrativos con un coste muy relevante.(...) con técnicas sencillas y de bajo impacto económico, se pueden conseguir resultados apreciables en toda la organización de mantenimiento, y colateralmente y de manera exponencial, en toda la empresa.

La Comercializadora Gómez y Gómez SAS en su proceso de desarrollo busca implementar el sistema de gestión de la calidad basado en la Norma técnica colombiana ISO 9001 lo que requiere ejecutar acciones que permitan como lo estipula (NTC-ISO 9001, 2015) “la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables así como facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente” objetivos que mediante el diseño y la implementación de un plan de mantenimiento que monitoree las máquinas y equipos que permanecen en el área de producción serían cubiertos en una ración contribuyendo con esto a la aplicación de la norma antes mencionada y consecuentemente amentar la competitividad de la empresa.

## **1.6 Alcances y Delimitaciones**

**Alcance.** Se diseñó un plan de Mantenimiento Industrial enfocado a la maquinaria y equipos que intervienen en la producción de arroz blanco san Andrés en la Comercializadora Gómez y

Gómez s.a.s. con el objetivo de tener un área de mantenimiento organizada disminuyendo los tiempos muertos debido a las fallas repentinas.

**1.6.1 Delimitación espacial.** El proyecto se limitó al Área de producción de la comercializadora Gómez y Gómez SAS, su equipo de transformación y transporte de materia prima desde su recibo, pasando por el laboratorio hasta el empaçado final.

**1.6.2 Delimitación temporal.** El proyecto fue ejecutado en un lapso de aproximadamente 4 meses en el cual se especificaron las tareas necesarias que conforman la estructura del plan de mantenimiento a implementar en la planta, con el fin de formar un departamento de mantenimiento organizado de forma permanente.

**1.6.3 Delimitación conceptual.** Mantenimiento, mejora, programación, organización.

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes

Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial Molinera San Luis SAC, 2018. Tiene como objetivo proponer e implementar un plan de gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad en las máquinas que intervienen en su proceso productivo de pilado de arroz. Las teorías que sustentan el diseño e implementación del proyecto son las de confiabilidad operacional (de máquinas), teoría de plan de gestión y TPM, herramienta japonesa de lean manufacturing. Todos estos conceptos se integraron para alcanzar el objetivo del mantenimiento preventivo trazado a través de herramientas como: análisis de criticidad, cálculo de OEE, análisis documental, inspección visual, análisis de fallas. Con la metodología planteada se diagnosticó la situación problemática de la confiabilidad de las máquinas, determinando así, que las áreas críticas dentro de la empresa eran el pilado y el embolsado, teniendo estas un alto porcentaje de paradas no programadas de máquinas; por lo cual, se implementó un plan de gestión de mantenimiento basado en TPM -haciendo uso de cronogramas, registros, programas de capacitación e integración de grupos multidisciplinarios que permitió aumentar la confiabilidad de las máquinas reduciendo el porcentaje de paradas no programadas en 8% y aumentando el tiempo medio entre fallas de 42 a 62 minutos, además, se obtuvo un ahorro de S/2000 mensuales, y se logró el incremento de la eficiencia global de equipos en un 15%. (García, 2018)

Estructuración de un modelo de gestión del mantenimiento preventivo aplicable a la Industria de Molinería de Arroz en el departamento del Tolima. Este trabajo de investigación presenta un modelo para la gestión del mantenimiento industrial acorde con las expectativas de la confiabilidad operacional en empresas líderes del departamento del Tolima en molinería de

arroz, que promueve mejorar resultados operativos y adecuar la planeación y programación de las actividades para la gestión de mantenimiento general de activos, propiciando la estandarización de procedimientos en correspondencia con instructivos de clase mundial y las teorías modernas de gestión. El proyecto se desarrolla a partir de la recopilación de información y búsqueda de antecedentes en las empresas, indagación preliminar del medio y observación de experiencias vividas en empresas agroindustriales de la región. Se tiene como método de investigación un enfoque descriptivo basado en el análisis cualitativo y cuantitativo de la información recopilada, relacionando variables del mantenimiento con las buenas prácticas de manufactura con énfasis en la confiabilidad operacional, en el soporte del mantenimiento para las industrias automatizadas e intensivas en equipos y realizando prácticas de campo con asistentes de investigación, lo cual permitió conocer la forma de aplicación práctica del modelo propuesto en el sector agroindustrial en el departamento del Tolima. Para lo anterior, se diseñaron instrumentos de análisis de tipo cualitativo que permitieron caracterizar las empresas estudiadas y al mismo tiempo diagnosticar sus aciertos y necesidades en el ámbito del mantenimiento. El modelo de mantenimiento se fundamenta en la alineación estratégica de los objetivos organizacionales con la gestión de activos, enfocados en las tendencias modernas del trabajo en equipo y del mejoramiento continuo como soporte de operaciones y de confiabilidad operacional. El ciclo de gestión se centra en actividades a corto, mediano y largo plazo en correspondencia con los modelos de gestión moderna del mantenimiento, lo que permite desarrollar un adecuado manejo de los equipos productivos, bajo estándares de utilización desde su ciclo de vida útil, aprovechando las nuevas tecnologías del mantenimiento y empleando parámetros de gestión que actualmente se enfocan en la racionalización de actividades y la efectividad de los resultados. El presente documento se encuentra dividido en seis (6) capítulos.

El primer capítulo contempla la introducción de esta investigación, indicando la problemática del sector de molinería de arroz en relación con la gestión del mantenimiento y su soporte operacional, así como su justificación. El segundo capítulo contiene las estrategias y los modelos sobre los cuales se fundamenta el estudio, así como los conceptos básicos acerca de la gestión del mantenimiento industrial. El tercer capítulo muestra la metodología utilizada durante el desarrollo de la investigación. En el capítulo cuatro se exponen los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. En el capítulo cinco se muestra el modelo, sus componentes y estrategias. Finalmente, en el capítulo seis se exponen las conclusiones, los aportes, limitaciones y futuros aspectos de investigación que se derivan a partir de los resultados obtenidos en este estudio. (Rico, 2018)

Manuales de mantenimiento preventivo para las plantas de concentrados, granos y semillas de zamorano. La necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo efectivo se debe a las exigencias de las industrias de ser más eficientes y eficaces en uso de sus recursos con lo que garantizan parte su competitividad en el mercado. La incursión a nuevos nichos de mercado obliga a las empresas a adoptar normas internacionales como ISO 9001 y regulaciones como las de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) y OSHA (por sus siglas en ingles Occupational Safety and Health Administration); donde se sugiere mantener en óptimas condiciones los equipos con el fin de producir con calidad, seguridad ocupacional y rentabilidad. El objetivo de este estudio fue la elaboración de manuales de mantenimiento preventivo para la planta de concentrados y la planta de granos y semillas de Zamorano. El estudio se realizó por medio de un diagnóstico del estado actual del equipo involucrado en el proceso de elaboración de alimento balanceado para animales y el acondicionamiento de granos y semillas. Como resultado de este estudio se obtuvo dos manuales de mantenimiento preventivo uno para la

Planta de concentrados y otro para la planta de granos y semillas Zamorano; así como también se estableció un cronograma de actividades de mantenimiento anual en cada una de las plantas y se brindaron sugerencias básicas de seguridad operacional al momento de realizar labores de mantenimiento. La implementación, validación, seguimiento, verificación y control del manual de mantenimiento preventivo es indispensable para lograr mejoras en la capacidad productiva de la planta. (Picado, 2007)

Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo.

La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daño materiales como laborales.

El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es 459,824 millares lo que hace una diferencia

de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo es un promedio de 12 %. (Gonzales, 2016)

## **2.2 Marco Teórico**

**2.2.1 Mantenimiento.** El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener. La función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que cumpla su función de producir bienes o servicios.

El mantenimiento es una combinación de acciones técnicas, administrativas y de gestión a lo largo del ciclo de vida de un equipo, destinada a conservarlo o devolverlo a un estado en el cual pueda desarrollar la función requerida, para proporcionar un servicio dado. Para lo anterior, es importante el conocimiento del estado en que el equipo cumple con la función requerida. (Crespo citado por 2018)

De acuerdo con la definición previa del mantenimiento se establecen los niveles de mantenimiento como las acciones requeridas para llevar a cabo en un rol de intervención dado, en tiempo, en nivel jerárquico y desarrollado en distintos momentos, para lo cual requerirá competencias específicas en el personal. A continuación, se presentan los niveles típicos de mantenimiento de una empresa del sector agroindustrial moderna (Crespo citado por Rico, 2014):

### **Nivel 1 (Gestión Autónoma)**

- Limpieza, Inspección Lubricación
- Reparaciones sencillas / sustituciones
- Cambios de formato y ajustes

### **Nivel 2 (Mantenimiento Correctivo)**

- Diagnóstico de averías

- Remoción de etiquetas (anomalías)
- Reparación de averías

### **Nivel 3 (Mantenimiento Preventivo)**

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Formación Técnica y Estandarización

### **Nivel 4 (Prevención del Mantenimiento)**

- Nuevas máquinas / componentes
- Mejoras
- Early Equipment management
- Nuevas técnicas / sistemas

### **Nivel 5 (Mantenimiento Contratado)**

- Intervenciones externas
- Intervenciones de proveedores.

#### ***2.2.1.1 Tipos o acciones de mantenimiento***

**Mantenimiento correctivo.** El mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de la falla y se le considera de corto plazo. Las personas encargadas de reportar la ocurrencia de las averías son los propios operarios de las máquinas o equipos y las reparaciones corresponden al personal de mantenimiento. Exige, para su eficacia, una buena y rápida reacción de la reparación (recursos humanos asignados, herramientas, repuestos, elementos de transporte, etc.). La reparación propiamente dicha es rápida y sencilla, así como su control y puesta en marcha (Navarro y otros citado por Mora, 2009)

El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento consiste en que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, en el preciso momento en que pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Además, porque la mayoría de los operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas. Entre algunos de los síntomas que determinan la presencia de fallas, pueden estar altos niveles de ruidos y/o anomalías que pueden generar otras averías mayores (Navarro y otros citado por Mora, 2009)

Existen dos tipos de tareas no planeadas de orden correctivo:

- El desvare, que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo u operación, pero no necesariamente a sus condiciones estándar. Se aplica en urgencias donde no se debe paralizar el proceso operativo de bienes y/o servicios.
- Reparación correcta y definitiva, para la cual se tienen experiencias previas similares y se conoce la causa raíz de la falla. Esta reparación devuelve la máquina a sus condiciones estándar de producción y mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. Una tarea de mantenimiento correctivo típica (Knezevic, 1996).

Consta de las siguientes actividades:

- Detección de la falla.
- Localización de la falla.
- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje.

- Pruebas.
- Velicación.

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el objeto de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo (Patton, citado por Mora, 2009).

**Mantenimiento preventivo.** La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos, mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno. Consiste en una serie de actuaciones sistemáticas en las que desmontan las máquinas y se observan para reparar o sustituir los elementos sometidos a desgaste.

Sus principales ventajas frente a otros tipos de tareas de mantenimiento son: Evita averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas. Prepara las herramientas y repuestos. Aprovecha realizar las reparaciones en el momento más oportuno, tanto para producción, como para mantenimiento. Distribuye el trabajo de mantenimiento optimizando la cuadrilla de reparación. Así mismo, disminuye la frecuencia de los paradas de maquinaria, pero los aprovecha para realizar varias reparaciones diferentes al mismo tiempo (Navarro citado por Mora, 2009).

**Mantenimiento predictivo.** El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué

período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos. La predicción del comportamiento de los parámetros se hace por medio de las ciencias matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes o multivariantes, etc. Una de sus características más importantes es que no debe alterar el funcionamiento normal de la planta mientras se está aplicando. (Mora, 2009)

### **2.2.2 Estrategias o tácticas de mantenimiento**

**El Mantenimiento Productivo Total (TPM).** El Mantenimiento Productivo Total es una estrategia diseñada en el Japón a mediados de los años 70 y difundida rápidamente en los Estados Unidos de América y el resto del mundo que se basa en el acople ideal del incremento de la productividad, el liderazgo operativo, el trabajo en equipo, la prevención industrial y elementos de participación y de mejoramiento continuo en las operaciones. (Rico, 2018)

Los pasos específicos para desarrollar el programa de TPM deben ser desarrollados individualmente por cada compañía, es decir, ajustados a sus requerimientos.

#### **Pilares del TPM**

**Mejoras enfocadas:** Son el conjunto de diferentes tareas por realizar en grupos de personas, que permiten optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos. Su esfuerzo radica en evitar cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las empresas.

**Mantenimiento autónomo:** Se basa en la activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste en que éstos realizan algunas actividades menores de mantenimiento (de baja o mediana tecnología), a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable.

**Mantenimiento planificado:** El personal realiza acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permiten evitar fallas en los equipos o sistemas de producción.

**Mantenimiento de la calidad:** Se trata de mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos, con el fin de no desmejorar la calidad de los productos en esos momentos en que se inicia y se mantiene la no funcionalidad adecuada de las máquinas o equipos.

**Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento:** Son todas las tareas de la fase de diseño, construcción, montaje y operación de los equipos, que permiten garantizar la calidad de la operación y de los productos o bienes que generan las máquinas. Pretende elevar y mantener al máximo posible la confiabilidad y la disponibilidad de los equipos

**Mantenimiento de las áreas administrativas:** Se trata de que las áreas de apoyo logístico a operación, producción y mantenimiento sean las más adecuadas para evitar pérdidas.

**Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento:** Se trata de establecer políticas que permitan que todos los empleados de producción y de otras áreas de la compañía, que inciden en la ingeniería de fábricas, se mantengan educados, entrenados, motivados, etc., con las mejores prácticas internacionales y que permanentemente estén creciendo en lo personal e institucional. De esta forma se pueden evitar o solucionar problemas de una manera eficaz, pues se busca que todos los empleados conozcan el funcionamiento de cada máquina, que detecten la incidencia de la funcionalidad de las máquinas en la calidad de los productos y que posean en todo momento las mejores habilidades y competencias para su trabajo.

**Seguridad, higiene y medio ambiente:** Por medio de la aplicación de los instrumentos de mejoramiento continuo y 5S, se garantiza la inexistencia o la minimización de accidentes laborales o industriales. Se procura que todo el personal sea capaz de prevenir y evitar riesgos, de

mantener unas condiciones adecuadas de higiene y seguridad en el puesto de trabajo y en las áreas productivas, y pretende proteger y conservar el medio ambiente.

En el TPM, todos los problemas de operación de los equipos se consideran pérdidas de su función, las cuales deben ser monitoreadas y se agrupan en “las seis grandes pérdidas”, así:

**Tabla 1. Las seis grandes pérdidas**

Tipo	Pérdida	Tipo y características	Objetivo
Tiempo muerto	1. Averías debido a fallas en el equipo	Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas de los equipos	Eliminar
	2. Preparación y ajustes (cambios de utillaje, moldes, ajustes herramientas)	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.)	Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar	Eliminar
	4. Velocidad reducida (diferencia entre velocidad normal y la real).	Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo	Anular o hacer negativa
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos	Eliminar productos y procesos fuera de tolerancia
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso	Minimizar

Fuente: Hernández y Vizán (2013); Cuatrecasas (2012)

**Mantenimiento autónomo.** Este enfoque del mantenimiento cumple con el objetivo de enfocarse hacia cero accidentes y cero contaminación. Los pasos sugeridos para la implementación del mantenimiento autónomo, son (UIS, 2014):

- Organización y orden.
- Limpieza e inspección.
- Eliminación de fuentes de contaminación y lugares de difícil acceso.
- Estándares preliminares de limpieza, lubricación y ajustes.

**Mantenimiento planeado.** El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr tres objetivos (UIS, 2014):

Maximizar la producción. Mejorar la confiabilidad del equipo.

Minimizar los recursos. Mejorar la efectividad de los costos.

Eliminar las averías no programadas. Los pasos para la implementación del mantenimiento planeado (UIS, 2014):

1. Diagnóstico de la situación actual.
2. Restaurar el deterioro.
3. Estructuración del control de información y de datos.
4. Estructuración del mantenimiento periódico.

El indicador clave de gestión del TPM, es la eficacia global del equipo (OEE), cuyo valor está definido por el producto de tres factores: disponibilidad, rendimiento del ciclo y tasa de calidad.

(Hernández & Vizán citado por García, 2018) OEE es un indicador de un equipo o grupos de máquinas y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si todo hubiera ido perfectamente, y las unidades sin defectos que realmente se han producido.

Basado en índices de Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$OEE \text{ (eficiencia global de equipos productivos)} = D * E * C$$

Disponibilidad (D) es la fracción de tiempo que el equipo está operando realmente reflejando las pérdidas por averías y paradas. El coeficiente de eficiencia © mide el nivel de funcionamiento del equipo contemplando las perdidas por tiempos muertos, paradas menores y perdidas por una velocidad operativa más baja que la de diseño. La calidad © mide la fracción de la producción obtenida que cumple los estándares de calidad reflejando aquella parte del tiempo empleada en la producción de piezas defectuosas o con errores.

El TPM está orientado a la creación de un sistema corporativo que maximiza la eficiencia y establece un sistema que previene las pérdidas en las operaciones de la empresa. Se incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Es aplicable en todos los sectores, incluyendo producción desarrollo y departamentos administrativos y se puede apoyar en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos debido a que se tiene la creencia de que la obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos (UIS, citado por Rico, 2018

**Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).** El RCM se puede definir como el proceso usado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe cumpliendo su función. La filosofía del RCM se fundamenta en:

- Evaluación de los componentes de los equipos, su estado y su función.
- Identificación de los componentes críticos.
- Aplicación de las técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo.

Mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario, el cual desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible que se adapta a las necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón costo/beneficio” (Panamericano citado por Rico, 2018).

**Mantenimiento basado en la optimización del mantenimiento preventivo (PMO).** La optimización del mantenimiento preventivo, facilita el diseño de un marco de trabajo racional y rentable, cuando un sistema de mantenimiento preventivo está consolidado y la planta se tiene bajo control. Esto implica buena experiencia en hacer mantenimiento planeado. A partir de ahí, el mejoramiento se puede alcanzar fácilmente con una adecuada asignación de recursos; y el personal puede enfocar sus esfuerzos en los defectos de diseño de la planta, o en sus limitaciones operativas.

Mientras que el PMO utiliza el historial de fallas existente como una de las entradas en la revisión de las actividades de PM, se reconoce que en la gran mayoría de las empresas, la información de los sistemas CMMS (Computerized Maintenance Management System), tiende a ser inexacta e incompleta. El propósito fundamental del PMO es que todas las acciones de mantenimiento tengan valor agregado y que el sistema motive mejoras en muchos otros aspectos del manejo de activos físicos de la empresa, aparte de los análisis básicos de mantenimiento.

**Mantenimiento proactivo.** El mantenimiento proactivo es una táctica de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y la corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez localizadas las causas que generan el desgaste,

no se debe permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria ya que, de hacerlo, su vida y desempeño se ven reducidos. (Mora, 2009)

El resultado que produce la implementación de una táctica proactiva consiste en que se crea en la empresa un cambio en la conducta, que es el generador de innumerables ahorros para las empresas. Con esto la empresa sufraga su instalación e implementación y genera situaciones positivas como mejor imagen del cliente, mayor garantía de calidad de los equipos, superior confiabilidad en los equipos, alta seguridad y gran economía en los costos (Oiltech Analysis, Citado por Mora, 2009)

### **2.2.3 Organización del mantenimiento**

**Área de mantenimiento.** El departamento de mantenimiento es el jugador clave en el mantenimiento del equipo. Principalmente, debe poner sus esfuerzos en el mantenimiento planificado, en el predictivo y en el correctivo, concentrándose en medir y restaurar el deterioro. Debe reconocer que no es un taller de reparaciones, restaurando el equipo averiado dejándolo en su condición previa a la avería. Como organización de especialistas, su verdadera tarea es elevar la mantenibilidad, operabilidad y seguridad a través de actividades perfiladas para identificar y lograr condiciones óptimas en el equipo. (Porrás, 2012)

Está encargada de todo el mantenimiento de la línea de producción, debe tener los registros de cada componente y sus respectivas hojas de vida, en ella se genera las OT y se planifica los tiempos de mantenimiento debe contar con un almacén bien implementado con todo lo necesario para el mantenimiento como repuestos, herramientas, lubricantes, EPP, etc. El cual debe ser solo y exclusivo para el mantenimiento.

**Equipo responsable de la ejecución de las actividades del mantenimiento.** Supervisor del mantenimiento:

- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria.
- Efectuar el requerimiento de insumos repuestos y herramientas en coordinación con el mecánico respectivo.
- Llevar un control de mantenimiento de cada máquina.
- Consolidar diariamente, semanalmente, mensualmente y anualmente el mantenimiento preventivo realizado a la maquinaria.
- Planificar los tiempos de mantenimiento en coordinación con el área de producción solicitando de mencionada área los tiempos de parada de la línea de producción.
- Presentar los informes de mantenimiento a gerencia.
- Estar siempre al margen de los avances tecnológicos en maquinaria molinera.

Operario:

- Revisar diariamente el estado de la maquinaria.
- Usar correctamente la unidad asignada y mantenerla ordenada y limpia.
- Apoyar al mecánico con las tareas de mantenimiento.
- Informar al supervisor de operaciones mecanizadas la ejecución de sus actividades en el cumplimiento de sus funciones.
- Elaborar solicitudes de mantenimiento si encuentra defectos en alguna máquina o componente de la línea de producción.
- Estar siempre al margen de los avances tecnológicos en maquinaria molinera.

**Mecánico:**

- Ejecutar los problemas de mantenimiento de cada máquina.

- Efectuar la atención de los pedidos de servicios de mantenimientos y reparaciones

menores a la brevedad posible.

- Mantener ordenado y limpio su ambiente de trabajo.
- Debe estar en constante capacitación.

Técnico administrativo:

- Elaboración de los requerimientos presupuestales del responsable técnico de maquinaria.
- Mantener actualizado el registro de proveedores que abastezcan bienes y servicios

requeridos.

- Reportar la ubicación de repuestos y lubricantes requeridos para la operación.
- Lleva un control en coordinación con almacén sobre los repuestos y herramientas de

mantenimiento.

Almacenero:

- Recepcionar los bienes provenientes de maquinaria, rechazando aquellos que se

encuentren con defectos y deteriorados.

- Realizar un inventario de los bienes relacionados de la maquinaria e informar al técnico

administrativo de los saldos existentes.

- Recibe las solicitudes de repuestos, herramientas, etc.

**Diseño del trabajo del área de mantenimiento.** (García, 2003). Fase previa:

Determinación de la situación actual, fijación de los objetivos, descripción de la planta.

Fase de implantación:

1. Reorganizar recursos humanos
2. Reorganizar almacén de repuesto
3. Poner en marcha un plan de mantenimiento inicial

4. Puesta a punto inicial de la planta(en marcha)

5. Organización del taller

Fase de desarrollo:

1. Análisis de equipos

2. Elaboración de plan de mantenimiento

3. Determinación de las tareas de parada (programación de mantenimiento)

4. Elaboración de la lista de repuesto mínimo

5. Plan de formación

6. Subcontratos

Fase de optimización:

1. Mejoras técnicas

2. Mejoras organizativas

3. Mejoras económicas

**2.2.4 Industrialización del arroz.** Pasos en la industrialización del arroz.



**Figura 1. Pasos en la industrialización del arroz. Fuente: elaboración propia**

**Recepción del arroz.** El arroz cáscara es transportado en camiones desde los centros de acopio hasta plantas descargándolas en tolvas de recepción o donde se disponga un espacio para almacenarla hasta su turno de procesamiento, en esta etapa se toma muestra de la materia prima que se está recepcionando para su posterior aceptación, análisis y evaluación del comportamiento de esta en el proceso. (Picado citado por Rostran & Rodríguez, 2014)

A cada muestra se le analizará para determinar el porcentaje de humedad, la presencia de semillas de otras especies y en mal estado, esto dará una idea de los resultados finales. El porcentaje de humedad del arroz paddy recomendado a aceptar es de un 20% - 24% y el porcentaje de impurezas es del 0% al 5% de impurezas, por supuesto mientras más bajo sea mejor ya que apresurará el tiempo para ser procesado.

**Secado.** El secado de arroz Paddy es uno de los procesos de mayor importancia en la producción de arroz blanco. El secado influye también en la capacidad de almacenamiento del grano, el consumo de energía, la masa final del grano y el porcentaje de granos enteros al finalizar el proceso. En la industria arrocera local, el proceso de secado se realiza a temperatura constante (aprox. 35°C), por el tiempo necesario hasta alcanzar la humedad de equilibrio. No alcanzar la humedad de equilibrio generará hongos en el proceso de almacenamiento, por otro lado, sobre secar el grano reduce la masa del producto generando pérdidas económicas para la industria molinera. Además, realizar el proceso con una mayor temperatura fragiliza el grano generando un mayor porcentaje de granos partidos. (Cubillos y Barrero, 2010).

La industria molinera actual utiliza como estrategia de secado, aplicar temperatura constante hasta alcanzar la humedad deseada.

**Pre-limpieza.** Es la primera operación en el proceso de trillado y de gran importancia para el control de la calidad del proceso de trillado, consiste en separar el 2% de las impureza o materia extraña que contenga el flujo de Paddy por medio de acción neumática y diferencia granulométrica aplicando succión y vibración al mismo tiempo. La operación inicia una vez que el Paddy cae del elevador hacia a la primera malla granulométrica posicionada a una pendiente de 30° dentro de la maquina pre limpiadora donde una corriente aire empuja y succiona la mayor cantidad de polvo mientras la vibración provoca la caída del Paddy a través de los orificios separando así la materia extraña (ME) de mayor tamaño, la trayectoria de la materia prima (MP) es horizontal a través de la maquina pasando 3 mallas de diferente granulometría antes de salir por la descarga conocida como cortina de Paddy.(Castillo & otros, 2014)

**Descascarado o trillado.** Es la segunda etapa dentro del proceso de trillado y donde la materia prima pasa de ser catalogada como grano de arroz llevándose a cabo el primer cambio físico consiste En esta operación el objetivo es retirar la cascarilla que cubre al grano, la operación es realizada por equipos semiautomáticos conocidos como descascaradoras compuestos de rodillos que rotan en sentido contrario que comprimiendo y separando el grano de arroz de la cascarilla o capa externa durante su paso.

**Separación de la cascarilla.** Para separar la cascarilla se usan equipos llamados aventadores o circuitos que por aspiración separan la cascarilla producida en el descascarado dejando libre el arroz, que pasará a la etapa de separación gravimétrica; dicha mezcla tiene un nivel de descascarado de 93% (Picado, 2011). La cascarilla resultante como consecuencia del proceso es de 23.1 % del peso de arroz paddy, esta puede tener diferentes usos, uno de ellos es la venta a agricultores, y la otra, su utilización como combustible para los hornos de las secadoras Para separar la cascarilla se usan equipos llamados aventadores o circuitos que por aspiración separan

la cascarilla producida en el descascarado dejando libre el arroz, que pasará a la etapa de separación gravimétrica; dicha mezcla tiene un nivel de descascarado de 93% (Picado, 2011).

La cascarilla resultante como consecuencia del proceso es de 23.1 % del peso de arroz paddy, esta puede tener diferentes usos, uno de ellos es la venta a agricultores, y la otra, su utilización como combustible para los hornos de las secadoras. (Rostran y Rodríguez, 2014)

**Separación gravimétrica o mesa paddy.** Es la primera actividad de clasificación en el proceso de trillado, permite separar el arroz integral de la Paddy que no pudo ser extraída por vibración en las mesas vibratorias, a la vez se extrae la mayor cantidad de materia extraña (ME) que, la pre-limpiadora, las descascaradoras y la mesas paddy tampoco separaron. La operación se lleva a cabo a través de tres cilindros calibradores formados de láminas agujeradas, cuyo agujeros poseen la forma de ojo chino y tamaño de granulometría permita el paso del arroz integral (AI) separando al paddy y cualquier presencia de materia extraña hacia la operación de pulido, el flujo de arroz integral proveniente de las mesas paddy entra por en medio del cilindro, mientras este rota girando a gran velocidad, el arroz integral cruza a través de los agujeros hacia el siguiente cilindro de menor granulometría separando por etapas de calibre o tamaño. (Castillo y otros, 2014)

El subproducto en esta etapa es la puntilla, que son los trozos de granos a consecuencia del descascarado, el porcentaje es de 2.5 %, sus usos son variados, se puede vender como alimento para aves o mezclar y molerlo con la semolina para el mismo fin, pero con un valor mayor. (Rostran y Rodríguez, 2014).

**Blanqueado y pulido.** Es la operación que provoca los cambios físicos más importantes de la materia prima durante el proceso de trillado, consiste en remover la capa oscura del arroz integral por medio de tres etapas o tres fases como se le conoce en la industria cada fase provoca la

extracción del primer subproducto del proceso conocido como semolina o harina de arroz, la cual es extraída por succión a través de una compleja red de tubería y equipos extractores de sedimentos. La primer y segunda fase es la operación realizada por los dos pulidores de abrasión vertical compuestos de discos abrasivos, los discos se mueven alta velocidad centrifuga comprimiendo contra otra superficie abrasiva el flujo de arroz integral, que se mueve en forma helicoidal a través del pulidor, extrayendo la capa aleurona en forma de harina, la cual un filtro conocido como *screen* separa luego de ser succionada por el vacío ocasionado por los extractores; a través de la tubería. (Castillo y otros, 2014)

La semolina es almacenada en una bodega paralela a la del arroz pulido, donde se le da un proceso extra para darle valor agregado al combinarla con la granza en una molienda para su comercialización posteriormente. (Rostran y Rodríguez, 2014)

**Blancura:** La blancura es el porcentaje de traslucidez que caracteriza la apariencia del arroz blanco, cada fase se encuentra configurada de manera que cada uno de los pulidores eleva la blancura del grano hasta alcanzar los niveles establecido, el cálculo para obtener la presión de calibración de cada pulidor se obtienen a partir de la receta de pulidor a utilizar, cabe mencionar que la receta puede varia de suave a semi-suave y fuerte. (Castillo y otros, 2014)

**Clasificación por tamaño.** En una primera fase se separa los materiales considerados como impurezas o materias extrañas y luego se clasifica el grano partido por fracciones de un cuarto, media y tres cuartos respecto a la longitud del grano. El rendimiento de los granos no enteros es del 13 %, en muchos beneficios estos son mezclados con granos enteros para dar crear diferentes calidades según los requerimientos del mercado. (Rostran y Rodríguez, 2014).

**Dosificado y empacado.** Es donde se obtiene el arroz blanco listo para el consumo humano y cada operación difiere de la otra desde el punto de su realización; el dosificado es una operación

programada de manera computarizada, donde el operario codifica y programa el equipo dosificador en dependencia al tipo de calidad y presentación y de empaque, así como el rendimiento de grano entero. (Castillo y otros, 2014)

En esta operación se da la presentación final al producto que puede ser mediante el uso de balanzas y máquinas cosedoras en sacos de 50 kilos o menos, o mediante una embaladora automática que brinda la ventaja de envasar el producto en paquetes de 5, 2, y hasta un kilo. (Rostran y Rodríguez, 2014).

**Maquinaria y equipo que intervienen en la industrialización del arroz.** Tolvas, Prelimpiadoras, Separadora o mesa paddy, Zarandas, Elevador de cangilones, Secadora tipo cascada, descascaradora, Colector de polvos, Clasificadora, Dosificadora, Máquina de coser costales, empacadora.

**Pre limpiadora:** Es un equipo utilizado para quitar todas las materias extrañas que pudieran haberse introducido en los sacos de materia prima, en el proceso de recolección de la misma, estos son dispositivos en forma de mesas con mallas tamizadoras de una pulgada, encargadas de interrumpir el paso de los materiales con tamaños mayores al tamiz de la limpiadora.

**Secadora:** Es un equipo que se utiliza para eliminar un porcentaje de humedad del arroz granza llevándolo hasta un 12%, que es la humedad ideal para procesar la materia prima. El secado debe llevarse de una manera cuidadosa porque dependiendo de la zona del país, regiones o temporada donde se cosecha el arroz, así es la humedad del mismo, por consiguiente los tiempos de secado varían. El cuidado que se le da al proceso es el de no extraer la humedad con demasiada rapidez ya que esto conllevaría a que las fuerzas internas de la estructura del grano cediesen o llegara a debilitarse produciendo una mayor cantidad de grano quebrado en el proceso y por ende una menor calidad del producto.

**Limpiadora:** Esta realiza una operación secundaria de limpia a la materia prima cuenta al igual que la prelimpiadora con una forma de mesa provista con 2 mallas tamizadoras con tamaños de un centímetro en la parte de arriba y con 5 milímetros en la parte de abajo la cual opera mediante vibración de un eje excéntrico que permite el movimiento de la materia prima y con lo cual las materias extrañas mayores a un centímetro se quedan la parte superior y el polvillo de la misma cae de la malla inferior dejando libre el arroz granza para entrar al siguiente proceso y enviando el material extraño recolectado a depósitos destinados para estos.

**Descascaradora:** El descascarado, como su nombre lo indica, consiste en retirar la cáscara al arroz en granza seco.

El proceso se ejecuta por la combinación de tres efectos: presión de los rodillos, efecto de la velocidad diferencial de los rodillos e, impacto contra la banda de hule colocada alrededor de la descarga de los rodillos.

En general, en estas máquinas se descarta entre el 90% y 94% del arroz en granza producido. Los granos no descascarados, son aquellos diferentes físicamente del promedio, los cuales no alcanzan a recibir el efecto de la velocidad diferencial de los rodillos, son regresados a la tolva receptora de arroz por medio de un canal.

**Mesa clasificadora:** Consiste en una mesa compuesta por 5 zarandas con capacidad de 20 libras cada tamiz, en este se deposita todo el producto que sale de la descascaradora el cual cae en el primer tamiz donde los granos que aún tienen la cascarilla queda por encima de esta y algunos granos con cascarilla más pequeña y los granos sin cascarilla pasan al siguiente tamiz donde se terminan de separar los granos con cascarilla de los descascarillados, en el tercero, cuarto y quinto tamiz se obtiene solo el grano de arroz clasificado por tamaños. El primero y el

segundo tamiz envían lo recolectado directamente a la descascaradora para rehacer el proceso, los tamices sub. Siguiendo envían directamente el arroz integral al siguiente paso del proceso.

**Blanqueadora:** Es un mecanismo que funciona por medio de la fuerza centrífuga proporcionada por un motor eléctrico el cual proporciona un movimiento de rotación a un cilindro que contiene una superficie móvil y otra estática con rendijas que funcionan como lijas que al momento de hacer girar el cilindro a gran velocidad hacen que los granos de arroz moreno o integral se peguen a la superficie y el rozamiento de este con las superficies hacen que se desprendan las capas superficiales del grano nombrando a este proceso “mondado” con lo cual se logra eliminar total o parcialmente la cutícula o salvado que recubre el grano y el germen, pero lamentablemente con este proceso se pierden gran parte de las vitaminas, minerales y fibra del arroz.

**Pulidora:** El proceso de pulimento es similar al proceso de blanqueo del grano ya que funciona por medio de la fuerza centrífuga proporcionada por el movimiento rotacional de un motor eléctrico a un cilindro con 2 superficies una móvil y otra estática que desprenden por completo el germen del grano con lo cual se logra evitar que el grano se enrancie mientras este almacenado. Con este último proceso se logra obtener el grano de arroz blanco que todos conocemos.

**Clasificadora:** La clasificación del arroz es lo que determina las diferentes calidades de este. Funciona por medio de dos cilindros rotatorios consecutivos, estos rotan a velocidades determinadas por los productores para obtener la calidad del arroz deseado. El funcionamiento es similar al de la saranda ya que al rotar hace que los granos más pesados o los enteros estén más pegados a la superficie del cilindro y por ende los granos pequeños queden por encima de los anteriores para lograr su separación, el segundo cilindro cumple con el mismo trabajo de rotar y

separar los granos logrando la clasificación y dando la calidad requerida por el productor. El proceso de clasificación termina cuando el arroz clasificado es enviado a tolvas receptoras donde el producto es recibido en sacos tejidos de polipropileno conocidos comúnmente como costales con capacidad de un quintal o 100 libras, En la tolva del lado izquierdo se recibe el arroz de la calidad deseada (extra o súper Extra) y en la tolva del lado derecho se recibe el arroz quebrado o pozol de arroz.

**Bandas transportadoras o elevadores de baldes:** El funcionamiento de estas consiste en llevar la materia prima en sus diferentes etapas del proceso a los distintos dispositivos utilizados para procesar el arroz y convertirlo en un producto apto para el consumo. Estas trabajan elevando continuamente pequeñas cantidades de materia prima en el interior de estructuras serradas para luego depositarla en tolvas receptoras o en tuberías que distribuyen directamente el producto a los diferentes dispositivos que trabajan en el proceso. Cabe destacar que las bandas transportadoras de baldes son ocupadas intermedias entre casi todos los dispositivos del proceso.

## 2.3 Fundamentos Legales

**2.3.1 NTC-ISO 9000. Gestión de la calidad.** Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- a) Enfoque al cliente: las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
- b) Liderazgo: los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
- c) Participación del personal: el personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- d) Enfoque basado en procesos: un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
- e) Enfoque de sistema para la gestión: identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- f) Mejora continua: la mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
- g) Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.
- h) Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

**2.3.2 Resolución 2674 de 2013.** El artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012, establece que los alimentos que se fabriquen, envasen o importen para su comercialización en el territorio

nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social.

### **Normatividad para adquisición de nueva tecnología.**

Para Equipos y utensilios en el Artículo 8° “Condiciones generales”, se define que los equipos y utensilios utilizados en el procesamiento, fabricación, preparación, envasado y expendio de alimentos dependen del tipo del alimento, materia prima o insumo, de la tecnología a emplear y de la máxima capacidad de producción prevista. Todos ellos deben estar diseñados, construidos, instalados y mantenidos de manera que se evite la contaminación del alimento, facilite la limpieza y desinfección de sus superficies y permitan desempeñar adecuadamente el uso previsto.

Para Equipos y utensilios en el Artículo 9°. Condiciones específicas. Los equipos y utensilios utilizados deben cumplir con las siguientes condiciones específicas:

- Los equipos y utensilios empleados en el manejo de alimentos deben estar fabricados con materiales resistentes al uso y a la corrosión, así como a la utilización frecuente de los agentes de limpieza y desinfección.
- Todas las superficies de contacto con el alimento deben cumplir con las resoluciones 683, 4142 y 4143 de 2012 o las normas que las modifiquen, adicionen o sustituyan.
- Todas las superficies de contacto directo con el alimento deben poseer un acabado liso, no poroso, no absorbente y estar libres de defectos, grietas, intersticios u otras irregularidades que puedan atrapar partículas de alimentos o microorganismos que afectan la inocuidad de los alimentos. Podrán emplearse otras superficies cuando exista una justificación tecnológica y

sanitaria específica, cumpliendo con la reglamentación expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social.

- Todas las superficies de contacto con el alimento deben ser fácilmente accesibles o desmontables para la limpieza, desinfección e inspección.
- Los ángulos internos de las superficies de contacto con el alimento deben poseer una curvatura continua y suave, de manera que puedan limpiarse con facilidad.
- En los espacios interiores en contacto con el alimento, los equipos no deben poseer piezas o accesorios que requieran lubricación ni roscas de acoplamiento u otras conexiones peligrosas.
- Las superficies de contacto directo con el alimento no deben recubrirse con pinturas u otro tipo de material desprendible que represente un riesgo para la inocuidad del alimento.

**2.3.3 Guía Técnica Colombiana (GTC 62).** Establece definiciones que se utilizan en el área de mantenimiento en plantas industriales y en empresas de servicios.

**2.3.4 Norma Técnica Colombiana NTC 671.** Esta norma tiene por objeto establecer las definiciones, la clasificación, los requisitos y los ensayos que debe cumplir el arroz elaborado (blanco) (*Oryza sativa* L) para consumo.

**2.3.5 Norma Técnica Colombiana NTC 55000.** Esta Norma Internacional provee los aspectos generales de la gestión de activos, sus principios y terminología y los beneficios esperados al adoptar la gestión de activos.

Esta Norma Internacional puede aplicarse a todo tipo de activos y por cualquier tipo y tamaño de organización.

NOTA 1 Esta Norma Internacional está destinada a usarse en particular para la gestión de activos físicos, pero también puede aplicarse a otros tipos de activos.

NOTA 2 Esta Norma Internacional no proporciona orientaciones sobre requisitos financieros, financieros o técnicos para la gestión de tipos de activos específicos.

NOTA 3 A los fines de las Normas ISO 55001, ISO 55002 y esta Norma Internacional, el término “sistema de gestión de activos” se usa para referirse a un sistema de gestión para la gestión de activos.

### 3. Diseño Metodológico

#### 3.1 Tipo de Investigación

**Tipo diagnóstico.** El objetivo fue generar una idea global del contexto del objeto de estudio, y así permitir tomar decisiones en función de esa información recopilada y analizada. Es decir, la investigación diagnóstica se centró principalmente en el análisis de situaciones y ofrece, posterior a este análisis, la base adecuada para la toma de decisiones. (Rodríguez, s.f.)

Con este tipo de investigación se determinó el estado actual de los equipos en el área de producción de arroz de la comercializadora Gómez y Gómez SAS con el que se decidió cual era el plan de mantenimiento adecuado para las máquinas que hacen parte de la producción.

**Tipo cuasi-experimental.** El objetivo se centró en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, diseño experimental como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos. (Ferrer, 2010).

Se aplica este tipo de investigación debido a que no se posee el control total de las variables

#### 3.2 Fuentes de Información

**3.2.1 Fuentes de información primaria.** Libros de mantenimiento industrial, manuales de equipos, personal de operación, personal de producción, documentos de la planta.

**3.2.2 Fuentes de información secundaria.** Revistas de mantenimiento, proyectos similares, artículos de recomendaciones mecánicas, internet.

#### 3.3 Técnicas y Procedimientos para la Recolección de Información

**Observación.** Se realizó observación directa de los equipos, distribución de la planta, de donde se obtuvo los datos de funcionamiento relacionados en las placas de cada equipo, así como las funciones.

**Entrevistas.** Se realizaron entrevistas al personal de la planta, para conocer el historial empírico de cada equipo, tiempo aproximado de paradas por reparaciones, fallas más comunes y equipos más afectados serán identificados a través de los testimonios del personal, debido a la falta de documentación con este tipo de información en la planta.

**Revisión de documentos.** Se consultaron documentos que reposan en la empresa, así como libros y manuales con información relevante al tema de interés.

**Cuestionario.** Se aplicó el cuestionario de diagnóstico antes y después de la realización del proyecto para analizar el resultado. Se realizó usando el cuestionario desarrollado por Terry Wireman (2010).

### **3.4 Análisis de la Información**

Con la información recolectada se realizó una descripción de las diferentes mejoras que implica la aplicación del mantenimiento preventivo total en la empresa:

**Cuestionario de diagnóstico.** El análisis toma en cuenta 16 aspectos, de los cuales el área de mantenimiento interviene. La puntuación es de 0 a 100, donde 0 indica no cumplir con ningún requisito y 100 indica cumplir con todos los requisitos que exige cada aspecto. Se muestra un gráfico de diagrama de barras, indicando el puntaje alcanzado en cada aspecto del mantenimiento.

1. Organización del mantenimiento.
2. Programas de capacitación en el mantenimiento.
3. Órdenes de trabajo de mantenimiento.
4. Planificación y programación de mantenimiento.
5. Mantenimiento preventivo.
6. Inventario de mantenimiento y compras.

7. Mantenimiento asistido por computador.
8. Compromiso (participación) de operaciones/servicios.
9. Reportes de mantenimiento.
10. Mantenimiento predictivo.
11. Ingeniería de confiabilidad.
12. Mantenimiento – Prácticas generales.
13. Optimización económica financiera.
14. Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos.
15. Contratación de mantenimiento.
- 16.- Gestión documental.

## 4. Resultados

En esta etapa se presenta el análisis de los resultados mediante los instrumentos que fueron elaborados anteriormente y que fueron aplicados para la obtención de información, permitiendo analizar y conocer las necesidades que tiene la empresa en estudio, lo que llevó a implementar el mantenimiento de las medidas pertinentes para la optimización del funcionamiento de sus equipos y maquinarias.

Al principio de las practicas, la empresa no contaba con un programa de mantenimiento preventivo definido de forma clara, bien sea por desconocimiento de las técnicas o porque no se adaptan a las exigencias y necesidades presentes. Para los resultados de la investigación han sido tomados en base a cada uno de los objetivos de la investigación que a continuación se detallan.

### **4.1 Objetivo 1. Levantar un Inventario de Equipos y Realizar Diagnóstico de la Situación Actual**

Para el cumplimiento de este primer objetivo se realizó una observación directa sobre las áreas de la empresa, donde finalmente se apreció que se llevaba solo el mantenimiento correctivo, el cual era ejecutado por una persona adscrita al departamento de producción, como tal no existe un sistema de gestión de mantenimiento.

**4.1.1 Aplicación de cuestionario para diagnóstico de situación inicial.** Para el diagnostico se realizó el cuestionario adaptado por Wireman (2010), desarrollado en su libro *Benchmarking Best Practice In Maintenance Management*.

El análisis tomó en cuenta los 16 aspectos sugerido por este autor, dentro de los cuales interviene el área de mantenimiento.

La puntuación total del cuestionario se estima de 0 a 100%, donde 0 indica no cumplir con ningún requisito y 100 indica cumplir con todos los requisitos que exige la organización del

mantenimiento. En cada pregunta del cuestionario se mide un aspecto del mantenimiento y tiene valoración de cero (0) a cuatro (4), donde 0 indica no cumplir con el criterio diagnosticado y 4 indica cumplir adecuadamente con el criterio evaluado.

Los criterios considerados para el cuestionario fueron los siguientes:

1. Organización del mantenimiento.
2. Programas de capacitación en el mantenimiento.
3. Órdenes de trabajo de mantenimiento.
4. Planificación y programación de mantenimiento.
5. Mantenimiento preventivo.
6. Inventario de mantenimiento y compras.
7. Mantenimiento asistido por computador.
8. Compromiso (participación) de operaciones/servicios.
9. Reportes de mantenimiento.
10. Mantenimiento predictivo.
11. Ingeniería de confiabilidad.
12. Mantenimiento – Prácticas generales.
13. Optimización económica financiera.
14. Mejoramiento continuo en el cuidado de los activos.
15. Contratación de mantenimiento.
- 16.- Gestión documental.

En la tabla siguiente, se presenta el resultado de los puntajes obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario en la empresa estudiada. Fecha de aplicación de cuestionario: 16 de marzo del 2021.

**Tabla 2. Cuestionario para diagnosticar organización del mantenimiento**

	MARCAR (X)	VALOR
<b>ASPECTO 1: ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>		
1. organigrama de departamento de mantenimiento		
A actual y completo		4
B en fase de construcción o más de un año		3
C no actual y no completo		2
D Ninguno	X	0
2. La descripción de tareas están disponibles para		
A Todos los puestos de mantenimiento (incluidos supervisores)		4
B Todos los puestos de mantenimiento (excepto los supervisores)		3
C Todos los supervisores de mantenimiento (y no otras)		2
D Menos del 50% de todos los puestos de mantenimiento		1
E No hay descripción de tareas	X	0
3. La relación supervisor/técnico de mantenimiento por ahora es		
A 8:1 a 12:1		4
B 13:1 a 16:1		3
C Menos de 8:1	X	2
D Más de 16:1		1
E Ningún supervisor de mantenimiento de turno		0
4. La relación planificadora/técnico de mantenimiento es		
A 15:1 a 20:1		4
B 10:1 a 14:1		3
C 21:1 a 25:1		2
D 26:1 a 30:1		1
E Ningún planificador o cualquier otra relación de las anteriores	X	0
5. Las asignaciones de mantenimiento tienen		
A Responsabilidades completamente documentadas		4
B Responsabilidades claras, una buena cobertura, buena distribución		3
C La supervisión y la coordinación informal, con alguna cobertura de trabajo	X	2
D Informes de mantenimiento para la producción/operación		1
E Líneas poco claras de autoridad, jurisdiccional		0
6. Esfuerzo y actitud frente a la organización de mantenimiento		
A Excelente, orgullo en la ejecución en todos los niveles		4
B Ritmo de trabajo estable, manejo profesional		3
C Ritmo promedio de trabajo, sólo pocas quejas		2
D Ocasionalmente buen desempeño, frecuentes retrasos en el trabajo, muchas quejas	X	1
E Desacuerdos constantes dentro de la organización del mantenimiento, así como entre el mantenimiento y la relación manejo/producción/instalación		0
7. La ubicación entre las áreas de trabajo y talleres de mantenimiento		
A Perfecto		4
B Bueno (posiblemente algunas mejoras)		3

	MARCAR (X)	VALOR
C Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
D Pobre (Requiere importantes mejorías)	X	1
E Inadecuado o inexistente		0
8. Disposición entre las áreas de trabajo y talleres de mantenimiento		
A Perfecto		4
B Bueno (posiblemente algunas mejorías)		3
C Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
D Pobre (Requiere importantes mejorías)		1
E Inadecuado o inexistente		0
9. La cantidad y calidad entre las herramientas y equipos de mantenimiento		
A Perfecto		4
B Bueno (posiblemente algunas mejorías)		3
C Regular (posiblemente importantes mejorías)		2
D Pobre (Requiere importantes mejorías)		1
E Inadecuado o inexistente		0
10. ¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento está vinculado a un salario con incentivos basados por producción?		
A Todos		4
B 90% o más		3
C 75% o más		2
D 50% o más		1
E Menos del 50%	X	0
<b>ASPECTO 2: PROGRAMAS DE CAPACITACION EN EL MTO.</b>		
	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. Entrenamiento de los Supervisores		
A Todos son capacitados dentro de su jornada, capacitación adicional es obligatoria de manera programada		4
B Todos son capacitados dentro de su jornada, capacitación adicional se ofrece con carácter opcional.		3
C La mayoría son capacitados dentro de su jornada.		2
D A la mayoría se le ofrece y aceptan un entrenamiento, que se brinda de manera poco frecuente o irregular		1
E A pocos se les da entrenamiento inicial y se proporciona poco o ningún entrenamiento adicional	X	0
2. Formación de los planificadores:		
A Todos los planificadores/programadores han asistido a uno o varios seminarios sobre planificación y programación de mantenimiento		4
B Todos los planificadores/programadores disponen de un programa de capacitación para la planificación del mantenimiento		3
C Todos los planificadores/programadores reciben 1 por 1 entrenamiento en el puesto de trabajo durante al menos 1 mes		2
D El entrenamiento del planificador/programador es en el trabajo		1
E No hay programa de entrenamiento para el planificador/programador	X	0
3. Detalles de los temas de entrenamiento del planificador (añadir 1 punto por cada uno de los temas tratados, y 0 puntos si no hay un programa de entrenamiento):		
A Planificación y ejecución de órdenes de trabajo.		1
B Planificación de materiales.		1
C Ejercicios de programación.		1
D Planificación de proyectos.		1
4. Entrenamiento general en calidad y productividad		
A Incluye la alta dirección, supervisión de línea, técnicos, personal de apoyo		4
B Incluye la alta dirección, supervisores de línea, los técnicos		3
C Incluye la alta dirección, la supervisión de línea		2

	MARCAR (X)	VALOR
D Es sólo para la alta dirección		1
E No existe un programa de entrenamiento	X	0
5. Entrenamiento de la cuadrilla de Mantenimiento:		
A El entrenamiento está ligado a un programa de pago y promoción		4
B Se requiere experiencia formal antes del empleo y se proporciona capacitación en el trabajo		3
C Se requiere experiencia formal en el trabajo antes del contrato		2
D El entrenamiento se imparte según la experiencia en el puesto de trabajo después de ser contratado		1
E No se requiere requisitos formales de entrenamiento y no se proporciona ningún entrenamiento subsecuente	X	0
6. Intervalos de entrenamiento de mantenimiento. Entrenamiento formal en mantenimiento se proporciona a toda la cuadrilla de mantenimiento con frecuencia de:		
A Menos de 1 año		4
B Entre 12 a 18 meses		3
C Entre 18 a 24 meses		2
D No a todos, sino a algunos en cualquiera de las frecuencias anteriores		1
E No se ofrece entrenamiento	X	0
7. Tipo de entrenamiento de mantenimiento		
A El entrenamiento es teórico-práctico		4
B El entrenamiento es totalmente teórico		3
C El entrenamiento es totalmente práctico		2
D El entrenamiento es todo en el puesto de trabajo		1
E No existe un programa de capacitación formal	X	0
8. Los instructores del programa de capacitación:		
A El entrenamiento es impartido por un experto contratado		4
B El entrenamiento es impartido por un personal del staff		3
C El entrenamiento lo realizan los supervisores		2
D El entrenamiento lo realizan los técnicos		1
E El entrenamiento lo realizan los técnicos		0
9. Calidad y nivel de la habilidad de la cuadrilla de mantenimiento		
A Perfecta		4
B Buena (alguna mejora es posible)		3
C Regular (importante mejora es posible)	X	2
D Malo (Requiere mejora importante)		1
E Inadecuado o inexistente		0
10. Calidad y nivel de la habilidad de los supervisores		
A Perfecta		4
B Buena (alguna mejora es posible)		3
C Regular (importante mejora es posible)	X	2
D Malo (Requiere mejora importante)		1
E Inadecuado o inexistente		0
<b>ASPECTO 3: ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>		
1. ¿Qué porcentaje de horas-hombre de mantenimiento se reportan en una orden de trabajo?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
2. ¿Qué porcentaje de los materiales de mantenimiento se cargan a un número de orden de trabajo cuando son emitidas?		
A 100%		4
B 75%		3

	MARCAR (X)	VALOR
C 50%		2
D 25%		1
E menos del 25 %	X	0
3. ¿Qué porcentaje del total de tareas realizadas por mantenimiento están cubiertas por las órdenes de trabajo?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
4. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajos elaborados en el sistema están vinculados a un número de equipo / activo?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
5. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo se abren como urgente o de emergencia?		
A Menos del 20%		4
B 20% a 29%		3
C 30% a 39%		2
D Más del 39%	X	0
6. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo están disponibles para el análisis histórico de datos?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
7. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo son inspeccionadas por una persona calificada en calidad e integridad del trabajo?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
8. ¿Qué porcentaje de las órdenes de trabajo se cierran en un plazo de ocho semanas a partir de la fecha solicitada?		
A 100%		4
B 75%		3
C 50%		2
D 25%		1
E Menos del 25%	X	0
9. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo se generan a partir de las inspecciones de mantenimiento preventivo?		
A 80-100%		4
B 60-79%		3
C 40-59%		2
D 20-39%		1
E Menos del 20%	X	0
10. Añade 1 punto por cada una de las categorías que se rastrean en las órdenes de trabajo		
A El tiempo de inactividad requerido		1
B Hora requeridas por cuadrilla		1
C Materiales necesarios		1
D El nombre del Solicitante		1
<b>ASPECTO 4: PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE MTO</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>

	MARCAR (X)	VALOR
1. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo que no sean de emergencia son completadas en las cuatro semanas siguientes de la fecha cuando fue requerido?		
A 90% o más		4
B 90% o más		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
2. Planificación de órdenes de trabajo (añadir 1 punto por cada una de las siguientes coberturas)		
A Profesional requerido		1
B Materiales requeridos		1
C Herramientas necesarias		1
D Instrucciones de trabajo específicas o plan de trabajo		1
3. Porcentaje de órdenes de trabajo planeadas experimentando retrasos debido a planes pobres o incompletos:		
A Menos de 10%		4
B 10 a 20%		3
C 21 a 40%		2
D 41 a 50%		1
E Más de 50%	X	0
4. ¿Quién es responsable de la planificación de las órdenes de trabajo?		
A Un planificador de mantenimiento dedicado		4
B Un supervisor de mantenimiento		2
C Cada técnico		0
D Cualquier otra persona	X	0
5. La Programación de los trabajos de mantenimiento es emitida		
A Semanalmente		4
B Quincenalmente		3
C Entre 3 y 6 días		2
D Diario		1
E Cualquier otra frecuencia	X	0
6. Las reuniones de programación entre mantenimiento y producción/servicios se llevan a cabo:		
A Semanalmente		4
B Quincenalmente		3
C Entre 3 y 6 días		2
D Diario		1
E Cualquier otra frecuencia	X	0
7. La cartera de trabajos (back log) de mantenimiento está disponible por (añadir 1 punto por cada categoría):		
A Personal requerido.		1
B Departamento/área solicitante		1
C Solicitante.		1
D Fecha que sea necesaria		1
8. Cuando el trabajo es completado, el tiempo real, material, tiempo de inactividad, y otro tipo de información es reportado por		
A La cuadrilla que realiza el trabajo		4
B El supervisor del grupo		3
C Cualquier otra persona		2
D La información no se grabó	X	0
9. ¿Qué porcentaje de las veces referente a las medidas reales se comparan con las estimadas para monitorear la efectividad de la planificación?		
A 90% o más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0

	MARCAR (X)	VALOR
10. ¿Cuál es la relación de subordinación entre los planificadores y supervisores?		
A Ambos informan al mismo gerente de mantenimiento		4
B Los planificadores informan al supervisor		2
C El supervisor informa al planificador		2
D El informe de supervisor y planificador para operaciones/instalaciones	X	0
<b>ASPECTO 5: MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. El programa de Mantenimiento Preventivo incluye: (añadir 1 punto por cada tipo incluido)		
A Check List de lubricación.		1
B Check List de inspecciones detalladas		1
C Personal específicamente asignado al programa de MPrv		1
D Diagnósticos de mantenimiento predictivo tales como: análisis de vibraciones, análisis de muestras de aceite, y los monitores termográficos		1
2. ¿Qué porcentaje de los Check List de inspecciones/tareas son verificadas para que se asegure la integridad?		
A 90% o más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
3. ¿Qué porcentaje de los equipos críticos de la planta cubre el programa de Mantenimiento Preventivo?		
A 90% o más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
4. ¿Qué porcentaje del programa de Mantenimiento Preventivo se verifica con el historial anual de un equipo para asegurar una buena cobertura de todos los equipos?		
A 90% o más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
5. ¿Qué porcentaje de los Mantenimientos Preventivos se completan dentro de 1 semana antes de la fecha programada?		
A 90% o más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
6. ¿Qué determina la frecuencia de una inspección de Mantenimiento Preventivo o cual es el intervalo de tiempo con los que se realiza ésta tarea/servicio?		
A El programa se basa en la condición		4
B El programa se basa en una combinación de tiempo de ejecución material y fija el calendario de intervalo		3
C El programa se basa sólo en los tiempos de operación de los equipos		2
D El programa se basa en intervalos del calendario		1
E El programa es dinámico y está programado según la fecha de finalización de la tarea anterior	X	0
7. ¿Qué porcentaje de las inspecciones/tareas incluyen información de seguridad, instrucciones detalladas de inspección, requerimientos de material y las estimaciones de trabajo?		
A 90% o más		4

	MARCAR (X)	VALOR
<b>B</b> 75 a 89%		3
<b>C</b> 60 a 74%		2
<b>D</b> 40 a 59%		1
<b>E</b> Menos de 40%	X	0
8. ¿Qué porcentaje de órdenes de trabajo de acción correctiva se generan a partir del programa de inspección de Mantenimiento Preventivo?		
<b>A</b> 90% o más		4
<b>B</b> 75 a 89%		3
<b>C</b> 60 a 74%		2
<b>D</b> 40 a 59%		1
<b>E</b> Menos de 40%	X	0
9. ¿Qué porcentaje de labores recientes ejecutados por Mantenimiento preventivo son revisados anualmente en lo que concierne al tiempo y estimación de material?		
<b>A</b> 90% o más		4
<b>B</b> 75 a 89%		3
<b>C</b> 60 a 74%		2
<b>D</b> 40 a 59%		1
<b>E</b> Menos de 40%	X	0
10. ¿Quién es responsable de la realización de las tareas de Mantenimiento Preventivo?		
<b>A</b> Personal de dedicado al Mantenimiento Preventivo		4
<b>B</b> Personal específico en cada cuadrilla		3
<b>C</b> Cualquier persona de una cuadrilla		2
<b>D</b> Técnicos de nivel de ingreso		1
<b>E</b> El personal de operación	X	0
<b>ASPECTO 6: INVENTARIO DE MANTENIMIENTO Y COMPRAS</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. ¿Qué porcentaje de las veces de búsqueda se encuentran los materiales en almacén cuando son requeridos por mantenimiento?		
<b>A</b> Más del 95%		4
<b>B</b> 80 a 95%		3
<b>C</b> 70 a 79%		3
<b>D</b> 50 a 69%		2
<b>E</b> Menos del 50%	X	0
2. ¿Qué porcentaje de los artículos del inventario aparecen en el catálogo del área de mantenimiento?		
<b>A</b> 90% o más		4
<b>B</b> 75 a 89%		3
<b>C</b> 60 a 74%		2
<b>D</b> 40 a 59%		1
<b>E</b> Menos de 40%	X	0
3. ¿Quién controla lo que se almacena como ítems del inventario de mantenimiento?		
<b>A</b> Mantenimiento		4
<b>B</b> Cualquier otra persona	X	0
4. El catálogo de los almacenes de mantenimiento se produce a través de:		
<b>A</b> Listados alfanuméricos		4
<b>B</b> Alfabéticos solamente		2
<b>C</b> Numéricos solamente		2
<b>D</b> Catálogo es incompleta o inexistente	X	0
5. ¿Qué porcentaje de los artículos del almacén se especifica la ubicación, tal como pasillo, caja, etc.?		
<b>A</b> Más del 95%		4
<b>B</b> 90 a 95%		3
<b>C</b> 80 a 89%		2
<b>D</b> 70 a 79%		1
<b>E</b> Menos del 70%	X	0

	MARCAR (X)	VALOR
6. ¿Qué porcentaje de los artículos del almacén de mantenimiento se asocian a una orden de trabajo o una cuenta de salida del almacén?		
A Más del 95%		4
B 90 a 95%		3
C 80 a 89%		2
D 70 a 79%		1
E Menos del 70%	X	0
7. ¿Qué porcentaje del inventario de mantenimiento se especifican los niveles máximo y mínimo de cada uno de los ítems?		
A Más del 95%		4
B 90 a 95%		3
C 80 a 89%		2
E 70 a 79%		1
D Menos del 70%	X	0
8. ¿Qué porcentaje del material crítico de mantenimiento se almacena en el almacén o en un lugar fácilmente accesible para cuando se requiera?		
A Más del 95%		4
B 90 a 95%		3
C 80 a 89%		2
D 70 a 79%	X	1
E Menos del 70%		0
9. ¿Qué porcentaje de las veces se actualizan diariamente los niveles de inventario de mantenimiento a la recepción de los materiales?		
A Más del 95%		4
B 90 a 95%		3
C 80 a 89%		2
D 70 a 79%		1
E Menos del 70%	X	0
10. ¿Qué porcentaje de los artículos de mantenimiento se verifican para al menos una publicación semestral?		
A 90% o más		4
B 80 a 89%		3
C 70 a 79%		2
D 50 a 69%		1
E Menos de 50%	X	0
<b>ASPECTO 7: MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR</b>		
<b>MARCAR(X) VALOR</b>		
1. ¿Qué porcentaje de todas las operaciones de mantenimiento utilizan un CMMS?		
A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
2. ¿Qué porcentaje de las actividades de mantenimiento son planificadas y programadas a través de un CMMS?		
A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
3. ¿Qué porcentaje del inventario de mantenimiento y la función de compras son realizadas en el sistema?		
A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0

	MARCAR (X)	VALOR
4. Están el CMMS y el sistema de programación de la producción:		
A Integrados		4
B Interconectados		3
C sin conexión	X	0
5. Están el CMMS y el sistema de planilla/cronometraje		
A Integrados		4
B Interconectados		3
C sin conexión	X	0
6. Están el CMMS y el sistema financiero/contable:		
A Integrados		4
B Interconectados		3
C sin conexión	X	0
7. ¿Qué porcentaje del personal de mantenimiento usa el CMMS para sus funciones con un alto nivel de eficiencia?		
A A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
8. Los datos CMMS están estructurados y conservados para facilitar para generar los reportes:		
A A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
9. Se usa periódicamente los datos del CMMS para la toma de decisiones de la dirección que aseguran rentabilidad:		
A si		4
B algunas veces		4
C No	X	0
10. Se usa los datos del CMMS para verificar el progreso del retorno de la inversión (ROI):		
A Si		4
B No	X	0
<b>ASPECTO 8: COMPROMISO (PARTICIPACION DE OPERACIONES/SERVICIOS)</b>		
	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. ¿Qué porcentaje del personal de operaciones generan solicitudes de órdenes de trabajo?		
A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E Menos de 40%	X	0
2. ¿Qué porcentaje del personal de servicios generan solicitudes órdenes de trabajo?		
A 90% a más		4
B 75 a 89%		3
C 60 a 74%		2
D 40 a 59%		1
E 40 a 59%	X	0
3. La prioridad de las ordenes de trabajo de operaciones es fijada por mantenimiento		
A Semanalmente en un acuerdo común entre operaciones/mantenimiento		4
B Diariamente en un acuerdo común entre operaciones/mantenimiento		2
C Es fijado por mantenimiento con aporte mínimo de operaciones		1
D Es al azar y en base a las emergencias	X	0

		MARCAR (X)	VALOR
4. La prioridad de las ordenes de trabajo de servicios (instalaciones) es fijada por mantenimiento:			
A	Semanalmente en un acuerdo común entre instalaciones/mantenimiento		4
B	Diariamente en un acuerdo común entre instalaciones/mantenimiento		2
C	Es fijado por mantenimiento con participación mínima de instalaciones		1
D	Es al azar y en base a las emergencias	X	0
5. ¿Operaciones/Operadores son responsables y comprometidos con el resguardo y el desempeño de los activos?			
A	Si	X	4
B	No		0
6. Añade 1 punto por cada tarea que los operadores están entrenados y certificados para llevar a cabo:			
A	Inspecciones		1
B	Lubricación		1
C	Tarea de mantenimiento menor		1
D	colaborar en los trabajos de reparación de mantenimiento		1
7. ¿Qué porcentaje de veces los operadores hacen seguimiento y firman la conformidad en una orden de trabajo?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%	X	0
8. ¿Qué porcentaje de veces el personal de instalaciones (servicio) hace seguimiento y firman la conformidad de una orden de trabajo?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%	X	0
9. ¿El área de mantenimiento participa en las reuniones de programación de producción/proceso?			
A	Todo el tiempo		4
B	La mayor parte del tiempo		3
C	De vez en cuando		2
D	Rara vez		1
E	Nunca	X	0
10. Existe comunicación enfocada en los activos entre mantenimiento, operaciones, ingeniería y personal de las instalaciones:			
A	Todo el tiempo		4
B	La mayor parte del tiempo		3
C	De vez en cuando		2
D	Rara vez		1
E	Nunca	X	0
<b>ASPECTO 9: REPORTES DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. ¿Qué porcentaje de las veces los informes de mantenimiento fueron distribuidos en forma oportuna al personal adecuado?			
A	90% a más		4
B	75 a 89%		3
C	60 a 74%		2
D	40 a 59%		1
E	Menos de 40%	X	0
2. ¿Qué porcentaje de las veces son los informes distribuidos al final del día en el tiempo señalado en el informe?			

	MARCAR (X)	VALOR
<b>A</b> 90% a más		<b>4</b>
<b>B</b> 75 a 89%		<b>3</b>
<b>C</b> 60 a 74%		<b>2</b>
<b>D</b> 40 a 59%		<b>1</b>
<b>E</b> Menos de 40%	<b>X</b>	<b>0</b>
<b>3. Añadir un punto por cada uno de los siguientes informes de equipo que produzcas:</b>		
<b>A</b> Inactividad del equipo por horas en el orden de mayor a menor (semanal o mensual)		<b>1</b>
<b>B</b> Inactividad del equipo por dólar en orden de mayor a menor pérdida de producción (semanal o mensual)		<b>1</b>
<b>C</b> Costo de mantenimiento de los equipos en orden de mayor a menor (semanal o mensual)		<b>1</b>
<b>D</b> MTTR y MTBF para equipos		<b>1</b>
<b>4. Añadir un punto por cada uno de los siguientes informes de mantenimiento preventivo que usted produce:</b>		
<b>A</b> Informes del mantenimiento preventivo atrasado desde el más antiguo a más reciente		<b>1</b>
<b>B</b> Costo de Mantenimiento Preventivo por equipo en orden descendente		<b>1</b>
<b>C</b> Horas del mantenimiento preventivo versus el total de horas de mantenimiento por equipo, expresado en porcentaje		<b>1</b>
<b>D</b> El costo del mantenimiento preventivo en contra del costo total de mantenimiento por equipo, expresado en porcentaje		<b>1</b>
<b>5. Añadir un punto por cada uno de los informes del personal que produces:</b>		
<b>A</b> Reporte de tiempo mostrando las horas trabajadas por empleado dividido por orden de trabajo		<b>1</b>
<b>B</b> Reporte de tiempo mostrando las horas trabajadas por oficio en cada departamento o área		<b>1</b>
<b>C</b> Reporte de tiempo mostrando el total de horas dedicadas por oficio en trabajos de: emergencia/preventivo/normal		<b>1</b>
<b>D</b> Reporte de tiempo mostrando el total de horas extraordinarias en comparación con las horas ordinarias		<b>1</b>
<b>6. Añadir un punto por cada uno de los informes de planificación que se producen:</b>		
<b>A</b> Costo total estimado de las órdenes del trabajo frente al costo real de orden de trabajo por trabajo individual, por supervisor o por oficio		<b>1</b>
<b>B</b> Un informe de back log que muestre las horas totales listas para programar frente a la capacidad de oficio por semana		<b>1</b>
<b>C</b> Reporte de eficiencia en la planificación mostrando las horas y materiales previstos frente a las horas reales y materiales utilizados por orden de trabajo		<b>1</b>
<b>D</b> Reporte sobre la eficacia de planificación que muestre el número de trabajos cerrados cuya variación de estimación de mano de obra o material estuvieron un 20% por encima o por debajo de las estimaciones del planificador y del supervisor		<b>1</b>
<b>7. Añadir un punto por cada uno de los reportes de programación que se generan:</b>		
<b>A</b> Horas trabajadas según lo programado en comparación con las horas reales trabajadas		<b>1</b>
<b>B</b> Capacidad promedio semanal del personal u oficio de las últimas 20 semanas		<b>1</b>
<b>C</b> Número total de órdenes de trabajo programadas en comparación con el número real de órdenes de trabajo completadas		<b>1</b>
<b>D</b> Número de órdenes de trabajo consumidas en Mantenimiento Preventivo comparadas con mantenimiento de emergencia y mantenimiento normal		<b>1</b>
<b>8. Añadir un punto por cada uno de los informes de inventario que se producen:</b>		

	MARCAR (X)	VALOR
<b>A</b> Catálogo de Stock por orden alfabético y numérico.		1
<b>B</b> Valoración del reporte de inventario.		1
<b>C</b> Reporte de desempeño del Inventario mostrando la salida de stocks y el nivel de servicio, la tasa de rotación, etc.		1
<b>D</b> Inventario donde se usó el reporte.		1
9. Añadir un punto por cada uno de los reportes de compras que se producen:		
<b>A</b> Desempeño del proveedor mostrando fechas de entrega prometidas y reales		1
<b>B</b> Evaluación de los precios, mostrando los precios cotizados y los reales		1
<b>C</b> Reporte de desempeño de los compradores o agentes de compra		1
<b>D</b> Reporte de agotado que muestra todas las compras directas de los artículos no llevadas durante un período específico		1
10. Añadir un punto por cada informe administrativo que se produce:		
<b>A</b> Costos mensuales de mantenimiento frente al presupuesto mensual de mantenimiento en lo que va del año hasta la fecha		1
<b>B</b> Comparación de los costos de mano de obra y materiales, como porcentaje de los costos totales de mantenimiento		1
<b>C</b> Costo total de contratistas desglosado por contratista / proyecto		1
<b>D</b> Costo de mantenimiento por unidad de producción (o por pie cuadrado para las instalaciones)		1
<b>ASPECTO 10: MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
NO SE APLICA EN NINGUNO DE SUS COMPONENTES	X	0
<b>ASPECTO 11: INGENIERIA DE CONFIABILIDAD</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
NO SE APLICA EN NINGUNO DE SUS COMPONENTES	X	0
<b>ASPECTO 12: MANTENIMIENTO PRACTICAS GENERALES</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. ¿Está toda la organización enfocada en la utilización/optimización de los activos?		
<b>A</b> Si	X	4
<b>B</b> No		0
2. La función mantener / conservar se percibe como valor agregado por (añadir 1 punto por cada área):		
<b>A</b> Administración.	X	1
<b>B</b> Operaciones	X	1
<b>C</b> Mantenimiento.	X	1
<b>D</b> Tiendas y compras		1
3. El sistema de recolección de datos de mantenimiento es utilizado por (añadir 1 punto por cada área):		
<b>A</b> Administración.		1
<b>B</b> Operaciones		1
<b>C</b> Mantenimiento.		1
<b>D</b> Tiendas y compras		1
4. Los operadores están presentes en labores de mantenimiento de primera línea		
<b>A</b> en todas las áreas	X	4
<b>B</b> en algunas áreas		3
<b>C</b> en unas pocas áreas		2
<b>D</b> no se realiza en absoluto		0
5. La disponibilidad total del equipamiento se calcula teniendo en cuenta los activos clave, procesos y servicios.		
<b>A</b> 90% o más		4
<b>B</b> 60 a 89%		3
<b>C</b> 30 a 59%		2
<b>D</b> Menos del 30%	X	0
6. Las decisiones operacionales se hacen teniendo en cuenta la confiabilidad / disponibilidad del equipo.		
<b>A</b> 90% o más de las veces		4
<b>B</b> 60 a 89% del tiempo		3

	MARCAR (X)	VALOR
C 30 a 59% del tiempo		2
D Menos de 30% de las veces		0
7. Las clases de entrenamiento en habilidades sociales adecuadas (por ejemplo, las comunicaciones, liderazgo) han sido conducidas por personal adecuado:		
A 90% o más del personal		4
B 60 a 89% del personal		3
C 30 a 59% del personal		2
D Menos del 30% del personal	X	0
8. Las clases de adiestramiento técnico han sido conducidas por personal adecuado:		
A 90% o más del personal	X	4
B 60 a 89% del personal		3
C 30 a 59% del personal		2
D Menos del 30% del personal		0
9. ¿El programa de mantenimiento cumple con los requisitos y programas regulatorios (dispositivos legales, etc.)?		
A Si		4
B No	X	0
10. ¿Todos son comunicados acerca de los efectos financieros de la disponibilidad/confiabilidad de los equipos?		
A Si		4
B No	X	0
<b>ASPECTO 13: OPTIMIZACION ECONOMICA FINANCIERA</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. La duración del tiempo de inactividad (Down Time - DT) se rastrea constantemente:		
A Para todos los activos		4
B Por activos claves únicamente		2
C No rastreado en absoluto	X	0
2. El costo del tiempo de inactividad (DT) se identifica claramente para activos clave, procesos y servicios:		
A Para todos los activos		4
B Por activos claves únicamente		2
C No rastreado en absoluto	X	0
3. Las causas de inactividad son monitoreadas con precisión y consistencia		
A Para todos los activos		4
B Por activos claves únicamente		2
C No rastreado en absoluto	X	0
4. Los costos de mantenimiento son monitoreados de forma clara y precisa:		
A Para todos los activos		4
B Por activos claves únicamente		2
C No rastreado en absoluto	X	0
5. Están disponibles para el análisis otros costos contribuyentes (por ejemplo: energía, calidad, contratistas):		
A Todos los costos		4
B Algunos de los costos	X	2
C Ninguno de los costes		0
6. Otros costos contribuyentes (energía, calidad, contratistas, etc.) son comparados en la toma de decisiones:		
A Todos los factores de costo		4
B Algunos factores de costo	X	2
C No hay factores de costo		0
7. Costos de pérdida de eficiencia son exactos y están disponibles:		
A 90% o más de los activos		4
B 60 a 89% de los activos		3
C 40 a 59% de los activos		2
D 30 a 39% de los activos		1
E Menos del 30% de los activos	X	0
8. Una persona dedicada o grupo es asignado para analizar los costos financieros:		

	MARCAR (X)	VALOR
A SI		4
B No	X	0
9. Almacenes y costos de adquisición son rastreados con precisión:		
A Si	X	4
B No		0
10. ¿Qué tanto está disponible la información financiera?		
A Disponible según demanda	X	4
B Disponible todos los días		3
C Disponible semanal		2
D Disponible mensual		1
E No disponible		0
ASPECTO 14: MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL CUIDADO DE LOS ACTIVOS	MARCAR(X)	VALOR
1. ¿Hay apoyo visible por parte de la dirección para esfuerzos de mejora continua?		
A Fuerte apoyo		4
B Apoyo Moderado	X	3
C Débil apoyo		2
D Ninguno		0
2. ¿Existe apoyo por parte de la organización para la mejora continua?		
A Fuerte apoyo		4
B Apoyo Moderado	X	3
C Débil apoyo		2
D Ninguno		0
3. Si la empresa se ha reducido recientemente, ¿Qué efecto ha tenido el redimensionamiento de la organización?		
A Efecto positivo		4
B Sin efecto		2
C Efecto adverso		0
4. ¿Cómo fue en el pasado el apoyo a los esfuerzos de mejora?		
A Excelente		4
B Bueno	X	2
C Pobre		0
5. El espíritu de cooperación entre la administración y los trabajadores es		
A Excelente		4
B Bueno	X	2
C Pobre		0
6. Lo siguiente está enfocado en la mejora continua (añadir un punto por cada una de las áreas cubiertas):		
A Administración		1
B Operaciones	X	1
C almacén/Compras		1
D Todo el personal		1
7. La Administración apoya el entrenamiento continuo diseñado para mejorar las habilidades de los trabajadores:		
A Si	X	4
B No		0
8. ¿Los esfuerzos de mejora continua se centran en el Retorno de Inversión (ROI)?		
A Si	X	4
B No		0
9. ¿Los esfuerzos de mejora continua están ligados a la ingeniería de confiabilidad?		
A Si		4
B No	X	0
10. Las fuerzas competitivas influyen en los esfuerzos de mejora continua:		
A 90% o más de las veces	X	4

	MARCAR (X)	VALOR
<b>B</b> 60 a 89% de las veces		3
<b>C</b> 40 a 59% de las veces		2
<b>D</b> 30 a 39% de las veces		1
<b>E</b> Menos de 30% de las veces		0
<b>ASPECTO 15: CONTRATACION DE MANTENIMIENTO</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. El proceso de solicitud de contrato incluye (agregar 1 punto por cada elemento incluido):		
<b>A</b> Un proceso formal de solicitud de contrato de trabajo	X	1
<b>B</b> Un proceso de aprobación establecido basado en el valor monetario	X	1
<b>C</b> Un mecanismo para controlar aquello que está contratado y aquello que no está contratado	X	1
<b>D</b> Un proceso de solicitud automatizado	X	1
2. La responsabilidad de la contratación de trabajo:		
<b>A</b> Es manejada por un especialista en contratos cuya función está enfocada exclusivamente en el contrato		4
<b>B</b> Es manejada por una sección de contratos, pero no se centra únicamente en la contratación		3
<b>C</b> Está a cargo de varias secciones que tengan responsabilidad de contratación.	X	2
<b>D</b> Está a cargo de quien necesite el trabajo ejecutado		0
3. La lista de contratistas aprobados incluye (agregar 1 punto por cada elemento incluido):		
<b>A</b> Un contratista principal para todos los servicios requeridos		1
<b>B</b> Una alternativa en el caso de que el principal no esté disponible		1
<b>C</b> Requisitos validados, como los seguros y las tarifas de la cuadrilla.	X	1
<b>D</b> Los números telefónicos de todos los contactos	X	1
4. El propietario proporciona el siguiente nivel de supervisión en la ejecución de campo subcontratación:		
<b>A</b> Personal de la empresa dedicado a la gestión del contrato en el campo		4
<b>B</b> Personal de la empresa que administra los contratos, aunque no es su función principal	X	2
<b>C</b> Ninguna estructura organizacional para administrar la ejecución de campo		0
5. Seguridad del Contratista es:		
<b>A</b> Un esfuerzo conjunto (responsabilidad conjunta) entre la organización y los contratistas	X	4
<b>B</b> Muy importante, y los contratistas tienen que rendir cuentas		3
<b>C</b> Igualmente, importante en la ejecución del trabajo		1
<b>D</b> No es tan importante como la ejecución del trabajo		0
6. Existe sistema informático con las siguientes funcionalidades de contratación en el frontal del proceso (FRONT END). (suma 1 punto por cada funcionalidad):		
<b>A</b> Solicitud de Contrato		1
<b>B</b> Administración del contrato		1
<b>C</b> Proceso de aprobación del contrato		1
<b>D</b> Administración de los contratos en el campo - liberación del trabajo		1
7. Existe el sistema informático con las siguientes funciones de contratación en el dorsal final (BACK END): (suma 1 punto por cada funcionalidad)		
<b>A</b> Empleados contratados relacionados con el contrato, tasas, habilidades, certificaciones, etc.		1
<b>B</b> Hojas de asistencia electrónica - sistema sin papel		1
<b>C</b> Puerta de seguridad enlazada electrónicamente		1
<b>D</b> Procesos de pago de facturas	X	1
8. El sistema de contratación es:		
<b>A</b> Integrado con CMMS del sitio		1
<b>B</b> Un sistema completamente funcional con interfaces a los CMMS sitio		1
<b>C</b> Un sistema independiente	X	1

	MARCAR (X)	VALOR
<b>D</b> No existe un sistema		1
9. La relación entre el personal de la organización y del contratista es:		
<b>A</b> Una asociación centrada en la ejecución de un trabajo eficiente y eficaz		4
<b>B</b> Una relación de apoyo superior / subordinado		3
<b>C</b> Los contratistas son aceptados, pero no es parte del esfuerzo del equipo		2
<b>D</b> Adversa; son un mal necesario		0
10. El proceso de seguimiento de la facturación/costo es:		
<b>A</b> Altamente desarrollado para que los responsables conocen los costos diarios		4
<b>B</b> Moderadamente desarrollado; costes están disponibles semanalmente		3
<b>C</b> Los costos sólo se conocen cuando las facturas se procesan (tiempo de espera largo)	X	2
<b>D</b> Los costos no son fácilmente disponibles a los que controlan el trabajo		0
<b>ASPECTO 16: GESTION DOCUMENTAL</b>	<b>MARCAR(X)</b>	<b>VALOR</b>
1. Sistema de gestión de documentos es:		
<b>A</b> Electrónica y totalmente integrado con otros sistemas		4
<b>B</b> Electrónico y está interconectado con otros sistemas		3
<b>C</b> Electrónico pero independiente		2
<b>D</b> Papel; no electrónicos	X	0
2. El número de planos técnicos (hecho a mano alzada o mediante CAD) incluidos en el sistema es:		
<b>A</b> 80% a 100%		4
<b>B</b> 50% a 79%		3
<b>C</b> 30% a 49%		1
<b>D</b> Menos del 30%	X	0
3. El intervalo de tiempo para la migración a un sistema de gestión de documentos completamente funcional y utilizable es:		
<b>A</b> 1 a 3 años		4
<b>B</b> 3 a 5 años		3
<b>C</b> 5 a más años		1
<b>D</b> Ningún plan	X	0
4. Procedimientos de control de documentos y procesos de trabajo asociado:		
<b>A</b> Existe para el sistema		4
<b>B</b> Están en fase de desarrollo		2
<b>C</b> No existe	X	0
5. El personal en el sitio:		
<b>A</b> Han recibido capacitación, comprenden y utilizan los procedimientos de gestión de documentos		4
<b>B</b> Están en el proceso de ser entrenados para usar los procedimientos		3
<b>C</b> No se siguen los procedimientos o no existen	X	0
<b>D</b> Agregar 1 punto si el entrenamiento de actualización se proporciona periódicamente		1
6. El sistema tiene capacidades detalladas de indexación y búsqueda, que:		
<b>A</b> Hace documentos simples y fáciles de encontrar		4
<b>B</b> Hacer documentos difíciles de encontrar		2
<b>C</b> Indexación y capacidad de búsqueda no existen	X	0
7. El nivel de accesibilidad de los usuarios		
<b>A</b> Los usuarios tienen acceso y es fácil obtener información		4
<b>B</b> Los usuarios tienen acceso, pero es difícil encontrar información		3
<b>C</b> Los usuarios deben ir a un grupo separado que proporciona la información	X	1
<b>D</b> La información no es accesible para la mayoría de los usuarios		0

	MARCAR (X)	VALOR
8. La calidad y el nivel de los documentos de control es		
A Excelente		4
B Buena		3
C Normal		2
D Pobre		1
E Muy pobre	X	0
9. El número de documentos incluidos en el sistema de gestión de documentos es		
A 80% a 100%		4
B 50% a 79%		3
C 30% a 49%		1
D Menos del 30%	X	0
10. El sistema de gestión de documentos es usado por		
A Todo el personal de mantenimiento		4
B Solo los gerentes y supervisores		2
C Sólo el personal que informa al personal mantenimiento		0

Los resultados del cuestionario aplicado al mantenimiento en la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S fueron los siguientes:

**Tabla 3. Resumen de resultados del cuestionario**

ASPECTO	PUNTUACION	% DE CUMPLIMIENTO
1. ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	6	15%
2. PROGRAMAS DE CAPACITACION EN EL MTTO.	4	10%
3. ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	0	0%
4. PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE MTTO	0	0%
5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	0	0%
6. INVENTARIO DE MANTENIMIENTO Y COMPRAS	1	3%
7. MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR	0	0%
8. COMPROMISO (PARTICIPACION DE OPERACIONES/SERVICIOS)	4	10%
9. REPORTES DE MANTENIMIENTO	0	0%
10. MANTENIMIENTO PPREDICTIVO	0	0%
11. INGENIERIA DE CONFIABILIDAD	0	0%
12. MANTENIMIENTO PRACTICAS GENERALES	15	38%
13. OPTIMIZACION ECONOMICA FINANCIERA	12	30%
14. MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL CUIADO DE LOS ACTIVOS	23	58%
15. CONTRATACION DE MANTENIMIENTO	18	45%
16. GESTION DOCUMENTAL	1	3%

Fuente: Elaboración propia.

En tabla anterior se aprecia un Resumen de Resultados del Cuestionario. El aspecto referido a la *organización del mantenimiento* se obtuvo un 15%, lo que implica que gestión de mantenimiento de equipos y maquinarias en la empresa estudiada se tenía poco organizado, lo que por el alto riesgo, se originó la necesidad de implementar de inmediato al menos el mantenimiento preventivo.

En cuanto al aspecto 2, referido a *los programas de capacitación en el mantenimiento*, se obtuvo un 10% inicialmente, lo que implica que falta un 90% en cuanto a la gestión de capacitación sobre el mantenimiento de equipos y maquinarias.

Por otro lado, en cuanto al aspecto 3 de la gestión de las ordenes de trabajo, aspecto 4 sobre planificación del mantenimiento y así como el aspecto 5 referido al mantenimiento preventivo se obtuvo como resultado un 0% en el cuestionario, lo que indica que lo poco que se realizaba sobre el mantenimiento a equipos y máquinas no se planificaba, no se realizaba bajo órdenes de trabajo, por ende, no existía el mantenimiento preventivo.

Referente al aspecto 6, sobre el mantenimiento y compras de materiales, se obtuvo un 3%, se encontró que se tiene disponibles solo materiales críticos para los equipos y maquinarias en un 70 a 79% del 100% requerido, lo que da a entender que la empresa tiene en cuenta aquellos materiales que son necesarios para el mantenimiento correctivo de maquinarias y equipos. En aquellos casos que se dañe una pieza, se compraban 2, se sustituía la pieza o equipo dañada y se guardaba la otra en almacén de materiales y partes, donde se guardan grasas, consumibles y repuestos.

El aspecto 7, referido al mantenimiento asistido por computador se obtuvo 0%, lo que implica que no se utilizaba ningún sistema computarizado para gestión de mantenimiento.

En referencia al aspecto 8 se obtuvo un 10%, lo que implica que un 90%, aunque no manejaban ordenes de trabajo, los operadores de máquinas y equipos si tenían responsabilidad y eran comprometidos con el resguardo y el desempeño los activos de la empresa, pues al dañarse algún equipo o máquina hacían lo que fuere necesario para subsanar la falla.

Los aspectos 9,10, y 11 obtuvieron 0% respectivamente, lo que implica que el 100% de la empresa no manejaba reportes de mantenimiento, ni mantenimiento predictivo y mucho menos ingeniería de confiabilidad.

En referencia al aspecto 12 sobre mantenimiento practicado de manera general a los equipos y maquinarias, obtuvo un 38% en la valoración del cuestionario, cada operario es responsable y realiza el mantenimiento a su equipo de manera general. No obstante, el 62% correspondiente al resto del personal no esta enfocado a la optimización de los activos.

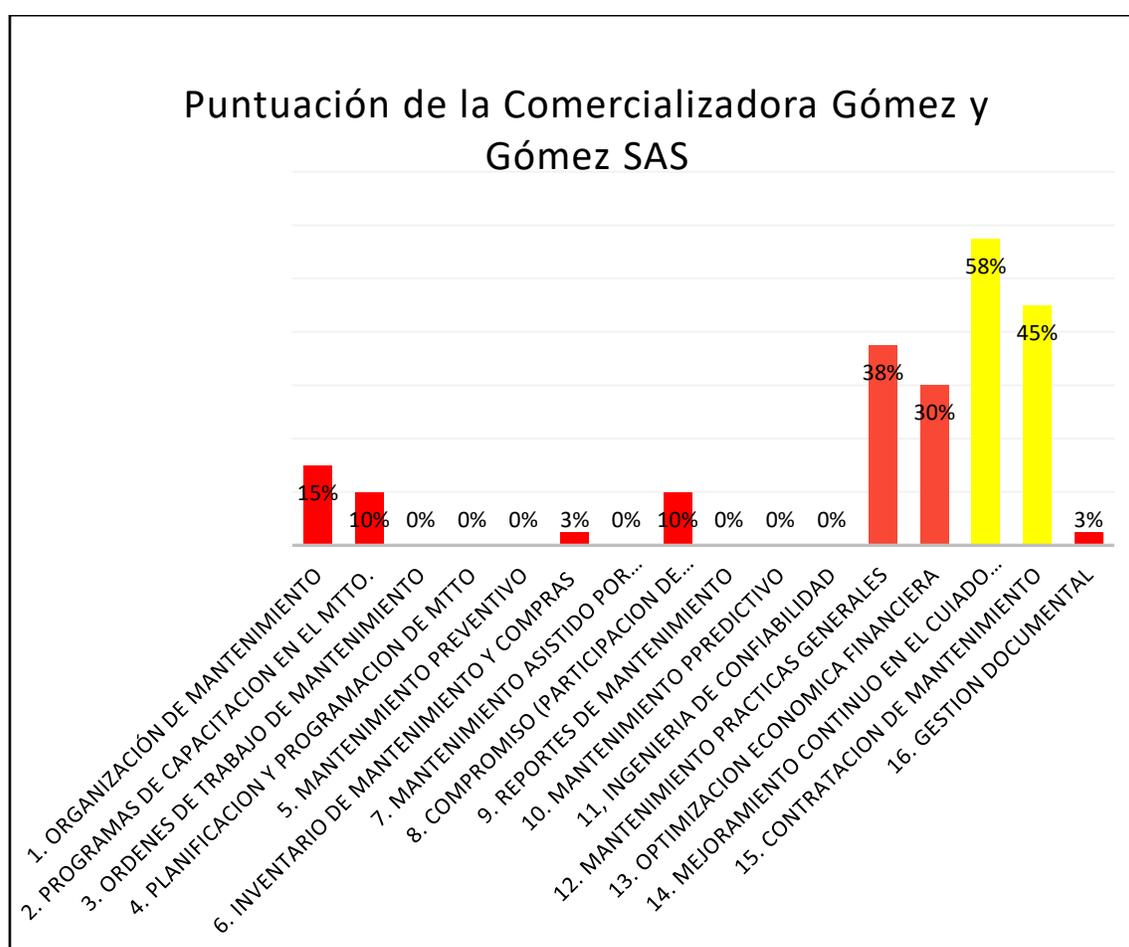
Por otro lado, la optimización económica financiera, referida al aspecto 13, obtuvo un 30%, por cuanto la organización solo compara los costos contribuyentes (energía, calidad contratista y otros) para tomar decisiones, dejando por fuera los costos detallados asociados a los mantenimientos de maquinarias y equipos, los cuales se llevan contablemente de manera general.

En el aspecto 14, relativo a mejoramiento continuo en el cuidado de los activos, se obtuvo un 58%, lo que indica que tanto la directiva como la organización se mantienen enfocada en el mejoramiento continuo, pues se tiene la conciencia de que este aspecto mejora la competitividad de la empresa e impulsa mejores beneficios financieros, de allí que obtuvo el mayor puntaje en el cuestionario.

En cuanto al aspecto 15, concerniente a la contratación de mantenimiento se obtuvo un 45%, lo que indica que la mayor parte del mantenimiento de la maquinaria se realiza por contrataciones y se deja en manos del personal de mantenimiento, sin revisar la documentación.

En cuanto a el aspecto 16, referido al control documental, se obtuvo un 3% de puntuación, allí se aprecia que el control documental es muy pobre y asimismo los controles para la planeación del mantenimiento. De este resumen de resultados, se construyó una figura gráfica de barras con los porcentajes obtenidos de cada aspecto evaluado en el cuestionario aplicado, con el fin de apreciar de manera corporativa y comparativa la situación actual del mantenimiento preventivo.

Por otro lado, la optimización de los costos del mantenimiento es otro de los aspectos relevantes para la empresa.



**Figura 2. Puntuación general del cuestionario de mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia.

Efectivamente, en la empresa se lleva a cabo un mantenimiento preventivo de manera general.

A partir de la evaluación general de estos porcentajes se puede decir, que en la empresa estudia, existía poca organización del mantenimiento preventivo, así como casi nula programas de capacitación, no se manejaban ordenes de trabajo, ni planificación del mantenimiento preventivo. Existía muy bajo manejo de inventario de compras, y mucho menos se manejaban sistemas de mantenimiento predictivo, ni reportes, sino el compromiso de los operadores de maquinarias y equipo y el servicio contratado para dar algunos mantenimientos. Esto se aprecia en la figura donde los ítems 12, 13, 14 y 15 referidos de los a las prácticas generales del mantenimiento, optimización económica financiera y mejoramiento continuo en el cuidado de los activos, así como la contratación del mantenimiento obtuvieron más de un 30%, lo que implica que son los factores a los que la empresa ha prestado mayor atención en cuento al tema del mantenimiento preventivo.



**Figura 3. Panorama general del mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, sobre el panorama del mantenimiento se observan las áreas a las que les hace falta fortalecimiento dentro de la empresa estudiada, especialmente en los aspectos numerados del 1 al 12.

En tal sentido, se dio inicio a un proceso de organización del mantenimiento, considerando un indicador de mantenimiento correctivo.

### **Indicador de mantenimiento**

- **Porcentaje de conclusión de mantenimiento correctivo**

$$\% \text{ Concl. correctivo} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de ordenes correctivas realizadas}}{\text{N}^{\circ} \text{ de ordenes correctivas semana}}$$

Semana del 24 al 29 de febrero del 2021

$$\% \text{ Concl. correctivo} = \frac{3}{4} * 100 = 75\%$$

Semana del 2 al 7 de marzo del 2021

$$\% \text{ Concl. correctivo} = \frac{3}{3} * 100 = 100\%$$

Semana del 9 al 14 de marzo del 2021

$$\% \text{ Concl. correctivo} = \frac{1}{1} * 100 = 100\%$$

Respecto al porcentaje de conclusión del mantenimiento correctivo se puede decir que inicialmente, debido a la ausencia de un área de mantenimiento, los resultados son basados datos tomados durante tres semanas en las que se registraron fallas en las instalaciones. Actualmente, el mantenimiento es realizado de manera correctiva siendo terminadas todas las tareas (es decir en un 100%) en un lapso de tiempo corto.

**4.1.2 Identificación de áreas de trabajo para el mantenimiento.** En cuanto a la identificación de las áreas de mantenimiento en la planta “Molino” de la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S., se encontraron 2, el área de producción y las áreas usadas para mantenimiento.

**4.1.2.1 Área de producción.** Conformada por los equipos y sistemas claves para el procesamiento del arroz San Andrés y Providencia. El área de producción se ha subdividido a su vez en 6 áreas: Recibo, Secado, Almacenamiento, Molino, Empacado y Tamo. En la siguiente tabla se aprecia algunas fotos de dichas áreas.

**Tabla 4. Áreas de producción**

Áreas de Mantenimiento	Fotos
1) Recibo	<p data-bbox="818 890 1247 926">Tolva de recibo de materia prima</p> 
2) Secado	

Áreas de Mantenimiento	Fotos
3) Almacenamiento	
4) Molino	
5) Empacado	 <p data-bbox="654 1478 1409 1514">Empaque de harina de arroz y empacado de arroz en bultos</p> 

Áreas de Mantenimiento	Fotos
	Empacado de arroz en fardos
6) Tamo	 <p data-bbox="938 793 1122 827">Area de Tamo</p>

Fuente: Elaboración propia.

**4.1.2.2 Áreas utilizadas para realizar trabajos de mantenimiento.** Al inicio del diagnóstico se encontró que el trabajo de mantenimiento era realizado en el área de talleres. No obstante, el área de mantenimiento ahora está compuesta por 3 zonas, las cuales se presentan a continuación.

**Zona 1:** Esta zona cuenta con una superficie de 6.16 m X 3.17 m ubicada en la parte posterior de la planta, son salida hacia la calle. Cuenta con una prensa de banco, un estante y una mesa de trabajo de 1.10m x 0.75m.



**Figura 4. Foto de entrada de taller**

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente no es usada para labores de mantenimiento debido a la ubicación. Los operarios manifestaron que como el material llegaba por la entrada principal de la planta, esto dificultaba el traslado, y como su espacio es reducido impide la manipulación de materiales extensos y la realización de un trabajo de mantenimiento en un ambiente acorde. Quedando su uso como depósito de chatarras.

**Zona 2:** Cuenta con un área de 3.70m X 2.60m es usada como depósito de las herramientas para el trabajo de mantenimiento y una mesa de trabajo para labores de pequeña envergadura. Aquí se realizan las limpiezas de motores y reparaciones pequeñas, por ejemplo, máquina de coser.



**Figura 5. Fotos de depósito de herramientas**

**Zona 3:** es un área acondicionada un área de aproximadamente 15m x 1.60m es usada para realizar trabajos del área de mantenimiento y está ubicada en la zona de almacenamiento de los silos de almacenamiento: redondos 1,2 y 3.



**Figura 6. Zona de almacenamiento donde se ubican los silos**

No es un lugar recomendado para la ejecución de este tipo de trabajos, pero por falta de espacio donde trabajar, actualmente sigue siendo usada para este propósito.

**Zona 4:** denominada área de almacén, está ubicada en la parte posterior de la planta, es usada para almacenar repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento de los equipos y sistemas de la planta.



En general, la situación inicial de las áreas de mantenimiento se encontró medianamente operativa, algunas áreas eran utilizadas para depósitos o almacén y se encontraban limpias, pero desordenadas. Actualmente, se encuentra ordenadas.

Entre las actividades realizadas para dar orden al área de almacén se generó un almacén de repuestos.

**4.1.2.3 Almacén de repuestos.** En la inspección realizada se encuentran diferentes tipos de repuestos y materiales, tales como pinturas, brochas, lubricantes, sellantes, rodamientos, correas en v, tornillería de diferentes medidas. Se diseñan los respectivos formatos que permitieron llevar el control de los siguientes repuestos:

- Correas tipo v.
- Cangilones para elevador.
- Accesorios en PVC.
- Rodamientos.
- Pinturas.
- Piñones y cadenas de rodillos.

**4.1.3 Inventario inicial de equipos.** Con el fin de conocer la cantidad de equipos y maquinaria de la empresa estudiada se procedió a contabilizar el número de maquinarias y equipos presentes en el área de producción, aspecto que se organizaron en formatos tipo tabla, como los que se muestran a continuación.

**Tabla 5. Equipos de transformación de productos**

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
MALACATE	1
BALANZA	4
MEDIDO DE BLANCURA	1
CILINDRO LASIFICADOR(LAB)	1
MEDIDOR DE HUMEDAD	1
PREMLIMPIADORA PADDY	1
SISTEMA DE SUCCION	4
SECADORA	5
AVENTADORA	1
ZARANDA	1
DESCASCADOR	2
SEPARADORA	1
DESPEGRADORA	1
PULIDOR	2
BRILLADOR	1
PLANSICHTER	1
CLASIFICADORA POR COLOR	1
CILINDRO CLASIFICADOR	1
EMPACADORA	1
BASCULA	3
PRENSA TAMO	1
VENTILADOR TAMO	1
COSEDORA	3

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6. Maquinaria de transporte de materia**

<b>TRANSPORTE</b>	<b>CANTIDAD</b>
TRANSPORTADOR DE TORNILLO SIN FIN	36
ELEVADOR DE CANGILONES	25
BANDA TRANSPORTADORA	10
TRANSPORTADOR DE CADENA	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7. Inventario de estructuras**

ESTRUCTURA	CANTIDAD
TOLVA	8
SILOS	9

Fuente: Elaboración propia.

Según Garrido (2003) se debe realizar primeramente un inventario de equipos. Es así que se realizó el recorrido a través del proceso de producción de la planta empezando desde el lugar donde se recibe la materia prima (Arroz Paddy) proveniente del cultivo, hasta el lugar de empaclado de producto terminado.

Se procedió a identificar visualmente cada uno equipos y maquinarias que intervienen en producción. De esta inspección realizada en la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S, se contabilizaron cada uno de los tipos de equipos y maquinaria, los cuales se agruparon en: *Equipos de transformación y dosificación de productos (ver tabla 1)*, Maquinarias de transporte de material (ver Tabla 2) y *Estructuras de almacenamiento (Ver tabla 3)*.

#### **4.2 Objetivo 2. Diseñar y Programar Procedimientos para el Mantenimiento Respectivo de los Equipos y Maquinaria de la Empresa Comercializadora Gómez y Gómez SAS.**

**4.2.1 Codificación de planta, secciones, equipos y maquinaria.** Para identificar los equipos de la planta, en el área de producción, se consideró a todas las áreas como secciones de producción de la empresa estudiada, las cuales quedaron así: 1) Sección de Recibo, 2) Sección Secado, 3) Sección de Almacenamiento, 4) Sección de Molino, 5) Sección de Empacado, 6) Sección de Tamo.

En este sentido, se asignó un código de dos términos a la planta, a todas las secciones y así mismo, a cada tipo de equipo. En la siguiente tabla se presenta la codificación generada para cada uno.

**Tabla 8. Codificación de planta, secciones, equipos y maquinaria**

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.									
		Area de mantenimiento									
		CODIGO DE AREA Y EQUIPOS									
CODIGO PLANTA		CODIGO AREA		CODIGO DE EQUIPO							
Molino	0	Recibo	R1	Malacate	MA	Despedradora	DE				
Avicola	1	Secado	S1	Balanza	BA	Pulidor	PU				
Finca	2	Almacenamiento	A1	Balanza gramera	BG	Plansichter	PS				
				Molino	M1	Medidor de blancura	MB	Brillador	BR		
				Empacado	E1	Aspirador de impurezas	AI	Clasificadora x color	CX		
				Tamo	T1	Clasificador de laboratorio	CL	zaranda giratoria	ZG		
						Medidor de humedad	MH	Cosedora	CO		
								Transportador de sin fin	ST	Transportador de cader	CT
								Elevador	EL	Empacadora	EM
								Prelimpiadora	PR	Bascula	BS
								Banda transportadora	BT	Ventilador	VE
								Sistema de succion	SS	Prensa hidraulica	PH
								Secadora	SC	Tolva	TV
								Aventadora	AV	Silo	SL
								Zaranda	ZA	Bascula Camionera	BC
								Descascaradores	DS		
				Separadora	SP						

Fuente: Elaboración propia.

La Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S cuenta con tres plantas; la planta de Molino donde se produce arroz, la planta Avícola donde se producen huevos y la planta Finca donde se produce Abono. A cada una de las plantas se le asigna un código, siendo el "0" para la planta de Molino, 1 para la planta de Avícola y 2 para la planta de Finca. En las dos primeras columnas de la tabla anterior se listan las plantas con sus respectivos códigos. Este proyecto toma como campo de acción los equipos de la planta 0 (molino).

**4.2.1.1 Generación de código para cada equipo o maquinaria.** Para identificar las máquinas y equipos se procedió de la siguiente manera: El código para cada equipo consta de 7 dígitos, donde el primer número indica la planta en la cual se encuentra, los dos siguientes indican el área a la que está asignado, los siguientes dos dígitos señalan la clase de equipo y concluye con dos

dígitos numéricos que informan. En la siguiente tabla se aprecia con más claridad el sistema de codificación adoptado.

**Tabla 9. Generación de código**

1	2	3	4	5	6	7
Ubicación	Área		Clase de equipo		Número del Equipo	
Ubicación en Planta	área a la que está asignado	área a la que está asignado	clase de equipo	clase de equipo	el número del equipo entre varios de la misma característica	el número del equipo entre varios de la misma característica

Fuente: Elaboración a partir de Garrido (2003).

Aplicando la tabla de generación de códigos se tiene:

Codigo:0-R1-PR-01

1. Donde, el primer dígito “0” indica que se trata de un equipo de la planta cero, (Ver tabla Codificación de Planta, Secciones, Equipos y Maquinaria, en CÓDIGO PLANTA).
2. El segundo término “R1” indica que el equipo está asignado a la sección “recibo”. (Ver tabla Codificación de Planta, Secciones, Equipos y Maquinaria en CÓDIGO SECCIÓN).
3. El tercer término “PR” indica el tipo de equipo, en este caso una prelimpiadora (Ver tabla Codificación de Planta, Secciones, Equipos y Maquinaria en CÓDIGO EQUIPOS Y MAQUINARIAS).
4. El cuarto y último término “01” indica el número de equipo de la misma clase en la sección. Es decir, si hay dos o más equipos iguales en la misma sección, los dos últimos dígitos serán consecutivos dependiendo del equipo al que se hace referencia (hasta un máximo de 99), por ejemplo: la sección de recibo tiene dos prelimpiadoras de paddy entonces los códigos asignados a cada una de ellas serán: 0R1PR01 y 0R1PR02 y así sucesivamente de acuerdo a la cantidad de equipos iguales que existan en planta.

**4.2.2 Elaboración de fichas técnicas.** Una vez identificados todos los equipos de la planta de producción de la empresa en estudio, se documentaron las características de funcionamiento, operación y demás detalles acerca de cada equipo y maquinaria, para el registro de estos datos se diseñó *la ficha técnica*, que se presenta en la siguiente figura.

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.							
		Formato de hoja de vida de equipos							
		Área de Mantenimiento							
Nombre						Fecha			
Código		Área							
INFORMACIÓN DEL PROVEEDORES									
Proveedor									
Dirección						País			
Web						E-mail			
Telefono						Fecha de arranque			
INFORMACIÓN TÉCNICA									
Marca						Foto del Equipo			
Modelo									
Capacidad									
Longitud									
Ancho									
Alto									
CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS									
Potencia (kW)									
Amperaje (Amp)									
Velocidad (rpm)									
Voltaje (V)									
Motor									
temperatura (°C)									
CARACTERÍSTICAS MECANICAS									
EJE EXCENTRICA		diámetro:				Longitud:			
CHUMACERA		tipo:				diámetro:			
TAMIZ		diámetro orificio:							
TRANSMISION		tipo:				Diametro poleas:			
FUNCIONAMIENTO Y MANEJO									
OBSERVACIONES									
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:				

**Figura 7. Diseño de ficha técnica**

Fuente: Elaboración a partir de Garrido (2003).

Como resultado del diseño, este formato debe ser diligenciado para cada equipo y/o maquinaria (el formato es almacenado actualmente en las carpetas de Mantenimiento). En dicho formato se especifica: el nombre, código de equipo, área a la cual pertenece, información de proveedores, la información técnica (modelo, capacidad, medidas), así como características mecánicas, eléctricas, el funcionamiento y manejo, así como también algunas otras

especificaciones puntuales de relevancia que se colocan en las observaciones ubicadas en la parte inferior del Formato. En la siguiente figura se aprecia una ficha técnica llena.

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.			
		Formato de hoja de vida de equipos			
		Area de Mantenimiento			
Nombre	prelimpiadora paddy		Fecha	28/02/2020	
Código	OR1PR01	Área	Recibo		
INFORMACIÓN DEL PROVEEDORES					
Proveedor	METALICAS FAICOL LTDA				
Dirección	Calle 15 N° 11-13 Gaitan-Bucaramanga	Pais	Colombia		
Web	metalicasfaicol.webnode.com.co	E-mail	<a href="mailto:metalicasfaicol@gmail.com">metalicasfaicol@gmail.com</a>		
Telefono	3157721751	Fecha de arranque	19-nov-09		
INFORMACIÓN TÉCNICA					
Marca	FAICOL				
Modelo	MFZZ 100				
Capacidad	10 Ton/hora Aprox.				
Longitud	2,85 m				
Ancho	2,43 m				
Alto	2,70 m				
CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS					
Potencia (kW)	3 kw / 4 hp				
Amperaje (Amp)	13 ; 6,5 A				
Velocidad (rpm)	1750 RPM				
Voltaje (V)	220 YY / 440 Y				
Motor	SIEMENS (trifasico)				
temperatura (°C)					
CARACTERÍSTICAS MECANICAS					
EJE EXCENTRICA	diametro:	6 cm	Longitud:	278 cm	
CHUMACERA	tipo:	Pedestal	diametro:	6 cm	
TAMIZ	diametro orificio:	1,5cm; 1,0 cm; 0,2cm			
TRANSMISION	tipo:	correa	Diametro poleas:	40 cm; 10 cm	
FUNCIONAMIENTO Y MANEJO					
Es un equipo utilizado para quitar todas las materias extrañas que pudieran haberse introducido en los sacos de materia prima, en el proceso de recolección de la misma. Consta de tres pisos cada uno con un tamiz de diametro especifico atraves del movimiento de traslacion lineal intermitente el paddy pasa atravez de cada uno de los tamiz quedando deparado de las impurezas (hojas, paja, restos de la planta) que trae desde la recoleccion en el cultivo.					
OBSERVACIONES					
* para mayo eficiencia, sus partes deben estar libres de polvo, basura u otros objetos que obstruyan el paso del paddy. Regular la entrada de paddy para un buen funcionamiento					
Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
ANA ALVARADO G.					

**Figura 8. Ejemplo de formato de ficha técnica llena**

Fuente: Elaboración propia.

Al reverso de esta ficha técnica se encuentra el formato para el análisis de criticidad, modelo de mantenimiento y especificación de si este equipo requiere de atención por parte de un proveedor de *mantenimiento subcontratado* por parte de la empresa. Con toda la información recopilada en la ficha técnica, se puede tener una *idea del estado, características y métodos para*

la intervención del mantenimiento del equipo, tal que permita generar información relevante para llevar un control del mismo.

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.			
		Formato ficha de equipo			
		Area de mantenimiento			
ANALISIS DE CRITICIDAD: B		TIPO DE EQUIPO: IMPORTANTE			
ANALISIS DE LAS ZONAS/EQUIPO					
TIP DE EQUIPO O DE ZONA	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCION	CALIDAD	MANTENIMIENTO	
A CRÍTICO	La posibilidad de originar un accidente grave es alta.	Su parada afecta al Plan de Producción y/o a clientes.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.	
	Necesita revisiones periódicas muy frecuentes (mensuales) por razones de seguridad.		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.	
	Ha producido accidentes en el pasado, en esta planta o en plantas similares			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).	
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales). Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento	
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.	
<b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MTTO LEGAL</b>		<b>SUBCONTRATOS NECESARIOS</b>	
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO		CORRECTIVO	
SISTEMATICO				INSPECCIONES	
ALTA DISPONIBILIDAD					

**Figura 9. Formato ficha técnica / parte del reverso**

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

La información de la ficha técnica se utilizó para seleccionar adecuadamente el modelo de mantenimiento a seguir en los equipos o maquinarias de la empresa estudiada. Para el seleccionar el modelo de mantenimiento se requiere del *análisis de criticidad*.

**4.2.2.1 Uso del análisis de criticidad.** En la empresa bajo estudio, se debe seleccionar uno de los *modelos de mantenimiento*, de acuerdo al análisis de criticidad de los equipos y las condiciones de la planta de producción, se distinguieron 3 tipos conforme a lo señalado por Garrido (2003), son: 1) *Mantenimiento Condicional* para el *tipo de equipos críticos* 2) *Mantenimiento Condicional* para los *equipos con nivel de criticidad importante*, y 3) *Mantenimiento correctivo* para los *equipos con nivel de criticidad prescindible*. Este mismo autor sugirió que el análisis de criticidad se haga conforme la siguiente tabla.

**Tabla 10. Análisis de criticidad**

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consumen una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Fuente: Garrido (2003).

**4.2.3 Análisis de criticidad de los equipos de la planta.** Usando la tabla anterior se realizó *el análisis de criticidad* de cada equipo y maquinaria. Teniendo en cuenta la recopilación de información del inventario elaborado para la planta Molino de la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S y las características respectivas de cada equipo y maquinaria, se obtuvieron como resultado 3 tipos de tablas, donde se cuantifican, se identifican con un código y se describe cada uno de los equipos, los cuales se ordenaron y clasificaron tal como se muestran a continuación.

**Tabla 11. Tipo A – Tipos de equipos crítico**

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.
		Area de mantenimiento
		RESUMEN DE ANALISIS DE CRITICIDAD
TIPO A: EQUIPOS CRITICOS		
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION
1	OR1MB01	MEDIDOR BLANCURA
2	OR1AI01	ASPIRADOR DE IMPUREZAS
3	OR1MH01	MEDIDOR DE HUMEDAD
4	OS1SC01	SECADORA 2PN
5	OS1SC02	SECADORA 4PV
6	OS1SC03	SECADORA 3PN
7	OS1SC04	SECADORA 3PV
8	OS1SC05	SECADORA AURA
9	OM1AV01	AVENTADORA
10	OM1ZA01	ZARANDA MOLINO
11	OM1DS01	DESACASCARADOR 1
12	OM1DS02	DESACASCARADOR 2
13	OM1SP01	SEPARADORA ( MESA PADDY)
14	OM1DE01	DESPEDRADORA
15	OM1PU01	PULIDOR 1
16	OM1PU02	PULIDOR 2
17	OM1PS01	PLANSICHTER
18	OM1BR01	BRILLADOR
19	OM1CX01	CLASIFICADORA X COLOR
20	OM1SS01	SISTEMA DE SUCCION CLASIFICADORA POR COLOR
21	OM1ZG01	CILINDRO CLASIFICADOR
22	OM1SS02	SISTEMA SUCCION HARINA
23	OE1EM01	EMPACADORA
24	OE1BA01	BALANZA EMPACADORA
25	OE1BS01	BASCULA BLANCO
26	OE1BS02	BASCULA HARINA
27	OE1BS03	BASCULA RECHAZO CILINDRO CLASIFICADOR
28	OT1PH01	PRENSA TAMO

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia, en la tabla Tipo A, fueron clasificados 28 equipos distribuidos según secciones de la planta así: 3 en la sección Recibo, 5 en la sección Secado, 14 en la sección Molino, 5 en la sección Empacado y la sección Tamo, cada uno de ellos correspondientes al tipo

de equipos *críticos*, es decir, cuya parada afecta el *plan de producción* de la empresa en estudio. Así mismo, fueron catalogados y cuantificados los equipos Tipo B, denominados como *importantes*, porque afectan la producción, pero son recuperables y no afectan el plan de producción. Bajo este criterio en total se clasificaron 83 equipos, distribuidos de la siguiente manera: 6 en la sección Recibo, 1 en la sección Molino, 4 en la sección Empacado, 2 en la sección Tamo, 34 transportadores de tornillo sinfín (de todas las secciones), 25 elevadores de cangilones de todas las secciones, 10 transportador de banda de todas las secciones, 1 transportador de cadena de la sección Empacado. No obstante, en el plan inicial se tomaron 15 equipos, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 12. Tipo B - tipos de equipos importantes**

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.
		Area de mantenimiento
		RESUMEN DE ANALISIS DE CRITICIDAD
TIPO B: IMPORTANTE		
ITEM	CODIGO	DESCRIPCION
1	OR1MA01	MALACATE
2	OR1BA01	BALANZA 1 (MAGMASTER)
3	OR1BA02	BALANZA 2 (BERNALO)
4	OR1BG01	BALANZA GRAMERA
5	OR1PR01	PRELIMPIADORA PADDY
6	OR1SS01	SISTEMA DE SUCCION DE RECIBO
7	OM1ZG01	CILINDRO CLASIFICADOR
8	OE1BS01	BASCULA BLANCO
9	OE1CO01	COSEDORA ARROZ BLANCO
10	OE1CO02	COSEDORA DE SACOS HARINA
11	OE1CO03	COSEDORA RECHAZO
12	OT1SS01	SUCCION TAMO AVENTADORA
13	OT1VE01	VENTILADOR SUCCION POLVO TAMO
14	TODOS LOS ELEVADORES PERTENECEN A ESTE TIPO DE EQUIPO	
15	TODOS LOS TRANSPORTADORES DE BANDA, SE SINFÍN Y DE CADENA PERTENECEN A ESTE TIPO SEGÚN ANALISIS DE CRITICIDAD	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la tabla Tipo C, se colocaron los equipos clasificados como *prescindibles* para la planta de producción de la empresa estudiada. Sólo 01 equipo fue clasificado como prescindible en la sección de Recibo, ubicado en el área laboratorio.

**Tabla 13. Tipo C - Tipos de Equipos Prescindibles**

		Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.
		Area de mantenimiento
		RESUMEN DE ANALISIS DE CRITICIDAD
<b>TIPO C: EQUIPOS PRESCINDIBLES</b>		
<b>ITEM</b>	<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	OR1CL01	CILINDRO CLASIFICADOR

Fuente: Elaboración propia.

Estas tablas anteriores fueron usadas seleccionar *el modelo de mantenimiento*, a aplicar según su tipo de criticidad.

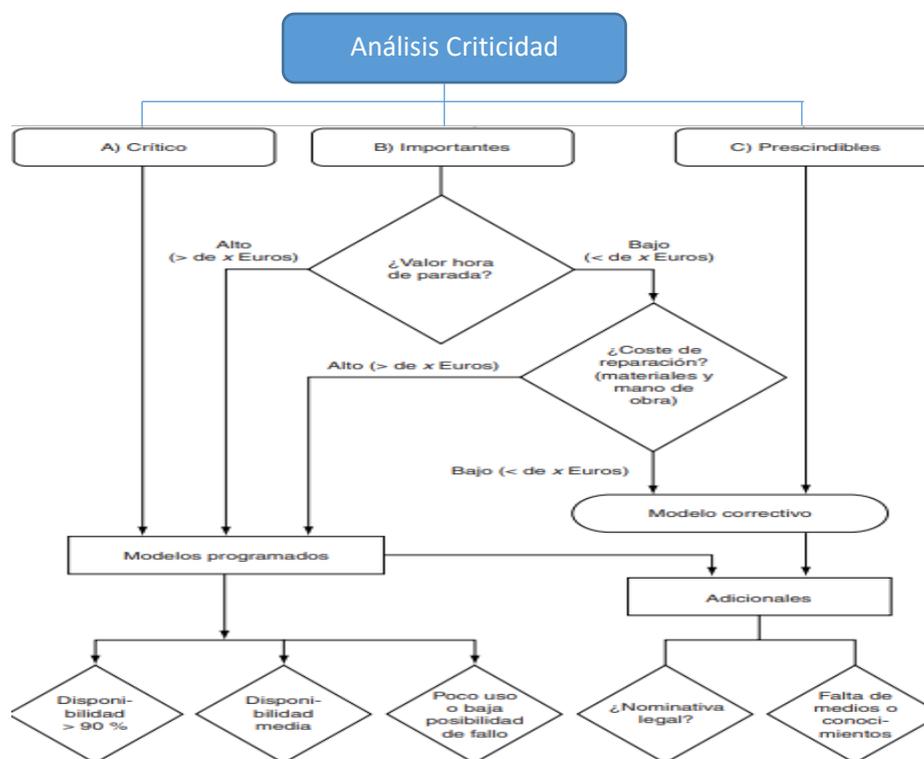
**4.2.4 Selección del modelo de mantenimiento.** El tipo de mantenimiento implementado es un modelo inicial, dado que no existía el mantenimiento preventivo. No obstante, se tienen según Garrido (2003) los siguientes *modelos de mantenimiento* para la aplicación en equipos industriales:

- 1) Modelo correctivo
- 2) Modelo condicional
- 3) Modelo sistemático
- 4) Modelo de alta disponibilidad

Para seleccionar uno de ellos se debe clasificar primero el tipo de equipo. Si el equipo resulta ser *Crítico*, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que corresponden a Mantenimiento Programado. Si el equipo es *Importante*, se debe estudiar todavía un poco más las consecuencias de una avería, tomando la cuenta del valor de la hora de parada. Si el equipo,

por último, es *Prescindible*, ya se sabe que el modelo que le corresponderá será el Modelo Correctivo.

En la figura siguiente se muestra que según sea clasificado el tipo de equipo, se debe proceder con el *diagrama de flujo* para la elección del *modelo de mantenimiento*, a partir del *análisis de criticidad*.



**Figura 10. Diagrama de flujo para selección de modelo de mantenimiento**

Fuente: Garrido (2003).

Aplicando el diagrama de flujo anterior, se pudo obtener como resultado una *Tabla Modelos de Mantenimiento*, que permite seleccionar el modelo de mantenimiento para la planta de Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S. que se muestra a continuación.

**Tabla 14. Modelos de mantenimiento**

	<b>Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S.</b>
	<b>Area de mantenimiento</b>
	<b>MODELOS DE MANTENIMIENTO</b>
<b>TIPO DE EQUIPO</b>	<b>MODELO DE MANTENIMIENTO A APLICAR EN PLANTA</b>
CRITICO	MANTENIMIENTO CONDICIONAL
IMPORTANTE	MANTENIMIENTO CONDICIONAL
PRESCINDIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Fuente: Elaboración propia.

**Equipos críticos e importantes:** teniendo en cuenta que estos equipos son de baja posibilidad de fallo y además no requieren de una disponibilidad mayor al 90% debido a que las labores de producción se realizan en lapsos de tiempo determinados que dan espacio a rutinas de mantenimiento programadas se elige como modelo de mantenimiento el modelo condicional, los cuales como resultado se *aplican mediante inspecciones programadas*, que arrojan como dato clave *las intervenciones necesarias* para solventar cualquier anomalía detectada antes de que ocurra la emergencia por falla del equipo.

**Equipos prescindibles:** Se refiere a los equipos que tienen poca influencia en la calidad, en la producción y en la seguridad

**4.2.5 Las tareas de mantenimiento.** Las labores de mantenimiento a los equipos se comenzaron a realizar mediante *las inspecciones periódicas*, para las cuales se diseñan formatos de inspección para cada uno de los equipos, en los cuales reposan las acciones a realizar.

Según recomienda Garrido (2003) las tareas de mantenimiento deben agruparse por sistema para iniciar un programa de mantenimiento. Estas son: 1) Sistemas de Seguridad, 2) Sistemas Mecánicos, 3) Sistemas Neumáticos, 4) Sistemas Hidráulicos. En las tablas siguientes se aprecia cada una de las tablas.

**Tabla 15. Sistemas de seguridad**

<b>1. SISTEMA DE SEGURIDAD</b>	
<b>TAREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Comprobar que al pulsar cada una de las setas de emergencia la máquina se bloquea.	Anual
Comprobar funcionamiento de alarmas ópticas y acústica	Anual
Comprobar funcionamiento de las rejillas y protecciones móviles	Anual
Comprobar funcionamiento de sensores ópticos de presencia	Anual
Comprobar funcionamiento de extractores y ventiladores	Anual
Comprobar funcionamiento de sensores de cierre de puertas y rejillas	Anual
Comprobar el disparo de cada una de las seguridades Comprobar que al cumplirse las condiciones de disparo el equipo efectivamente se detiene	Anual
comprobar fijación de rejillas y protecciones	Anual
comprobar funcionamiento interruptor general	Anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

Tabla 16. Sistemas de mecánico

2. SISTEMA MECANICO	
TAREA DE MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD
comprobacion de ruidos anomalos en piezas móviles (indicando donde se detectan)	diaria
toma de datos de temperaturas en cojinetes y rodamientos	diaria
limpieza de la zona	diaria
Comprobación de ausencia de vibraciones extrañas en piezas móviles (indicar dónde, si se detectan)	diaria
Comprobar ausencia de defectos en la producción	diaria
Comprobación del ciclo de funcionamiento del equipo.	diaria
verificar estado de solgantes y calibre del material del transportador ( tornillo y canoa)	mensual
comprobacion de la sujesion de motores	mensual
comprobar que el venilador de los motores no roza y esta en buen estado	mensual
comprobar y reponer niveles en reductores (cambiar el aceite si fuese necesario,observando si el aceite usado presenta olor o color extraños . Buscar particulas en el aceite sustituido).	mensual
Engrase de rodamientos y cadenas	mensual
comprobar estado general y limpieza de la maquina	mensual
Control de funcionamiento y reposición de niveles en central de engrase	mensual
Comprobar el estado de válvulas. bridas y absorbedores de dilataciones (Buscar posibles fugas o fallos de funcionamiento)	mensual
Control del estado de piñones y cremalleras (Buscar holguras y dientes dañados. Engrasar si es necesario)	mensual
Control del estado de rodamientos y soportes (Buscar ruidos y holguras anómalas. Engrasar si es necesario)	mensual
Comprobar el estado de ejes, cadenas, mallas y correas (engrasar, sustituir o tensar según necesidad)	mensual
Comprobar el estado de líneas de tuberías propios o cercanos a la máquina. Incidir especialmente en aquellas cuya rotura o fuga pueda producir averías	mensual
Cambio de filtros si corresponde (ver diferencial de presión)	mensual
Inspeccionar el cuadro eléctrico, para comprobar que no hay elementos sueltos o en mal estado	mensual
Desmontaje de elementos para limpiezas técnicas específica	mensual
revisar babero de descarga elevadores)	mensual
control del estado de poleas y ejes verificar desgaste de poleas)	anual
Comprobar el estado de acoplamientos	anual
Ajustes u reglajes en elementos móvil	anual
Alineamiento de acoplamientos de motores	anual
Limpieza interiore de motores	anual
comprobar estado y tension de banda y cangilones. (verificar empalme)	anual4
Comprobar el estado de acoplamientos (cuñas, prisioneros)	anual
reaprite general de todas las partes mecanicas	anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

**Tabla 17. Sistemas neumáticos**

<b>3. SISTEMA NEUMATICO</b>	
<b>TAREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Comprobación visual del nivel de aceite en lubricadores	diario
Revisión visual de fugas de aire	diario
Purgar condensación de filtros	diario
Comprobar que el lubricador no está obstruido funciona perfectamente	semanal
Puesta a nivel del vaso de la unidad de mantenimiento	semanal
Revisar y reparar las fugas de aire detectadas	semanal
Comprobar que el manómetro del regulador de presión Funciona perfectamente	semanal
Revisiones de acuerdo con normativas legales	mensual
Comprobar el estado general de fijaciones de cilindros neumáticos Cambios de cilindros	mensual
Reparación de fugas en cilindros. Cambios en juntas interiores rascadora y obturadora si es necesario.	mensual
Comprobar el estado general de tubos, conexiones y fijaciones	mensual

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

**Tabla 18. Sistemas hidráulicos**

<b>4. SISTEMA HIDRAULICO</b>	
<b>TAREA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
Verificar el nivel de aceite de grupos hidráulicos. Rellenar si es necesario	diario
Verificar el estado de los filtros (diferencial de presión)	diario
Comprobar temperatura del aceite	diario
Comprobar funcionamiento del motor hidráulico	diario
Comprobar presiones en diferentes puntos del circuito hidraulico.	diario
Comprobar ausencia de fugas	diario
Purgar tanque hidráulico (retirar el agua del fondo del depósito abriendo la válvula situada en el punto inferior del depósito)	mensual
Comprobar consumo del motor de la bomba hidráulica	mensual
Comprobar temperatura de funcionamiento del motor	mensual
Limpieza y/o cambio de filtros, si procede	mensual
Toma muestra de aceite para analizar	mensual
Cambio de filtros si procede.	anual
Comprobación de válvulas de seguridad	anual
Comprobación del estado del acumulador	anual
Reapriete de tornillos de fijación motor-bomba	anual
Limpieza de refrigeradores por agua, con descalcificadores	anual
Desmontaje de tapas y ventiladores de motores para limpieza e inspección	anual
Limpieza del motor (aletas de refrigeración)	anual
Comprobación de alineamiento de bombas	anual
Limpieza de válvulas	anual
Ajuste de válvulas proporcionales	anual
cambios de filtros	anual
Sustitución del aceite hidráulico	anual
Desmontaje de la bomba. Limpieza interior	anual
Calibración de manómetros	anual
Calibración y comprobación de presostatos	anual
Limpieza del interior del depósito	anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

Además de las tareas de mantenimiento expresadas en las tablas 15 a la 18, se requiere considerar la inspección o mantenimiento de los equipos o maquinarias, así como de tareas específicas para ese tipo de equipo y se anota la fecha y la periodicidad correspondiente. Eventualmente, y según el criterio profesional, se pueden añadir otras tareas que según la experticia y experiencia se requieran, incorporándolas a este formato de inspección, y posteriormente se procede a evaluar cada una.

**4.2.5.1 Formato de inspección anual de equipos y maquinarias.** Teniendo en cuenta las tareas de mantenimiento citadas en las tablas 15 a la 18, se realizan las revisiones y mantenimientos preventivos a cada uno de los equipos, para esto se diseñó el *formato de inspección anual a fin de contrarrestar* las anomalías que puedan surgir en los equipos dentro de la planta de producción de la comercializadora. En dicho formato se diligencia la información de: 1) Quién realizó la inspección, 2) Fecha de la inspección, 3) Descripción de cada aspecto a inspeccionar de acuerdo con tareas de mantenimiento. En sección final se debe colocar quien diligenció el formato (generalmente un técnico) y quien lo revisó. El formato de inspección anual diseñado se muestra a continuación.



Un ejemplo de este formato de inspección anual lleno se aprecia en la siguiente figura, para la secadora.

**Tabla 20. Ejemplo de Formato de Inspección anual Lleno**

	<b>INVERAGRO SAN ANDRES</b>					
	<b>Area de mantenimiento</b>					
	<b>INSPECCION ANUAL SECADORA</b>					
<b>REALIZO:</b>						
<b>FECHA:</b>		<b>2PN</b>	<b>4PV</b>	<b>3PN</b>	<b>3PV</b>	<b>AURA</b>
<b>DESCRIPCION</b>		<b>0S1SC01</b>	<b>0S1SC02</b>	<b>0S1SC03</b>	<b>0S1SC04</b>	<b>0S1SC05</b>
Comprobar funcionamiento de las rejillas y protecciones móviles						
comprobar funcionamiento interruptor general						
control del						
Comprobar						
Ajustes u						
Alineamien						
Limpieza						
Comprobar						
reaprite						
Comprobar						
limpieza de						
<b>OBSERVACION</b>						
Elaborado		Revisado por:	Progr			

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

**4.2.5.2 Formato de inspección mensual de equipos y maquinarias.** Considerando las tareas de mantenimiento citadas en las tablas 15 a la 18, se realizan las inspección y mantenimiento preventivo mensual, para esto se diseñó el *formato de inspección mensual*, dado que hay algunos equipos que requieren atención con esta periodicidad. En dicho formato se diligencia la información de: 1) Quién realizó la inspección, 2) Fecha de la inspección, 3) Descripción de cada aspecto a inspeccionar de acuerdo con tareas de mantenimiento. En sección final se debe

colocar quien diligenció el formato (generalmente un técnico) y quien lo revisó. El formato de inspección mensual diseñado se muestra a continuación.

El modo de aplicación del mantenimiento mensual, se emplea una vez generada la falla, el técnico de mantenimiento debe informar el tipo de tarea que se debe realizar en la sección *Observación*, bien sea que se encuentre una falla en una pieza que no pueda resolver en el momento. Notifica al área de mantenimiento, en ese momento se genera una nueva *Orden de Trabajo* que se programa según la relevancia de la falla.

**Tabla 21. Formato de inspección mensual**

	Inveragro San andres s.a.s					
	Area de mantenimiento					
	INSPECCION MENSUAL SECADORA					
FECHA:						
REALIZA:	2PN	4PV	3PN	3PV	AURA	
DESCRIPCION	051SC01	051SC02	051SC03	051SC04	051SC05	
verificar estado del transportador sin fin horno ( tornillo y canoa)						
verificar estado del trinche (horno)						
comprobacion de la sujecion de motores(horno y turbina)						
Engrase de rodamientos y cadenas						
comprobar estado general y limpieza de la maquina						
Control del estado de piñones y cremalleras (Buscar holguras y dientes dañados. Engrasar si es necesario)						
Control del estado de rodamientos y soportes (Buscar ruidos y holguras anómalas. Engrasar si es necesario)						
Comprobar el estado de ejes, cadenas, mallas y correas (engrasar, sustituir o tensar según necesidad)						
Comprobar el estado de líneas de tuberías propios o cercanos a la máquina. Incidir especialmente en aquellas cuya rotura o fuga pueda producir averías						
Inspeccionar el cuadro eléctrico, para comprobar que no hay elementos sueltos o en mal estado						
medicion de consumo de corriente de motores (comparar con el						
inspeccionar visualmente el cableado						
<b>OBSERVACIONES</b>						
elaborado por:	Revisado por:		Programado por:			

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

Es importantes destacar que, de las inspecciones realizadas, tanto anual como mensual, pueden surgir algunas las tareas adicionales a realizar, las cuales en el momento no se pueden ejecutar o resolver, ya sea por falta de material o tiempo, o herramientas o mano de obra, en tal sentido, se genera una orden de trabajo para estas actividades y se programen en calendario dependiendo, si es un mantenimiento preventivo o correctivo.

**4.2.5.3 Formato de programación semanal de equipos y maquinarias.** Este formato parte del cronograma general anual. El cual se simplifica por semanas para informar sobre el momento que le corresponde la intervención de mantenimiento preventivo o correctivo a algún equipo. Esta cartelera informativa se programa semanalmente para tener la oportunidad de incluir eventualidades que puedan ocurrir con los equipos en periodos de tiempos más cortos. Es así que, se diseñó un formato para la cartelera informativa de mantenimiento, donde los operarios de los equipos y maquinarias son consultados por los técnicos de mantenimiento.

**Tabla 22. Formato de programación de mantenimiento semanal**

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO 14 FEB AL 16 DE FEBRERO		
LUNES 14	MARTES 15	MIERCOLES 16
MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (alimentacion de prelimpiadora) CODIGO: OR1ST02	MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (descargue tolva de recibo) CODIGO: OR1ST01	MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (sin fin de reparto 2 llenado de secadoras 2PN, AURA) CODIGO: OR1ST05
MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (alimentacion de prelimpiadora) CODIGO: OR1ST02	MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (descargue tolva de recibo) CODIGO: OR1ST01	MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (sin fin de reparto 2 llenado de secadoras 2PN, AURA) CODIGO: OR1ST05
MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (descargue de prelimpiadora) CODIGO: OR1ST03	MANT. ANUAL ELEVADOR (descargue de prelimpiadora) CODIGO: OR1EL02	MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (sin fin 2 de llenado 3pv) CODIGO: OR1ST06
MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (descargue de prelimpiadora) CODIGO: OR1ST03	MANT. MENSUAL ELEVADOR (descargue de prelimpiadora) CODIGO: OR1EL02	MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (sin fin 2 de llenado 3pv) CODIGO: OR1ST06
MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (sin fin de reparto 1 llenado de secadoras 3pv,4pv,3pn) CODIGO: OR1ST04	MANT. ANUAL SECADORA 4PV CODIGO: OS1SC02	MANT. ANUAL TRANSPORTADOR (sin fin 3 de llenado 3pv) CODIGO: OR1ST07
MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR(sin fin de reparto 1 llenado de secadoras 3pv,4pv,3pn) CODIGO: OR1ST04 <b>(Revisar agujeros en canoa)</b>	MANT. MENSUAL SECADORA 4PV CODIGO: OS1SC02	MANT. MENSUAL TRANSPORTADOR (sin fin 3 de llenado 3pv) CODIGO: OR1ST07 <b>(Hacer la ventanilla en bajante de alimentacion)</b>
	<b>Instalacion de lampara en pasillo de canal de aguas lluvias.</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

En la tabla anterior se muestra un extracto de la programación semanal de febrero de del año en curso.

Posterior a las programaciones semanales, se hizo necesario realizar un formato donde registrar las intervenciones realizadas a cada equipo de la planta de producción de la empresa estudiada, para esto se diseñó el *formato de historial de mantenimiento por equipo*, con el fin de poder determinar con anticipación posibles fallas con base al análisis del historial.

**Tabla 23. Formato de historial de mantenimiento**

 <b>Comercializadora Gomez y Gomez s.a.s</b>							
<b>Area de Mantenimiento</b>							
<b>HISTORIAL DE MANTENIMIENTO</b>							
EQUIPO:ELEVADOR DE RECIBO				CODIGO EQUIPO:	OR1EL01	SECCION: RECIBO	
FECHA	N° ORDEN	TIPO MANT	TRABAJO REALIZADO			ENCARGADO	TIEMPO
14/10/2020		PREVENTIVO	cambio de todos los cangilones. Se hizo poco a poco según disponibilidad. Repuestos: cangilones y tornillos para banda			Cuadrilla	
20/10/2020		CORRECTIVO	cambio de rodamientos tensores; reconstruccion de mecanismo tensor; cambio de 3 cangilones. Repuestos: 2 rodamiento 208 de flanche, 3 Cangilon 8x5, tornilleria para			Estiven - Ernesto	
13/04/2021		CORRECTIVO	Tensionada de cadena			Ernesto	
26/04/2021		CORRECTIVO	Tensionada de banda( tambores por cambiar)			Ernesto	
28/04/2021		PREVENTIVO	Fabricacion de mecanismo Tensor. Para luego cambiarlo.			Ernesto	
15/05/2021		PREVENTIVO	cambio de tambores, se desarmo elevador,			Estiven	
13/02/2021		PREVENTIVO	parche a cabezote de pedestal.			Ernesto y Estiven	
11/06/2021		PREVENTIVO	Se tensiona cadena de transmision de potencia y se lubrica.			Ernesto y Estiven	
21/06/2021		PREVENTIVO	Cambio total de cangilones			Estiven	
12/07/2021		PREVENTIVO	Elaboracion e instalacion de babero en lamina de 1/4 .			Estiven	

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

En este formato se aprecia dentro del encabezado la identificación del logo la empresa, así como del área de mantenimiento, el nombre del formato, el cual es *Historial De Mantenimiento* se registran, primeramente, datos relativos al nombre equipo, código del equipo, la sección donde se encuentra ubicado. Así mismo, se coloca la fecha relativa a la ocurrencia del evento, número de Orden de Trabajo, y tipo de mantenimiento, descripción del trabajo realizado, quien

lo realizó y cuánto tiempo tardó el tipo de mantenimiento realizado al equipo o maquinaria. En la sección final se debe colocar quien diligenció el formato (generalmente un técnico) y quien lo revisó.

**4.2.6 Diseño del formato de la orden de trabajo.** En el archivo de mantenimiento, debe reposar un registro adecuado de cada una de las intervenciones realizadas y por realizar a los diferentes equipos y maquinarias de la planta de producción, para esto se diseñó *el formato de orden de trabajo*. En la tabla a continuación se aprecia el formato.

**Tabla 24. Formato de orden de trabajo**

<b>Comercializadora Gomez y Gomez SAS</b>			
<b>Area de mantenimiento</b>			
<b>ORDEN DE TRABAJO</b>			
<b>Tipo:</b> correctivo <input type="checkbox"/> preventivo <input type="checkbox"/>		<b>Nº ORDEN</b> _____	
<b>Equipo:</b> _____		<b>Fecha de emision:</b> _____	
<b>solicitante:</b> _____			
<b>Nivel de prioridad:</b> Urgente <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/>		<b>A realizar el dia:</b> <input type="checkbox"/>	
<b>Descripcion:</b>			
<b>Materiales y/o refacciones</b>			
Concepto	Cantidad	Unitario	Total
<b>Costo materiales y repuestos</b>			
<b>Riesgos del trabajo (precauciones a tener en cuenta)</b>			
<input type="checkbox"/> Alto nivel de ruido. Aconsejable el uso de protectores acústicos. <input type="checkbox"/> Excesivo ruido. Absolutamente obligatorio el uso de protectores acústicos <input type="checkbox"/> Golpes en la cabeza (muchas vigas y salientes a la altura de la cabeza). Obligatorio el uso de casco <input type="checkbox"/> Algunas zonas calientes. Tomar precauciones para no tocar zonas marcadas como calientes. <input type="checkbox"/> Partes móviles. Precaución para no tocar partes en movimiento. <input type="checkbox"/> Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular los equipos bajo tensión. <input type="checkbox"/> Productos químicos abrasivos. Evitar el contacto con la piel. <input type="checkbox"/> Otros:			
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>			
<input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Protector acustico <input type="checkbox"/> Gafas de seguridad <input type="checkbox"/> Botas de seguridad <input type="checkbox"/> Guantes    Otros:			
<b>Situación de la orden:</b> <input type="checkbox"/> Finalizada <input type="checkbox"/> Finalizada provisionalmente <input type="checkbox"/> Pendiente			
Operario	Fecha/Hora inicio		Fecha/Hora final
Total Horas			
<b>Observaciones:</b>			
<b>Recibo de conformidad</b> fecha: _____    Cargo: _____			
Nombre: _____		Firma: _____	

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003).

En la tabla anterior se observa, en la sección del encabezado, la identificación de la empresa, identificación del área (mantenimiento), identificación del formato como *Orden de Trabajo*, luego se especifica el tipo de mantenimiento (correctivo o preventivo), se coloca el número de *orden de trabajo*, la identificación del *código del equipo*, fecha de emisión, se indica el *solicitante*, y nivel de *prioridad*. Luego se coloca una breve descripción y se coloca la *fecha de posible realización*.

Posteriormente, se identifican y costean los *materiales y refacciones*, estimaciones de costos (concepto, cantidad, unitario, total, costo de materiales y repuestos), luego colocan los *Riesgos* (precauciones al realizar el trabajo de mantenimiento) y se indica el equipo de protección que debe usar.

En la parte inferior se señala el estatus de la orden (finalizada, pendiente por finalizar, pendiente). Luego, se indica el operario, la *fecha y hora de inicio* y la *fecha y hora final*, y se coloca el número de horas en total. Finalmente, se ubican las *Observaciones*, y se colocan los datos relativos al Recibido de conformidad, la fecha, el cargo, el nombre y la firma.

En este caso, como uno de los factores de suma importancia para la empresa es llevar el costeo de materiales o refacciones, se incorporó un espacio en el formato para determinar el costo del mantenimiento realizado. Independientemente del tipo de mantenimiento que se aplique, esta información aporta el costo en materiales del mantenimiento para la empresa. Con este dato se puede rastrear los costos y determinar a posterior cuanto fue el gasto en materiales y mano de obra de cada orden de trabajo de mantenimiento realizado, lo que permitiría un análisis financiero del área de mantenimiento, y así se controlarían y se podría optimizar el uso de los recursos de la empresa.

Un ejemplo de este *formato de Orden de Trabajo lleno* se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 25. Ejemplo de formato de orden de trabajo llena**

Comercializadora Gomez y Gomez SAS			
Area de mantenimiento			
ORDEN DE TRABAJO			
Tipo: correctivo <input type="checkbox"/> preventivo <input type="checkbox"/>		Nº ORDEN _____	
Equipo: _____		Fecha de emision: _____	
solicitante: _____			
Nivel de prioridad: Urgente <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/>		A realizar el dia: _____ <input type="checkbox"/>	
Descripcion:			
Materiales y/o refacciones			
Concepto	Cantidad	Unitario	Total
Costo materiales y repuestos			
Riesgos del trabajo (precauciones a tener en cuenta)			
<input type="checkbox"/> Alto nivel de ruido. Aconsejable el uso de protectores acústicos. <input type="checkbox"/> Excesivo ruido. Absolutamente obligatorio el uso de protectores acústicos <input type="checkbox"/> Golpes en la cabeza (muchas vigas y salientes a la altura de la cabeza). Obligatorio el uso de casco <input type="checkbox"/> Algunas zonas calientes. Tomar precauciones para no tocar zonas marcadas como calientes. <input type="checkbox"/> Partes móviles. Precaución para no tocar partes en movimiento. <input type="checkbox"/> Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular los equipos bajo tensión. <input type="checkbox"/> Productos químicos abrasivos. Evitar el contacto con la piel. <input type="checkbox"/> Otros:			
EQUIPO DE PROTECCION			
<input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Protector acustico <input type="checkbox"/> Gafas de seguridad <input type="checkbox"/> Botas de seguridad <input type="checkbox"/> Guantes    Otros:			
Situacion de la orden: <input type="checkbox"/> Finalizada <input type="checkbox"/> Finalizada provisionalmente <input type="checkbox"/> Pendiente			
Operario	Fecha/Hora inicio	Fecha/Hora final	
		Total Horas	
Observaciones:			
Recibo de conformidad    fecha: _____    Cargo: _____			
Nombre: _____		Firma: _____	

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003)

**4.2.7 Formato para la programación de mantenimiento preventivo.** El cronograma de mantenimiento preventivo anual, se refiere al documento que muestra la *programación general de inspecciones* a los diversos equipos y maquinarias de la planta de producción de la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S. Este documento es programado a partir de un calendario de trabajo, el cual va siendo llenado en la medida que se han ido diligenciando cada uno de los formatos de inspección. Un ejemplo de este *formato de plan anual o cronograma* se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 26. Ejemplo de formato de programación anual de inspecciones**

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO COMERCIALIZADORA GÓMEZ Y GÓMEZ																																				
AÑO 2022	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
<b>CODIGO</b>																																				
<b>DESCRIPCION</b>																																				
<b>RECIPIO</b>																																				
OR1B001	Bascula camionera																																			
OR1BA01	Balanza Megmaster																																			
OR1BA02	Balanza Bernalo																																			
OR1B001	Balanza gramera																																			
OR1MB01	Medidor de blancura																																			
OR1MP01	Medidor de humedad																																			
OR1AI01	Aspirador de impurezas																																			
OR1AI01	Clasificador de Muestras																																			
OR1MA03	Malaete																																			
OR1PR01	Preimpia Recibo																																			
OR1SS01	Succion Prelimpia																																			
<b>SI</b>																																				
OS1S001	Secadora ZPN																																			
OS1S002	secadora 4PV																																			
OS1S003	secadora 3PN																																			
OS1S004	secadora 3PV																																			
OS1S005	secadora Aura																																			
<b>MI</b>																																				
OM1AV01	Aventadora																																			
OM1ZA01	Zaranda molino																																			
OM1DS01	Desacascarado 1																																			
OM1DS02	Desacascarado 2																																			
OM1SP01	Separador Paddy																																			
OM1DB01	Despedradora																																			
OM1PV01	Pulidor Vertical 1																																			
OM1PV02	Pulidor Vertical 2																																			
OM1PS01	Plansifter																																			
OM1BR01	Polichador																																			
OM1C001	Clasificadora por color																																			
OM1SS01	Succion Clasificadora x color																																			
OM1ZG01	Zaranda giratoria																																			
OM1BS01	Bascula rechazo																																			
OM1C001	Cosedora rechazo																																			
OM1SS02	Succion harina																																			
<b>EI</b>																																				
OE1EM01	Empacadora																																			
OE1BA01	Balanza empacadora																																			
OE1BS01	Bascula arroz																																			
OE1C001	Cosedoras sacos arroz																																			
OE1C002	Cosedoras sacos harina																																			
OE1BS02	Bascula harina																																			
	cosedora de repuesto 1																																			
	cosedora de repuesto 2																																			
<b>TI</b>																																				
OT1PH01	prensa hidraulica																																			

Fuente: Elaboración propia a partir de Garrido (2003)

En la tabla anterior, se aprecia la sección superior de identificación con el nombre de la comercializadora, división para el año 2022, de forma mensual y semanal, donde las semanas están representadas en números secuenciales del 1 al 5. Seguidamente se aprecia el encabezado de columna con el Código del Equipo y la Sección donde se encuentra ubicado. Correspondiente a cada equipo se coloca la periodicidad bien sea Anual, Mensual, indicada con una M, este formato se utiliza para control periódico de los mantenimientos en la empresa estudiada.

#### **4.3 Objetivo 3. Identificar Stock de Repuestos que deben Reposar en el Almacén para Facilitar el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y Reparaciones Necesarias**

El diagnóstico en la empresa arrojó como resultado que no se contaba con registros de solicitudes de materiales y repuestos para las refacciones, por lo cual fue necesario diseñar el formato de *solicitud de Materiales*.



Este formato deberá ser diligenciado por el supervisor de mantenimiento y pasado al área de contabilidad cada semana, los días lunes, en donde se informe a la gerente financiera los materiales y la respectiva cantidad solicitada de cada uno de los insumos necesarios para la realización del respectivo mantenimiento, así como las mejoras en planta.

Consecuentemente, e estudiaron el conjunto de solicitudes de materiales realizadas en un periodo de seis (6) meses, se observó y se sacó una relación, para elaborar una lista de materiales que debía mantenerse como stock mínimo. En ésta también se incluyen algunos materiales usados en el área de producción, ya que en la comercializadora Gómez y Gómez S.A.S, el área de producción debe entregar la solicitud de materiales en general para uso de la planta de producción. Esto derivó en una lista que se muestra como resultado en la figura que muestra la cantidad mínima de repuestos.

STOCK MINIMO DE MATERIALES			
Aceite 3 en 1	2	hoja de segueta N° 24	1
Aceite 3 en 1 en aerosol	1	hoja de segueta n°18	1
Acople rapido para manguera de aire	2	lamina de acero	1
Aditamento tipo avion	8	lanilla	3
Ayudante Mecanico	5	limpiador de pegante de pvc	1
Brocha de 2 pulgadas	4	marcador borrable	2
Brocha de 4 pulgadas	2	marcador permanente	1
Cadena N 60	1	metro de guaya 1/4 para compuertas de secadoras	30
Cadena N 80	1	Metro de guaya 5/16 para winche de paddy	18
Caja de agujas para maquinas coseadoras	1	metromanquera para empacadora y descascaradores	7
Caja de discos para cortar de 7" para pulidora	1	paquete de bolsas para muestras	1
Caja de escobas	1	paso cadena N 50	3
carbon para maquinas coseadoras	2	paso cadena N 60	3
cargador para romana	1	paso cadena N 80	3
cinta aislante negra	3	pegamento para pvc	1
clavija hembra	2	Pimpina de thinner	1
clavija macho	3	Reflector	2
codo de pvc de 4 pulgadas	5	remache para banda transportadora	30
colgante para transportador	4	resaltador	2
correa A57	2	Rollo de cinta transparente para empacadora	1
correa B41	2	Rollo de teflon para roscas	1
cuarto de masilla	1	rollo de tirro	2
cuña 5/16	1	Salchichon para sebos de ratones	4
cuñete de lubricante para prensa hidraulica	5	sello para marcar sacos	1
Disco flat de 4"	3	semicodo de 6 pulgadas	2
Empaque para fumigadora (cilindro)	2	silicona	5
Empaque para fumigadora (pistola)	2	Teflon autoadesivo para empacadora	0,5
Empaque para fumigadora (salida de recipiente)	3	tinta para marcar sacos	1
Escobillas para pulidora	1	tiza	3
Estopa	5	tuerca de 1/2	20
flexometro	1	tuerca de 1/4	30
Galon de anticorrosivo	2	union de 4" de pvc	2
galon de glicerina	3	union de pvc de 6 pulgadas	2
Galon de hipoclorito (EXIGIDO POR INVIMA)	1	union para manguera de aire	3
galon de pintura azul martillado	2	valvula de paso de 1/2	1
Galon de placo	2	veneno fosfamina	2
Galon desengrasante (limpieza e empacadora)	1	veneno nuvan	2
Grata tipo copa para pulidora pequeña	1	veneno para ratas	4
Grata tipo plato para pulidora pequeña	1	vidrio para soldar numero 10	2
Bolsa de soldadura 6013 calibre 3/32	1		

**Figura 12. Stock mínimo**

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, se encuentran en uso formatos diseñados para ser utilizados para control de stock de consumibles y repuestos. Entre ellos cadenas de rodillos, rodamientos, consumibles, bandas para elevadores y transportadores, mangas para los filtros de mangas, citas, tornillería, electrodos, termo cuplas, correas tipo V y otros. Es así que se diseñaron varios formatos, por ejemplo, el formato para inventario de rodamientos, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 27. Inventario de rodamientos**

		Inveragro san Andres											
		Area de Mantenimiento											
INVENTARIO RODAMIENTOS													
FECHA:		*Marcar la cantidad de entrada con signo (+) y salida con signo (-)											
REF	CANT	fecha	SALDO	fecha	SALDO	fecha	SALDO						
<b>CHUMACERAS DE PARCHÉ</b>													
205													
207													
208													
208 de segunda													
209													
<b>CHUMACERAS DE PEDESTAL</b>													
205													
205 de segunda													
207													
208													
209													
<b>OTROS RODAMIENTOS</b>													

Fuente: Elaboración propia.

En este formato se lleva el control del saldo de rodamientos existentes en inventario, allí se aprecia en las columnas de izquierda a derecha, la Referencia (REF), la cantidad inicial, la fecha en la que se realiza el movimiento (entrada o salida), y el saldo restante.

#### **4.4 Objetivo 4. Seleccionar Software y Herramientas para Gestión del Mantenimiento**

Para alcanzar este objetivo, se seleccionaron varias aplicaciones. En efecto, aun cuando existen en el mercado diversos sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) para llevar una correcta gestión del mantenimiento en las empresas organizadas, sin embargo, no se han utilizado para la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S, teniendo en cuenta que son una empresa pequeña y no administraban los trabajos de mantenimiento correctivo y preventivo de forma adecuada.

En este sentido, se inició con herramientas básicas, para manejo de información mediante el uso de bases de datos en Microsoft Access y Excel, con las cuales se diseñaron pequeñas aplicaciones y formatos que, en conjunto con los archivos en físicos, permiten realizar consultas rápidas de información, y evidenciar frente a los entes de vigilancia, como el INVIMA, los diversos controles que se llevan.

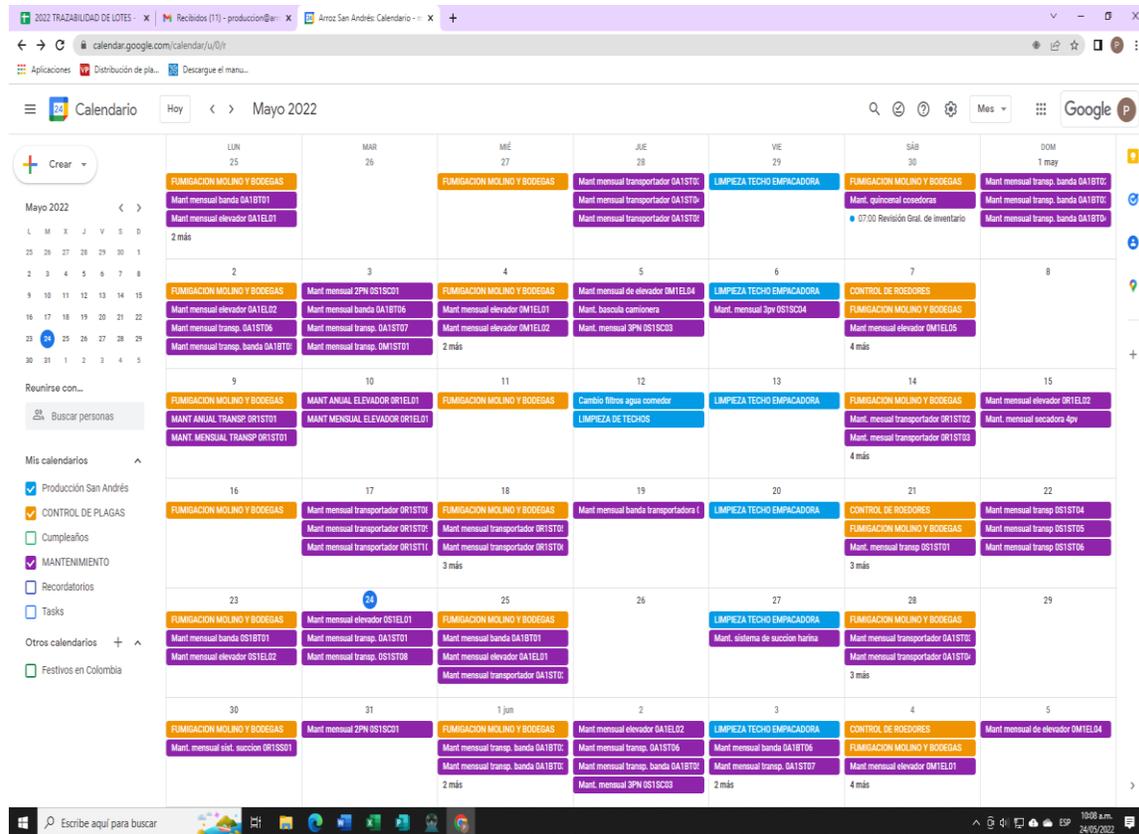
Aquí una sección de la base de datos que se comenzó a implementar para llevar el registro del historial de mantenimiento. Se escogió como software el Microsoft Access 2016, que es un manejador de base de datos, con el cual se creó una tabla con los registros del Mantenimiento Preventivo. Allí se guardan datos relativos a trabajos de mantenimiento, inspecciones, lubricación, limpieza genera, entre otros.

ID	FECHA	TRABAJO REALIZADO	EQUIPO	SECCION	TIPO MANT	ENCARGADO
1	21/07/2021	Tensionada de cadena de motor	OT15T01	tamo	preventivo	Estiven
2	22/07/2021	Cambio de cadena de transmission de potencia.	OM15T01	molino	correctivo	Estiven
3	12/07/2021	Elaboracion e instalacion de plataforma para acceso de personal al transportador.	OM15T04	molino	mejora	Estiven
4	08/07/2021	Cambio y reposicion de correa de transmission de turbina de extracion de harina	OM15S01	molino	preventivo	Ruben
5	10/07/2021	Limpieza de ciclon, excusa y filtros. Y cambio de 2 magueras rotas.	OM15S01	molino	preventivo	Ruben
6	19/06/2021	Cambio de baqueta de colgante.	OR15T07	recibo	correctivo	estiven
7	19/06/2021	Colocacion de parche en elevador.	OS1EL02	secado	correctivo	estiven
8	17/06/2021	Se bajo motor para ponerlo de reemplazo en sin fin OR15T04	OR15T12	recibo	No aplica	estiven
9	02/07/2021	Instalacion de motor nuevo.	OR15T12	recibo	No aplica	estiven
10	13/07/2021	Reubicacion de salida de transportador a banda del molino. Se ubicaba al final del transportador saliendo hacia sin fin OR15T07	OA15T01	almacenamiento	mejora	estiven
11	31/05/2021	Desmontaje de la manzana que sostiene el rodillo del descascarador. Se soldo manzana. Se extran 4 tornillos partidos en la manzana.	OM1D501	molino	correctivo	estiven
12	11/05/2021	Cambio de tornillo pasante de punta de sin fin. (tornillo partido)	OA15T05	almacenamiento	correctivo	estiven
13	27/04/2021	Fabricacion e instalacion de tensor de cadena	OA18T06	almacenamiento	mejora	estiven
14	26/04/2021	Cambio de tornillo pasante de la punta del sinfin	OA15T04	almacenamiento	correctivo	estiven
15	18/04/2021	Cambio de transmission del motor al elevador (piñones y cadenas)	OA15T01	almacenamiento	preventivo	estiven
16	18/04/2021	Elaboracion e instalacion de tensores para motor	OA15T01	almacenamiento	preventivo	estiven
17	04/06/2021	Cambio de banda y 30 cangilones.	OA15T01	almacenamiento	preventivo	estiven
18	13/04/2021	Cambio de banda transportadora. Degaste en la union	OM18T01	molino	preventivo	estiven
21	07/04/2021	Remiendo a banda de elevador, postura de dos cucharas	OS1EL04	secado	correctivo	estiven
24	13/04/2021	Cambio de banda y cangilones (cangiljon 945)	OS1EL04	secado	preventivo	estiven
25	13/04/2021	Cambio de cuña y prisioneros de motor	OS1EL04	secado	preventivo	estiven
26	22/04/2021	Cambio de cuña de piñon de motor	OS1EL04	secado	correctivo	estiven
27	31/03/2021	Tensionado de cadena	OR15T02	recibo	preventivo	estiven
28	23/03/2021	Reconstruccion de aspa de sinfin	OR15T11	recibo	correctivo	ernesto
29	20/03/2021	Se fabrico e instalo parches para canoa.	OR15T05	recibo	correctivo	ernesto
30	18/03/2021	Se soldo base del motor	OM18R01	molino	correctivo	ernesto
31	29/03/2021	Cambio de temporizador	OM18R01	molino	correctivo	ernesto
32	17/03/2021	Se partio soldadura interna de punta de eje. Se reparo soldadura	OA15T02	almacenamiento	correctivo	ernesto
33	16/03/2021	Elaboracion y montaje de y en salida de transportador	OR15T06	recibo	preventivo	ernesto
34	17/03/2021	Cambio de retenedor y valvulina de reductor	OR15T06	recibo	preventivo	ernesto
35	18/03/2021	Montaje de motor, conexon electrica y puesta en marcha	OR15T06	recibo	preventivo	ernesto
36	09/04/2021	Arreglo de sinfin, cambio de aspas; se recogio la punta	OR15T06	recibo	correctivo	ernesto
37	09/07/2021	Elaboracion de seccion de mesanine de acceso a transportador.	OR15T06	recibo	preventivo	estiven
38	17/07/2021	Sustitucion de tramo de sinfin de la punta, de aprox 3m.	OR15T06	recibo	preventivo	estiven

**Figura 13. Base de datos en access para registros del mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para la planificación del mantenimiento se utilizó la plataforma *Workspace de Google*, específicamente el *Google Calendar*, el cual contiene un Calendario para crear un cronograma que notifica de forma automática, al correo, la agenda diaria de mantenimiento de las máquinas y equipos de la empresa. En la siguiente figura se aprecia el calendario programado.



**Figura 14. Calendario de mantenimiento Google Calendar**

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se utilizó Microsoft Excel, para desarrollar el conjunto de formatos evidenciados el objetivo 2.

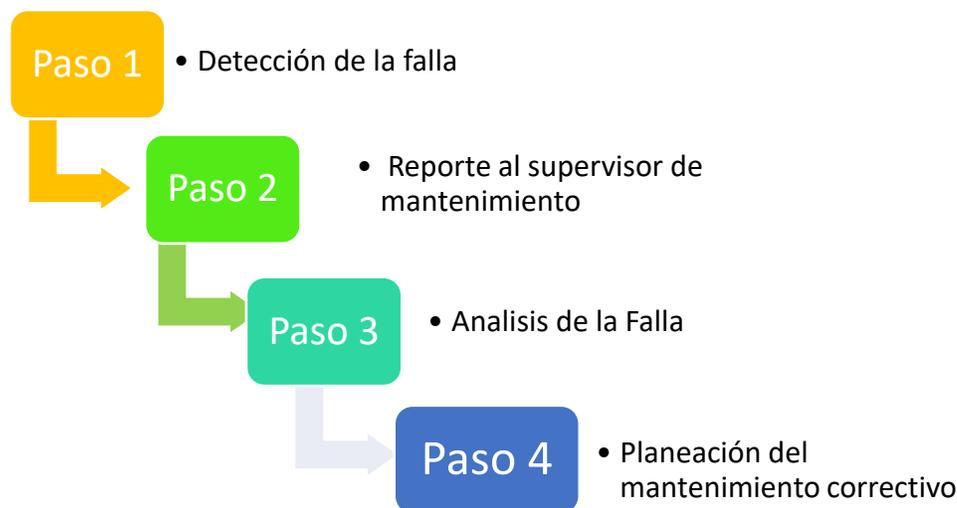
#### **4.5 Objetivo 5. Implementar el Mantenimiento Correctivo y Preventivo Necesario, de Manera Permanente**

Desde el inicio de la práctica se tuvo conocimiento de la necesidad de implementar el control del mantenimiento correctivo y la gestión de mantenimiento preventivo. En este sentido, se diseñaron procesos para secuenciar los pasos a seguir para dichos tipos de mantenimiento en el área de producción de la empresa estudiada, todo con el objeto de facilitar un orden inicial, a los procesos de mantenimiento en el área de producción de la empresa estudiada.

Conforme a lo expresado por algunos autores expertos en la gestión de mantenimiento, en cuanto a los pilares del mantenimiento bajo el enfoque TPM, se tiene que existe el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado.

El *mantenimiento autónomo* se basa en la activa participación de los operarios y del personal de producción en mantenimiento, y consiste en la realización de algunas actividades menores de mantenimiento, a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable. Mientras que en el mantenimiento planificado, el personal realiza acciones correctivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permiten evitar fallas en los equipos o sistemas de producción. (Rico, 2018).

**4.5.1 Organización de Procesos para Mantenimiento Correctivo.** Dado que el mantenimiento correctivo estaba implantado de manera irregular y desorganizado, se adoptó el enfoque del *mantenimiento autónomo*, señalad por Rico (2018) y se propuso un proceso integrado en pasos para organizar dicho mantenimiento, éste quedó constituido tal como se muestra en la figura siguiente.



**Figura 15. Organización del mantenimiento correctivo de la empresa estudiada**

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que, como resultado de la incorporación de la planificación en la gestión del mantenimiento de la empresa en estudio, ahora para el mantenimiento correctivo se programa las compras de refacciones y consumibles (grasas, aceites, soldaduras y otros).

- Paso 1: *Detección de la Falla*. La falla se detecta de 2 formas, una por ocurrencia, cuando el equipo se encuentra en operación y la segunda como resultado de la inspección del mantenimiento preventivo, en el momento que se utiliza el formato de inspección anual o mensual.

- Paso 2: *Reporte al supervisor de mantenimiento*. La persona que detecte la falla debe dirigirse al supervisor e informar mediante el formato de inspección o de forma verbal la ocurrencia eventual de la falla.

- Paso 3: *Análisis de la Falla*. El supervisor revisa la falla, determina si es urgente o no y diligencia el formato de la Orden de Trabajo de la falla detectada y añade los repuestos necesarios o materiales al formato de la solicitud de material.

- Paso 4: *Planeación del mantenimiento*. Se programa el mantenimiento en Google Calendary, se expone en la cartelera de mantenimiento para la ejecución, esto de acuerdo a la urgencia, a la disponibilidad de los repuestos, el tiempo, las herramientas y el recurso humano. Una vez finalizado se registra en la Base de Datos en Access y en el historial de Mantenimiento (explicado en el punto 2.5.3).

Con estos pasos se observa que en la empresa estudiada se ha iniciado el proceso de planificación en la implementación del mantenimiento correctivo, a través del uso de diversos formatos y herramientas automatizadas de baja escala.

**4.5.2 Implementación del mantenimiento preventivo.** Para llevar a cabo el diseño de formatos para control del mantenimiento preventivo, (planteados en el objetivo 2), se procesaron

fuentes de información primaria, es decir registros básicos de información con datos de los *mantenimientos correctivos empíricos* y se complementó información mediante la observación directa en las a las maquinarias y equipos de las secciones de producción de la empresa estudiada. Así mismo, se utilizaron fuentes secundarias como libros y otros trabajos de investigación consultados y se escogió a Garrido (2003) como texto guía.

Posteriormente, se procedió a diseñar un programa de mantenimiento preventivo considerando las bases teóricas consultadas, y con base en los datos obtenidos del levantamiento de información y diagnóstico inicial.

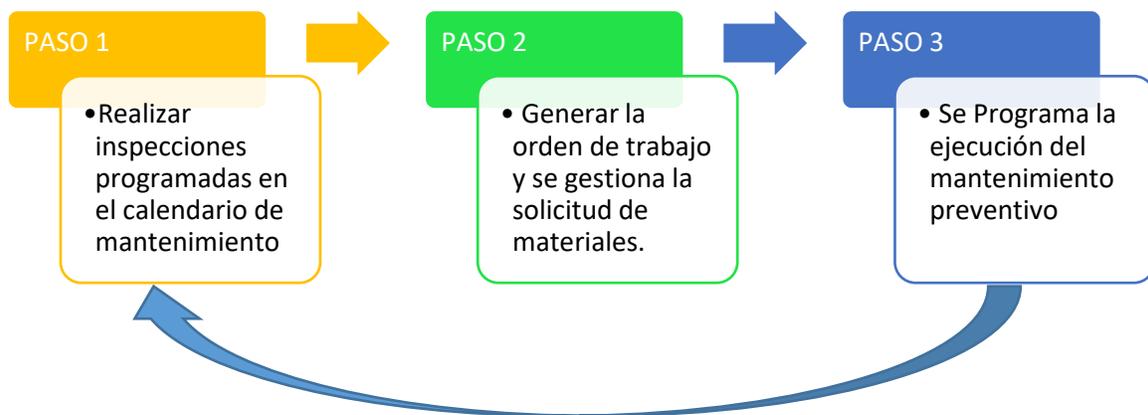
Conforme lo indica Garrido (2003), previo a la organización del mantenimiento preventivo se determinó el inventario de equipos y máquinas. Es así que se realizó el recorrido a través del proceso de producción de la planta, empezando desde el lugar donde se recibe la materia prima (Arroz Paddy) proveniente del cultivo, hasta el lugar de empacado de producto terminado, *identificando* con un código los equipos que intervienen en dicho proceso. El proceso de codificación se explicó en el inicio de desarrollo del objetivo 2.

De la inspección realizada en la planta de producción de la Comercializadora Gómez y Gómez S.A.S, se clasificaron los equipos y maquinaria que son: 1) equipos de transformación y regulación de producto, 2) equipos de transporte de materia y 3) Estructuras.

Esta agrupación de equipos se presenta en tablas, mostradas en el punto 1.3 referido al Inventario inicial de Equipos, mencionadas al final del objetivo 1.

En cuanto a la planificación del mantenimiento preventivo inicial que se decidió seguir el enfoque sugerido por Garrido (2003) para el desarrollo de los formatos, los cuales son explicados en los objetivos 1, 2 y 3 anteriores, y se ejecutó siguiendo 3 pasos, los cuales se presentan en la siguiente figura.

La implementación mantenimiento preventivo se inicia con el calendario anual explicada en el punto 2.7 (Formato para la Programación de Mantenimiento Preventivo) y en la programación semanal previamente explicada en el punto 2.5. En la figura siguiente se muestran los pasos de este tipo de mantenimiento.



**Figura 16. Pasos para ejecución mantenimiento preventivo inicial en la empresa estudiada**

Fuente: Elaboración propia.

La descripción de cada uno de los pasos se presenta a continuación.

**Paso 1. Realizar inspecciones programadas en el calendario de mantenimiento.** En este caso el *Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP)*, incluye un conjunto de formatos a utilizar para llevar controles de cada equipo o máquina de la empresa, los cuales deben ser usados por el personal asignado al PMP. Entre ellos el formato de inspecciones y mantenimiento según los señalado en el objetivo 2, específicamente los puntos 2.5.1 y 2.5.2 (programación anual del mantenimiento o programación semanal)

**Paso 2. Generar la orden de trabajo y gestionar la solicitud de materiales.** En este paso, se obtienen desde los formatos de inspecciones las tareas de mantenimiento pendientes por ejecutar. Se analizan dichas tareas para determinar materiales, herramientas, repuestos, mano de obra y demás recursos para la ejecución de dicha tarea, haciendo uso del formato de la solicitud de materiales (especificada en el objetivo 3) y generando la orden de trabajo, conforme las especificaciones explicadas en el objetivo 2, en el punto 2.6.

**Paso 3. Se programa la ejecución del mantenimiento preventivo.** Una vez que se dispone de todos los materiales requeridos para el mantenimiento preventivo pendiente, se agenda la ejecución de la tarea de mantenimiento pendiente, bien sea mensual o semanal de acuerdo a la disponibilidad de tiempo en el calendario, en cuyo caso, se deberían estimar los costos reales y manifestarlos a la sección de contabilidad de la empresa. (en proceso de mejora)

Una vez finalizado se registra en la Base de Datos en Access y en el historial de Mantenimiento del equipo o maquinaria, colocando una breve descripción del trabajo realizado, el nombre del encargado del mantenimiento, el tiempo que tardó, entre otros datos, conforme al formato explicado en el punto 2.5.3.

Para llevar registro de la cobertura de mantenimiento preventivo de todos los equipos de la planta de producción, considerando *el criterio del programa basado en una combinación de tiempo de ejecución, material y se fija el calendario* y para el control del tiempo y en la ejecución *se utilizó el criterio sugerido por Garrido (2003) del programa que se basa en intervalos del calendario*. Finalmente, se procede a verificar semanalmente el calendario anual o mensual, y con la solicitud de materiales se verifica la disponibilidad de repuestos, para dar continuidad a la implementación del ciclo de mantenimiento preventivo.

En la implementación de este objetivo se usó el diseño del conjunto de formatos para llevar a cabo los procesos del mantenimiento preventivo de los equipos y maquinaria de la planta de producción de la empresa Comercializadora Gómez y Gómez SAS.

Una vez implementado el mantenimiento preventivo inicial se ha procedido a aplicar nuevamente el cuestionario diagnóstico y se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 28. Cuestionario diagnóstico**

ASPECTO	PUNTAJ O	% DE CUMPLIMIENT O
1. ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	14	35%
2. PROGRAMAS DE CAPACITACION EN EL MTTO.	16	40%
3. ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	19	47,5%
4. PLANIFICACION Y PROGRAMACION DE MTTO	14	35%
5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	14	35%
6. INVENTARIO DE MANTENIMIENTO Y COMPRAS	15	37,5%
7. MANTENIMIENTO ASISTIDO POR COMPUTADOR	0	0
8. COMPROMISO (PARTICIPACION DE OPERACIONES/SERVICIOS	14	35%
9. REPORTES DE MANTENIMIENTO	0	0
10. MANTENIMIENTO PPREDICTIVO	0	0
11, INGENIERIA DE CONFIABILIDAD	0	0
12. MANTENIMIENTO PRACTICAS GENERALES	15	38%
13. OPTIMIZACION ECONOMICA FINANCIERA	12	30%
14. MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL CUIADO DE LOS ACTIVOS	23	58%
15. CONTRATACION DE MANTENIMIENTO	15	37,5%
16. GESTION DOCUMENTAL	9	22.5%

En tabla la anterior se aprecia un *resumen de resultados* del Cuestionario aplicado a posterior de la implementación del mantenimiento. El aspecto especificado a la organización del mantenimiento se obtuvo un 35%, lo que implica que comparado con el porcentaje inicial hubo mejoría de un 20% en cuanto a la gestión de mantenimiento de equipos y maquinarias en la empresa estudiada, anteriormente se tenía poco organizado, lo que generaba un alto riesgo, y se originó la necesidad de implementar de inmediato al menos el mantenimiento preventivo inicial y que después de aplicado el mismo, se detectó una mejoría, donde unos de los beneficios

a resaltar es que ahora hay alargamiento y protección de la vida útil de los equipos y maquinarias.

En cuanto al aspecto 2, referido a los programas de capacitación en el mantenimiento, se obtuvo un 40% después de la aplicación de estos programas, lo que implica que al comparar con el anterior porcentaje, hubo una mejoría del 30% en cuanto a la gestión de capacitación sobre el mantenimiento de equipos y maquinarias, trayendo como beneficio reducción de índice de accidentes, reducción del ciclo de procesamiento según lo trabajado por la maquinaria y aumento en la productividad generalizada.

Por otro lado después de implementado este plan de mantenimiento, en cuanto al aspecto 3 de la gestión de las ordenes de trabajo de un 0% que estaba se obtuvo un 47,5%, en el aspecto 4 sobre planificación del mantenimiento de un 0% se aumentó y se obtuvo un 35% y así mismo el aspecto 5 referido al mantenimiento preventivo también estando en 0% se obtuvo como resultado un 35% en el cuestionario, aspectos que anteriormente resaltaban por su porcentaje el cual se encontraba en 0%, ahora indica que lo poco que se realizaba sobre el mantenimiento a equipos y máquinas ahora se planifica y se ejecuta, bajo órdenes de trabajo, por ende, ahora con este aumento que cabe resaltar si existe el mantenimiento preventivo y que se ha llevado a cabo dentro de la entidad con una percepción de aprendizaje y organización.

Con respecto al aspecto 6, sobre el mantenimiento y compras de materiales, después del plan de mantenimiento aplicado se obtuvo un 37,5%, comparado con el porcentaje anterior hubo un aumento del 35,5% que se empieza a reflejar en disponibles en los materiales para los equipos y maquinarias a lo que se tiene que llegar que es en un 70 a 79% del 100% requerido, lo que da a entender que la empresa ahora está empezando a tener en cuenta aquellos materiales que son necesarios para el mantenimiento correctivo de maquinarias y equipos. En aquellos casos que se

dañe una pieza, se compran 2, se sustituía la pieza o equipo dañada y se guardaba la otra en almacén de materiales y partes, donde se guardan grasas, consumibles y repuestos.

Anteriormente en el aspecto 7, referido al mantenimiento asistido por computador se obtuvo 0%, después de la aplicación del plan de mantenimiento hubo una constancia del 0%, lo que implica que aún no se utiliza ningún sistema computarizado para gestión de mantenimiento y mejora de los mismos.

En referencia al aspecto 8, posterior a la aplicación de plan de mantenimiento en el compromiso y participación de Operaciones/servicios, se obtuvo un 35%, comparado con el porcentaje inicial antes de implementar este plan, hubo un aumento del 20%, lo que implica que un 80%, aunque no manejaba ordenes de trabajo, los operadores de máquinas y equipos si están empezando a adquirir responsabilidad y son comprometidos con el resguardo y el desempeño de los activos de la empresa, pues al dañarse algún equipo o máquina se debe hacer lo que fuere necesario para subsanar la falla.

Los aspectos 9,10, y 11 obtuvieron 0% anteriormente, ahora que se aplicó el plan de mantenimiento preventivo se mantienen igual en el 0%, lo que implica que el 100% de la empresa aun no maneja reportes de mantenimiento, ni mantenimiento predictivo y mucho menos ingeniería de confiabilidad.

En referencia al aspecto 12, mantenimiento de prácticas generales mantenimiento de prácticas generales, se aplicó el plan de mantenimiento a los equipos y maquinarias, posterior a eso se obtuvo un 38% en la valoración del cuestionario, manteniendo el porcentaje desde el inicio, así mismo cada operario se mantiene en la línea de responsabilidad y realiza el mantenimiento a su equipo de manera general. No obstante, el 62% correspondiente al resto del personal aún no está enfocado a la optimización de los activos.

Por otra parte, la optimización económica financiera, referida al aspecto 13, posterior al plan de mantenimiento obtuvo un 30%, por cuanto se mantuvo desde el inicio en el mismo porcentaje, resumiendo que la organización aun compara los costos contribuyentes (energía, calidad contratista y otros) para tomar decisiones, dejando por fuera los costos detallados asociados a los mantenimientos de maquinarias y equipos, los cuales se llevan contablemente de manera general.

En el aspecto 14, relativo a la implementación y ejecución del plan preventivo en el mejoramiento continuo en el cuidado de los activos, se obtuvo un 58%, lo que indica que se ha mantenido desde un inicio, tanto la directiva como la organización se mantienen enfocada en el mejoramiento continuo, pues se tiene la conciencia de que este aspecto mejora la competitividad de la empresa e impulsa mejores beneficios financieros, de allí que obtuvo el mayor puntaje en el cuestionario.

En cuanto al aspecto 15, referente a la contratación de mantenimiento y posterior al plan de mantenimiento se obtuvo 37,5%, lo que indica que comparado con el porcentaje anterior disminuyó un 7,5%, ya que la mayor parte del mantenimiento de la maquinaria se realiza por contrataciones y ahora se deja en manos del personal de mantenimiento, por ende al realizarse la contratación de mantenimiento por la misma organización, conlleva a aun ahorro de el mismo para la empresa.

En cuanto el aspecto 16, referido al control documental y posterior a la implementación del plan de mantenimiento, se obtuvo un 22.5% de puntuación, aumentando un 19,5% con respecto a la puntuación anterior, donde ahora se aprecia que el control documental va mejorando y asimismo los controles para la planeación del mantenimiento. De este resumen de resultados, se construyó una gráfica de barras con los porcentajes obtenidos de cada aspecto evaluado en el

cuestionario aplicado, con el fin de apreciar de manera corporativa y comparativa la situación actual del mantenimiento preventivo.

Por otro lado, la optimización de los costos del mantenimiento es otro de los aspectos relevantes para la empresa.

## 5. Conclusiones

- A pesar de no contar con planes de mantenimiento programado ni información acerca de los trabajos realizados se identifica una cultura de atención en el cuidado y reparación de los equipos como se ve en el índice de porcentaje de conclusión de correctivo. Donde los operadores hacen limpieza y actividades de mantenimiento autónomo cuando la carga de trabajo se ve disminuida.
- El estado de los equipos y sistemas es aceptable teniendo en cuenta que permanecen cumpliendo su función en lo que va del tiempo de observación no se han presentado paradas de importancia superior.
- Hay cierto interés en el mejoramiento continuo en el cuidado de los activos, lo que permite desarrollar mecanismos para implementar mejoras.
- Al no existir un área encargada exclusivamente del mantenimiento conllevó a que los aspectos que abarca el mantenimiento se descuiden como se ve reflejado en el diagrama de barras, donde 7 de estos aspectos presentan un nivel de cumplimiento del 0%, es decir no se tienen en cuenta ninguna actividad que contribuya al desarrollo de dicha función. Y donde los 9 restantes no alcanzan el 60% de cumplimiento. Lo que demuestra una pobre gestión del mantenimiento en la empresa.
- Existen ítems destinados al mantenimiento que pueden ser aprovechados para la ejecución de actividades en pro del área de mantenimiento y por ende de en pro de la empresa.

- Con una mejor organización del mantenimiento se pueden obtener indicadores que ayudaran en la toma de decisiones para la optimización de la planta de procesamiento.
- Se implemento mantenimiento autónomo en la planta que vele por la limpieza y organización del área de trabajo, esto permitió un mejor y mayor reconocimiento de los equipos por parte de los operarios.
- Con la programación rutinas de mantenimiento, mensual y anual, se pueden obtener datos respecto a los equipos y maquinaria que mas adelante son indispensables en la toma de desiciones a nivel de organización .
- Se revela aceptacion por una parte importante del quipo de trabajo lo que ayuda a que se comience a contribuir a la generación de conciencia respecto al cuidado y mantenimiento de la maquinaria y equipos.
- La ubicación de un stock de repuestos con su respectivo inventario, permite delegar funciones, lo que conlleva a la participación de los trabajadores, sin generar costos adicionales en contratación.
- El hecho de que la empresa sea pequeña permite trabajar el área de mantenimiento con bases de datos especificas sin recurrir a complicadas herramientas de software por lo que es suficiente seleccionar software comúnmente usado para la gestión de datos como Excel y Acces para la gestión del mantenimiento.

## 6. Recomendaciones

- Se recomienda diseñar con mayor detalle un proceso más específico para la organización de la información mantenimiento en general y de los equipos de la empresa estudiada, dado que lo que se ha diseñado un plan inicial de mantenimiento preventivo.
- En cuanto a la identificación de stock de repuesto, se recomienda control del proceso de manera detallada para evitar la carencia de algún repuesto pequeño importante a la hora de realizar un mantenimiento preventivo o correctivo.
- En lo referente al software y herramientas para gestión del mantenimiento, se recomienda conservar un manejo adecuado y completo de los formatos diseñados, respetando los procesos, para así consolidar toda la información necesaria como base para utilizar eficazmente una herramienta tecnológica integrada.
- En cuanto a la implementación del mantenimiento en general, se recomienda contratar un personal con perfil profesional adecuado para el control total de la gestión de mantenimiento preventivo y correctivo, que opere de manera coordinada con el jefe de planta de la empresa estudiada.
- Se hace necesario educar al equipo de trabajadores con respecto al seguimiento de los procesos en la gestión de mantenimiento planeada, ya que al existir una mínima gestión anteriormente, costaba trabajo a los colaboradores adaptarse a un procedimiento para la realización del mantenimiento.
- Se recomienda la optimización del mantenimiento preventivo establecido, el cual una vez normalizado, puede evolucionar a un modelo de mantenimiento PMO, dado que es una necesidad diagnosticada dentro de la empresa, la cual desea llevar el control de costos del mantenimiento. Esto puede ser facilitado cuando se utilice la Orden De Trabajo (ODT)

completamente y se diligencie efectivamente el formato de Historial de Mantenimiento de cada equipo diseñado para la empresa estudiada.

### Referencias Bibliográficas

- Carrasco, J. (2015). Factores para la introducción de la gestión del conocimiento en las áreas de mantenimiento de las empresas industriales. *3c Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico*, 4(2), 119.
- Castillo, H., Hernández, M., & Madriz, R. (2014). Manual de procesos y procedimientos de la planta procesadora de arroz AGRICORP San Isidro, segundo semestre del año 2014. Tesis de grado, Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/1998/1/16421.pdf>
- Castillo, A., & Gaviria, J. (2000). *Molinería de arroz en los trópicos*. Bogotá: Ediagro Ltda.
- Chancafe, L. (2019). Propuesta de diseño de un sistema automatizado en el Área de Pre Limpieza de arroz para incrementar la productividad en la empresa Molinerías Grupo RAM SAC. Recuperado de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2223/1/TL\\_ChancafePisfilLiz.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2223/1/TL_ChancafePisfilLiz.pdf)
- Constitución Política de Colombia. [Const.] (1991) Artículo 333 [Titulo XII]. Recuperado de <https://2019-vlex-com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/#>
- Constitución política de Colombia. [Const.] (1991) Artículo 334 [Titulo XII]. Recuperado de <https://2019-vlex-com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/#>
- Cubillos, A., & Barrero, O. (2010). Diseño e implementación de una estrategia de control predictivo para el secado de arroz paddy. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (56), 78-86. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=430/43019938009>

De Bernardi, L. (2017). Perfil del mercado de arroz. Recuperado de

[https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/regionales/\\_archivos/000030\\_Informes/000020\\_Arroz/000021\\_Perfil%20del%20Arroz%20-%202017.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil%20del%20Arroz%20-%202017.pdf)

Estrada, E. (1998). Gestión ambiental empresarial: instrumento de competitividad y

solidaridad. *Ingeniería y Competitividad*, 1(2), 17-23. Recuperado de

<http://web.a.ebscohost.com/bdbiblioteca.ufps.edu.co:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=eb24f325-1af1-402d-aea9-d2848a51a77d%40sdc-v-sessmgr01>

Feo, L. (2015). Normatividad del mantenimiento. Recuperado de

<https://es.slideshare.net/lunafelu/normas-de-mantenimiento-55396162>

Ferrer, J. (2010). Tipos de investigación y diseño de investigación. Recuperado de

<http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

Fuentes, L. (2009). Comunicaciones unificadas: ¿dónde estamos y hacia dónde vamos? *E*

*Semanal*, 30(832), 16. Recuperado de [https://link-gale-](https://link-gale-com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/apps/doc/A195323089/GPS?u=ufps&sid=GPS&xid=a9a9df3f)

[com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/apps/doc/A195323089/GPS?u=ufps&sid=GPS&xid=a9a9df3f](https://link-gale-com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/apps/doc/A195323089/GPS?u=ufps&sid=GPS&xid=a9a9df3f)

García, M. (2018). Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado

en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera

San Luis SAC, 2018. Tesis de grado, Pimentel, Universidad San Martín de Porres.

Recuperado de <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/3953>

Garrido, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Bogotá: Ediciones Díaz

de Santos SA.

Garrido, S. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Bogotá: Ediciones Díaz

de Santos SA.

Gonzales, J. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa La tercer SAC. Tesis de grado, Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Recuperado de

[http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/830/1/TL\\_GonzalesGuzmanJorgeLuis.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/830/1/TL_GonzalesGuzmanJorgeLuis.pdf)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2005). Sistemas de gestión de la calidad fundamentos y vocabulario. **NTC-ISO 9000. Bogotá: ICONTEC.**

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2015). Sistema de gestión de la calidad. Requisitos. NTC-ISO 9001. 4 ed. Bogotá: ICONTEC.

**ISO. (2014).** Gestión de activos - aspectos generales, principios y terminología. **Recuperado de** <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es>

Knezevic, J. (1996). Mantenimiento. Madrid: Isdefe.

**Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674. Por lo cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto ley 019 de 2012 y se dictan otra disposiciones. Diario Oficial. Bogotá: El Ministerio.**

Mora, L. (2009). Mantenimiento-planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega Grupo Editor.

Mosquera, D., Pachón, M., & López, D. (2016). Estudio técnico y financiero para el incremento de la capacidad de producción de arroz blanco en la Arrocería Gelvez SAS ubicada en la ciudad de Cúcuta. Tesis de grado, Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander.

Recuperado de <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/29173/1/172545.pdf>

Picado, G. (2007). Manuales de mantenimiento preventivo para las plantas de concentrados, granos y semillas de Zamorano. Tesis de grado, Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana.

- Rico, J. (2019). Estructuración de un modelo de gestión del mantenimiento preventivo aplicable a la industria de molinería de arroz en el departamento del Tolima. Tesis de maestría, Ibagué, Universidad de Ibagué. Recuperado de:  
<https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/622/1/Tesis.pdf>
- Rodríguez N. (2017).** ¿Qué son las tolvas industriales? Maquinaria e industria. Recuperado de  
<http://www.maquinariaeindustria.es/que-son-las-tolvas-industriales/>
- Rodríguez, D. (s.f.). ¿Qué es la investigación diagnóstica? Recuperado de  
<https://www.lifeder.com/investigacion-diagnostica/>
- Rostran, V., & Rodríguez, H. (2014). Factibilidad de los sistemas productivos del beneficiado de arroz blanco versus arroz parbolizado, trillo San Juan, San Isidro, 2013. Tesis de grado, Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Sáenz, C. (2017). Diagnóstico del estado de la función mantenimiento en el sector pesquero en el norte peruano. Tesis de grado, Piura, Universidad de Piura.
- Universidad externado de Colombia. (s.f.). Manual de citación normas APA. Recuperado de  
<https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/07/Manual-de-citacio%CC%81n-APA-v7.pdf>
- Universidad Francisco de Paula Santander. (2012). Incrementando la productividad: Una bomba de desplazamiento positivo SPX reduce el tiempo muerto y mantiene el tamaño de inclusión en la aplicación de cobertura de chocolate. *Industria Alimenticia*, 56. Recuperado de  
<https://link-gale-com.bdbiblioteca.ufps.edu.co/apps/doc/A604896631/GPS?u=ufps&sid=GPS&xid=91b86f87>
- Villanueva, E., Pérez, F., & de León, C. (1989). La productividad en el mantenimiento industrial. México: Compañía Editorial Continental.

Wireman, T. (2010). Benchmarking best practices in maintenance management. New York: Industrial Press INC.

## Anexos

### Anexo 1. Terminología GTC-62

**Avería parcial:** avería caracterizada por la inaptitud de un elemento para realizar algunas funciones requeridas pero no todas.

**Avería permanente:** avería de un elemento que se mantiene, en tanto no se lleven a cabo acciones de mantenimiento correctivo.

**Avería crónica:** avería que resulta de un fallo sistemático.

**Avería, modo de:** uno de los estados posibles de un elemento averiado para una función específica.

**Avería transitoria:** avería de un elemento que se mantiene durante un tiempo limitado, tras el cual adquiere de nuevo su actitud para realizar una función requerida, sin haber sido objeto de ninguna acción de mantenimiento correctivo. Nota. Una avería transitoria a menudo es repetitiva.

**Averiado:** calificación de un elemento en estado de avería.

**Confiabilidad:** capacidad de una entidad para efectuar su función específica en unas condiciones y con un rendimiento definidos durante un periodo de tiempo determinado. Puede expresarse como la probabilidad de que funcione correctamente en las condiciones operativas de diseño durante un determinado periodo de tiempo.

**Control de la confiabilidad y la mantenibilidad:** conjunto de modos operatorios y actividades técnicas para satisfacer las exigencias dadas de confiabilidad y mantenibilidad relativas a un elemento.

**Datos o valores de referencia:** valores que, por acuerdo general, pueden utilizarse para formular previsiones y/o efectuar comparaciones con datos observados.

**Demostración de la mantenibilidad:** verificación de la mantenibilidad realizada con carácter de ensayo de conformidad.

**Disponibilidad:** capacidad de una entidad para desarrollar su función en un determinado momento, o durante un determinado período de tiempo, en condiciones y rendimiento definidos. Puede expresarse como la probabilidad de que un elemento pueda encontrarse disponible para su utilización en un determinado momento o durante un determinado período de tiempo. La disponibilidad de una entidad no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar. Una medida práctica de la disponibilidad de un elemento como parámetro de referencia es la definida por la relación entre tiempos de operación y el tiempo total que se necesita que funcione, es decir el tiempo durante el que se hubiese querido producir. Distribución o asignación de mantenibilidad: procedimiento aplicado durante el diseño de un elemento, destinado a distribuir las exigencias impuestas a las características de mantenibilidad de un elemento entre sus subelementos según determinados criterios.

**Durabilidad:** actitud de un elemento para realizar una función requerida en condiciones dadas de empleo y mantenimiento, hasta alcanzar un estado límite. Nota. El estado límite de un elemento puede determinarse por el fin de la vida útil, inadecuada por razones económicas o técnicas u otros factores.

**Error:** discrepancia entre un valor o una condición calculada, observada o medida y el valor o la condición verdadera, especificada o teóricamente correcta. Nota. Un elemento averiado puede ser causa de error, por ejemplo, un error de cálculo producido por un computador averiado.

**Error humano:** acción humana que produce un resultado distinto del que se busca. Estado de funcionamiento: en el que un elemento realiza una función requerida.

**Estado de no funcionamiento:** en el que un elemento no realiza una función requerida.

**Estado de espera:** estado de disponibilidad y de no funcionamiento durante un tiempo requerido. **Estado de incapacidad:** caracterizado por su inaptitud para realizar una función requerida, cualquiera que sea la causa.

**Estado de incapacidad externa:** caracterizado por la no disponibilidad debido a una falta de medios exteriores necesarios, o a acciones programadas distintas del mantenimiento.

**Estado de indisponibilidad:** caracterizado por una avería o por una posible inaptitud para realizar una función requerida durante el mantenimiento.

**Estado de ocupación:** estado de un elemento en el que realiza una función requerida por un usuario, y por esta razón no es accesible para otros usuarios.

**Estado crítico:** considerado susceptible de afectar la integridad de las personas, daños materiales significativos u otros de consecuencias inaceptables.

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

**Falla a considerar:** falla a tener en cuenta para interpretar resultados de ensayo o resultados de operación, o en característica de confiabilidad. Nota. Debe indicarse los criterios a tener en cuenta.

**Falla catastrófica:** repentina, que produce una inaptitud total del elemento para realizar todas las funciones requeridas.

**Falla, causa de:** conjunto de circunstancias durante el diseño, fabricación o utilización que han conducido a la falla.

**Falla completa:** que produce una inaptitud de un elemento para realizar todas las funciones requeridas.

**Falla crítica:** considerada susceptible de afectar la integridad de las personas, materiales significativos u otros de consecuencias inaceptables.

**Falla de diseño:** debida a un diseño inadecuado del mismo

**Falla de fabricación:** debida a una fabricación no conforme al diseño o a los procesos de fabricación especificados.

**Falla irrelevante:** falla a no tener en cuenta para interpretar resultados de ensayo o resultados de operación o en el cálculo de una característica de confiabilidad.

**Falla, mecanismo de:** proceso físico, químico u otro que ha conducido a la falla. Equivale al término modo de falla.

**Falla no crítica:** considerada no susceptible de afectar la integridad de las personas, materiales significativos u otros de consecuencias inaceptables.

**Falla oculta:** Falla provocada por una, o combinación compleja de varias causas difícilmente identificables.

**Falla parcial:** que produce la inaptitud de un elemento para realizar algunas funciones requeridas, pero no todas.

**Falla por envejecimiento:** cuya probabilidad de que ocurra aumenta con el tiempo, como resultado de un proceso inherente al elemento.

**Falla por uso incorrecto:** debida a una utilización con requisitos que exceden su capacidad establecida.

**Falla por falsa maniobra:** debida a un manejo incorrecto.

**Falla prematura:** Falla que se produce al principio del tiempo de utilización de una entidad. Este periodo se caracteriza por una tasa de fallas elevada que aparece precozmente debido a errores de diseño, fabricación, montaje y utilización.

**Falla primaria:** cuya causa directa o indirecta no es una falla o avería en otro elemento.

**Falla progresiva:** debida a la evolución con el tiempo de las características de un elemento.

Nota. En general una falla progresiva puede preverse por un examen o vigilancia previa y a veces puede evitarse mediante un mantenimiento preventivo.

**Falla repentina:** no puede preverse por examen o vigilancia previa.

**Falla secundaria:** cuya causa directa e indirecta es una falla o avería de otro elemento.

**Falla sistemática:** asociada de cierta manera a una causa que solo puede eliminarse modificando el diseño, proceso de fabricación, modo de empleo, documentación u otros factores no apropiados. Notas: Un mantenimiento correctivo sin modificación no elimina generalmente la causa de una falla sistemática. Una falla sistemática puede provocarse a voluntad simulando su causa.

**Función requerida:** acción cuyo cumplimiento se considera necesario para proporcionar un servicio dado.

**Gestión de la confiabilidad y la mantenibilidad:** administración de las funciones y actividades destinadas a definir y realizar los objetivos de confiabilidad y mantenimiento de un elemento.

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

**Plan de mantenibilidad y confiabilidad:** documento que describe los métodos, medios y actividades a implementar para satisfacer las exigencias de confiabilidad y mantenibilidad relativas a un contrato o a un proyecto particular.

**Prevención de fallas:** característica de diseño de un elemento que impide que sus fallas provoquen averías críticas.

**Previsión o predicción de mantenibilidad:** actividad destinada a la predicción de los valores numéricos de las características de mantenibilidad de un elemento, a partir de las características de mantenibilidad y confiabilidad de un subelemento, en condiciones de operación y mantenimiento dadas.

**Programa de confiabilidad y mantenibilidad:** conjunto de actividades, medios y eventos apoyándose en documentos y planificadas en el tiempo, destinadas a implementar la estructura de la organización, las responsabilidades, las capacidades y los medios de asegurar que un elemento satisficará las exigencias de confiabilidad y mantenibilidad relativas a un contrato o a un proyecto particular.

**Revisión de proyecto:** examen formalizado por personas independientes, del diseño de un elemento existente o en un proyecto, a fin de detectar y corregir deficiencias en los requisitos y diseño que pudieran afectar la confiabilidad, mantenibilidad, la logística de mantenimiento, adaptación a los objetivos e identificación de mejoras posibles. Nota. La revisión de proyecto no basta por sí misma para asegurar una concepción correcta.

**Seguridad de funcionamiento:** El término colectivo utilizado para describir la disponibilidad y los factores que influyen en la misma: confiabilidad, facilidad de mantenimiento y logística de mantenimiento.

**Supervisión de la mantenibilidad y de la confiabilidad:** observación continua de la situación de los procedimientos, métodos, productos, condiciones, procesos y servicios, junto con el análisis de datos para verificar que se satisfacen las exigencias de confiabilidad y mantenibilidad. Nota. La supervisión de la confiabilidad y la mantenibilidad se efectúa a menudo por el cliente o una tercera persona, para verificar que se cumplen las exigencias contractuales.

**Tolerancia de averías:** característica de un elemento que le permite realizar una función requerida en presencia de ciertas averías determinadas en los subelementos.

**Verificación de la mantenibilidad:** procedimiento destinado a determinar si se han conseguido o no los objetivos fijados a las características de mantenibilidad de un elemento. Nota. Los procedimientos pueden variar desde un simple análisis de los datos apropiados, hasta una demostración de la mantenibilidad. Utilización generalizada Son los términos de común utilización dentro de la cotidianidad de las actividades y del entorno de mantenimiento.

**Calidad de servicio:** efecto global de las características de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. Notas: La calidad del servicio se caracteriza por el efecto combinado de la logística del servicio, la facilidad de utilización, la aptitud al servicio, la integridad del servicio y otros factores propios de cada servicio. ISO define "calidad" como la aptitud de un producto o servicio para satisfacer las necesidades de los usuarios. Elemento reparable que es de hecho reparado tras una falla.

**Capacidad:** aptitud de un elemento, en condiciones internas dadas para responder a una demanda de servicio de características cuantitativas dadas. Notas: Por condiciones internas se entiende, por ejemplo, cualquier combinación de subelementos, averiados o no. En los servicios de telecomunicación, la capacidad es idéntica a la traficabilidad.

**Ciclo de vida:** tiempo durante el cual una entidad conserva su capacidad de utilización. El periodo abarca desde su puesta en marcha hasta, que es sustituido, o es objeto de restauración o reparación.

**Desperdicio:** residuo inutilizable de un elemento, recurso o producto. Duración acumulada: suma de duraciones caracterizadas por condiciones dadas en el interior de un intervalo de tiempo dado.

**Eficacia:** aptitud de un elemento para responder a una demanda de servicio de características cuantitativas dadas. Nota. La eficacia depende de la capacidad y de la disponibilidad del elemento.

**Elemento reparado:** elemento reparable que es de hecho reparado tras una falla.

**Elemento no reparado:** elemento que no es reparado tras una falla.

**Índice:** proporción o coeficiente que establece la relación entre dos magnitudes ligadas entre sí.

**Logística del mantenimiento:** aptitud de una organización de mantenimiento, en condiciones dadas, para proporcionar sobredemanda de los medios necesarios para mantener un elemento conforme a una política de mantenimiento dado. Nota. Las condiciones dadas están relacionadas con el elemento en sí misma así como con las condiciones en las que se utiliza el elemento y en las que se asegura su mantenimiento.

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

**Manual administrativo de mantenimiento:** Documento que enuncia la política de mantenimiento y que describe el sistema de mantenimiento de una organización.

**Manual de mantenimiento del equipo:** conjunto de normas y procedimientos técnicos para intervenir posibles fallas o averías que se puedan presentar en el equipo, el fabricante o el área responsable debe conservar el equipo en estado admisible de funcionamiento que incluye, el tiempo de vida útil de cada elemento con sus respectivas recomendaciones.

**Mejora:** alteración efectuada a una entidad de la que se obtiene un perfeccionamiento en su función. Modo de operación: funciones posibles que puede realizar una entidad.

**Operación:** combinación de todas las acciones técnicas y administrativas destinadas a permitir que un elemento cumpla una función requerida, adaptándola según la necesidad a las variaciones de las condiciones exteriores. Nota. Se entiende por condiciones exteriores, por ejemplo, la demanda del servicio y las condiciones ambientales.

**Parada:** situación de una entidad cuando no está en operación porque no se necesita o porque no se encuentra en condiciones de utilización. Se refiere también a la acción de parar.

**Parada general:** situación de un conjunto de entidades al que se efectúan periódicamente revisiones y reparaciones concentradas y planificadas en un determinado período de tiempo. Equivale al término reparación general cuando este se refiere a una instalación o planta y tiene carácter periódico.

**Parada no programada:** parada debida a una interrupción no prevista de una operación de una entidad.

**Parada programada:** parada debida a una interrupción prevista de operación de una entidad.

**Predicción:** proceso de cálculo destinado a obtener el o los valores previstos de una magnitud. Nota 20. Los términos "previsión " y "predicción" designan también el valor previsto de una magnitud.

**Reforma:** cambio parcial de diseño de una operación.

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

**Sobrante:** material disponible y sin utilidad para mantenimiento. Términos asociados a trabajos de mantenimiento (planeación y ejecución) Se encuentran todos los términos que conllevan la descripción de una tarea, labor, ejecución, o manejo de documentos e información, claramente

diferenciada en cualquiera de los procesos de mantenimiento. Son básicamente eventos de ocurrencia diferenciable claramente en un espacio y un tiempo determinados.

### **CLASIFICACIÓN Y TIPO**

En esta sección se encuentran todos los términos que catalogan las diferencias en los métodos de mantenimiento, ordenados a partir de criterios temporales y/o funcionales.

**Mantenimiento automático:** mantenimiento efectuado sin intervención humana.

**Mantenimiento con parada:** mantenimiento que afecta a las funciones impidiendo que un elemento realice el total de las funciones requeridas.

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

**Mantenimiento de emergencia:** mantenimiento correctivo que es necesario efectuar inmediatamente para evitar graves consecuencias

**Mantenimiento diferido:** mantenimiento correctivo que no se inicia inmediatamente después de la detección de una avería sino que es retrasado de acuerdo con las reglas de mantenimiento dadas.

**Mantenimiento en operación:** acciones de mantenimiento que pueden hacerse mientras la entidad está en operación.

**Mantenimiento en parada:** acciones de mantenimiento que solamente pueden hacerse mientras la entidad está parado o fuera de servicio.

**Mantenimiento en sitio:** mantenimiento efectuado en el mismo sitio en que se utiliza el elemento.

**Mantenimiento no local:** mantenimiento que se efectúa en un lugar diferente del que se utiliza el elemento. Nota. Un ejemplo de mantenimiento no local es la reparación de un subelemento en un centro de mantenimiento. Mantenimiento no planificado efectuado sin un plan previo.

**Mantenimiento no programado:** efectuado, no de acuerdo con un cronograma establecido, sino como consecuencia de una indicación relativa al estado del elemento.

**Mantenimiento planificado:** organizado y efectuado con previsión y control el mantenimiento preventivo siempre se planifica, el mantenimiento correctivo, puede o no estar planificado.

**Mantenimiento predictivo:** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de una entidad por medición periódica o continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería.

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

**Mantenimiento programado:** mantenimiento preventivo que se efectúa a intervalos predeterminados de tiempo, número de operaciones, recorrido, etc. Equivale al término mantenimiento rutinario y mantenimiento sistemático.

**Mantenimiento proactivo:** es una filosofía del mantenimiento que persigue el conocimiento de la causa raíz de un problema para eliminar por completo la aparición de fallas y averías. Se trata de aplicar acciones de anticipación antes que de reacción.

**Mantenimiento remoto (telemantenimiento):** mantenimiento de un elemento efectuado sin acceso directo del personal al elemento.

**Mantenimiento según condición:** mantenimiento preventivo basado en el conocimiento del estado de un elemento por medición continua de algún parámetro significativo. La intervención de mantenimiento se condiciona a la detección precoz de los síntomas de la avería. Técnicas y acciones de ejecución Se incluyen términos que exponen procesos tecnológicos aplicables dentro del manejo del mantenimiento, en todas las fases que este contiene, y dentro de su clasificación funcional, estos términos describen la realización del trabajo, además se encuentran términos que muestran el desarrollo de una actividad que interfiere en el proceso mismo del mantenimiento en cualquiera de sus especificaciones.

**Acción de mantenimiento:** secuencia de acciones elementales de mantenimiento efectuadas para un fin dado. Nota: Ejemplos son diagnósticos de averías, localización de averías, comprobación de funcionamiento o sus combinaciones.

**Acción elemental de mantenimiento:** cada una de las unidades de trabajo que no admite división en que se pueden descomponer una actividad de mantenimiento a un nivel de intervención dado.

**Ajustar:** adaptar un elemento a otro, de modo que encajen en la forma correcta. Puede ser ajuste con juego, con interferencia, de transición y forzado.

**Alinear:** realizar un montaje en el que las tolerancias de linealidad se satisfagan y en donde no se inducen deflexiones iniciales.

**Informe de avería:** comunicación escrita o reporte electrónico, dando cuenta de la avería de un mecanismo.

**Balancear:** es el proceso de adición o extracción de masa de un elemento o una máquina rotatoria con el propósito de hacer que el eje de rotación coincida con uno de los ejes principales de inercia del cuerpo que gira.

**Cablear:** es la acción que se realiza para responder a la necesidad de transmisión de corriente, voz o datos y distribución de los mismos dentro de límites físicos determinados por medio de cables de material y diseño correspondientes a las condiciones aportadas.

**Corrección, de una avería:** conjunto de acciones efectuadas después de la localización de una avería para restablecer la aptitud del elemento averiado para realizar una función requerida.

**Detección de una avería:** reconocimiento de que un elemento está averiado.

**Diagnóstico de una avería:** conjunto de acciones efectuadas para detectar la avería, localizarla e identificar su causa.

**Empalmar:** juntar los extremos de dos elementos con el fin de formar una sola pieza.  
Inspección: reconocimiento crítico efectuado a un mecanismo, comprobando su estado real por comparación. (Véase la NTC 8402 numeral 2.15).

**Limpieza:** eliminación o reducción de suciedad, escorias, material de desecho, herrumbre o incrustación para que un elemento trabaje en las mejores condiciones de utilización.

**Localización, de una avería:** conjunto de acciones efectuadas para detectar la avería, localizarla e identificar su causa.

**Lubricar:** es la acción que desarrolla una modificación de las características relativas a la fricción, a la reducción del daño y el desgaste en la superficie de los sólidos al moverse uno en relación con el otro por medio de un elemento que se introduzca entre las dos superficies en cuestión.

**Maquinar:** es el método por medio del cual se le da forma a un material por medio de algún proceso de arranque de viruta realizado gracias a equipos tales como fresadora, taladro, torno, etc.

**Mejora de confiabilidad:** acción destinada a incrementar la confiabilidad por eliminación de las causas de fallas sistemáticas y/o por reducción de la probabilidad de aparición de otras fallas.

**Metalizar:** hacer que un cuerpo adquiriera propiedades metálicas generalmente superficiales por medio de recubrimientos de metal.

**Modificar:** cambio parcial de diseño de una entidad.

**Pulir:** es la acción de eliminar raspaduras o marcas de las herramientas, o en algunos casos las superficies ásperas que quedan después de forjar, laminar, o aplicar operaciones similares a un material, no es una actividad de precisión.

**Renovación:** sustitución completa de un elemento averiado por otro nuevo, que pueda aportar o no, características de producción y rendimiento más elevadas.

**Reparación:** restitución de una entidad a condición admisible de utilización mediante el arreglo o reposición de las partes dañadas, desgastadas o consumidas.

**Reparación general:** revisión minuciosa y, en su caso, reparación extensa de un mecanismo, de una parte importante del mismo, para que recupere su condición correcta de utilización. Equivale al término parada general cuando se aplica a una instalación o planta con carácter periódico.

**Restablecimiento:** recuperación de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida después de una avería.

**Restauración:** acciones efectuadas para restablecer, generalmente, aumentar los beneficios de un elemento, incorporando la mejora y modernización del mismo.

**Retroalimentación:** flujo cíclico de información de las incidencias, defectos, averías y otras experiencias que ocurren durante el ciclo de vida de una máquina para que puedan utilizarse en futuras actuaciones relacionadas con el diseño, el rendimiento y los costos.

**Soldar:** es el proceso mediante el cual se hace una coalescencia localizada de metal, en donde esa conglutinación se produce por el calentamiento a temperaturas adecuadas, con o sin la aplicación de presión y con o sin la aplicación de metal con el fin de unir dos o más superficies.

**Supervisión (vigilancia):** conjunto de acciones normales o automáticas destinadas a observar el estado de un elemento. Nota. La vigilancia de un elemento puede realizarse interna o externamente a él.

**Comprobación de funcionamiento:** conjunto de acciones efectuadas después de una corrección de avería para verificar que un elemento ha recuperado su aptitud para realizar la función requerida.

