



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Propuesta de mejora de la gestión del
mantenimiento para incrementar la eficiencia
del proceso productivo en fábrica de plásticos**

Autor:

Br. Tineo Neyra, Diomedes Albert

Asesor:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel

Lambayeque - Perú, mayo 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Propuesta de mejora de la gestión del
mantenimiento para incrementar la eficiencia
del proceso productivo en fábrica de plásticos**

Autor:

Br. Tineo Neyra, Diomedes Albert

Aprobado por el jurado examinador:

PRESIDENTE: Dr. Ing. Anibal Jesús Salazar Mendoza

SECRETARIO: Dr. Ing. Amado Aguinaga Paz

MIEMBRO : M. Sc. Jony Villalobos Cabrera

ASESOR : Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro

Lambayeque-Perú, mayo 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

TITULO:


Propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento para incrementar la eficiencia del proceso productivo en fábrica de plásticos

CONTENIDO:

Capítulo I	: Problema de la Investigación
Capítulo II	: Marco Teórico.
Capítulo III	: Marco Metodológico.
Capítulo IV	: Propuesta de investigación.
Capítulo V	: Análisis e interpretación de los resultados.
Capítulo VI	: Conclusiones y recomendaciones.
	Referencias bibliográficas, Anexos.

Autor: Br. TINEO NEYRA, DIOMEDES ALBERT


DR. ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA
PRESIDENTE


DR. AMADO AGUINAGA PAZ
SECRETARIO


M.SC. JONY VILLALOBOS CABRERA
MIEMBRO


DR. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
ASESOR

Lambayeque-Perú, mayo 2022

DEDICATORIA

*A mi padre y mi madre por su inmenso apoyo
y ser responsables en gran medida
de cada logro obtenido en mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A todos los involucrados en mi formación tanto profesional como personal, a la empresa donde se llevó a cabo el presente proyecto al Dr. Daniel Carranza por brindarme su apoyo y conocimientos para la culminación de la actual investigación.

RESUMEN

Ante la necesidad de un plan de mejora a la gestión del mantenimiento en una empresa del rubro fabricación de envases flexibles de polipropileno, es que surge el presente proyecto de investigación. Se pretende también, con dicho proyecto poner en valor la importancia de una correcta gestión de mantenimiento y su impacto en el proceso productivo, haciendo uso de técnicas modernas y estrategias adecuadas.

Inicialmente se muestran las bases teóricas en las que se fundamenta la correcta gestión de mantenimiento, desde el ámbito organizacional hasta el uso adecuado de indicadores de mantenimiento. También las ventajas del plan de mejora y algunos ejemplos de casos exitosos.

Posteriormente se hace una breve descripción de la empresa en la que se elaboró el proyecto, su proceso productivo, estructura organizacional y productos que elabora. También se procedió a diagnosticar la actual situación del área a través de una auditoria de mantenimiento.

Una vez conocidos los aspectos donde se existen oportunidades de mejora, se propone un plan que abarca puntos, como: registro de equipos, elaboración de fichas técnicas, historial de equipos, evaluación de criticidad de equipos, mejoramiento del plan de mantenimiento planificado, generación de órdenes de trabajo, elaboración de protocolos de trabajo, definir las responsabilidades, selección de indicadores de gestión.

El plan de mejora tiene por finalidad elevar la disponibilidad de los equipos productivos, y esto a su vez genere un incremento en la eficiencia del proceso productivo obteniéndose así mejores beneficios para la empresa.

Palabras claves: Gestión de Mantenimiento, Disponibilidad, Eficiencia, Proceso Productivo

ABSTRACT

Given the need for a maintenance management improvement plan in a company in the business of manufacturing flexible polypropylene packaging, this research project emerged. This project is also intended to highlight the importance of proper maintenance management and its impact on the production process, using modern techniques and appropriate strategies.

Initially, the theoretical bases are found on which the proper of maintenance management is based, from the organizational level to the proper use of maintenance indicators. Also the advantages of the improvement plan and some examples of successful cases.

Subsequently, a brief description is made of the company in which the project was developed, its production process, organizational structure and the products it produces. A diagnosis of the current situation in the area was also made through a maintenance audit.

Once the aspects where there are opportunities for improvement are known, a plan is proposed that covers points such as: equipment registration, preparation of technical sheets, equipment history, equipment criticality assessment, improvement of the planned maintenance plan, generation of work orders, preparation of work protocols, definition of responsibilities, selection of management indicators.

The improvement plan aims to increase the availability of production equipment, and this in turn generates an increase in the efficiency of the production process, thus obtaining better benefits for the company.

Key words: maintenance management, efficiency, production process.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Realidad Problemática	3
1.2. Formulación del Problema	5
1.3. Delimitación de la Investigación	5
1.4. Justificación e importancia de la tesis	5
1.5. Limitaciones de la tesis	6
1.6. Objetivos de la tesis	7
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de estudio	9
2.2. Industria del plástico a nivel mundial	10
2.3. Plástico: conceptos y definiciones	11
2.3.1. <i>Polímeros</i>	11
2.3.2. <i>Propiedades de los termoplásticos</i>	13
2.3.3. <i>Clasificación de termoplásticos</i>	14
2.3.4. <i>Procesamiento de polímeros</i>	17
2.4. Manufactura Peruana	20
2.4.1. <i>La industria del plástico en el Perú</i>	24
2.4.2. <i>Producción de plástico en el Perú</i>	25
2.4.3. <i>Consumo de plástico en el Perú</i>	28
2.5. La industria y mantenimiento	29
2.5.1. <i>Evolución de mantenimiento</i>	29
2.5.2. <i>Definición de mantenimiento</i>	31
2.5.3. <i>Tipos de mantenimiento</i>	32
2.5.4. <i>Indicadores de mantenimiento</i>	33
2.5.5. <i>Mantenimiento Productivo Total</i>	34
2.6. Proceso productivo y productividad.....	35
2.6.1. <i>Factores de la productividad</i>	36
2.6.2. <i>Factores duros</i>	38

2.6.3.	<i>Factores blandos</i>	39
2.6.4.	<i>Mejoramiento de la productividad a través del mantenimiento</i>	40
2.7.	Definición conceptual de la terminología empleada	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		42
3.1.	Tipo y Diseño de investigación.....	43
3.2.	Población y Muestra.....	43
3.3.	Hipótesis	43
3.4.	Variables – Operacionalización.....	43
3.4.1.	<i>Variable independiente</i>	43
3.4.2.	<i>Variable dependiente</i>	44
3.5.	Metodologías.....	45
3.5.1.	<i>Método de investigación</i>	45
3.5.2.	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	45
3.6.	Descripción de los instrumentos utilizados.....	45
3.7.	Análisis Estadístico e interpretación de los datos	46
3.7.1.	<i>Graficas de barras</i>	46
3.7.2.	<i>Grafica de radar</i>	46
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN		47
4.1.	Descripción de la empresa.....	48
4.1.1.	Reseña histórica.....	48
4.1.2.	<i>Misión</i>	48
4.1.3.	<i>Visión</i>	49
4.1.4.	<i>Política de la empresa</i>	49
4.1.5.	<i>Proceso productivo</i>	49
4.1.6.	<i>Los productos</i>	53
4.1.7.	<i>Estructura organizacional</i>	53
4.2.	Área de Mantenimiento	55
4.3.	Funciones del área.....	56
4.4.	Recursos del área	56
4.5.	Diagnóstico de situación actual.....	57
4.6.	Propuesta de mejora	63
4.6.1.	<i>Registro de Equipos</i>	63
4.6.2.	<i>Evaluación de criticidad de equipo</i>	68
4.6.3.	<i>Plan de mantenimiento</i>	72
4.6.4.	<i>Generación de Orden de Trabajo</i>	76

4.6.5. <i>Protocolos de trabajo</i>	78
4.6.6. <i>Definición de responsabilidades</i>	80
4.6.7. <i>Indicadores de gestión</i>	81
4.7. Evaluación económica	85
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	89
5.1. Resultados en tablas y gráficos.....	90
5.1.1. <i>Estado actual de gestión de mantenimiento</i>	91
5.1.2. <i>Propuestas de mejora a la gestión de mantenimiento</i>	93
5.1.3. <i>Indicadores de gestión</i>	96
5.1.4. <i>Evaluación económica de proyecto</i>	97
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1. Conclusiones.....	99
6.2. Recomendaciones.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	104
Anexo 1. Reporte de condiciones de seguridad.....	104
Anexo 2. Programa de auditoria de mantenimiento	105
Anexo 3. Alcance y objetivo de auditoria	106
Anexo 4. Área de evaluación	107
Anexo 5. Diagrama de flujo de mantenimiento.....	108
Anexo 6. Ficha de observación	109
Anexo 7. Cuestionario – Organización general.....	110
Anexo 8. Cuestionario-Métodos trabajo	111
Anexo 9. Cuestionario-Control técnico de los equipos.....	112
Anexo 10. Cuestionario-Gestión de la cartera de trabajo.....	113
Anexo 11. Cuestionario – Gestión de repuestos.....	114
Anexo 12. Compra y aprovisionamiento de repuestos y materias	115
Anexo 13. Cuestionario – Organización de taller de mantenimiento.....	116
Anexo 14. Cuestionario – Herramientas	117
Anexo 15. Cuestionario – Documentación técnica.....	118
Anexo 16. Cuestionario – Personal y formación	119
Anexo 17. Cuestionario – Subcontratación.....	120
Anexo 18. Cuestionario – Control de la actividad	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de categorías de polímeros	13
Tabla 2. Propiedades de termoplásticos	14
Tabla 3. Características y aplicaciones de polímeros.....	16
Tabla 4. Empresas por actividad individual en la manufactura.....	21
Tabla 5. Distribución de industrias por región.....	23
Tabla 6. Tejido empresarial industrial nacional.....	24
Tabla 7. Concentración geográfica de la industria del plástico.....	27
Tabla 8. Evolución histórica de mantenimiento	30
Tabla 9. Operacionalización de las variables	44
Tabla 10. Reporte de producción – 1er semestre de 2018.....	57
Tabla 11. Horas de parada no programada-3era semana de abril 2018	59
Tabla 12. Aspectos de mantenimiento	60
Tabla 13. Encuesta sobre organización de mantenimiento	61
Tabla 14. Cuadro resumen de auditoría del mantenimiento.....	61
Tabla 15. Listado de equipos	64
Tabla 16. Ficha técnica de extrusora (EXT-001)	67
Tabla 17. Valoración de criticidad de equipos.	69
Tabla 18. Asignación de criticidad de equipos.....	70
Tabla 19. Equipos de criticidad importante.....	71
Tabla 20. Plan de Mantenimiento de extrusora	73
Tabla 21. Plan de mantenimiento de telar circular.....	74
Tabla 22. Plan de mantenimiento de convertidoras.....	75
Tabla 23. Plan maestro de mantenimiento	76
Tabla 24. Orden de trabajo (OT)	77
Tabla 25. Historial de impresora Flexo grafica (IMP-001)	82
Tabla 26. Historial de extrusora (EXT-003)	83
Tabla 27. Historial de Telar circular (TEL-054).....	84
Tabla 28. Costos por implementación y mejora del mantenimiento asistido por computadora	85
Tabla 29. Costos asociados a visualización y estandarización de procesos	86
Tabla 30. Costos asociados de personal en procesos y seguridad	86
Tabla 31. Costos de proyecto de mejora.....	87
Tabla 32. Flujos económicos y VAN.....	88
Tabla 33. Tasa Interna de Retorno(anual).....	88
Tabla 34. Análisis FODA de la empresa.....	90
Tabla 35. Producción de sacos - 2018	91
Tabla 36. Resultados de cuestionarios de auditoria	92
Tabla 37. Valores promedio de auditoria.....	93
Tabla 38. Equipos de mayor criticidad.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de plástico.....	10
Figura 2. Estructura química de Etileno(izq.) y polietileno (der.)	12
Figura 3. Procesamiento por extrusión.....	18
Figura 4. Moldeo por inyección	18
Figura 5. Moldeo por soplado.....	19
Figura 6. Moldeo por calandrado.....	20
Figura 7. Evolución de la producción – Índice de volumen físico	26
Figura 8. Consumo anual de plásticos por habitante (Kg/hab.).....	28
Figura 9. Factores de la productividad	37
Figura 10. Ubicación de empresa El Águila SRL.....	48
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de producción	52
Figura 12. Esquema organizacional de empresa	54
Figura 13. Esquema organizacional de mantenimiento.....	55
Figura 14. Diagrama de Ishikawa.....	58
Figura 15. Representación gráfica de auditoria.....	62

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en un mundo globalizado en constante cambio tecnológico y de feroz competitividad, las empresas buscan reducir sus costos de producción, buscan usar de manera eficaz y eficiente sus recursos materiales y humanos disponibles en el proceso de elaboración de un bien o servicio (en nuestro caso un producto, el envase flexible de polipropileno), para que mediante esto logren alcanzar sus objetivos operacionales y estratégicos.

Dentro de los recursos materiales de la empresa se tiene los tangibles, es decir la maquinaria (activo físico) utilizada en la elaboración del producto, la cual debe tener la mayor disponibilidad posible para dar continuidad al proceso productivo. Es decir, los equipos y/o sistemas deben presentar el menor número de fallas posibles y con esto evitar detener parcial o totalmente el proceso productivo.

Es en estas circunstancias es donde la gestión del mantenimiento toma vital importancia, ya que definir claramente los procedimientos del área, planificar y programar el mantenimiento, ejecutar las actividades en los tiempos establecidos, supervisar la calidad de los trabajos realizados, hacer uso adecuado de los indicadores y con esto reducir el número de fallas inesperadas, es decir, una adecuada gestión del mantenimiento permitirá mejorar ciertos parámetros como la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos productivos. Y con ello a su vez asegurar la continuidad de la operación en beneficio de la organización.

Por tanto, el propósito del presente trabajo es dotar de ciertos métodos y herramientas que ayuden a una mejor gestión de mantenimiento. Las propuestas que se han planteado están en función de las necesidades y recursos a disposición de la empresa, y tienen por objeto, incrementar la disponibilidad de los equipos y con esto, incrementar la eficiencia del proceso productivo de la empresa El Águila SRL.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el año 2007, Álvaro Pesántez Huerta, estudiante de ingeniería industrial elaboró un proyecto de investigación en una empresa empackadora de camarón en Guayaquil-Ecuador, en la cual concluye que la correcta operación del proceso productivo depende en gran medida del buen funcionamiento (realización plena de la función requerida) de los equipos que participan dicho proceso. Y que esto se logra con una apropiada gestión de mantenimiento.

Para que la implementación de *World Class Manufacturing* (Manufactura de Clase Mundial) en el área de mantenimiento en la empresa Magneti Marelli de México, sea efectiva y perdurable en el tiempo necesita el compromiso total de la gerencia de la empresa, ya que ellos deben ser los principales impulsores de estos cambios de gran impacto, que no es solo operacional si no cultural. Y esto a su vez generará el compromiso de todos los colaboradores de la empresa (Cruz y Torres 2013).

Según Olivares (2017) en su proyecto de investigación “Excelencia operacional en la gestión del mantenimiento en planta concentradora-División El Teniente-Codelco-Chile” realizado en Santiago de Chile, la organización, con su área correspondiente debe diseñar, seleccionar y dar seguimiento a los indicadores clave de desempeño (KPIs) más adecuados, ya que estos nos mostraran la situación actual del proceso y qué nos hace falta para alcanzar los objetivos establecidos.

Rivera (2011), opinó en su tesis “Sistema de gestión de mantenimiento industrial” para optar por el título de ingeniero industrial por la Universidad Nacional de San Marcos, que una correcta elaboración e implementación de un plan de manteamiento industrial, basado en principios de calidad, seguridad y conservación del entorno, resultará en una significativa reducción de costos de mantenimiento.

En la ciudad de Lima, en el centro comercial industrial de Gamarra, el estudiante de ingeniería industrial Antonio Cruzado (2014), de la Universidad de ciencias Aplicadas, con su proyecto de investigación expresó que la gestión del mantenimiento enfocado en Mypes del sector textil se traduce en

el aseguramiento de la disponibilidad de los equipos que intervienen en el proceso fabricación de prendas y que esto a su vez ocasiona en las Mypes un incremento de la productividad, ya que con ello hay una reducción de costos de reproceso y actividades correctivas. Además de evitar pérdidas de producción ocasionado por desperfectos de las máquinas.

Entre los problemas más relevantes para la planificación y programación del mantenimiento, encontrados en una empresa dedicada a procesar alimento balanceado para aves ubicada en la ciudad de Lima, fue la escasa y casi inexistente información de la maquinaria que compete al proceso productivo, tanto de manuales de operación y mantenimiento, como de historial de intervenciones. Ya que sin esta información es difícil definir los intervalos de ejecución de actividades (García 2018).

Al realizar una evaluación del impacto económico a la línea de producción y mantenimiento, en la empresa Kar & Ma Sac, en el distrito de José Leonardo Ortiz, Chiclayo. Se diagnosticó como un factor de la disminución de la producción es el tiempo usado en el mantenimiento correctivo, es decir cuando falla el equipo de manera repentina, llegando a acumular hasta 2 horas al día de tiempo no productivo de mano de obra y máquina. Se calculó que el costo de producción se ve afectado en S/. 154 000,00 aproximadamente por año (Benites 2014).

Gonzales (2016), en su trabajo de investigación, realizado en la empresa Latercer SAC ubicada en la ciudad de Chiclayo, manifestó que, aplicando un adecuado y coordinado plan de mantenimiento preventivo, sobre la maquinaria de planta se puede reducir el número de paradas de máquina hasta en un 80%, lo que significaría un enorme beneficio para la empresa.

Conocer y analizar la criticidad de equipos, permite hacer una jerarquización de los activos físicos que participan en el proceso de producción, en la empresa agroindustrial Gandules, ubicada en Jayanca - Lambayeque, y con esto tener una guía muy útil para priorizar la ejecución de actividades de mantenimiento, y con lo cual hacer un uso eficaz y eficiente de los recursos de la empresa (Sánchez 2016).

En el distrito de La Victoria, de la ciudad de Chiclayo se encuentra ubicada la empresa El Águila SRL, una empresa de manufactura dedicada a la fabricación de envases flexibles de polipropileno (sacos, mantas, etc.). Como en todo proceso productivo que tenga por objetivo la elaboración de un bien, su capacidad operativa depende en gran medida de la disponibilidad de sus equipos, y estos su vez del área de mantenimiento que tiene por objetivo asegurar el correctofuncionamiento de los mismos. Actualmente el área de mantenimiento presenta ciertas falencias que se han podido apreciar gracias a una auditoria del área, inconvenientes como; intervenciones a equipos no programadas en la línea de producción por fallas en los equipos, ciertos problemas de comunicación con las distintas áreas para la ejecución de actividades, protocolos de acción aún no definidos, etc. Todas estas situaciones no son más que posibilidades de mejora, que gestionándolas de forma adecuada y conjunta con las distintas áreas de la empresa generarán futuros beneficios para la organización.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo se puede incrementar la eficiencia en el proceso productivo de la empresa de envases flexibles de polipropileno El Águila SRL?

1.3. Delimitación de la Investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el área de mantenimiento de la empresa El Águila SRL, ubicada en el Km. 2.5 de la Vía de Evitamiento, en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo, en la región de Lambayeque.

El proyecto se valió de información recabada de los equipos productivos de la planta y el personal de mantenimiento, entre los meses mayo y julio de 2018.

1.4. Justificación e importancia de la tesis

El presente proyecto de investigación se origina ante la necesidad de reducir las actividades de mantenimiento correctivo, estandarizar y optimizar los procesos dentro del área de mantenimiento en la empresa El Águila SRL.

Con lo cual se pretende que la disponibilidad de los equipos productivos de la empresa se incremente, con esto tener las maquinas a disposición del área de operaciones para las actividades de producción.

De manera inmediata un plan de mejora a la gestión de mantenimiento implantado de forma adecuada, impactará de modo positivo en la eficiencia del proceso productivo de la empresa y desde luego en el bienestar de la organización y de sus colaboradores.

1.5. Limitaciones de la tesis

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, en el proceso se encontraron ciertas limitantes como, por ejemplo, la escasa información del fabricante de algunos de los equipos productivos, como son manuales de operación, mantenimiento y catálogos de partes, en algunos de los casos por la antigüedad de los equipos, en otros debido a que estas máquinas fueron adquiridos de segunda mano, también a causa de una gestión inadecuada de la información del área con lo cual se dificulta la elaboración de los planes de mantenimiento.

El área de mantenimiento actualmente tiene sus responsabilidades y protocolos definidos, es decir existen manuales de procedimientos para la realización de sus actividades; pero en la práctica en ocasiones se aprecia que los integrantes del área no conocen los procedimientos, o no tienen interiorizados tales protocolos a seguir, con lo cual el trabajo no se realiza de manera ordenada y con ello se utiliza más tiempo del necesario.

Otro punto interesante que se pudo apreciar, es la poca colaboración de algunos integrantes del área en proporcionar información necesaria, para la elaboración del plan de mejora.

La resistencia al cambio es una situación común en las organizaciones, y se da muchas veces debido a la incertidumbre o el escaso conocimiento del efecto y las consecuencias que pueden acarrear dichos cambios para las personas. Por tanto, es de vital importancia la comunicación transparente, y cierta capacidad de persuasión para lograr el compromiso pleno de los colaboradores.

1.6. Objetivos de la tesis

1.6.1. Objetivo general

Proponer un plan de mejora de la gestión del mantenimiento para incrementar la eficiencia del proceso productivo en la empresa El Águila SRL.

1.6.2. Objetivos específicos

O.E.1 Conocer el estado actual de la gestión de mantenimiento en la fábrica a través de una auditoria de mantenimiento.

O.E.2 Determinar propuestas de mejora a la gestión de mantenimiento.

O.E.3 Establecer indicadores de mantenimiento (KPI) adecuados a las necesidades de la empresa.

O.E.4 Efectuar la evaluación económica del proyecto de mejora de la gestión de mantenimiento.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

En el año 2017, Waldo Chávez desarrolló un proyecto de investigación titulado: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de la planta de inyección de la empresa Industrias plásticas reunidas SAC” en Lima, Perú. A través de estrategias de mantenimiento adecuadas, planificación y programación de mantenimiento de forma oportuna, jerarquizando la maquinaria, elaborando fichas técnicas de equipos con información relevante, analizando las causas de las paradas de los equipos, y lógicamente haciendo las correcciones del caso, se logró incrementar la disponibilidad de la planta de inyección de 86% a 94%, se alcanzó a reducir las mermas de producción de 1.8% a 1.5%.

El mantenimiento no debe ser asumido como un gasto, si no como una inversión, ya que permite que los equipos productivos realicen su función requerida (actividad para la que fue diseñada), y esto a su vez impacta directamente en la producción, y la calidad de la manufactura. La obtención de objetivos se logrará con un equipo de mantenimiento capacitado y motivado para realizar las actividades encomendadas, de manera eficiente. Esto asegura Efrén Huesca (2012), en su trabajo de investigación “El mantenimiento industrial en planta manufacturera de película plástica y biodegradable” en San Juan de Aragón en México.

Pineda y Vargas (2015) en su trabajo de investigación “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad y confiabilidad en el molino Don Julio SAC-Lambayeque-2015” sostienen que: Al aplicar la metodología TPM, con sus distintas estrategias (mantenimiento autónomo, 5s, etc.) se pudo incrementar la confiabilidad de los equipos productivos a través de indicadores de productividad y Eficiencia global de equipos (OEE) logrando reducir las paradas de maquinaria. Para este caso la medición de OEE es muy importante, ya que este indicador abarca tres variables; la disponibilidad del equipo, la velocidad de diseño de la máquina, y la calidad de producto, lo que permite una apreciación integral de los equipos dentro del proceso productivo. Los valores alcanzados de OEE fueron de hasta 85% en algunos

meses del año. Con esto se pudo aumentar la producción sobre el tiempo hora/maquina, se pasó de producir 36 sacos/hora promedio a 49 sacos/hora.

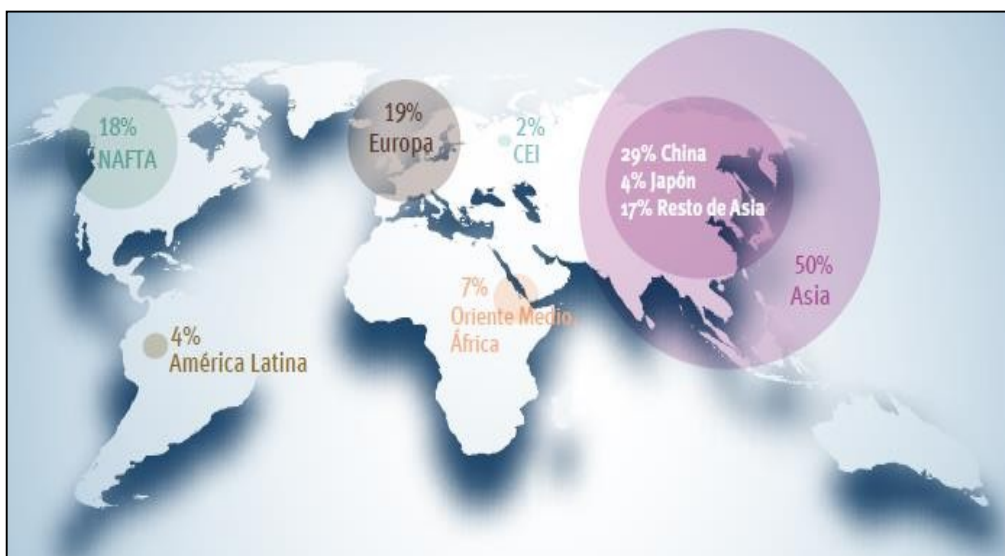
2.2. Industria del plástico a nivel mundial

En la última década, la producción de plástico a nivel mundial experimentó un incremento considerable, desde el año 2006 al 2017, pasó de 245 millones de toneladas a 348 millones de toneladas, fueron las cifras presentadas por la federación europea Plastics Europe, dicha asociación empresarial representa a los fabricantes de polímeros en el sector del plástico en el continente europeo (Plastics Europe 2017).

Hervé Millet, director de asuntos técnicos y reglamentarios en PlasticsEurope, considera que el consumo de plástico para distintas actividades como industria, transporte, etc. está vinculado al desarrollo económico de los países (Plastics Europe 2017).

En la figura 1, se observa la producción mundial de materiales plásticos (para este caso solo termoplásticos y poliuretanos) donde se aprecia la superioridad de China como mayor productor a nivel mundial con 29%, seguido de Europa con una participación del 19%, luego Nafta (Tratado de Libre Comercio de América del Norte, por sus siglas en inglés) con 18% y américa latina aporta el 4% de la producción mundial. (Plastics Europe 2017).

Figura 1. Producción mundial de plástico



Fuente: Grupo de estudios de mercado de PlasticsEurope (PEMRG) 2017

2.3. Plástico: conceptos y definiciones

El uso del plástico en estos últimos tiempos ha visto un incremento más que considerable, y esto se debe en gran medida a que los plásticos han logrado sustituir a materiales como los vidrios, metales para distintos fines, y también al papel como material de embalaje de productos de casi cualquier rubro. Los plásticos además de su relativa facilidad para ser transformados en productos finales, cuentan con excepcionales características, tales como:

- Baja conductividad térmica y eléctrica
- Resistencia a la corrosión
- Baja densidad
- Fácil moldeo.

Los plásticos se producen a partir de combustible fósiles o recursos de origen biológico. Para las dos posibilidades, son materiales reciclables. Además de eso, se puede elaborar plásticos biodegradables a partir de estas dos fuentes. En la actualidad, mayoritariamente los materiales plásticos se consiguen a partir de materias primas de origen fósil como lo son el carbón, el petróleo gas natural. Es importante también mencionar que solo entre el 4 y 6% del petróleo y gas que se consume en Europa se utiliza para la elaboración de plásticos(Plastics Europe 2017).

Etimológicamente la palabra plástico deriva del latín *Plastikus*, que se traduce como moldeable, de ahí una de sus principales características ya antes mencionada. Los plásticos son un tipo de polímero.

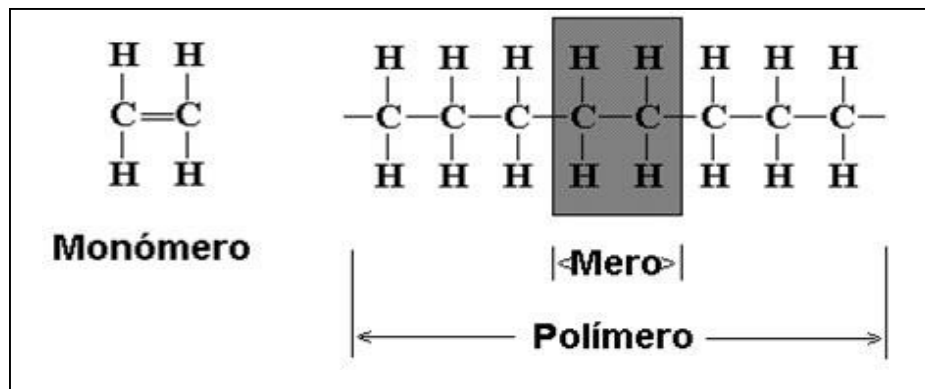
2.3.1. Polímeros

Los polímeros, son un grupo de materiales compuestos por macromoléculas (moléculas gigantes) en cadena con grandes pesos moleculares, estas enormes moléculas se obtienen de la unión de moléculas más pequeñas mediante el proceso de polimerización. Los polímeros se pueden clasificar; según la sintetización de sus moléculas, otra es por su estructura molecular, y también por su familia química (Askeland, Fulay y Wright 2013).

Existe un método uso común para la descripción de los polímeros que es en función a su comportamiento térmico y mecánico:

- a) Termoplásticos: estos polímeros están compuestos por extensas cadenas producto de la unión de moléculas pequeñas o monómeros, habitualmente se comportan de manera dúctil y plástica. Cuando son sometidos a altas temperaturas dichos polímeros se ablandan. Los polímeros termoplásticos son reciclados con relativa facilidad.

Figura 2. Estructura química de Etileno(izq.) y polietileno (der.)



Fuente: Tecnología de los plásticos Blog spot 2014.

- b) Los termoestables, están compuestos también por cadenas largas de moléculas, pero estos tienen enlaces cruzados que forman estructuras de redes tridimensionales. Dichos polímeros habitualmente ofrecen mayor resistencia, pero son más frágiles que los termoplásticos. Los termoestables carecen de una temperatura fija de fusión y es un tanto complicado reprocesarlos después de ocurrido la formación de enlaces.
- c) Elastómeros, poseen una estructura digamos intermedia, esto permite que suceda una leve formación de enlaces cruzados entre las cadenas. Los elastómeros pueden deformarse de manera considerable sin cambiar su forma de manera permanente (Askeland, Fulay y Wright 2013).

Tabla 1. Comparación de categorías de polímeros

Comportamiento	Estructura general	Ejemplo
Termoplástico	Cadenas lineales (con o sin ramificación)	Polietileno
Termoestable	Red rígida tridimensional (las cadenas pueden ser lineales o ramificadas).	Poliuretanos
Elastómeros	Termoplásticos o termoestables ligeramente entrelazados, consisten de moléculas semejantes a resortes.	Caucho natural

Fuente: Ciencia e Ingeniería de los materiales (Askeland 2013).

2.3.2. Propiedades de los termoplásticos.

En un polímero termoplástico sus propiedades pueden ser modificadas para cumplir los requerimientos de una aplicación específica mediante la mezcla de sus componentes según sea el caso. (Askeland, Fulay y Wright 2013).

Dentro de estas propiedades se pueden mencionar las siguientes:

- a) Comportamiento plástico. Los polímeros termoplásticos experimentan deformación plástica al excederse su límite de cadencia. Sin embargo, la deformación plástica no es una consecuencia de movimiento de dislocación.
- b) Viscoelasticidad, la deformación plástica y el deslizamiento de cadenas, a causa de algún esfuerzo externo está estrechamente relacionado con el tiempo y la rapidez de la aplicación del esfuerzo. Si el esfuerzo se aplica de manera lenta, las cadenas se deslizan con facilidad una al lado de otra; si se aplica con rapidez, no ocurre deslizamiento y el polímero se comporta frágilmente.
- c) Impacto, al igual que el comportamiento visco elástico, las propiedades al impacto de los polímeros dependen de la velocidad de deformación y la temperatura. En pruebas de impacto a altas velocidades de deformación los termoplásticos experimentan deformación plástica.
- d) Corrosión. Los termoplásticos también experimentan corrosión, pero a diferencia de los metales, en los plásticos no es un fenómeno

electroquímico. Ciertas sustancias, humedad, ambientes salinos y radiación pueden ocasionar corrosión en los plásticos.

- e) Propiedades eléctricas. Es sabido que los polímeros termoplásticos son por lo general materiales aislantes de la corriente eléctrica, pero existen algunos polímeros termoplásticos complejos con estructuras internas distintas al resto como es el caso del acetal, que poseen una conductividad térmica útil.

La tabla 2 muestra algunas de las propiedades de los termoplásticos

Tabla 2. Propiedades de termoplásticos

Termoplástico	Resistencia a la tensión (psi)	% de alargamiento	Módulo elástico (psi)	Densidad (g/cm ³)	Impacto Izod (lb ft/pulg)
Polietileno (PE)					
Baja densidad	3000	800	40000	0.92	9.0
Alta densidad	5500	130	18000	0.96	4.0
Peso molecular ultra alto	7000	350	100000	0.934	30.0
Cloruro de Vinilo (PVC)	9000	100	600000	1.40	
Polipropileno (PP)	6000	700	220000	0.90	1.0
Poliestireno (PS)	8000	60	450000	1.06	0.4
Poliacrilonitrilo (PAN)	9000	4	580000	1.15	4.8
Polimetilmetacrilato (PMMA)	12000	5	450000	1.22	0.5
Policlorotrifluoroetileno	6000	250	300000	2.15	2.6
Polietrafluoroetileno (PTFE)	7000	400	80000	2.17	3.0
Polioximetileno (POM)	12000	75	520000	1.42	2.3
Poliamida (PA)(nylon)	12000	300	500000	1.14	2.1
Poliéster (PET)	10500	300	600000	1.36	0.6
Policarbonato(PC)	11000	130	400000	1.20	16.0
Poliimida(PI)	17000	10	300000	1.39	1.5
Polietereterketona(PEEK)	10200	150	550000	1.31	1.6
Sulfuro de polifenileno(PPS)	9500	2	480000	1.30	0.5
Sulfona de poliéster (PES)	12200	80	350000	1.37	1.6
Poliamidaimida(PAI)	27000	15	730000	1.39	4.0

Fuente: Ciencia e Ingeniería de los materiales (Askeland 2013).

2.3.3. Clasificación de termoplásticos

En los materiales termoplásticos, se aprecia que tienen cadenas que no están unidas entre sí químicamente, lo cual facilita que el material pueda

ser conformado en una determinada figura a través de extrusión o inyección, que tengan buena ductilidad y que puedan ser reciclados de manera viable económicamente.

A continuación, se presentan algunos de los termoplásticos más utilizados en la industria.

- a) Polietileno Tereftalato
- b) El PET (polietilén tereftalato)
- c) Polietileno (PE)
- d) Policloruro de Vinilo (PVC)
- e) Poliestireno (PS)
- f) Poliacrilonitrilo (PAN)
- g) El poliacrilonitrilo (PAN),
- h) Estireno – Acrilonitrilo (SAN)
- i) Polipropileno (PP)

Las aplicaciones comerciales más comunes del polipropileno se realizan en la elaboración de productos moldeados por inyección o extrusión como artículos para el hogar, electrodomésticos, envases flexibles, tubos y otros (Ojeda 2014)

En la tabla 3, se puede apreciar algunas características y aplicaciones de los principales termoplásticos.

Tabla 3. Características y aplicaciones de polímeros

Polímero	Estructura	Carga rotura (MPa)	Densidad (Mg/m ³)	Aplicaciones
Polietileno (PE) Baja densidad Alta densidad	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	8-21 21-38	0.92 0.96	Embalaje, aislantes eléctricos, artículos del hogar, botellas
Policloruro de vinilo (PVC)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	34-62	1.40	Tuberías, válvulas, revestimientos de suelos, aislantes eléctricos, revestimientos de automóviles
Polipropileno (PP)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	28-41	0.90	Tanques, embalaje, fibras para ropa y envases flexibles
Poliestireno (PS)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	22-55	1.06	Embalaje y espumas aislantes, revestimientos de automóviles, electrodomésticos y utensilios de cocina
Poliacrilonitrilo (PAN)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}=\text{N} \end{array}$	62	1.15	Fibras textiles, precursor de fibras de carbono, embalaje de alimentos
Ftalato de polietileno, poliéster (PET)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{C}-\text{O}- \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	55-72	1.36	Fibras, películas fotográficas, cintas audio, recipientes para bebidas y comidas precocinadas.
Polycarbonato (PC)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{C} \quad \text{C} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	62-76	1.2	Componentes y herramientas eléctricas domésticas, lentes, material anti vandálico.

Fuente: Ciencia e Ingeniería de los materiales (Askeland 2013).

2.3.4. Procesamiento de polímeros

Existen diversas maneras para producción de polímeros en sus distintas formas, estas pueden ser el moldeo, la extrusión, la elaboración de películas y fibras. Los métodos de producción para conformar polímeros estarán limitados por las características del polímero mismo.

Para el caso de termoplásticos se pueden conformar por la mayoría de las posibilidades técnicas existentes. Se expone a calor al polímero hasta cerca de su temperatura de fusión, o por encima de ella, con el objetivo que obtenga una consistencia líquida o blanda, y con esto se conforma en un molde o una matriz con la forma que se requiera. Los elastómeros termoplásticos se pueden formar con un procedimiento similar. Para este caso también se puede reciclar los desechos del proceso, lo cual minimiza el desperdicio. En el caso de los termoestables los procedimientos son algo más restringidos, ya que una vez que ocurren los enlaces en su estructura química, estos polímeros presentan cierta dificultad para su procesamiento (Askeland, Fulay y Wright 2013).

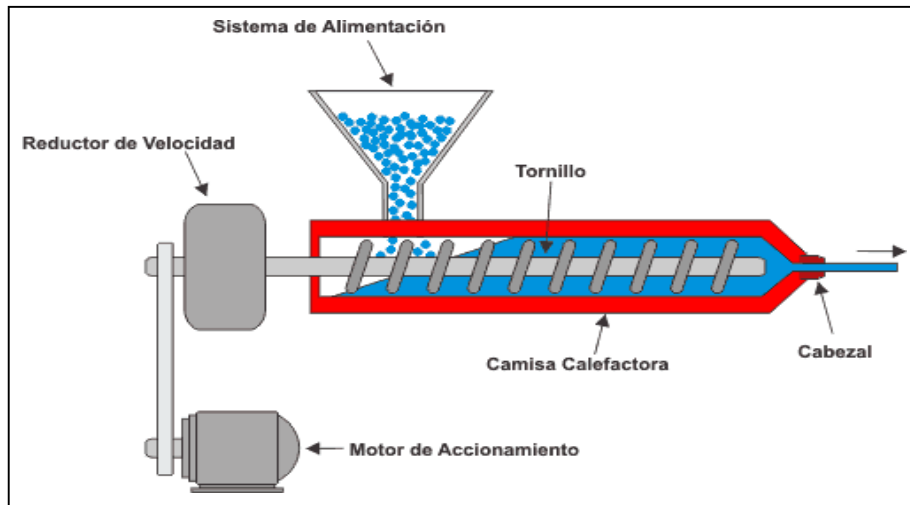
A continuación, se muestran algunas de las técnicas más comunes para el procesamiento y moldeo de los polímeros, con especial énfasis en los termoplásticos.

a) Extrusión

Es una técnica de uso extendido para el procesamiento de termoplásticos, para la fabricación de materiales de sección constante, por ejemplo, tubos, laminas, planchas etc.

En el método de extrusión convencional, la materia prima ingresa a la extrusora en estado sólido dosificado (gránulos, pellets, etc.) luego la materia prima es forzada a desplazarse a través de un tornillo en el interior de una cámara de calefacción(ver figura 3), en este punto es plastificado y finalmente es dosificado de manera constante hacia la matriz de extrusión con la forma específica que se requiera y así se obtiene el producto, según se requiera puede ser un producto final o un material que continúe el proceso para obtener otro producto (Askeland 2013).

Figura 3. Procesamiento por extrusión

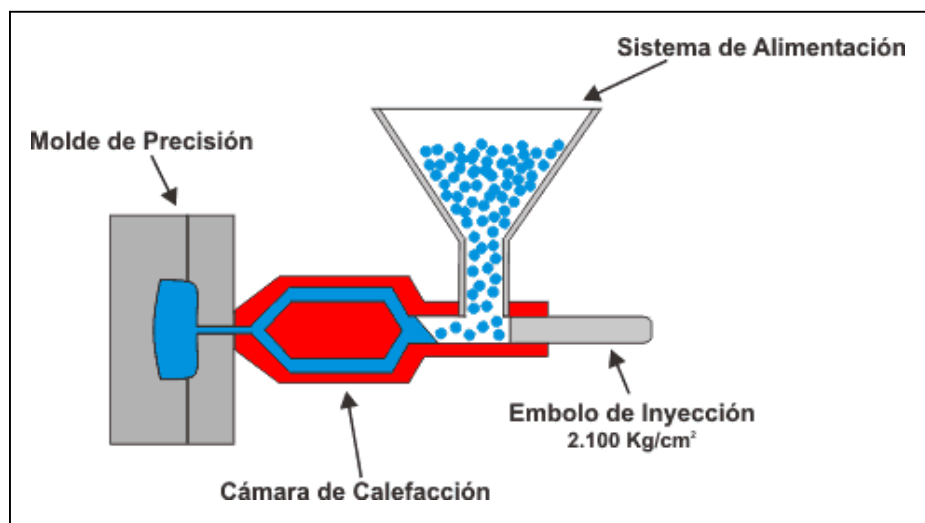


Fuente: textos científicos.com 2005

b) Moldeo por Inyección

Dicho proceso es de uso común en la fabricación de productos plásticos. El material es suministrado en una máquina inyectora, que lo plastifica (mezcla y funde la masa plástica) al pasar por la cámara de calefacción y luego la masa fundida es inyectada por desplazamiento positivo a través de un tornillo recíprocante o embolo, en una cavidad cerrada llamada molde. Cada molde tiene la forma del producto que se quiere fabricar, ya solidificado el molde, es retirado. (Torres 1999, 63)

Figura 4. Moldeo por inyección



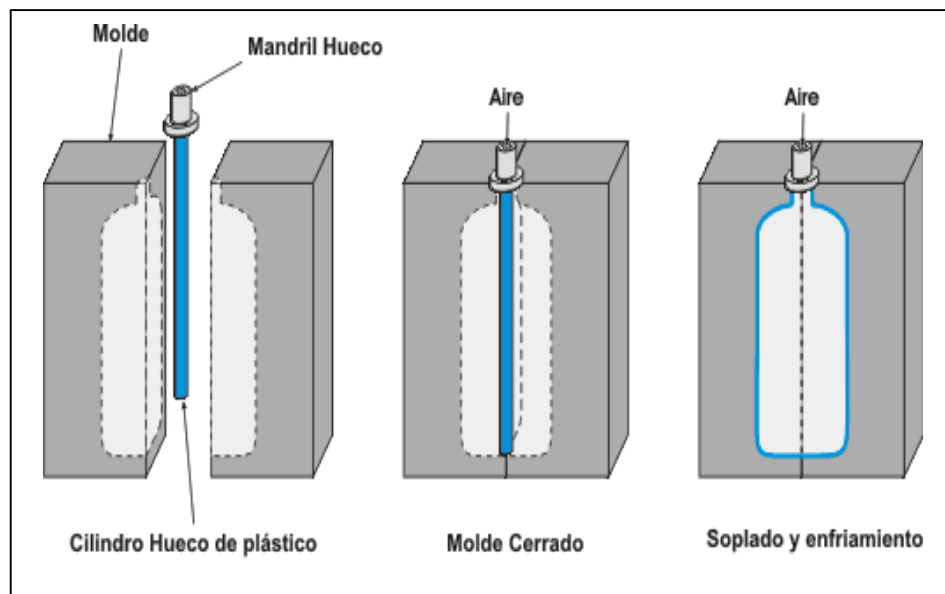
Fuente: textos científicos.com 2005

c) Moldeo por soplado

Este proceso es usado para la producción de objetos huecos de una sola apertura de menor dimensión que el diámetro mayor del producto, el ejemplo más común son las botellas, que son de gran demanda. Esta técnica tiene su origen en el soplado de botellas de vidrio.

Por lo general se fabrica inicialmente una proforma hueca (parisón) por un lado, luego se aplica aire a presión con lo cual, el parisón se expande contra las paredes del molde que tiene la forma del objeto que se intenta obtener. Dicho proceso es útil para la fabricación de botellas, recipientes y otras formas huecas de plástico (Torres 1999, 63).

Figura 5. Moldeo por soplado



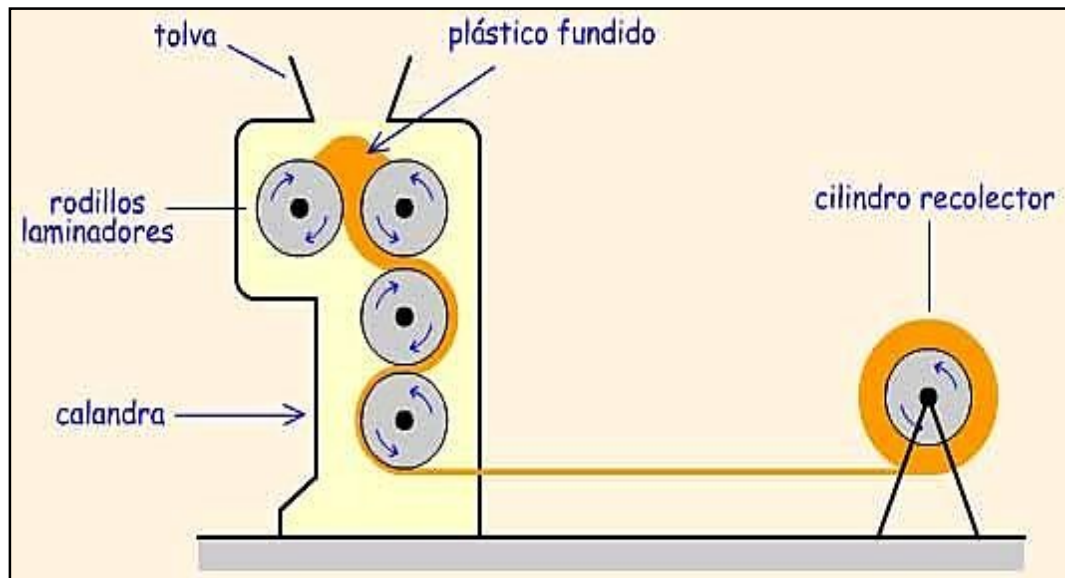
Fuente: textos científicos.com 2005

d) Calandrado

Este procedimiento es muy usado para la producción de películas y láminas de plástico. Consiste en desplazar el material a través de un conjunto de rodillos a determinada temperatura para así poder obtener una hoja delgada del polímero. Lo habitual es las combinaciones de cuatro rodillos con tres pasos de material. La técnica de calandrado es de uso extendido en la fabricación de films y láminas de PVC (Torres 1999, 63).

La figura 6 muestra una forma básica de moldeo por calandrado.

Figura 6. Moldeo por calandrado



Fuente: material design wordpress 2017

2.4. Manufactura Peruana

La industria manufacturera en el país no es precisamente de las más desarrolladas de la región, de hecho, Cárdenas (2009) en un artículo en la revista Pensamiento Crítico de la Universidad Nacional de San Marcos, asevera: *“es una industria ligera, poco articulada a los recursos naturales del país, de tecnología relativamente intermedia y que en gran parte del territorio nacional no existe”*.

Según datos del Censo Nacional de Establecimientos Manufactureros (INEI 2007), en el Perú se contabilizaron 111,347 empresas manufactureras, siendo el rubro textil, la actividad industrial de mayor cantidad de empresas, ascendiendo a 23391, y estas representan el 21,01% de la actividad manufacturera en el país y la industria del petróleo y derivados con 37 empresas que representan 0.033% del tejido manufacturero nacional.

También se observa que la densidad de capital es muy diversa, esta densidad depende en gran medida del nivel de inversión, número de trabajadores, etc. Los datos demuestran respecto al número de trabajadores, que existen industrias que son intensivas en empleo como por ejemplo la agroindustria y el sector textil. Mientras otras son intensivas en capital en este caso encontramos la industria del acero, el petróleo, el cemento.

Tabla 4. Empresas por actividad individual en I manufactura

Orden de magnitud	Actividad industrial	Número de empresas	%
1	Textil	23391	21.01
2	Madera y papeles	19269	17.31
3	Metalmecánica	16671	14.97
4	Agroindustria	16099	14.46
5	Otras manufacturas	14080	12.65
6	Edición e impresión	9250	8.307
7	Pieles y cueros	4819	4.328
8	Minería no metálica	3554	3.192
9	Químicos	2602	2.337
10	Joyas y artículos conexos	1114	1
11	Pesca	169	0.152
12	Siderometalúrgica	156	0.14
13	Instrumentos de óptica y relojes	136	0.122
14	Petróleo y derivados	37	0.033
TOTAL MANUFACTURA		111347	100

Fuente: Censo Nacional de establecimientos manufactureros 2007

Otra característica de la industria nacional, es la concentración de la actividad en la capital de la república, Lima con más del 50% de las empresas de manufactura, 58475 empresas. Se aprecia también que después de Lima, las capitales de departamento con acceso al litoral, como son Arequipa (6942 empresas) y Trujillo (4966 empresas) son las que tienen mayor cantidad de empresas manufactureras. Ver tabla 4.

Otra realidad muy distinta es la que se aprecia en los departamentos de Huancavelica y Madre de Dios que representan el 0.325% y 0.189% del total de empresas del rubro, no es un detalle menor su ubicación geográfica y la calidad de sus medios de comunicación y transporte.

Los datos nos demuestran que los medios de comunicación, vías de acceso, puertos etc. son de suma importancia para lograr el desarrollo de la industria nacional (Cárdenas 2009, 18).

Haciendo una revisión de datos más recientes, en líneas generales las características de la industria manufacturera nacional no han variado mucho.

La actividad industrial en el país es aún insuficiente y poco decidida a fomentar el desarrollo, es muy poco lo hecho por las partes interesadas para que la industria pueda ser considerada como una actividad estratégica para el desarrollo nacional.

Sin embargo, es importante mencionar los aportes de la industria a la economía actual, por ejemplo, según datos del INEI a diciembre de 2017, la industria manufacturera aporta el 13% del PBI nacional, siendo Lima, Arequipa y Trujillo las ciudades que más contribuyen al PBI industrial con una participación de más del 70%. En lo que respecta al empleo, la Sociedad Nacional de Industrias informa que la manufactura local genera 1.5 millones de empleos (SNI 2017).

Tabla 5. Distribución de industrias por región

Región	Número de empresas	Participación %
Lima	90795	52.4
Arequipa	10266	5.9
La Libertad	9615	5.5
Puno	6195	3.6
Cusco	6123	3.5
Junín	5944	3.4
Callao	5386	3.1
Piura	5267	3.0
Lambayeque	4811	2.8
Cajamarca	3569	2.1
Áncash	3450	2.0
San Martín	2904	1.7
Huánuco	2609	1.5
Ica	2588	1.5
Tacna	2438	1.4
Loreto	2209	1.3
Ucayali	1773	1.0
Ayacucho	1645	0.9
Apurímac	1383	0.8
Madre de Dios	894	0.5
Moquegua	797	0.5
Amazonas	783	0.5
Pasco	766	0.4
Huancavelica	637	0.4
Tumbes	580	0.3
TOTAL	173427	100.0

Fuente: INEI 2016

No se apreciaba un crecimiento considerable en el empleo industrial manufacturero en los últimos años en el país, más allá de las condiciones externas que ha experimentado el país que han incentivado ciertas actividades conexas a servicios y comercio. Ver tabla 6.

Es notoria la falta de una política industrial de parte del estado que brinde las condiciones y apoyo necesario para la creación y fortalecimiento de empresas del rubro manufactura de mayor contenido tecnológico, que elaboren productos con el mayor valor agregado posible, y esto a su vez genere empleo de calidad con remuneraciones dignas, con el fin de obtener el bienestar común. (Garavito y Muñoz 2012)

Tabla 6. Tejido empresarial industrial nacional

Actividad económica	Número de empresas	Participación %
Textil y de cuero	53365	30.8
Alimentos y bebidas	29179	16.8
Madera y Muebles	27367	15.8
Papel, imprenta y reproducción grabaciones	20651	11.9
Química	4703	2.7
Productos metálicos	27591	15.9
Productos minerales no metálicos	3656	2.1
Metálicas Básicas	1108	0.6
Otros productos manufactureros	5807	3.3
TOTAL	173427	100

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias 2018

2.4.1. La industria del plástico en el Perú

Esta industria abarca la fabricación de productos, así como laminas, films, hojas, películas, cintas, tubos, mangueras y otras formas de autoadhesivos, recubrimientos de plástico para superficies, como techos, pisos, y otros productos primarios de plástico.

La materia prima que se usa para la fabricación de dichos productos, son proporcionados por la industria petroquímica que, a partir de metano, etileno, propileno, etc. ofrece compuestos de alto valor, usados como materias intermedias para una variedad de polímeros, como por ejemplo el Policloruro de Vinilo (PVC).

Cabe mencionar que la industria petroquímica en el país, es inexistente, por tal motivo este subsector se ve en la necesidad de importar sus insumos químicos básicos, usados en sus procesos de fabricación, lo cual significa un incremento en sus costos de producción, y con ello pérdida de competitividad.

Según la clasificación de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), la fabricación de artículos plásticos forma parte del rubro de manufactura de bienes intermedios.

La SNI lo conforman un conjunto de comités de los distintos sectores industriales del país, uno de ellos es el Comité de plásticos, este comité a su vez agrupa a 47 empresas dedicadas al rubro de la fabricación de plásticos. El comité tiene por finalidad: *“La promoción y fomento del desarrollo de la industria de plásticos, representar y defender los intereses de los miembros como industria, estudiar y proponer normas técnicas ante los organismos estatales correspondientes, y brindar asesorías”* (Comité de Plásticos de la Sociedad Nacional de Industrias 2012).

En palabras del presidente del comité de plásticos de la sociedad nacional de industrias, las actividades económicas importantes que fomentan la industria plástica son la construcción con un 13,8%, el comercio aporta el 10.6%, la fabricación de productos de plástico contribuye en un 8.5% y la elaboración de bebidas no alcohólicas con 5% (SNI 2015).

2.4.2. Producción de plástico en el Perú

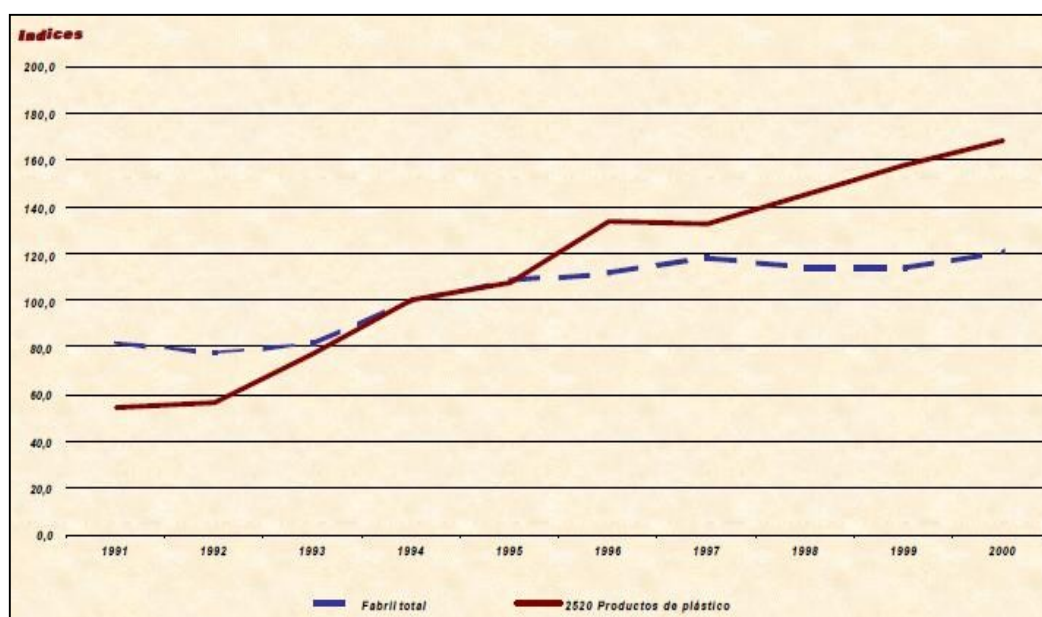
Los diversos productos de este sector, son utilizados por distintas industrias como, por ejemplo, las industrias de bebidas y gaseosas hacen uso de botellas y cajas de plástico para su envasado y transporte, la industria farmacéutica consume frascos y envases diversos para sus

medicamentos, la pesca y agricultura necesitan de sacos, mantas y cajas de cosecha para sus labores, la industria de la construcción requiere de tuberías, mangueras, accesorios de tuberías, etc. para la realización de sus proyectos.

Por sus excelentes cualidades, relativo bajo costo de producción, y su facilidad de moldeo, los plásticos han ido ganando terreno en distintos rubros como se mencionó anteriormente. Entre los años 1991 y 2000 la producción de las empresas manufactureras plásticas experimento un notable crecimiento casi ininterrumpido, registrando una tasa de crecimiento anual de 13.9%, mientras la manufactura total alcanzo una media de 4.8% por año, en el mismo periodo analizado. El único año que se produjo una disminución fue el 1997, la producción se redujo en 1%, luego el resto de años las tasas fueron positivas (ver figura 7).

Las empresas embotelladoras de bebidas han tenido mucho que ver con este fenómeno ya que estas son las que requieren de proformas de envase PET para sus procesos. También los envases de uso industrial y sacos de polipropileno, utilizados para envasar harina de pescado y productos agrícolas han estimulado el crecimiento de dicha industria (MITINCI 2000).

Figura 7. Evolución de la producción – Índice de volumen físico



Fuente: Aduanas/Infosiem 2000.

Los datos de Sunat en diciembre del año 2000, mostraban un registro de 1022 empresas operativas a nivel nacional, es importante mencionar que aquel dato incluye a las empresas manufactureras y de servicios relacionados a dicho rubro industrial, tanto micro, pequeña, mediana y gran empresa, también como persona natural y jurídica. La mayor concentración se aprecia en Lima, con 872 empresas (natural y jurídica) que representan el 85.3% del total, como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7. Concentración geográfica de la industria del plástico

REGION	Natural		Jurídica		Total	
	Empresas	%	Empresas	%	Empresas	%
Lima	245	78.9	627	87.7	872	85.3
Callao	13	4.2	42	5.9	55	5.4
La libertad	14	4.6	9	1.3	23	2.3
Arequipa	9	2.9	13	1.8	22	2.2
Otros	26	8.5	24	3.4	50	4.9
TOTAL	307	100	715	100	1022	100
% TOTAL		30		70		100

Fuente: MITINCI-INFOSIEM 2000

La producción de envases plásticos es la más preponderante con aproximadamente el 46% de participación dentro del sector, siendo la producción de preformas requeridas por las embotelladoras las que mayor impulso dan a este rubro.

Luego de las preformas para botellas, la demanda de envases PET también impulsan la producción plástica, y que se tienen otros productos como galones, cilindros, sacos, bolsas, etc.

Entre otros productos plásticos que complementan el mercado nacional, se tienen los tubos, artículos de menaje, de oficina y vestimenta. De la producción total se calcula que el 77% se consume en el mercado de Lima, en provincias el 21%, y el 2% para exportación. Según CONASEV y respecto a las ventas de 1999 se elaboró un listado de las principales empresas de la industria plástica: Peruplast S.A., Tech Pack S.A., Flexo

Plast S.A. estas primeras fabricantes de bolsas de polietileno, envases flexibles, laminados de polipropileno. Dentro de este listado aparece Norsac S.A. una empresa trujillana dedicada a la fabricación de sacos tejidos de polipropileno, y telas de polipropileno (MITINCI-Oficina Estadística 2000).

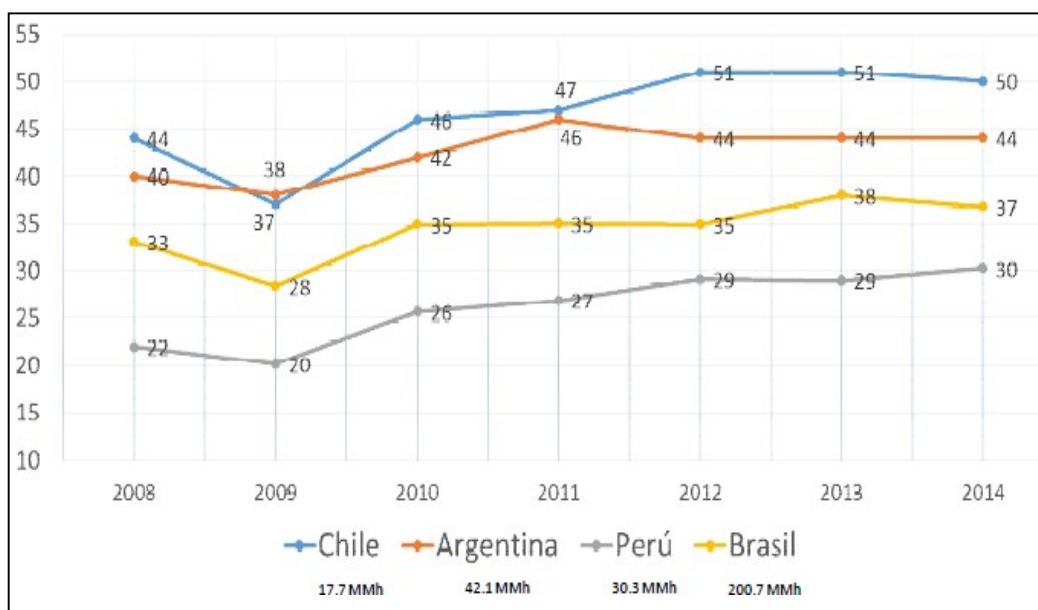
2.4.3. Consumo de plástico en el Perú

El consumo promedio anual de plástico, en el país es de 30 kilogramos por habitante (kg /hab), en este mismo rubro en Brasil es de 37kg/hab; en Argentina, 44kg/hab; y en Chile, 50 kg/hab (IMEX Aduanas 2016).

De otro lado, el consumo de plástico per cápita en América Latina es de 31 kg/hab. En cambio, en este mismo segmento, en África es de 22 kg/hab; en el Sudeste Asiático, 24 kg/hab; Europa del Este, 24 kg/hab; Japón, 116 kg/hab; Europa, 136 kg/hab; y Estados Unidos, 148 kg/hab (IMEX Aduanas 2016).

Se tiene casi preestablecido que el consumo de plástico está directamente relacionado con el desarrollo de las naciones. Siguiendo esta premisa, los valores antes mencionados muestran que la industria plástica peruana tiene aún mucho espacio para experimentar crecimiento.

Figura 8. Consumo anual de plásticos por habitante (Kg/hab.)



Fuente: ASIPLA Chile, CAIP Argentina 2016

2.5. La industria y mantenimiento

En la actualidad las empresas, para nuestro caso las industrias de manufactura se enfrentan constantemente a mejorar sus procesos y operaciones, a observar su forma de hacer empresa. Lo que fue aceptable hace algunos años ahora ya no lo es, existen nuevos enfoques y paradigmas. Aquellas organizaciones que no se adecuen a estos nuevos entornos, estarán en desventaja, serán desplazadas y condenadas a desaparecer. Es ahí donde habita la vital importancia de la innovación y la mejora continua, como motor de desarrollo en la industria de manufactura.

Esta nueva situación obliga a los responsables de la administración a optimizar todos los procesos que se realizan dentro de la organización. El mantenimiento, como sistema cumple una función de suma importancia en la consecución de objetivos y metas de la organización, contribuye en la disminución de costos, reducción de los tiempos muertos de los equipos, incrementa la calidad, aumenta la productividad, con lo cual se obtienen equipos confiables y listos para producir elementos que puedan satisfacer las necesidades de los clientes.

Debemos tener en cuenta que un sistema, hace referencia a un conjunto de componentes que interactúan de forma combinada para la obtención un objetivo común. *“El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que pueda realizar las funciones designadas”* (Duffuaa, Raouf y Dixon Campbell 2000, 29).

Optimizar la gestión de mantenimiento consiste necesariamente en hacer un uso adecuado de los recursos a disposición. El rol de la función planificación, es justamente eso planificar, prever los recursos (mano de obra, materiales, herramientas, instrumentos, repuestos, consumibles, etc.).

2.5.1. Evolución de mantenimiento

La historia del mantenimiento, está vinculada directamente con los inicios de la empresa, con la aparición misma de la maquinaria que era utilizada para la producción de un bien o un servicio, con el fin de satisfacer las necesidades existentes.

Desde principios del siglo XX en Estados Unidos, se podían apreciar ciertos sistemas organizacionales de mantenimiento, que tenían por objetivo dar solución a las fallas imprevistas en las máquinas y equipos. Es decir, lo que hoy se conoce como mantenimiento correctivo (Mora 2009)

Con el transcurrir del tiempo las tecnologías y las necesidades fueron cambiando, se avanzó en la eficiencia de los procesos industriales y se incrementaron considerablemente los volúmenes de producción, con ello las exigencias fueron otras, ya no solo se pretendía corregir una falla, si no evitar la ocurrencia de esta y con ello tener la maquinaria produciendo el mayor tiempo posible. Se comenzó a desarrollar procesos de prevención de averías. Ver tabla 8.

Tabla 8. Evolución histórica de mantenimiento

		Producción-Manufactura		Mantenimiento e ingeniería de fábricas	
Etapa	Sucede aproximadamente	Orientación hacia...	Necesidad específica	Orientación hacia...	Objetivo que pretende
I	Antes de 1950	El producto	Generar el producto	Hacer acciones correctivas	Reparar fallas imprevistas
II	Entre 1950 y 1959	La producción	Estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	Prevenir, predecir y reparar fallas
III	Entre 1960 y 1980	La productividad	Optimizar la producción	Establecer tácticas de mantenimiento	Gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	Entre 1981 y 1995	La competitividad	Mejorar índices mundiales	Implementar una estrategia	Medir costos, compararse predecir índices, etc.
V	Entre 1996 y 2003	La innovación tecnológica			
VI	Desde 2004	Gestión de operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias, anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimiento-predicciones-pronósticos-gestión de activos.			

Fuente: Mantenimiento; Planeación, Ejecución y control 2009.

En los tiempos actuales el desarrollo de diversos campos de la ciencia, relacionados con la ingeniería, las máquinas y los equipos, exige a las áreas de mantenimiento tener un conocimiento amplio, también específico de diversas disciplinas, metodologías de trabajo, y una adecuada aplicación de las mismas, ya que con esto se puede garantizar la

disponibilidad y correcto funcionamiento de los activos físicos involucrados en los procesos productivos.

2.5.2. Definición de mantenimiento

Según la norma DIN 31051(Instituto Alemán para la Normalización): el mantenimiento engloba una serie de actividades para mantener y restablecer la condición ideal de un sistema, así como la determinación de la situación real de un determinado sistema a través de medios técnicos. Para realizar los trabajos de mantenimiento en un sistema o recuperación del mismo, se pueden realizar estas actividades:

- a) Conservación: se refiere a las actividades que se pueden realizar para que un equipo mantenga un correcto funcionamiento, ejemplo: limpieza, lubricación
- b) Inspección: se refiere al conjunto de procesos que permiten evaluar la situación real y característica de un sistema, por ejemplo: la medición de parámetros preestablecidos, los datos que serán útiles al realizar la inspección serán denominación del equipo, las tareas a efectuar, duración de las actividades, herramientas necesarias, materiales requeridos,cantidad y calificación del personal que ejecutará la tarea.
- c) Reparación: se conoce a las actividades que se realizan para volver a la situación ideal a un sistema o equipo que haya fallado, ejemplo: sustitución de un componente que sufrió daño.

Tavares (2000) señala los elementos que definen la gestión del mantenimiento. A continuación:

- Disponibilidad de los activos físicos, equipos, maquinaria, instalaciones y su relación con la calidad del servicio.
- Rentabilidad de los activos físicos.
- Seguridad de las personas, activos físicos y entorno

Otros autores, como Duffuaa (2000), consideran al mantenimiento como un importante factor en la calidad de los productos, por tanto, una estrategia adecuada contribuye a la competitividad de la organización.

En la actualidad vivimos inmersos en un mercado altamente competitivo, en donde los equipos y maquinaria deben estar siempre en óptimas condiciones y, además, disponibles para producir. El costo asumido por fallas en los equipos es muy alto, e impactará de forma directa en una menor productividad, menor calidad y mayores costos de operación.

Por tal razón las empresas deben considerar el mantenimiento como una herramienta de suma importancia, que no solamente les permitirá obtener alguna certificación que ya de por si es algo muy valorado, sino que se debe hacer propia una cultura de calidad, de mejora continua, que debe responder a un objetivo superior y que juega un papel sumamente importante, que es la satisfacción de los clientes.

Se tiene entendido que el mantenimiento surgió como un costo necesario para evitar o reducir las fallas de las máquinas, y su efecto negativo en el proceso productivo. También se sabe que el mantenimiento está compuesto por todas aquellas actividades que tienen por finalidad reducir las fallas y restablecer el sistema a su estado operativo cuando este se ha visto afectado por alguna falla (Mora 2009).

Actualmente, es una ley no escrita en la industria, que toda actividad que no añada valor al proceso, se debe eliminar; pero también es sabido que todo sistema real puede fallar en algún determinado momento, por tanto, mantenimiento resulta ser un área de suma importancia y clave en la producción actual.

La gestión de mantenimiento se puede definir como el conjunto de actividades de diseño, planificación, ejecución y control que tienen como objetivo reducir al mínimo los costos asociados al inadecuado funcionamiento de la maquinaria de una organización (Tavares 2000).

2.5.3. Tipos de mantenimiento

Se tiene los siguientes tipos de mantenimiento;

- a) **Correctivo:** el mantenimiento correctivo, también llamado reactivo, es el que se realiza luego de producido algún error en el sistema, por lo general cuando algún equipo o conjunto de equipos presenta falla. Al

realizar este tipo de mantenimiento hay una detención del proceso productivo, con lo cual se disminuye el tiempo productivo. Los mantenimientos correctivos no se realizan si no existen fallas. No es predecible respecto a los costos y tiempos de realización.

- b) Preventivo: también se le conoce con el nombre de mantenimiento planificado, se realiza previamente a la ocurrencia de alguna falla en el sistema. Por el hecho de ser una actividad planificada, se puede realizar en los tiempos que el equipo no esté trabajando. Este mantenimiento sí es predecible en lo que respecta a los costos, así como también el tiempo que pueda demandar dicha actividad.
- c) Predictivo: este mantenimiento intenta determinar la condición técnica de un equipo cuando está en funcionamiento. Para poder aplicar este tipo de mantenimiento se hace uso de metodologías predictivas (análisis de vibraciones, análisis de aceite, termografía etc.) que permitan conocer las condiciones del equipo. Este mantenimiento reduce considerablemente las interrupciones del proceso productivo, generadas por los mantenimientos correctivos. Con lo cual disminuyen los costos de mantenimiento y paradas de producción.

2.5.4. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores son sumamente útiles para medir la eficiencia y eficacia de las actividades realizadas, aquí algunos de ellos;

- a) Disponibilidad total

Es uno de los indicadores de mayor importancia en mantenimiento, el cálculo correcto de dicho indicador nos proporcionará valiosa información. Se obtiene de la división del n° de horas que un equipo tiene disponible para producir y el n° de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Este cálculo se puede hacer por cada equipo de un sistema o una línea completa de producción, según las necesidades de cada entorno.

- b) MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallas)

Este indicador muestra la frecuencia con que suceden las fallas:

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del periodo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

c) MTTR (Tiempo medio de reparación)

Con este indicador podemos conocer la importancia de las fallas que ocurren en un equipo considerando el tiempo medio que nos toma restablecer un equipo a su condición inicial.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averia}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

2.5.5. Mantenimiento Productivo Total

El Mantenimiento Productivo Total, conocido también como TPM, por sus siglas en inglés (Total Productive Maintenance), tiene su origen en Estados Unidos, y sus bases teóricas se pueden apreciar en los conceptos de mantenimiento preventivo de los años posteriores a la segunda guerra mundial. (Tecsups 2010).

TPM es una filosofía de mantenimiento que tiene por finalidad eliminar definitivamente las mermas en producción ocasionadas por la condición de los equipos, es decir, tener los equipos disponibles para producir a su máxima capacidad posible, productos de la mayor calidad.

Esto implica:

- a) Cero fallas
- b) Cero tiempos muertos
- c) Cero defectos debido a equipos en mal estado
- d) Sin disminución de rendimiento o de capacidad de producción debido a la maquinaria.

Entonces, TPM se refiere al mantenimiento que exige la productividad total o máxima, dentro del proceso productivo en el cual se lleve a cabo. Desde la perspectiva TPM se considera que un equipo que no esté operando, por motivo de ajuste o cambio, por una falla o que no trabaje a su velocidad de diseño, que no opera a su máxima capacidad, o que

fabrique productos que presentan defectos, ocasionan pérdidas para la empresa.

Según TPM existen seis grandes pérdidas, que interfieren en la eficiencia del proceso productivo:

- a) Fallas inesperadas en los equipos
- b) Ajustes y puesta a punto de los equipos (o tiempos muertos) que se traduce en pérdidas de tiempo al dar inicio a una nueva operación u otra etapa de la misma. El ejemplo clásico es un cambio de turno.
- c) Esperas, marchas en vacío y detenciones menores (averías menores) durante el proceso de producción que ocasiona pérdidas de tiempo, sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.
- d) Capacidad de operación restringida (la producción de un equipo no es la plena), que ocasiona pérdidas a la producción ya que no puede entregar la velocidad de diseño del proceso.
- e) Defectos en el proceso, esta situación genera pérdidas productivas ya que se tiene que hacer uso de recursos humanos y materiales para reprocesar algún producto, que no debió presentar fallas.
- f) Pérdidas de tiempo derivadas de la puesta en marcha de un proceso nuevo, periodo de prueba, marcha en vacío etc.

En consecuencia, una correcta y adecuada gestión del mantenimiento facilitará reducir las pérdidas (fallas, defectos de producción, capacidades reducidas, etc.) en el proceso productivo, con lo cual se genera una mayor disponibilidad de equipos, y sistemas, con esto a su vez se obtendrá un incremento en la productividad.

2.6. Proceso productivo y productividad

El proceso productivo se refiere a una serie de acciones diversas llevadas a cabo por un conjunto interrelacionado de personas y máquinas que, a través de un determinado proceso, logran transformar ciertos recursos en productos finales, pueden ser bienes o servicios (Chapman 2010).

Para la elaboración de un bien o producto se necesita de ciertos insumos, estos insumos llamados también factores de producción, son:

- Tierra: Se refiere a los recursos naturales que pueden ser de utilidad en el proceso productivo.
- Trabajo: Es el tiempo que invierten las personas para llevar a cabo la producción de un bien o servicio.
- Capital: Engloba a los bienes durables y/o activos físicos que intervienen para la fabricación algún producto determinado.

La productividad se debe entender como la relación entre el valor de la producción y los insumos, haciendo un adecuado uso de los recursos a disposición por una empresa o país. Esta definición se puede aplicar a una empresa, un sector de actividad económica o incluso a la economía de todo un país. (OIT 2002).

Una mayor productividad se refiere a la obtención de mayor producción con la misma cantidad recursos, o el lograr una producción mayor en volumen y calidad con la misma cantidad de insumos. Lo cual se puede representar con la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{Produccion}{Insumo}$$

Muy independientemente del tipo de sistema de producción, económico o político, el concepto de productividad es prácticamente el mismo. Por tanto, incluso si la productividad puede tener significados diferentes para distintas personas, la definición básica finalmente es la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos usados para la producción de tales bienes. (Prokopenko 1989).

2.6.1. Factores de la productividad

Los procesos de producción son sistemas sociales complejos, adaptables y progresivos. Las interrelaciones entre capital, trabajo y el medio ambiente social y organizativo son de vital importancia. Es por ello deben estar equilibradas y coordinadas en conjunto. (Prokopenko 1989).

A continuación, se muestra una clasificación que facilite la posibilidad de distinguir los factores sobre los cuales se puede ejercer control. Así el número de factores a analizar y en los cuales trabajar, se reduce notablemente, (Mukherjee y Singh 1975) sugieren la siguiente clasificación;

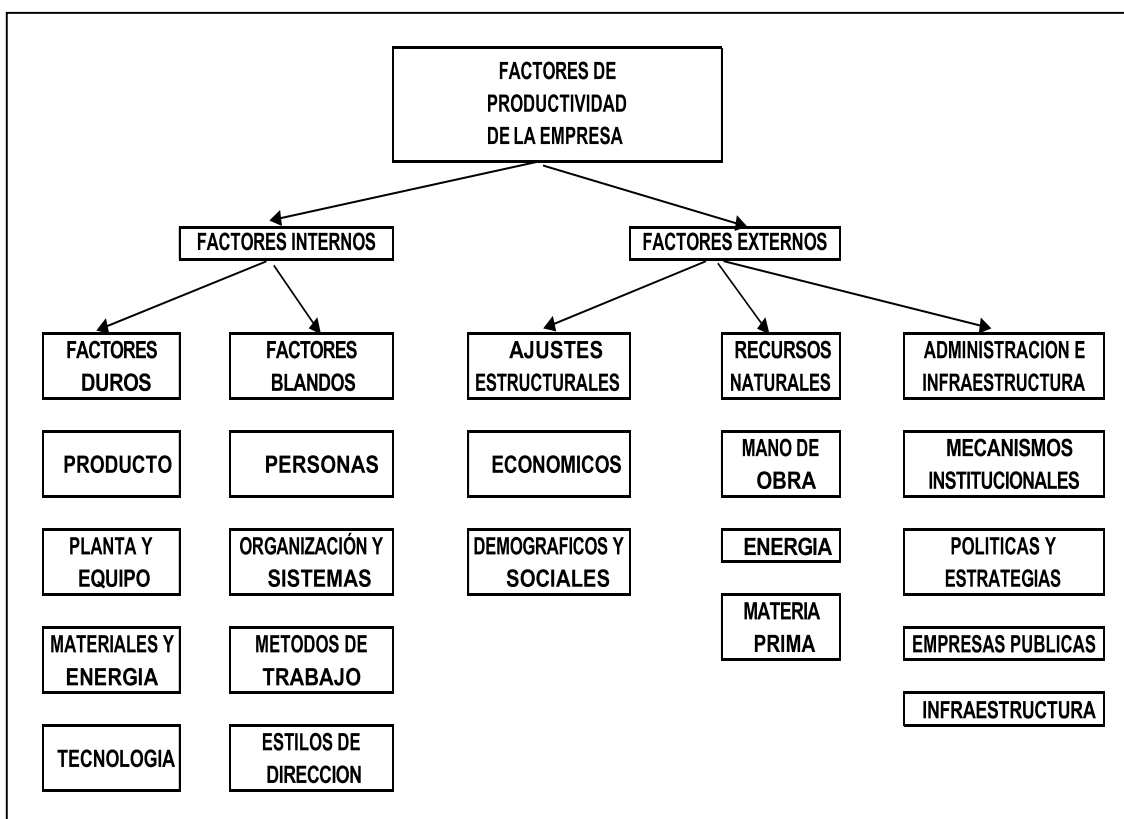
Podemos identificar dos categorías principales de factores de productividad:

- Externos (no controlables).
- Internos (controlables).

Los factores externos son los que están fuera del alcance de control de una empresa, y los factores internos son los que se pueden controlar de alguna manera, estos a su vez se subdividen en factores duros y factores blandos (Prokopenko 1989)

Para nuestro caso nos fijaremos en los factores internos (ver figura 9).

Figura 9. Factores de la productividad



Fuente: Gestión de la Productividad 1989

2.6.2. Factores duros

- a) Producto; se refiere al punto en que el producto cumple los requisitos de la producción. Aquí podemos mencionar el concepto de “valor de uso”, que se refiere al dinero que un potencial cliente esté dispuesto a pagar por un producto de una determinada calidad
- b) Planta y equipo; cumplen un rol muy importante en cualquier intento de mejoramiento de la productividad, a través de:

- una gestión adecuada de mantenimiento
- el funcionamiento de una planta, sistemas y equipos en las mejores condiciones posibles.
- Incremento de la capacidad de producción de la planta mediante la eliminación de los cuellos de botella y la toma de acciones correctivas.

- c) Tecnología; es sabido que la innovación tecnológica es un pilar importante en el incremento de la productividad, con ello se puede obtener una mayor producción de bienes y servicios, mediante la automatización del proceso productivo.

La automatización contribuye a su vez a la mejora de la manipulación de materiales, operación de equipos, sistemas de comunicación, aseguramiento de la calidad, etc.

- d) Materiales y energía; la reducción del consumo de materiales y energía pueden llegar a generar ahorros considerables. Aquí podemos incluir las materias primas y los materiales indirectos (materia prima, aceites, combustibles, repuesto de equipos, y materiales de embalaje de productos, etc.). Cabe mencionar los entre los aspectos importantes de la productividad de materiales, lo siguiente:

- Rendimiento del material: es necesario conocer detalladamente los productos de calidad que se obtienen de cada material usado. Depende de la elección del material idóneo, su calidad, control adecuado de proceso y el control de los productos defectuosos.

- Control de productos defectuosos, mermas y reprocesos;
- Uso de materiales de menor costo y que se ajuste a las necesidades del consumidor final.

2.6.3. Factores blandos

- a) Personas; si duda el recurso más importante cuando se pretende mejorar los procesos productivos son las personas, el recurso humano.

La motivación es de vital importancia en el comportamiento humano y, por ende, también en los esfuerzos para la mejora de la productividad en el ámbito de la empresa. Los requerimientos materiales son predominantes, pero ello no implica que los incentivos no financieros no sean eficaces para la obtención de mejoras productivas (Prokopenko 1989).

- b) Organización y sistemas; la organización necesita de un funcionamiento dinámico e interrelacionados entre sus distintos entes. Las actividades de la empresa deben estar orientadas a obtención de objetivos y debe estar sujeto a supervisión y control de forma constante.

En muchas empresas, una causa recurrente de la baja productividad es su rigidez organizacional. Las organizaciones rígidas por lo general presentan problemas con la comunicación horizontal. Habitualmente esto dificulta la toma de decisiones y no contribuye a la delegación de funciones para finalmente ejecutar las acciones.

- c) Métodos de trabajo; las técnicas vinculadas con la mejora de las metodologías de trabajo tienen como objetivo lograr que el trabajo operativo sea lo más productivo cuanto sea posible, mediante el mejoramiento de cómo estas tareas se llevan a cabo, las herramientas, instrumentos usados, lugar de trabajo, etc.

El perfeccionamiento de las metodologías de trabajo se logra con el análisis sistemático de los métodos usados actualmente, la erradicación de los trabajos innecesarios (es decir toda actividad que

no que no genera valor) y la ejecución del trabajo necesario con mayor eficiencia, menos tiempo y por ende menor costo.

2.6.4. Mejoramiento de la productividad a través del mantenimiento

El objetivo principal de una buena gestión del mantenimiento es el incremento de la productividad de la empresa. La productividad en cualquier empresa se verá influida por la cantidad, la variedad y la disponibilidad de la maquinaria que interviene en el proceso productivo.

La calidad del equipo, antigüedad del mismo y el nivel de tecnología influyen de manera notoria en la medición de la productividad de la empresa. Es conocido también que el uso eficiente de los factores de producción es de vital importancia para la disminución de los costos (Prokopenko 1989).

Se recomienda los métodos indicados, para una mejor operación de los equipos que interviene en el proceso productivo:

- Selección del equipo adecuado, según las necesidades;
- Planificación y programación de las actividades de mantenimiento;
- Capacitación de los operarios, para un correcto uso de los equipos.

Por lo general, se logra un buen sistema de mantenimiento cuando:

- Se definen los objetivos de manera clara, por ejemplo: incrementar la disponibilidad de los equipos, disminuir los mantenimientos correctivos, etc.
- Se involucra a todo el personal, desde la gerencia hasta el personal operativo, para la obtención de los objetos planteados.

2.7. Definición conceptual de la terminología empleada.

A continuación, los términos usados con mayor frecuencia en el presente proyecto de investigación.

Sistema; Conjunto de componentes interrelacionados, concebidos para realizar una función específica, en condiciones determinadas y en un intervalo preestablecido.

Equipo; Es una parte de un sistema con un propósito determinado (función requerida), por ejemplo; mezclar, transportar, clasificar.

Componente; Parte funcional de un equipo, puede ser reparable o no.

Ítem; Equipo, obra o instalación

Falla; Ocurrencia en un ítem que no permite su normal funcionamiento.

Línea; Conjunto de unidades, que procesan la materia prima para la obtención de un producto terminado.

Planta; Conjunto de líneas que interactúan en el proceso de producción.

Mantenimiento; Todas las acciones realizadas para que un ítem sea conservado o restaurado con el objetivo que permanezca de acuerdo a su función requerida.

Confiabilidad; Probabilidad de que un sistema o equipo cumpla su función requerida, en sus condiciones de uso, durante un intervalo determinado.

Mantenibilidad; Es la capacidad para que un equipo, bajo condiciones determinadas de uso, pueda ser mantenido o restaurado a una situación en que pueda ejecutar su función requerida.

Proceso productivo; Conjunto de actividades realizadas de manera planificada y sucesiva para la elaboración de un bien o servicio.

Productividad; Relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtención de la misma.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que el punto de partida es conocer a través de herramientas e instrumentos los procesos dentro del área de mantenimiento, para luego ser evaluados.

Pero también, es explicativa de cierto modo debido a que el plan de mejora de la gestión de mantenimiento generaría una afectación positiva a la eficiencia del proceso productivo, mediante la relación causa- efecto.

El diseño del presente trabajo de investigación es el no experimental, ya que fue una investigación que se efectuó sin que se realice una manipulación deliberada de las variables. Esto quiere decir, se observaron los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para posteriormente ser analizados.

3.2. Población y Muestra

Para el presente proyecto la población es la planta de producción de la empresa El Águila SRL.

La muestra está representada por los equipos productivos involucrados en la fabricación de los envases flexibles de polipropileno, es decir del proceso operativo, sin tomar en cuenta los procesos estratégicos y de soporte de la fábrica.

3.3. Hipótesis

El plan de mejora de la gestión de mantenimiento podría lograr un incremento de la eficiencia del proceso productivo de la planta.

3.4. Variables – Operacionalización

3.4.1. Variable independiente

Gestión de mantenimiento: Según DIN-31051, el mantenimiento engloba un conjunto de acciones para mantener y restablecer la situación ideal de un equipo, así como la determinación y evaluación del estado real de un sistema a través de medios técnicos.

Las medidas contienen actividades, tales como: conservación, inspección, reparación.

3.4.2. Variable dependiente

Eficiencia de proceso productivo; es el nivel de beneficio que se obtiene por la acción de movilizar recursos humanos y materiales para producir objetos o servicios sujetos a las formas y los costos que la demanda exige. (Ruffier 1998)

Tabla 9. Operacionalización de las variables

NOMBRE VARIABLE	DEFINICION TEORICA	DEFINICION PRACTICA	INDICADORES	SUB INDICADORES	TECNICA /INTRUMENTOS
Gestión de Mantenimiento	Conjunto de actividades que tienen la finalidad de asegurar la disponibilidad de los activos físicos de una industria.	Acciones que intentan restablecer o mantener el correcto funcionamiento de una máquina y/o conjunto de máquinas.	Fundamentos	La disponibilidad de los equipos afecta de forma directa al proceso productivo	Observación Medición
				El funcionamiento inadecuado de un equipo afecta la calidad del producto final.	
			Componentes	Recurso humano	Observación
				Procedimientos y tareas definidas	
			Gestión	Materiales, herramientas instrumentos	Medición
				Record de maquinaria, historial de equipos	
Eficiencia de proceso productivo	Manejo adecuado de los factores productivos haciendo uso de tecnología.	Elaboración de un producto final (bien o servicio) haciendo uso óptimo de los insumos.	Fundamentos	Record de maquinaria, historial de equipos	Medición
				Análisis de criticidad de equipos, herramientas de gestión.	
			Componentes	Record de maquinaria, historial de equipos	Medición
				Análisis de criticidad de equipos, herramientas de gestión.	
			Gestión	Record de maquinaria, historial de equipos	Medición
				Análisis de criticidad de equipos, herramientas de gestión.	

Fuente: Elaboración propia

3.5. Metodologías

3.5.1. Método de investigación

En el presente proyecto de investigación, se hace uso del método empírico, ya que una de las principales técnicas fue la observación.

3.5.2. Técnicas e instrumentos de investigación

Las fuentes a los que se acude para obtención de la información fueron en su mayoría de tipo primario, lo cual implica la aplicación de técnicas como de observación, flujogramas y documentación histórica de los equipos, maquinas y sistemas.

- A. Observación simple: Apreciación de la realidad del proceso de mantenimiento y sus características propias.
- B. Documentos históricos: Se hizo una revisión de la documentación hallada en el área, como manuales de operación, mantenimiento, catálogos de partes, etc.
- C. Diagrama de flujo: Herramienta a través de la cual se puede apreciar la secuencia gráfica de los procesos de producción y mantenimiento en la fábrica.
- D. Análisis FODA: Esta herramienta nos permite conocer la situación actual del proceso, con ello apreciar sus fortalezas y debilidades con el análisis interno y externo.
- E. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado: Con dicha herramienta se busca encontrar de manera sencilla las probables causas de un fallo o evento.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados

Los instrumentos de usados en el actual trabajo de investigación; son diferentes para cada una de las variables como las etapas del trabajo realizado.

A. Hoja de cálculo en Excel

Para procesar la información recopilada de los historiales de mantenimiento y de las acciones realizadas en cada intervención.

B. Draw.io

Software libre, útil para la elaboración de los flujogramas de procesos y sistemas de la empresa y del proceso de mantenimiento de los equipos productivos.

C. Encuesta

Por medio de cuestionarios realizados al personal de mantenimiento, y producción se intenta conocer de manera directa sus inquietudes y apreciaciones respecto al área de mantenimiento y los equipos.

3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos

3.7.1. Graficas de barras

Los valores se presentan en dos ejes cartesianos perpendiculares entre sí. Las gráficas lineales por lo general se usan para representar series en el tiempo, y es donde se muestran valores máximos y mínimos; se usan también para varias muestras en un diagrama.

3.7.2. Grafica de radar

Es una representación gráfica que muestra las diferencias entre el desempeño real y el ideal del proceso. Es útil para medir el desempeño y la identificación de fortalezas y debilidades. Este gráfico permite plasmar los datos obtenidos del cuestionario de mantenimiento, identificando y comparando el porcentaje de cumplimiento y el valor ideal al que se pretende llegar.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de la empresa

4.1.1. Reseña histórica

El Águila SRL, es una empresa peruana que se dedica a la fabricación y comercialización de telas y empaques flexibles de polipropileno en la región Lambayeque. Inició sus operaciones en el año 1998 y cuenta con una de las más modernas plantas en la región, equipada con adecuada tecnología para la producción de envases flexibles de polipropileno en sus distintas formas.

Su planta se encuentra ubicada en la Vía de Evitamiento Km. 2,5 en el distrito de La Victoria, provincia de Chiclayo. Ver Figura 10.

Figura 10. Ubicación de empresa El Águila SRL.



Fuente: Google Maps 2019

4.1.2. Misión

La empresa tiene por misión: *“Elaborar y comercializar productos de excelente calidad y precio justo para los diversos sectores productivos de la región, como son la agroindustria, pesquero, harinero, arrocero, avícola, cementero, tratando de lograr la satisfacción total de nuestros clientes, generar progreso y bienestar a los sectores que atendemos, a la comunidad y principalmente a nuestro gran equipo de trabajo. Trabajar*

profesionalmente con el sólo propósito de crecer junto a ustedes y avanzar hacia objetivos precisos, y en donde los bienes que producimos sean de óptima calidad para satisfacción suya y nuestra. Poseer y potenciar los envases de polipropileno de mejor calidad a nivel nacional e internacional y ser preferidos por los consumidores”, según su página web.

4.1.3. Visión

Además, su visión como empresa es: “Ser la empresa líder a nivel nacional en la fabricación de telas y envases de polipropileno, cumpliendo con estándares internacionales de calidad, generando desarrollo y progreso en nuestro rubro industrial. Mejorar la calidad de vida de los miembros de nuestra organización y comunidad. Crecimiento del valor de nuestra participación del mercado a través de nuestro portafolio de marcas registradas. Como líderes de nuestro tiempo en la fabricación de envases de polipropileno, queremos dirigir nuestras energías para brindarles a ustedes nuestros mejores productos”.

4.1.4. Política de la empresa

La empresa cuenta con políticas de calidad, y tiene como principios:

- a) Satisfacción de las expectativas de los clientes.
- b) Promover la mejora continua de los procesos, de manera eficiente.
- c) Orientar procesos a la obtención de objetivos.
- d) Desarrollar plenamente un sistema de gestión de la calidad.

4.1.5. Proceso productivo

En el **proceso productivo** para la obtención del saco, se puede distinguir claramente 3 procesos

- a) Extrusión
- b) Tramado (área de telares)
- c) Conversión (acabados)

El proceso de extrusión, es un proceso de moldeo continuo de un plástico, para este caso se usa como materia prima, pellets de polipropileno (PP) y ciertos aditivos que le dan las características propias a la cinta, como son:

color de cinta, densidad, y las propiedades mecánicas, en el extrusor dicha materia prima es fundida a 170° C aproximadamente, y forzada a desplazarse a través del tornillo, para llegar a la matriz, al pasar por la matriz la masa fundida toma la forma de la salida del cabezal, es decir una lámina plástica de espesor de 0.025-0.08mm, y 0.70 cm de ancho aproximadamente.

La lámina al salir de la matriz tiene una temperatura de 220°C-260°C, al pasar a la bañera de agua que se encuentra a unos 30°C-35°C, esta lámina se solidifica por el cambio de temperatura, posteriormente pasan por los empujes que son unos rodillos con un conjunto de navajas con un espaciado específico, las cuales cortan la lámina plástica en todo su ancho, generando así las cintas longitudinales con las dimensiones requeridas para determinado producto.

Luego dichas cintas pasan a través de los rodillos de estirado para darle sus propiedades mecánicas(resistencia), aplicando una temperatura controlada. El proceso de estirado suele ocasionar roturas de cinta, ya que el espesor de la cinta es muy delgado, por esta razón es muy importante que la materia prima no contenga impurezas. Posteriormente las cintas pasan los sistemas de succión y son alineados, luego las cintas van al sistema de bobinadoras, en donde se montan en las bobinas, obteniéndose así las bobinas de trama y urdimbre que será utilizada en los telares.

En el proceso de tramado (Telares) se definen las características visibles del producto, como son: ancho, largo, densidad.

Las bobinas obtenidas del proceso anterior se montan en los porta-bobinas de la máquina, aquí se despliega la cinta hacia el telar y a través de las lanzaderas se realiza el tejido, entrelazando las cintas de manera longitudinal y transversal.

En el proceso de tejido se necesita cambiar las bobinas de cinta antes del término, tanto en trama como urdimbre. Se obtiene una manga, que va montada en un cilindro, es decir un rollo.

Posteriormente, el área de impresión trabajará los rollos, si es que el cliente necesita un saco con algún diseño distintivo, con su marca o algún

logo. Este proceso lo realiza la impresora flexo gráfica en la cual se monta el rollo y es desplazado a través los rodillos que cuentan con un clicé, el cual lleva el arte del cliente (diseño distintivo), con esto deja su impresión en la manga. De ser necesario se pueden usar tintas de grado alimenticio, tintas son de origen orgánico, lo cual permite el envasado de productos comestibles.

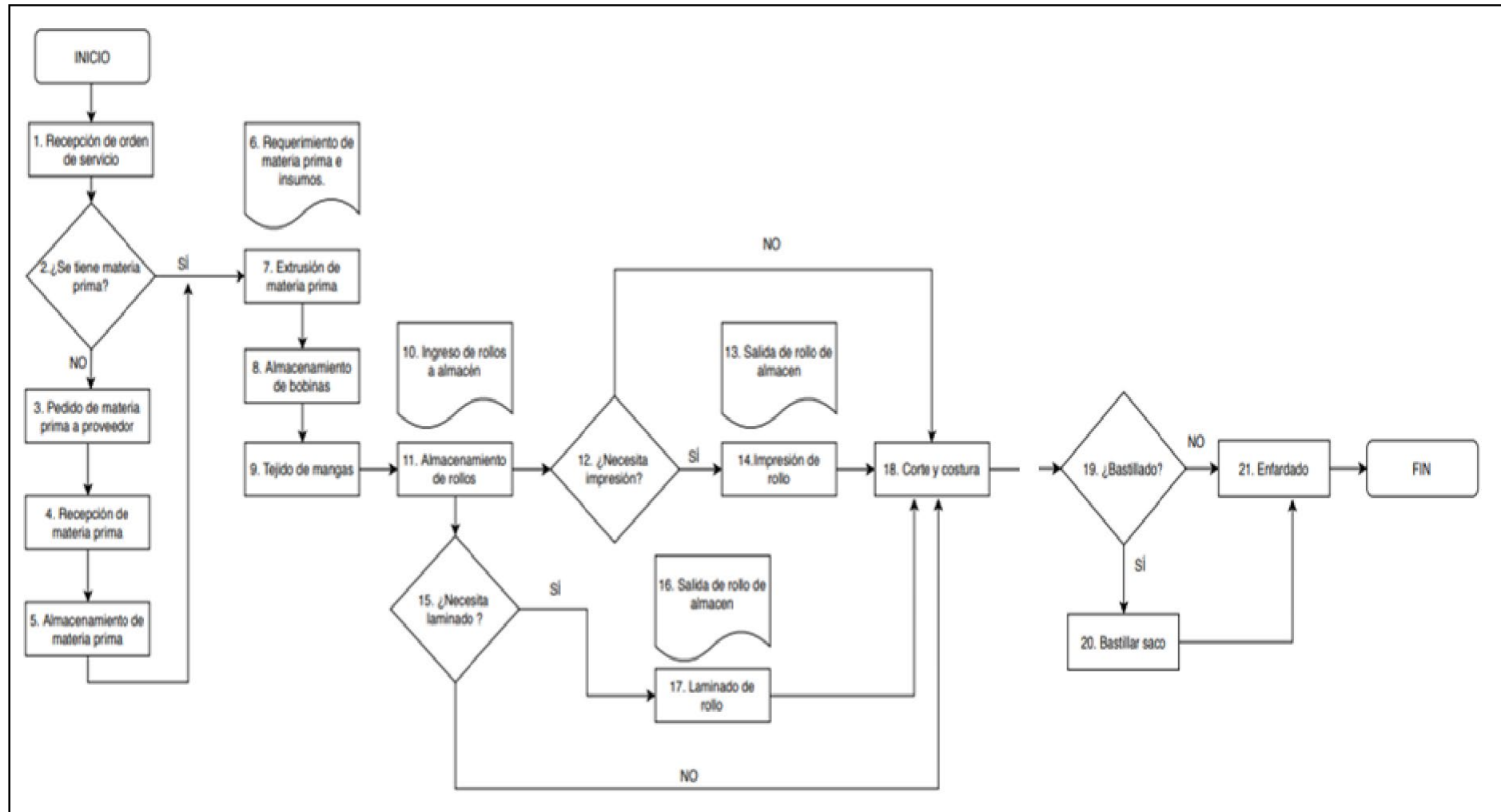
El laminado, es un proceso en el cual se recubre la superficie tejida, es decir el saco por una lámina de PP por medio de una extrusora (igual que el proceso de fabricación de cinta) y luego dicha lamina es fijada al tejido por unos rodillos. Esta superficie que se le adhiere al saco le proporciona una mayor resistencia y hermeticidad.

Luego se tiene el proceso de conversión, en el cual los rollos son cortados y cosidos mediante maquinas llamadas convertidores, estas máquinas cuentan con sistemas de corte en caliente y costura, incluso algunas máquinas pueden contar la producción, las cuales trabajan con modernos sistemas de PLC, y estos a su vez, hacen usos de la información captada por los distintos sensores de la máquina, como son de: posición, color, distancia, etc.

Terminado este proceso se obtienen finalmente los sacos, se hacen las verificaciones respecto a calidad y cantidad. Después los sacos se prensan y se entregan en fardos, ya que con esto se almacena y transporte con mayor facilidad.

La figura 11, muestra el diagrama de flujo del proceso productivo de la planta.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de producción



Fuente: El Águila SRL 2018

4.1.6. Los productos

La empresa produce telas y envases flexibles (sacos) de polipropileno con sus distintas variantes, así se tiene:

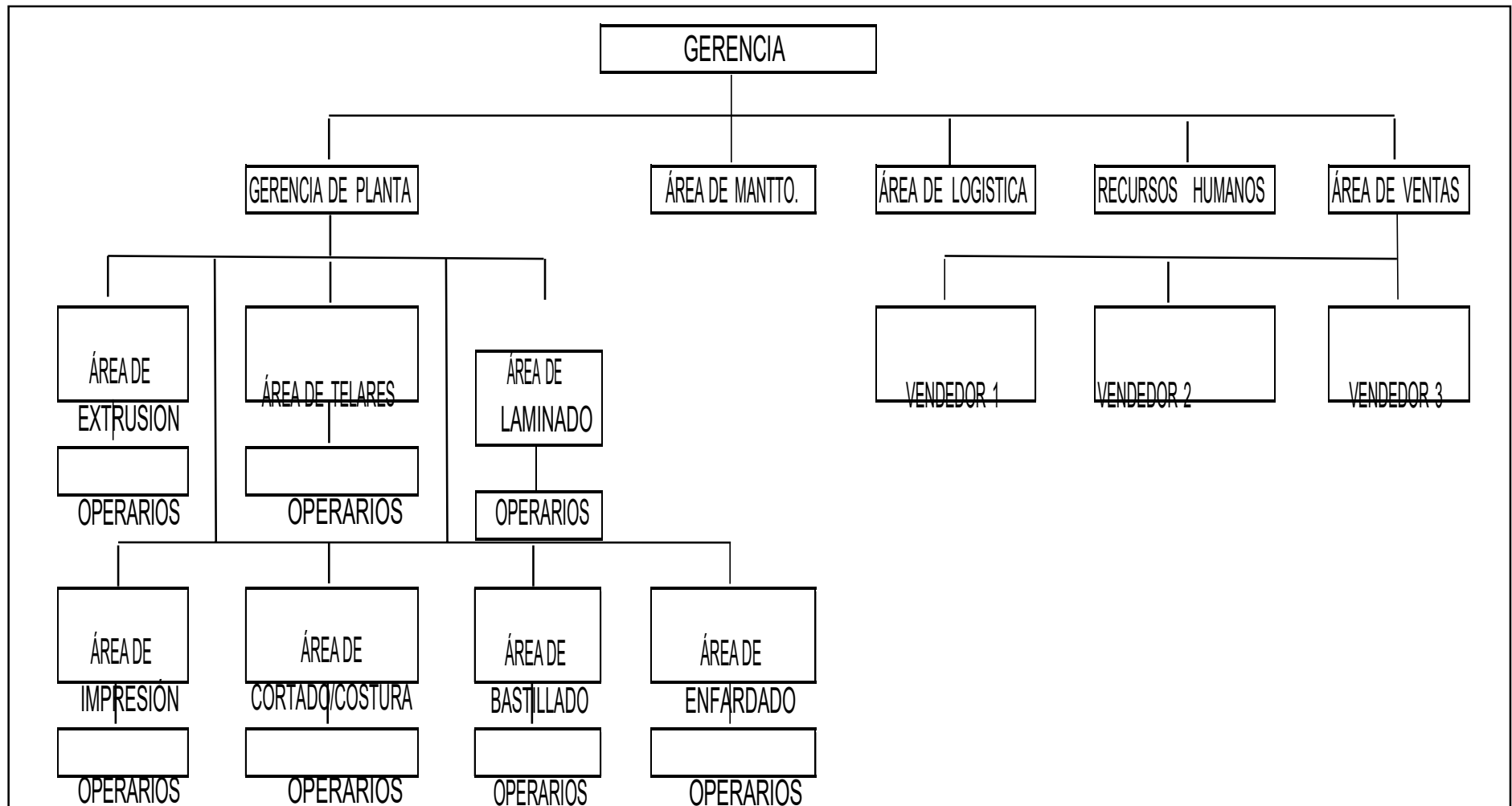
- a) Sacos tubulares, para diversos usos como, por ejemplo, envasado de harina de pescado, harina de trigo, azúcar, arroz, químicos, etc. con el diseño que requiera el cliente, con la opción de anchos de boca (de 30 a 85 cm) solicitada por cliente.
- b) Otro producto son los sacos malla (tipo leno), dicho producto es usado para envasar cebolla, limones, papas, frutas, verduras, etc. Estos sacos son livianos y resistentes con tejido de malla que permitela ventilación del producto que se envasa, ya que estos son por lo general productos perecibles.
- c) Saco laminado, que es básicamente un saco tubular; pero con la diferencia que tiene una capa de 'opp film', que es una película de polipropileno especial que le brinda al saco mayor resistencia y hermeticidad, con esto el saco puede transportar partículas muy pequeñas de material, sin temor a que exista una fuga.
- d) Además, se fabrican telas arpilleras o mantas, este producto es muy usado en la agroindustria para labores de secado de arroz, café o cacao, ya que se puede esparcir los productos sobre estas mantas, debido a que pueden cubrir una gran superficie de manera rápida y sencilla.

53

4.1.7. Estructura organizacional

En la empresa "El Águila" S.R.L., el sistema organizacional observado es vertical, con roles y responsabilidades claramente definidas en donde la autoridad proviene de un nivel inmediato superior y donde cada colaborador y/o subordinado es responsable, solamente ante su supervisor superior jerárquico inmediato, es decir la persona encargada de la planta de producción. (Ver figura 12)

Figura 12. Esquema organizacional de empresa



Fuente: El Águila SRL.2018

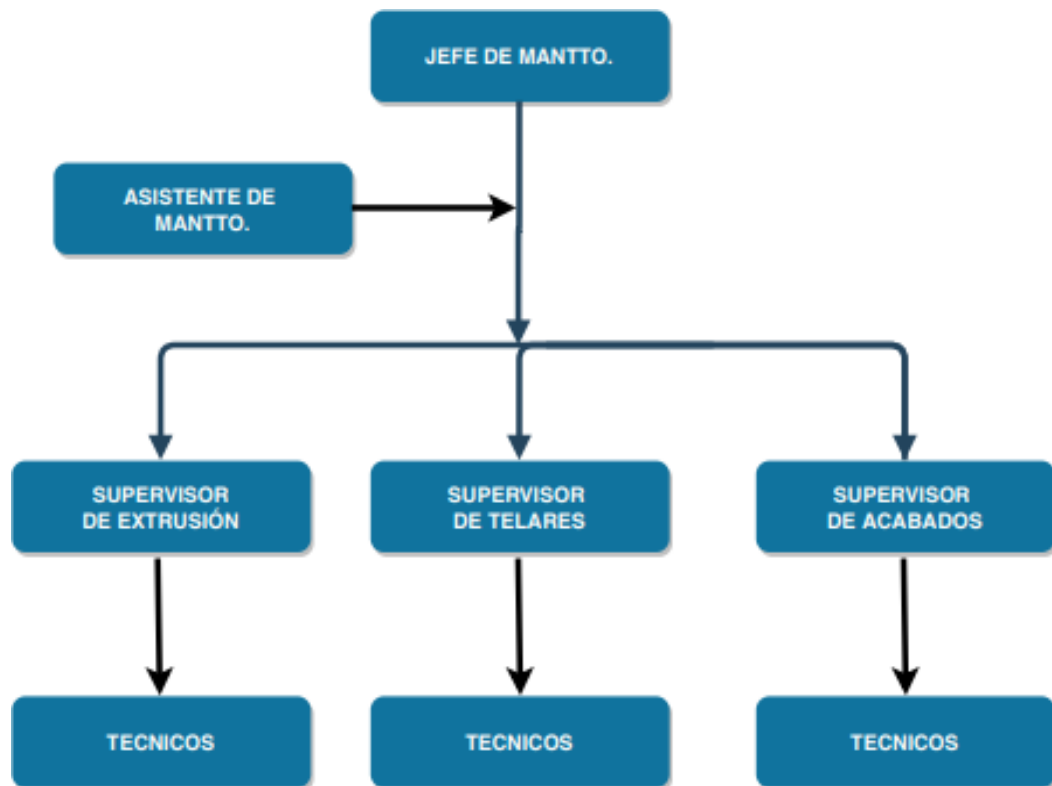
4.2. Área de Mantenimiento

El área de mantenimiento brinda soporte a las actividades de producción asegurando la disponibilidad de la maquinaria, equipos, sistemas auxiliares e infraestructura de la fábrica. Dicha área se encuentra en el mismo nivel jerárquico que jefatura de producción.

Las actividades de mantenimiento, tanto administrativas como operativas se desarrollan dentro de las instalaciones de la planta, se cuenta con un taller de aproximadamente 150 m², equipado con herramientas, instrumentos, repuestos y materiales adecuados para la realización de las actividades propias de mantenimiento.

El área de mantenimiento está conformada por el jefe de área, un asistente, tres supervisores de mantenimiento, uno por cada área (Área de extrusión, área de telares, área de acabados), nueve técnicos mecánicos (3 por cada área) y dos técnicos electricistas (ver figura 13).

Figura 13. Esquema organizacional de mantenimiento



55

Fuente: El Águila SRL. 2018

4.3. Funciones del área

Mantener y reponer en condición operativa todos los equipos de la planta.

El jefe y asistente de mantenimiento tienen la tarea de planificar y programar los trabajos de mantenimiento, definir los intervalos de mantenimiento, designar los recursos tanto materiales (instrumentos, herramientas, repuestos, insumos, etc.) adecuados, como también el recurso humano idóneo para cada actividad que se vaya a realizar en los equipos de la planta.

El área también se encarga de las coordinaciones para la contratación y/o alquiler de equipos, instrumentos, herramientas y servicios especializados para ciertos equipos de la planta; además son responsables de la elaboración de los procedimientos, y formatos del área con el fin de tener disponible toda la información técnica posible de la maquinaria actualizada y al alcance en el momento que sea requerida.

El supervisor de mantenimiento tiene a cargo la tarea de dirigir y supervisar la correcta realización de los trabajos de mantenimiento programados y no programados, que son realizados por el personal técnico de cada área, y de los trabajos realizados por terceros, respetando los procedimientos establecidos y así evitar poner en riesgo la integridad de los trabajadores, los equipos y el entorno.

4.4. Recursos del área

En toda empresa sea grande o pequeña los recursos son limitados y en nuestro caso no es la excepción, es por ello que es necesario distribuir los recursos de manera eficiente para asegurar la disponibilidad de los equipos y con esto reducir las posibles discontinuidades en el proceso productivo.

Actualmente no se cuenta con algún software especializado para las tareas de mantenimiento. La programación de mantenimiento y el registro de la información concerniente a los equipos se hace a través de tablas de Excel, con la ayuda de los manuales de operación, manuales de mantenimiento, catálogos de partes de los fabricantes, información histórica de los equipos y con la ayuda de los trabajadores más experimentados del área.

Respecto al recurso humano, en el área de mantenimiento laboran 15 personas y se cuenta con 5 practicantes.

4.5. Diagnóstico de situación actual

Las mejoras que se puedan realizar en el área de mantenimiento tendrán un impacto positivo directo en el proceso productivo. Por tanto, es necesario conocer los datos y los indicadores de dicho proceso.

A continuación, vemos el reporte de producción del periodo enero-junio del 2018, en la tabla 10.

Tabla 10. Reporte de producción – 1er semestre de 2018

Reporte de Produccion-Conversion 2018														
Periodo	Tiempo(Minutos)			Produccion(Unidades)		Indicadores		Clase						Clase B (%)
Mes	Disponible	Paradas	Trabajado	Proyectada	Real	Disponibilidad	Eficiencia de Proceso	Clase A		Clase B				B/(A+B)
								Sin Fallas	Costura	Telares	Laminado	Impresión	Conversion	
Enero	141900	36726	105174	4606507	2423403	74%	53%	2278674	30079	68739	5063	35656	5192	4,73%
								2308753		114650				
Febrero	120390	29560	90830	9334563	5126053	75%	55%	4869269	64274	95047	8501	80244	8718	3,76%
								4933543		192510				
Marzo	135580	9490	126090	9768960	4829259	93%	49%	4552508	54841	109230	9104	92906	10670	4,60%
								4607349		221910				
Abril	120850	14502	106348	7088016	3039752	88%	43%	2846102	46126	75083	5965	61246	5230	4,85%
								2892228		147524				
Mayo	145620	17475	128145	10494048	5225071	88%	50%	4890581	69225	142156	15369	94351	13389	5,08%
								4959806		265265				
Junio	140700	9849	130851	9989016	5389864	93%	54%	5074384	51751	128338	12362	106319	16710	4,89%
								5126135		263729				
				51281110	26033402	85%	51%	24827814		1205588				4,65%

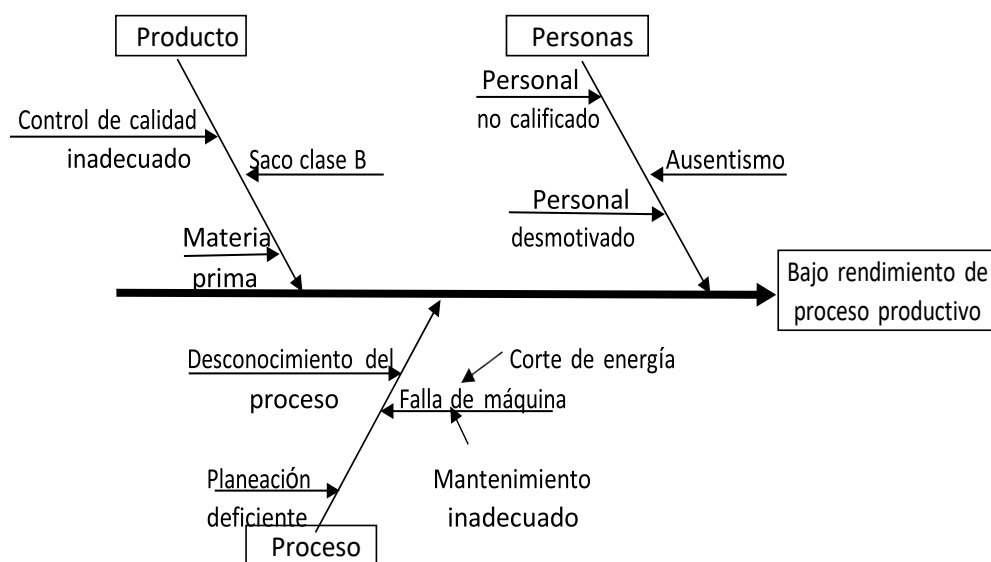
Fuente: El Águila SRL.

El cuadro nos muestra que la eficiencia del proceso productivo en el periodo enero-junio de 2018 es de 51%, un valor por debajo de lo esperado. El cuadro también indica que, del total de la producción, un 4,65 % en promedio representa la producción de sacos de clase B (producto con alguna imperfección) en el periodo antes mencionado.

Conociendo ahora este problema, el bajo nivel de eficiencia del proceso productivo, se procede a realizar un análisis de las causas probables que ocasionan este bajo nivel de eficiencia.

Haciendo uso de una herramienta grupal de fácil aplicación y con la ayuda de trabajadores del área de mantenimiento y producción se elabora el diagrama de Ishikawa (ver figura 14) para analizar el problema.

Figura 14. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

El análisis realizado nos muestra posibles causas del problema, tomando en cuenta tres aspectos: personas, proceso y producto. Se puede apreciar causas como son, la producción de sacos de clase B, personal no capacitado para la ejecución de tareas, y también las fallas en los equipos productivos. Para nuestro caso, nos centraremos en el aspecto de proceso, en la cual una de sus causas es el fallo de máquinas, que a su vez tiene como posible origen un mantenimiento inadecuado.

Para poder llevar a cabo mejoras dentro del área de mantenimiento, es necesario conocer de una manera precisa la situación actual en la que se encuentra la gestión de mantenimiento. Una vez obtenida dicha información se podrá analizar y evaluar, diseñar y proponer las acciones correctivas que sean necesarias.

Al observar los datos de mantenimiento, se puede apreciar los trabajos correctivos en la maquinaria en la tabla 11.

Tabla 11. Horas de parada no programada-3era semana de abril 2018

MAQUINARIA	NUMERO DE MAQUINAS	HORAS DE TRABAJO	DIAS DE TRABAJO	DISPONIBILIDAD AL 100% HORAS	HPNP HORAS	HPNP %	EFICIENCIA %
Impresora	3	24	6	432	1,00	0,23	99,77
Telares	54	24	6	7776	43,68	0,56	99,44
Laminadora	1	24	6	144	0,00	0,00	100,00
Extrusora	3	24	6	432	15,50	3,59	96,41
Convertidoras	10	24	6	1440	13,50	0,94	99,06
Molino	1	24	6	144	0,17	0,12	99,88
Jumbos	5	24	6	720	6,50	0,90	99,10

Fuente: El Águila SRL 2018

Se puede apreciar la cantidad de horas de parada no programada, es decir los mantenimientos correctivos representan casi la totalidad de los trabajos realizados por el área de mantenimiento.

También se observa que realizan una medición inadecuada de la eficiencia de la maquinaria, cuando en realidad lo que están midiendo es la disponibilidad de equipos con valores relativamente altos, que difieren de los datos que maneja el área de producción. Y una de las causas es que no se cuenta con fórmulas estándar para obtención de dichos valores.

Es por ello que para conocer más a detalle las características del área, se realizó una auditoría de mantenimiento, utilizando como herramienta la encuesta, que consiste básicamente en unos cuestionarios con preguntas sobre distintos aspectos del área de mantenimiento y su interrelación con las distintas áreas de la empresa.

Las encuestas se aplican a los responsables de mantenimiento, producción, así como también a sus operarios para conocer sus opiniones, apreciaciones sobre las características y funciones de mantenimiento.

La auditoría podría considerarse como una suerte de evaluación que se realiza para conocer si las actividades y resultados de una función determinada de la fábrica cumple con los planes establecidos, y si dichos planes en la práctica son adecuados y efectivos para la obtención de los objetivos de la empresa.

Para nuestro caso, se realizó una encuesta que consiste en un grupo de preguntas, abarcando 12 aspectos de la gestión del mantenimiento que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Aspectos de mantenimiento

A	ORGANIZACIÓN GENERAL
B	MÉTODOS DE TRABAJO
C	CONTROL TÉCNICO DE LOS EQUIPOS
D	GESTIÓN DE LA CARTERA DE TRABAJO
E	GESTIÓN DE REPUESTOS (PIEZAS DE RECAMBIO)
F	COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIAS
G	ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO
H	HERRAMIENTAS
I	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA
J	PERSONAL Y FORMACIÓN
K	SUBCONTRATACIÓN
L	CONTROL DE LA ACTIVIDAD

Fuente: Elaboración propia

Dicha encuesta consta de 128 preguntas, que abarcan 12 aspectos de la gestión de mantenimiento (se detalla en los anexos). Cada pregunta tiene una valoración entre 0 y 30 puntos, solo se permite seleccionar una sola respuesta, es decir una sola puntuación, luego se hace una sumatoria obteniéndose así un determinado valor para cada apartado, el cual se compara con el valor máximo posible de cada aspecto de los 12 apartados evaluados, para conocer exactamente el porcentaje de cumplimiento de dichos aspectos.

Las encuestas que se aplican en el presente trabajo de investigación, han sido tomadas del libro “Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión” del ing. Francisco Gonzales Hernández.

En la tabla 13 se muestra la encuesta sobre el aspecto de organización general, que consta de 13 preguntas con sus respectivas opciones posibles y puntajes a obtener.

Tabla 13. Encuesta sobre organización de mantenimiento

A. ORGANIZACIÓN GENERAL		no	más bien no	ni sí ni no	más bien sí	sí
1	¿Se ha definido por escrito y se ha hecho aprobar la organización del área de mantenimiento?	0	-	-	-	30
2	¿Considera adecuada la ubicación del área de mantenimiento en la estructura organizacional?	0	-	-	-	20
3	Se comprueba periódicamente los roles y responsabilidades definidas en la organización para su actualización y/o	0	-	-	-	10
4	¿Están las responsabilidades y tareas de los supervisores claramente definidas?	0	-	-	-	20
5	¿Es suficiente el personal de dirección y el de supervisión?	0	10	-	20	30
6	¿La actividad de cada supervisor (el que tiene a cargo técnicos y ayudantes) está enmarcada en un presupuesto de	0	-	5	-	10
7	Hay alguna persona designada para asegurar la coordinación: del suministro, de los trabajos, de los estudios de	0	5	-	15	20
8	¿Existe descripción de las funciones para cada uno de los puestos de ejecución (técnicos y ayudantes)?	0	-	10	-	20
9	Disponen los operadores de consignas y procedimientos escritos para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de primer nivel (vigilancia, controles de función...)?	0	10	-	20	30
10	¿Se reúnen periódicamente Mantenimiento con Operaciones, Producción, etc., ¿para examinar los trabajos a realizar?	0	-	5	-	20
11	¿Se controla regularmente los objetivos del servicio de mantenimiento?	0	5	-	20	30
12	¿Mantenimiento es consultado en caso de instalación de nuevos equipamientos?	0	10	-	20	30
13	El área de Mantenimiento impacta en la productividad de su organización	0	10		20	30
A - 300 puntos posibles - Subtotal:						

Fuente: Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión 2004

La encuesta se realizó a 15 personas, entre ellos el jefe de mantenimiento, supervisores de mantenimiento, técnicos del área, el jefe de operaciones, supervisores de producción.

Luego de recabar y procesar la información se obtienen los siguientes valores en promedio que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Cuadro resumen de auditoría del mantenimiento

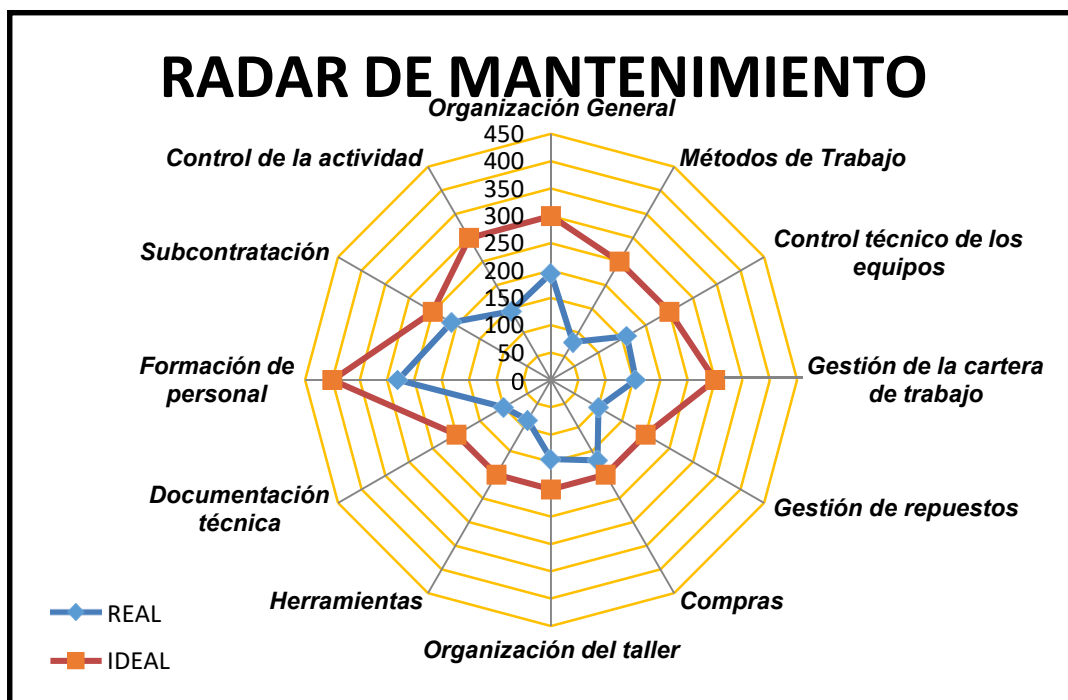
BLOQUES DE ANÁLISIS		Ideal	Obtenido	Porcentaje de cumplimiento
A	Organización General	300	195	65%
B	Métodos de Trabajo	250	80	32%
C	Control técnico de los equipos	250	160	64%
D	Gestión de la cartera de trabajo	300	155	52%
E	Gestión de repuestos	200	100	50%
F	Compras	200	170	85%
G	Organización del taller	200	145	73%
H	Herramientas	200	85	43%
I	Documentación técnica	200	100	50%
J	Formación de personal	400	280	70%
K	Subcontratación	250	210	84%
L	Control de la actividad	300	145	48%

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos se aprecia lo siguiente;

Existen bloques con porcentajes de cumplimiento menores al 50%. No obstante, habrá que observar con mucho cuidado los bloques que están el rango de 50-75%. Para este caso centraremos los esfuerzos en analizar los bloques con alcances menores al 50% de cumplimiento.

Figura 15. Representación gráfica de auditoria



Fuente: Elaboración propia, 2018

Los bloques con menor porcentaje de cumplimiento son: Métodos de trabajo 32%, Herramientas 43%, Control de actividad 40%.

En el bloque Métodos de trabajo, se puede observar que existen aspectos por mejorar en materia procedimental, es decir no se cuenta con información estándar y sistematizada para la ejecución de tareas de cierta complejidad.

Se recomienda hacer uso de métodos de planificación y ejecución de trabajos mayores es decir reparaciones de equipos.

Respecto a Herramientas, se tiene que hacer una mejor gestión en la adquisición, uso, asignación y almacenamiento de las herramientas e instrumentos. Así también facilitar la disponibilidad de las herramientas que no se encuentran en el área.

Lo referido a Control de la actividad, es necesario que se establezca un cuadro jerárquico para la toma de decisiones, en la realización de las distintas actividades en el área. Tomar en cuentas las especificaciones técnicas del servicio, llevar un control adecuado de mano de obra y materiales utilizados en las labores, y sobre todo contar con la aprobación del área de producción.

El área de mantenimiento cuenta con potencial de mejora, pero esta tendrá que contar con el apoyo decidido de la gerencia general para poder alcanzar los objetivos trazados.

4.6. Propuesta de mejora

Una vez conocida la situación actual del área, y sabiendo cuales son los aspectos que merecen mayor atención, se procede a plantear los lineamientos base, de la propuesta de mejora.

Siempre se debe tener presente los objetivos de la empresa, y que las propuestas de mejora en la gestión de mantenimiento, vayan alineados con dichos objetivos.

A continuación, los puntos a mejorar:

4.6.1. Registro de Equipos

Se necesita saber el número de equipos productivos con los que cuenta la planta, tener información técnica de la maquinaria involucrada en el proceso productivo, con documentación útil para la planificación y programación de las tareas de mantenimiento.

El punto de inicio del proyecto, es la recopilación de datos de los equipos que componen la instalación industrial, su utilización y ubicación. Ya que con esta información se podrán realizar dimensionamientos del plan de mantenimiento. También es necesario ubicar e identificar los equipos productivos, con un código único para cada ítem, esto nos ayudará a tener un control y conocimiento sobre la información técnica de cada equipo.

La planta cuenta con una determinada infraestructura, equipos, sistemas, y subsistemas para la realización de su proceso productivo, que deben ser atendidos por el área de mantenimiento para que estos tengan la

mayor disponibilidad posible. Los equipos implicados en dicho proceso los podemos dividir en tres bloques, que son: Extrusión, Telares y acabados.

La lista tiene 79 ítems (ver tabla 15), se cuentan 03 extrusoras, 54 telares, 05 telares jumbo, 10 convertidoras, 01 laminadora, 03 impresoras flexo gráficas, y 03 compresoras de aire (para los sistemas de aire de telares y convertidoras).

Tabla 15. Listado de equipos

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO				CODIGO: PM-LIEQ-01 FECHA: 20/11/2018 VERSION: 01 PAGINA: 01	
		LISTADO DE EQUIPOS					
ITEM	AREA	CODIGO	EQUIPO	MARCA	MODELO	N/S	CONDICION
1	EXTRUSION	EXT-001	EXTRUSORA	STARLINGER	STAREX 1500ES	-	OPERATIVO
2	EXTRUSION	EXT-002	EXTRUSORA	TIANDA	-	-	OPERATIVO
3	EXTRUSION	EXT-003	EXTRUSORA	HUA SHENG	-	-	OPERATIVO
4	TELARES	TEL-001	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
5	TELARES	TEL-002	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
6	TELARES	TEL-003	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
7	TELARES	TEL-004	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
8	TELARES	TEL-005	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
9	TELARES	TEL-006	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
10	TELARES	TEL-007	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
11	TELARES	TEL-008	TELAR	LOHIA	ACE 6	-	OPERATIVO
12	TELARES	TEL-009	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
13	TELARES	TEL-010	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
14	TELARES	TEL-011	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
15	TELARES	TEL-012	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
16	TELARES	TEL-013	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
17	TELARES	TEL-014	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
18	TELARES	TEL-015	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
19	TELARES	TEL-016	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
20	TELARES	TEL-017	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
21	TELARES	TEL-018	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
22	TELARES	TEL-019	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
23	TELARES	TEL-020	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
24	TELARES	TEL-021	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
25	TELARES	TEL-022	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
26	TELARES	TEL-023	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
27	TELARES	TEL-024	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
28	TELARES	TEL-025	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
29	TELARES	TEL-026	TELAR	LOHIA	NOVA 6	-	OPERATIVO
30	TELARES	TEL-027	TELAR	LOHIA	LENO 4	-	OPERATIVO
31	TELARES	TEL-028	TELAR	LOHIA	LENO 4	-	OPERATIVO
32	TELARES	TEL-029	TELAR	LOHIA	LENO 4	-	OPERATIVO
33	TELARES	TEL-030	TELAR	LOHIA	LENO 4	-	OPERATIVO

34	TELARES	TEL-031	TELAR	LOHIA	LENO 4	-	OPERATIVO
35	TELARES	TEL-032	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
36	TELARES	TEL-033	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
37	TELARES	TEL-034	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
38	TELARES	TEL-035	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
39	TELARES	TEL-036	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
40	TELARES	TEL-037	TELAR	STARLINGER	AXL 6	-	OPERATIVO
41	TELARES	TEL-038	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
42	TELARES	TEL-039	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
43	TELARES	TEL-040	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
44	TELARES	TEL-041	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
45	TELARES	TEL-042	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
46	TELARES	TEL-043	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
47	TELARES	TEL-044	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
48	TELARES	TEL-045	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
49	TELARES	TEL-046	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
50	TELARES	TEL-047	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
51	TELARES	TEL-048	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
52	TELARES	TEL-049	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
53	TELARES	TEL-050	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
54	TELARES	TEL-051	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
55	TELARES	TEL-052	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
56	TELARES	TEL-053	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
57	TELARES	TEL-054	TELAR	STARLINGER	ALPHA 6	-	OPERATIVO
58	TELARES	TEJ-001	TELAR JUMBO	LOHIA-STARLINGER	JUMBO 6	-	OPERATIVO
59	TELARES	TEJ-002	TELAR JUMBO	-	JUMBO 8	-	OPERATIVO
60	TELARES	TEJ-003	TELAR JUMBO	-	J10A	-	OPERATIVO
61	TELARES	TEJ-004	TELAR JUMBO	-	J10B	-	OPERATIVO
62	TELARES	TEJ-005	TELAR JUMBO	LOHIA	J10C	-	OPERATIVO
63	ACABADOS	CON-001	CONVERTIDORA	STARLINGER	MULTIKON	-	OPERATIVO
64	ACABADOS	CON-002	CONVERTIDORA	LOHIA	BCS 850	-	OPERATIVO
65	ACABADOS	CON-003	CONVERTIDORA	LOHIA	BCS 850	-	OPERATIVO
66	ACABADOS	CON-004	CONVERTIDORA	LOHIA	BCS 850	-	OPERATIVO
67	ACABADOS	CON-005	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
68	ACABADOS	CON-006	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
69	ACABADOS	CON-007	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
70	ACABADOS	CON-008	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
71	ACABADOS	CON-009	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
72	ACABADOS	CON-010	CONVERTIDORA	SENCAR	CSM 30	-	OPERATIVO
73	ACABADOS	IMP-001	IMPRESORA	-	RR1	-	OPERATIVO
74	ACABADOS	IMP-002	IMPRESORA	-	RR2	-	OPERATIVO
75	ACABADOS	IMP-003	IMPRESORA	FEVA	FFR 1200/6	N662	OPERATIVO
76	ACABADOS	LAM-001	LAMINADORA	STARLINGER	STACOTEC 1500	-	OPERATIVO
77	ACABADOS	CMP-001	COMPRESOR DE AIRE	SULLAIR	ES 8	-	OPERATIVO
78	ACABADOS	CMP-002	COMPRESOR DE AIRE	SULLAIR	2200	-	OPERATIVO
79	ACABADOS	CMP-003	COMPRESOR DE AIRE	SULLAIR	3700	-	OPERATIVO

Fuente: Elaboración propia

Obtenida la lista de los equipos, es necesario complementar esta información con las características propias de la maquinaria, es decir la ficha técnica de cada equipo.

La ficha técnica es un documento en el que se consolidan las especificaciones técnicas de un determinado equipo (ver tabla 16). Aporta información y una explicación breve sobre las características técnicas específicas de un equipo y/o máquina, usando el mayor detalle para comprender las singularidades de dicho equipo.

La ficha técnica deberá reunir para cada tipo de equipo, los siguientes datos:

- Fabricante, marca, modelo y número de serie de equipo.
- Propiedades y características
- Año de fabricación e instalación
- Descripción funcional
- Voltaje de alimentación, potencia, etc.
- Condiciones de operación recomendadas
- Tabla de especificaciones
- Esquemas eléctricos, diagramas, etc.
- Dimensiones
- Información sobre normas de seguridad y uso.
- Ubicación dentro de proceso y planta

Tabla 16. Ficha técnica de extrusora (EXT-001)

EL AGUILA S.R.L.	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO		CODIGO: PM-FTEQ-01		
	FICHA TECNICA DE EQUIPO		FECHA: 20/05/2018		
			VERSION: 01		
			PAGINA: 01		
EQUIPO	Extrusora	AÑO DE FABRIC.	2012	UBICACIÓN	Planta/extrusión
MARCA	Starlinger	AÑO DE INST.	2013	CRITICIDAD	Importante
MODELO	StarEX 1500 ES	ORIGEN	Austria	LARGO	18m.
SERIE	13-0140-15120	FABRICANTE	Starlinger Co.	ANCHO	4m.
CODIGO	EXT-001	PROVEEDOR	Starlinger Co.	ALTURA	2,5m.
COMPONENTES			ESPECIFICACIONES TECNICAS		
1.Dosificador			Voltaje 3x440V		
2. Extrusor			Frecuencia 60 Hz		
3.Boquilla			Potencia de conex. 8,5 KvA		
4.Baño de agua			Safety fuse 25 A		
5.Linea de aire caliente			Requerimiento de aire comprimido		
6.Mecanismo de estirado			Presión de servicio 5-7 bar		
7.Aspiracion de tiras			Consumo de aire 5,5Nm3/h		
					
FUNCION					
Tiene por función elaborar tiras(cintas) estiradas de polipropileno con determinadas características. A través de sus procesos, con materia apropiada y bajo condiciones operacionales preestablecidas.					
MANTENIMIENTO					
Verificar y controlar suciedad en los distintos componentes del sistema.					
Control del nivel de aceite de motorreductores.					
Controlar la tensión de las fajas de manera periódica.					
Controlar el correcto funcionamiento de los cilindros, rodillos y que no existan ruidos anómalos.					
Verificar que las líneas de agua y aire comprimido no tengan fugas.					
Verificar las conexiones eléctricas del sistema, y cambiarlas de ser necesario.					
Consultar los manuales de operación, de reparación y catálogos para las tareas de mantenimiento.					
Usar los elementos de protección personal necesarios.					

Fuente: Elaboración Propia

4.6.2. Evaluación de criticidad de equipo

Es necesario conocer cuál es el impacto de la no disponibilidad de un equipo dentro del proceso productivo de la planta y su afectación al entorno, para una adecuada designación de recursos.

El sistema de criticidad intenta jerarquizar los equipos de acuerdo con su importancia, es decir el nivel de impacto que puede ocasionar en la planta en caso que falle, según las consecuencias, probables daños o accidentes que puedan desencadenar. El nivel de criticidad es determinado por el personal de operaciones, del área de mantenimiento y la gerencia, quienes delimitaran las prioridades para el mantenimiento preventivo.

En la mayoría de las empresas, por muy eficientes que sean y cuenten con un buen plan de mantenimiento preventivo (MP), no se logra efectuar todas las actividades planificadas a la totalidad de los equipos.

El conocer la criticidad de equipos permite llevar a cabo las tareas necesarias de mantenimiento planificado, incluso si no se tiene el suficiente tiempo para ejecutar todas las tareas planificadas de mantenimiento. Mediante este sistema se pretende alcanzar determinadas metas mínimas, que son:

100% de ejecución del MP de los equipos críticos

90% de ejecución del MP de los equipos importantes

80% de ejecución del MP de los equipos regulares

El análisis de criticidad que se ha realizado, se tomó de los manuales del programa “Planificación y programación de mantenimiento” de Tecsup 2010.

Dicho análisis de criticidad, considera 8 variables a evaluar como son: efecto sobre la producción, confiabilidad, mantenibilidad, y otras que se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Valoración de criticidad de equipos.

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO		CODIGO: PM-VACR-01
		VALORACION DE CRITICIDAD		FECHA: 10/05/2018
				VERSION: 01
				PAGINA: 01
ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el servicio de que proporciona			
		PARA	4	
		REDUCE	2	
		NO PARA	0	
2	Valor técnico económico			
		ALTO	3	Más de US\$ 20000
		MEDIO	2	
		BAJO	1	Menos de US\$1000
3	La falla afecta			
	a. Al equipo en si	SÍ	1	¿Deteriora otros componentes?
		NO	0	
	b. Al servicio	SÍ	1	¿Origina problemas a otros equipos?
		NO	0	
	c. Al operador	RIESGO	1	¿Posibilidad de accidente al operador?
		SIN RIESGO	0	
	d. A la seguridad en gral.	SÍ	1	Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos.
		NO	0	
4	Confiabilidad (probabilidad que el equipo no falle)			
		ALTA	2	¿Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		BAJA	0	
5	Flexibilidad de equipo en el sistema			
		UNICO	2	No existe otro igual o similar
		BY PASS	1	El sistema puede seguir funcionando
		STAND BY	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia logística			
		EXTRANJERO	2	Repuestos se tiene que importar
		LOC./EXTRA.	1	Algunos repuestos se compran localmente
		LOCAL	0	Repuestos se consiguen localmente
7	Dependencia de mano de obra			
		TERCEROS	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		PROPIA	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8	Facilidad de reparación(mantenibilidad)			
		BAJA	1	Mantenimiento difícil
		ALTA	0	Mantenimiento fácil

ESCALA DE REFERENCIA	
A. CRITICA	16 a 20
B. IMPORTANTE	11 a 15
C. REGULAR	06 a 10
D. OPCIONAL	00 a 05

Fuente: Planificación y programación de mantenimiento-Tecsup

Conociendo las variables y ponderaciones a tomar en cuenta al momento de analizar la criticidad de los equipos, se procede a asignar la criticidad correspondiente a cada uno de los equipos del proceso (ver tabla 18).

Tabla 18. Asignación de criticidad de equipos

EL AGUILA S.R.L.			PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO												CODIGO: PM-ASCR-01	
			ASIGNACION DE CRITICIDAD												FECHA: 10/08/2018	
															VERSION: 01	
															PAGINA: 01	
ITEM	CODIGO	EQUIPO	PONDERACION													ESCALA DE REFERENCIA
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8	TOTAL		
1	EXT-001	EXTRUSORA	2	3	1	0	0	0	2	1	2	0	1	12	IMPORTANTE	
2	EXT-002	EXTRUSORA	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	6	REGULAR	
3	EXT-003	EXTRUSORA	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	6	REGULAR	
4	TEL-001	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
5	TEL-002	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
6	TEL-003	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
7	TEL-004	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
8	TEL-005	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
9	TEL-006	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
10	TEL-007	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
11	TEL-008	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
12	TEL-009	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
13	TEL-010	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
14	TEL-011	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
15	TEL-012	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
16	TEL-013	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
17	TEL-014	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
18	TEL-015	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
19	TEL-016	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
20	TEL-017	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
21	TEL-018	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
22	TEL-019	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
23	TEL-020	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
24	TEL-021	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
25	TEL-022	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
26	TEL-023	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
27	TEL-024	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
28	TEL-025	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
29	TEL-026	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
30	TEL-027	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
31	TEL-028	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
32	TEL-029	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
33	TEL-030	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
34	TEL-031	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
35	TEL-032	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
36	TEL-033	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
37	TEL-034	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
38	TEL-035	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
39	TEL-036	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
40	TEL-037	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
41	TEL-038	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
42	TEL-039	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
43	TEL-040	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
44	TEL-041	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
45	TEL-042	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
46	TEL-043	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
47	TEL-044	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
48	TEL-045	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
49	TEL-046	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	
50	TEL-047	TELAR	2	2	1	0	0	0	2	1	1	0	0	9	REGULAR	

Fuente: Elaboración propia

Analizados los 79 ítems, se aprecia que 06 equipos tienen criticidad importante, y 73 regular.

Tabla 19. Equipos de criticidad importante

ITEM	CODIGO	EQUIPO	VALOR	CRITICIDAD
1	LAM-001	Laminadora Starlinger Stacotec 1500	15	Importante
2	CMP-001	Compresor de aire Sullair ES8	15	Importante
3	CMP-002	Compresor de aire Sullair 2200	15	Importante
4	CMP-003	Compresor de aire Sullair 3700	15	Importante
5	IMP-001	Impresora Feva Flex FFR 1200	14	Importante
6	EXT-001	Extrusora Starlinger StarEX 1500 ES	12	Importante

Fuente: Elaboración propia

A pesar que según los cálculos no hay equipos críticos, se observa en la tabla 20 y se corrobora en la práctica que existen equipos “importantes” dentro del proceso productivo, como lo son los compresores de aire (ES8, 2200,3700) ya que estos son de suma utilidad para el proceso de extrusión, telares y conversión. Es por ello que se debe tener mucho cuidado con su mantenimiento y así evitar que los equipos fallen.

La laminadora Starlinger Stacotec 1500 con código LAM-001, es un equipo importante, este equipo es único dentro de la planta no se cuenta con otro similar, es un equipo de origen austriaco, por tanto, existe cierta dependencia logística respecto a los repuestos.

Impresora Flexo gráfica Feva Flex FFR 1200, es otro equipo importante, a pesar que no es equipo único, ya que existen dos impresoras más, es la impresora de mayor tecnología y mayor capacidad del área.

Extrusora Starex 1500 ES, este equipo es de fabricación extranjera, lo cual podría ocasionar inconvenientes para futuros requerimientos de repuestos, esto significa que los repuestos deben ser solicitados con antelación. También se conoce que este equipo es de los más modernos y productivos de la planta, por tanto, es de vital importancia para la continuidad de las operaciones de la planta.

Determinadas las criticidades de los equipos, se plantea llevar a cabo todas actividades planificadas de mantenimiento preventivo para los equipos de mayor criticidad, para nuestro caso, son 6 equipos de criticidad importante. Ya que la posible falla de estos ítems, puede ocasionar

paralizaciones en el proceso de producción, y/o daños a las personas involucradas o al medio ambiente.

4.6.3. Plan de mantenimiento

La gestión de mantenimiento es un componente importante en el sistema de control de la planta. Si la gestión del mantenimiento no funciona adecuadamente afecta directamente a todas las demás actividades de la planta. Esto deja en claro la importancia de la planificación y programación del mantenimiento.

Los datos de la auditoria de mantenimiento nos muestran que actualmente existe una escasa y poco efectiva actividad respecto al mantenimiento preventivo realizado en la empresa.

Por tanto, se debe definir un plan de mantenimiento preventivo, establecer los intervalos de intervención (con ayuda de manuales de fabricante, experiencias propias, etc.), definir tareas a realizar y programar las actividades sobre todo de los equipos de mayor criticidad (ver tablas 20, 21, 22, 23)

La planificación de mantenimiento, proporciona especificaciones de trabajo, materiales, cronogramas y registros de equipos, lo cual es útil también para elaboración de futuros presupuestos del área.

Además, es de suma importancia las coordinaciones del área de mantenimiento y producción para la programación de los trabajos, en las fechas y a los equipos que dichas áreas consideren más adecuadas para no interrumpir la continuidad del proceso productivo.

Tabla 20. Plan de Mantenimiento de extrusora

FRECUENCIA	ACCIONES A REALIZAR	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S
DIARIO	SUCIEDAD GRUESA / LIMPIEZA DE VENTILADORES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIEZA DE FILTROS DE REFRIGERACION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE DE MOTOREDUCTORES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	VERIFICACION DE TEMPERATURAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DE EMBOBINADORAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEMANAL	VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE DE MOTORES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	POLVO EN EL ARMARIO DE DISTRIBUCION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIEZA DE CONDUCTORES ELECTRICOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIEZA INFERIOR DE LA MAQUINA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR TENSIONES DE CORREAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MENSUAL	CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS CILINDROS Y RODILLOS				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR QUE NO FALTEN PUERTAS PROTECTORAS NI CUBIERTAS				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR LAS PEGATINAS DE SEGURIDAD				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE DISYUNTORES Y SISTEMA DE PARADA DE EMENRGENCIA				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAMPARAS DE DESTELLO Y BOCINAS				X				X				X				X				X				X
	LIMPIEZA DE DISPOSITIVOS OPTICOS				X				X				X				X				X				X
SEMESTRAL	COMPROBAR QUE LOS CABLES Y TUBOS FLEXIBLES DE PROTECCION NO ESTEN DAÑADOS																								X
	LIMPIEZA DE VENTILADORES																								X
	LUBRICAR CADENAS Y TODO EL SISTEMA DE ARRASTRE																								X
	REVISAR TENSION DE CADENAS																								X
	SI LA CADENA PRESENTA DESGASTE HAY QUE REEMPLASARLAS INMEDIATAMENTE																								X
	AJUSTAR LOS TORNILLOS DE CONDUCTORES ELECTRICOS.																								X

Fuente: El Águila SRL 2018

Tabla 21. Plan de mantenimiento de telar circular

FRECUENCIA	ACCIONES A REALIZAR	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S
DIARIO	REVISAR LA SUAVIDAD DEL COMPENSADOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR LAS CUBIERTAS DE LAS RUEDAS DE LANZADERA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR LA SUAVIDAD DE LOS RODILLOS DE LANZADERA ACCIONAMIENTO Y FRENADO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ASPIRAR EL POLVO DE TEJIDO DE LANZADERA Y PEINE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	EL DISPOSITIVO DE CORTE CALIENTE DEBE DE CONTROLARSE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEMANAL	EL JUEGO DE LAS CINTAS DE OJALES DEBE SER INFERIORA 3mm, DE LO CONTRARIO CAMBIAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	QUITAR LAS CINTAS DE TODAS LAS PARTES MOVILES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	VERIFICAR LA SUAVIDAD DE LOS ALOJAMIENTOS DE LAS FILETAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE EN LOS MOTORREDUCTORES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	INSPECCIONAR LAS CANALETAS DE CONDUCTORES ELECTRICOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROLAR TENSION DE CORREAS, LUEGO CADA 1000 HORAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIAR EL ANILLO PRINCIPAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIEZA DEL SUELO DE LA MAQUINA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MENSUAL	LIMPIAR LOS EJES DE LA FILETA CON UN SOLVENTE				X				X				X				X				X				X
	COMPROVAR LA SUAVIDAD DE TODOS LOS CILINDROS Y RODILLOS				X				X				X				X				X				X
	COMPROVAR QUE NO FALTE NINGUNA CUBIERTA Y/O GUARDA				X				X				X				X				X				X
	COMPROVAR QUE NO FALTE NINGUNA ETIQUETA DE SEGURIDAD				X				X				X				X				X				X
	COMPROVAR EL FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD Y EL SISTEMA DE EMERGENCIA				X				X				X				X				X				X
	LIMPIAR EL EQUIPO OPTICO				X				X				X				X				X				X
SEMESTRAL	COMPROBAR SI EXISTEN DAÑOS EN CABLES Y MANGUERAS DE PROTECCION																								X
	MANTENIMIENTO Y LIMPIEZAS DE CARBON EN MAQUINAS DE C.C.																								X
	LIMPIEZA DE FILTROS DE AGUA DE REFRIGERACION																								X
	CONTROL VISUAL DE TUBERIA FLEXIBLE																								X
	COMPROBAR QUE LOS CONDUCTOS FLEXIBLES DE AGUA NO PRESENTES FUGAS																								X

Fuente: El Águila SRL 2018

Tabla 22. Plan de mantenimiento de convertidoras

FRECUENCIA	ACCIONES A REALIZAR	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S
DIARIO	COMPROBAR SI LA MAQUINA PRESENTA SUCIEDAD GRUESA, LIMPIARLA SI ES NECESARIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	EXAMINAR LA SUCIEDAD DEL VENTILADOR DE LOS MOTORES Y DEL FILTRO DEL SOPLADOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	EN EL GRUPO HIDRAULICO: REVIZAR EL NIVEL DE ACEITE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIAR EL CORTADOR DE CINTAS CON AIRE COMPRIMIDO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS EMISORES INFRAROJOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COMPROBAR EL ABRIDOR DE BOCA DEL SACO EL ESTADO DEL REVESTIMIENTO DEL RODILLO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	COMPROBAR EL DISPOSITIVO DE CORETE EN FRIO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIAR LA ZONA DE GARRAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIEZA DE LA TIJERA NEUMATICA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SEMANAL	EN LOS MOTOREDUCTORES REVISAR EL NIVEL DE ACEITE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ASPIRAR EL POLVO Y LA SUCIEDAD DEL ARMARIO DE DISTRIBUCION	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	LIMPIAR DEBAJO DE LA MAQUINA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MENSUAL	COMPROBAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE TODOS LOS RODILLOS Y CARRETES				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR LAS PUERTAS DE PROTECCION Y LAS CUBIERTAS				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR LAS PEGATINAS DE SEGURIDAD				X				X				X				X				X				X
	EL FUNCIONAMIENTO DE LOS INTERRUPTORES DE SEGURIDAD Y EL SISTEMA DE PARADO				X				X				X				X				X				X
	COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LUCES				X				X				X				X				X				X
	LIMPIAR LAS BARRERAS FOTOELECTRICAS Y LOS REFLECTORES CON UN PAÑO SECO				X				X				X				X				X				X
SEMESTRAL	COMPROBAR QUE LOS CABLES Y LAS MANGUERAS NO PRESENTEN DAÑOS																								X
	LUBRICACION DE CANENAS Y SISTEMA DE ARRASTRE																								X
	COMPROBAR LA TENSION DE CADENAS																								X
	COMPROBAR ALINEACION DE CADENAS																								X
	COMPROBAR TENSION DE CORREAS																								X
	COMPROBAR DESGASTE DE POLEAS																								X

Fuente: El Águila SRL 2018

Tabla 23. Plan maestro de mantenimiento

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO				CODIGO: PM-PMMP-001			
		PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO				FECHA: 05/07/2018			
						VERSION: 01			
						PAGINA: 01			
NUMERO		077				CRITICIDAD		Importante	
EQUIPO		Compresor de aire Sullair ES8				UBICACIÓN		Acabados	
CODIGO		CMP-001							

Fuente: Elaboración propia 2018

4.6.4. Generación de Orden de Trabajo

La orden de trabajo (OT) es un documento básico para la programación y control de los trabajos de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo. Cada OT está vinculada a un equipo y permite delinear la manera como se va a ejecutar la tarea de mantenimiento, indicando los recursos a utilizar. Deben incluir datos como: el tipo de trabajo, descripción de trabajo, repuestos y herramientas usados, ejecutantes, tiempo necesario, etc.

La tabla 24 nos muestra una OT, este formato se elaboró en el presente proyecto, ya que el área no contaba con dicho documento.

Tabla 24. Orden de trabajo (OT)

EL AGUILA S.R.L.	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO		CODIGO: PM-ORTR-001	
	ORDEN DE TRABAJO		FECHA: 12/06/2017 VERSION: 01 PAGINA: 01	
NUMERO DE OT: 17-0032 EQUIPO: EXT-001 PRIORIDAD: Importante AREA: Extrusión SOLICITADO POR: Pedro Reyes APROBADO POR: Carlos Silva DESCRIPCION DE FALLA/ANOMALIA: Conjunto de cuchillas realizan un corte inadecuado				
SUPERVISOR: Benjamín Lucero		TIPO DE MANTTO. Preventivo		
EJECUTANTE(S): Andy Santa Cruz		TIPO DE ACTIVIDAD Mecánica		
MATERIAL Y HERRAMIENTAS:				
Item	Descripción	Cant. Solic.	Cant. Usada	Uni. Medida
1	Llaves mixtas	1	1	Jgo.
2	Alicates	2	2	uni
3	Hexagonales Allen 8mm	2	2	uni
4	Cuchillas	1	1	Jgo.
5	Trapo industrial	0,5	0,5	Kg.
DESCRIPCION DE TAREA				
Item	Descripción			
1	Desenergizar sección del equipo (Baño de agua -extrusora)			
2	Retirar cubierta protectora			
3	Aflojar los pernos del eje porta cuchillas			
4	Desmontar el eje porta cuchillas			
5	Desmontar las cuchillas del eje, y limpiar			
6	Montar las cuchillas y separadores en el porta cuchillas			
7	Montar el porta cuchillas y aplicar ajuste			
8	Energizar el quipo y probar correcto funcionamiento			
INICIO DE ACTIVIDAD 12/10/2017 HORA INIC 3:00 PM FIN DE ACTIVIDAD 12/10/2017 HORA FIN 3:30 PM OBSERVACIONES Verificar calidad de cuchillas Verificar porta cuchillas				
VºBº SUPERVISOR PROD.		VºBº SUPERVISOR MANTTO.		

Fuente: Elaboración propia

4.6.5. Protocolos de trabajo

Se debe elaborar los procedimientos para los trabajos de mantenimiento de manera clara y ordenada. Además de los procedimientos se debe gestionar la documentación de manera eficiente como son las ordenes de trabajo, las fichas técnicas, los historiales de equipos, ya que estos registros son de suma utilidad para un correcto funcionamiento del área.

Los presentes procedimientos tienen por objeto, establecer la correcta secuencia de actividades que se deben cumplir a momento de ejecutar los trabajos de mantenimiento correctivo y los planes de mantenimiento preventivo a los equipos e instalaciones y sistemas auxiliares existentes en la planta de manera segura, con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos, así mismo hacer que se cumpla con el proceso de producción confiablemente.

Para la realización de los diferentes tipos de mantenimiento se debe de cumplir lo siguiente:

a) Procedimientos para Mantenimiento Preventivo

- El jefe de mantenimiento, junto con el supervisor de mantenimiento del área correspondiente (área de extrusión, telares, acabados) se reunirán constantemente para planificar y programar los trabajos a realizar según los planes de mantenimiento preventivo (respetando los intervalos de mantenimiento, recomendados por los fabricantes de los equipos y propia experiencia) previa coordinación con las áreas de producción, y posterior aprobación del representante de la Dirección.
- El supervisor de mantenimiento de cada área, recibe las órdenes de trabajo (OT) por parte de jefe de mantenimiento, luego asigna a los técnicos mecánicos y/o electricistas, quienes son los responsables de la ejecución de los trabajos solicitados.
- El Supervisor de Mantenimiento de área, es el encargado de la verificación del mantenimiento preventivo, que permita un correcto funcionamiento de los equipos, para ello, los mecánicos y/o electricistas de turno deben realizar las actividades siguiendo los procedimientos, respetando las normas de seguridad, y cumpliendo lo

descrito en el plan de mantenimiento, tal como se indica en los manuales de la maquinaria, de los cuales dispone el área de mantenimiento (para este ejemplo, en el área de extrusión):

- Manuals (general safety instructions, technical manual, user manual)- Manuales (Instrucciones generales de seguridad, manual técnico, manual de usuario) Starex 1500ES- Starlinger
- Manufacturers documentation (electrical, mechanical)- Documentation de fabricante (Eléctrica, mecánica), version: Starex 1500ES – Starlinger.
- Spare part catalogue- Catalogo de partes - Starex 1500ES – Starlinger.
- Wear and tear part catalogue- Catalogo de piezas de desgaste, Starex 1500ES – Starlinger.
- Wiring diagram- Diagrama eléctrico, Starex 1500ES – Starlinger
- Documentación de Bobinadora Sahm Twintape 200 LX (Seguridad general, instrucciones de servicio, interfaz hombre-máquina, lista de recambios, esquema de circuitos, esquema neumático, plano de montaje)
- Informes diarios de trabajo no programado, Historial de revisiones y reparaciones de maquinaria.

b) Procedimiento para mantenimiento correctivo

La secuencia de acciones para el mantenimiento correctivo, es la siguiente:

- El jefe de mantenimiento debe recibir la Solicitud de Trabajo de parte del supervisor de producción del área usuaria (Extrusión, telares, acabados), inmediatamente un técnico del área debe acudir a la máquina para realizar la inspección preliminar y determinar el tipo de falla del equipo.
- Evidenciada (identificada) la falla del equipo, se procede a tomar las medidas de seguridad personal y para el equipo (Apagar máquina, bloquear, y/o desenergizar máquina, etc. según se requiera)

- Se procede a desmontar las partes o piezas que ocasionan la falla, si la parte del equipo tiene defectos y/o el problema es por cambio de accesorios, se efectuara una solicitud de repuestos/ materiales, aprobada por el supervisor de mantenimiento, se retira la nueva pieza del almacén y se procede a ejecutar el trabajo y/o cambio de accesorios para dar solución al problema.
- Se procede a realizar la puesta en marcha, ajustes y comprobaciones a la maquina con el objeto de reestablecer su condición de operatividad.
- Se registran las actividades realizadas en el informe diario de trabajo no programado.
- Se procede a entregar el equipo al supervisor de producción del área o responsable para que recepte la conformidad del trabajo firmando la OT.
- Finalizado el trabajo, las partes y piezas defectuosas se devolverán al almacén.
- Registrar la información en el sistema de mantenimiento.
- Si el problema es mayor, dar parte al supervisor para analizar si requiere de servicios externos.

4.6.6. Definición de responsabilidades

Desde el jefe de área, supervisores, hasta los técnicos ejecutores de los trabajos deben conocer cuáles son sus tareas a realizar y las implicancias que estas conllevan, tanto para ellos como para la empresa.

- El Gerente de Planta es el responsable de revisar y aprobar el programa de mantenimiento preventivo y actividades relacionadas.
- El jefe de mantenimiento es responsable de organizar conjuntamente con el supervisor de cada área los trabajos a realizar, además de generar las órdenes de trabajo (OT).
- El jefe de Mantenimiento es el responsable de hacer cumplir este procedimiento.

- El Supervisor de producción del área, es el responsable de solicitar los trabajos de mantenimiento correctivo y dar el visto bueno (VºBº) final a los trabajos ejecutados.
- El Asistente de Logística es responsable de proveer los materiales, equipos, herramientas necesarias oportunamente, para ejecutar los distintos trabajos de mantenimiento.
- El Supervisor de mantenimiento, asegura la ejecución de los trabajos de mantenimiento correctivo, también revisa permanentemente y asegura el cumplimiento del programa preventivo establecido en su área.
- El mecánico y/o electricista de turno de cada área es responsable de la ejecución de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, siguiendo los procedimientos dados y respetando las normas de seguridad.

4.6.7. Indicadores de gestión

Es de suma importancia tener un método mediante el cual se pueda cuantificar la eficiencia de la gestión de mantenimiento.

Con la finalidad de comprobar si el desempeño de la organización es el esperado, se realizan mediciones de los procesos con el objeto de llevar a cabo un control (no se puede controlar aquello que no se mide), con la intención de comprobar que las acciones realizadas, están dentro de los parámetros preestablecidos, y que las decisiones tomadas son las más adecuadas; es decir, que se está llevando a cabo una correcta gestión de mantenimiento.

Los indicadores seleccionados son los siguientes;

a) Disponibilidad de equipos

La podemos definir como la capacidad que tiene un equipo o sistema para realizar una función requerida bajo condiciones preestablecidas, en un tiempo determinado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Ejemplo

En el área de acabados, se tiene una máquina de impresión flexo grafica (IMP-001), que trabaja 24 horas al día, 6 días por semana. Y se tiene la siguiente información de la primera semana de abril de 2018

Tabla 25. Historial de impresora Flexo grafica (IMP-001)

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO			CODIGO: PM-HSEQ-001	
		HISTORIAL DE EQUIIPO			FECHA: 12/06/2017	
VERSION: 01						
PAGINA: 01						
EQUIPO		Impresora Feva Flex	UBICACIÓN		Planta S1	
CODIGO		IMP-001	AREA		Acabados	
					AÑO DE FAB. 2013	
					AÑO DE INST. 2014	
FECHA	NUMERO OT	ACTIVIDAD REALIZADA	PRIORIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO	RECURSOS	
					PROPIOS	EXTERNOS
07/04/2018	18-0075	Mantenimiento de bombas de impulsión	importante	preventivo	x	
08/04/2018	18-0082	Cambio de fajas de calandria y tambor	urgente	correctivo	x	
10/04/2018	18-0087	Cambio de rodillos	importante	correctivo	x	
11/04/2018	18-0093	Cambio de tambores y anillos p/impresión	importante	correctivo	x	

Fuente: Elaboración propia

Según las ordenes de trabajo se acumuló 16 horas de mantenimiento.

Se tiene:

Horas totales: $24 \times 6 = 144$ horas

Horas paradas por mantenimiento: 16 horas

Disponibilidad: $[(144-16) / 144] \times 100\%$

Disponibilidad: 88%

b) MTBF (Mid Time Between Failure)

El indicador Tiempo Medio Entre Fallos, permite conocer la frecuencia con que se presentan las averías. Su uso es para equipos y sistemas donde

el tiempo de reparación es significativo con respecto al tiempo de operación, es decir para equipos reparables.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del periodo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Ejemplo,

Se tiene una extrusora (EXT-003) del área de Extrusión, que puede trabajar 6 días a la semana, 24 horas al día.

Tabla 26. Historial de extrusora (EXT-003)

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO			CODIGO: PM-HSEQ-001	
		HISTORIAL DE EQUIPO			FECHA: 12/06/2016	
					VERSION: 01	
					PAGINA: 01	
EQUIPO	Extrusora	UBICACIÓN	S2	AÑO DE FAB. 1998		
CODIGO	EXT-003	AREA	Extrusión	AÑO DE INST. 2010		
FECHA	NUMERO OT	ACTIVIDAD REALIZADA	PRIORIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO	RECURSOS	
					PROPIOS	EXTERNOS
23/11/2017	17-0756	Montaje de guidores de cinta en bobinas	importante	correctivo	x	
23/11/2017	17-0758	Reconexión de línea de bobinadora	urgente	correctivo	x	
24/11/2017	17-0760	Cambio de malla de filtro	importante	preventivo	x	
25/11/2017	17-0763	Montaje de empeine porta cuchillas	importante	preventivo	x	
25/11/2017	17-0765	Desmontaje de motor de soplado de cinta	urgente	correctivo	x	
26/11/2017	17-0769	Desatoro de molino de reuso	urgente	correctivo	x	

Fuente: Elaboración propia

El historial de equipo (tabla 26) muestra que en la última semana de marzo hubo 4 trabajos de mantenimiento correctivo. Por tanto;

Número de Horas totales: 144 horas

Numero de averías: 4

MTBF: 144/4

MTBF: 36 horas/avería

c) MTTR (Mean Time To Repair)

Tiempo medio de reparación, es un indicador que permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta la vuelta a operatividad del mismo

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averia}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

Ejemplo

Teniendo un telar circular, que puede trabajar 144 horas a la semana, el historial de mantenimiento de la última semana del mes de marzo presenta lo siguiente

Tabla 27. Historial de Telar circular (TEL-054)

EL AGUILA S.R.L.		PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO			CODIGO: PM-HSEQ-001	
		HISTORIAL DE EQUIPO			FECHA: 12/06/2016	
					VERSION: 01	
					PAGINA: 01	
EQUIPO		Telar circular		UBICACIÓN	S3	
CODIGO		TEL-054		AREA	Telares	
					AÑO DE FAB. 2011	
					AÑO DE INST. 2012	
FECHA	NUMERO OT	ACTIVIDAD REALIZADA	PRIORIDAD	TIPO DE MANTENIMIENTO	RECURSOS	
					PROPIOS	EXTERNOS
23/03/2018	18-0372	Revisión de lanzadera	programable	preventivo	x	
23/03/2018	18-0379	Cambio de rodamiento a rueda delantera	importante	correctivo	x	
24/03/2018	18-0382	Cambio de lanzadera	importante	preventivo	x	
24/03/2018	18-0385	Cambio de lanzadera por rotura de urdimbre	urgente	correctivo	x	
26/03/2018	18-0389	inspección de lanzadera	importante	preventivo	x	
26/13/2018	18-0395	Cambio de rodamiento a rueda de regulación	urgente	correctivo	x	
27/03/2018	18-0398	Cambio de templador de cadena de motor	importante	correctivo	x	

Fuente: Elaboración propia

Según el Historial de equipo (tabla 27) y las OT, se tiene lo siguiente:

Número de horas de paro por averías: 5 horas

Numero de averías: 4 averías

MTTR: 5/4

MTTR: 1,25 horas/avería

4.7. Evaluación económica

A continuación, se muestra la evaluación económica de los distintos aspectos del presente plan de mejora, con el que se pretende una mejoría en la gestión de mantenimiento trabajando conjuntamente con el área de producción y con ello alcanzar los objetivos trazados.

En la tabla 28, se muestra los costos asociados a la gestión de mantenimiento asistido por computadora, como son las horas invertidas por la gerencia, jefes, supervisores asistentes, no solo de las áreas de mantenimiento sino también de producción en la planificación, evaluación, implementación y capacitación que el proyecto implique.

El gestionar el mantenimiento con la ayuda de la computadora, busca poder ingresar la información de los equipos de forma sencilla, acceder a la data relevante de las máquinas de la manera fácil, oportuna y dinámica, es decir gestionar la información de manera eficiente.

Tabla 28. Costos de implementación y mejora del mantenimiento asistido por computadora

DESCRIPCION	Tiempo inversión inicial (horas)	Cantidad (horas/mes)	Precio unitario (soles)	Inversión inicial (Soles)	Costo mensual (soles)
Tiempo invertido del jefe de mantenimiento	30	15	10,41	312,30	156,15
Tiempo invertido del jefe de planta	30	15	33,33	999,90	499,95
Tiempo invertido del gerente de producción	30	15	20,83	624,90	312,45
Tiempo invertido del supervisor de mantenimiento	25	10	8,33	624,75	83,30
Tiempo invertido del supervisor de producción	25	10	8,33	624,75	83,30
Tiempo invertido por los supervisores de producción y mantenimiento	20x30	10x8	4,17	2502,00	333,60
Mejoramiento del programa informático de mantenimiento	30		6,25	187,5	
TOTAL (S/.)				5876,10	1468,75

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, se muestra los costos de materiales para la implementación de la gestión y control al interior de la planta para un periodo de 6 meses.

Tabla 29. Costos asociados a estandarización de procesos

DESCRIPCION	Cantidad inversión inicial	Cantidad mensual	Precio unitario (soles)	Inversión inicial (Soles)	Costo mensual (soles)
Compra de pizarras para revisión de indicadores	3		100	300,00	
Compra de micas para códigos de equipos	100	1	1	100,00	
Compra de hojas bond, para imprimir códigos de equipos	1		10	10,00	
Compra de plumones para pizarra acrílica	10	1	3	30,00	
Envío de correos semanales para anuncio y presentación de proyecto	30		30	900,00	
Tiempo de capacitación por parte del gerente de planta(horas)	10	5	33,3	333,00	166,5
Elaboración de diagramas de flujo de proceso y procedimientos(horas)	40		22,91	916,40	
TOTAL (S/.)				2589,40	166,50

Fuente: Elaboración propia

La capacitación y el entrenamiento permiten la realización de los trabajos de manera eficiente y segura, lo que permite dar continuidad al proceso. La tabla 30 muestra los costos de las capacitaciones.

Tabla 30. Costos asociados de personal en procesos y seguridad

Descripción	Cantidad (horas)	Precio unitario(S/.)	Inversión Inicial (S/.)
Capacitación de personal en temas de mejora de procesos	15x30	4,16	1872,00
Tiempo invertido por el jefe de producción y jefe de mantenimiento	20	33,33	666,6
Capacitación de personal en aspectos de seguridad industrial y salud ocupacional	15x30	4,16	1872,00
Tiempo invertido por el ingeniero de seguridad	30	25	750,00
Elaboración de impresión de reportes de actos y condiciones sub estándar	50	8	400,00
TOTAL (S/.)			5560,60

Fuente: Elaboración propia

La inversión inicial total del proyecto de mejora corresponde a los 06 meses iniciales, en donde se tiene planeado capacitar e implementar distintos aspectos, tales como: la gestión de mantenimiento asistida por computadora, gestión visual, estandarización de procesos, y mejora respecto a la seguridad de los involucrados en dichos procesos.

Luego de los primeros 06 meses de iniciado el proceso, se evaluará los aspectos antes mencionados en base a indicadores. La inversión inicial total es de S/. 1426,10 (para 06 meses iniciales), como se aprecia en la tabla 31.

Tabla 31. Costos de proyecto de mejora

ASPECTO	INVERSION INICIAL (S/.)	MENSUAL (S/.)
Costo de implementación y mejora de Gestión del mantenimiento asistido por computadora	5876,10	979,35
Ahorro obtenido por implementación de Gestión del mantenimiento asistido por computadora		1300,00
Costos asociados a visualización y estandarización de procesos	2589,40	431,57
Ahorro obtenido por implementación de la visualización y estandarización de procesos		560,00
Costos por capacitación de personal en procesos y seguridad laboral	5560,60	926,77
Ahorro obtenido por capacitación de personal en procesos y seguridad laboral		1200,00
Inversión inicial Total (S/.)	14026,10	
Beneficio mensual (S/.)		3060,00
Costo mensual (S/.)		2337,68
Flujo Neto mensual (S/.)		722,32
Tasa de descuento anual	10%	
Tasa de descuento mensual	0,83	

Fuente: Elaboración propia

También se observa que el beneficio(ahorro) mensual ante la implementación del plan de mejora es S/. 3000 aproximadamente.

Teniendo ahora datos como los flujos económicos, egresos e ingresos, el periodo, que la inversión al inicio es de S/. 2337,68. Conociendo la tasa de descuento mensual, se procede a obtener el Valor Actual Neto de la inversión a realizar y saber si el proyecto es viable económicamente.

Tabla 32. Flujos económicos y VAN

MES	INGRESO(S/.)	EGRESO(S/.)	FLUJO NETO(S/.)	FNE	$(1+i)^n$	$FNE/(1+i)^n$
0		-2337,68		-S/ 2.337,68		-S/ 2.337,68
1	2900,00	2200,00	700,00	S/ 700,00	1,00830	S/ 694,24
2	3000,00	2500,00	500,00	S/ 500,00	1,01667	S/ 491,80
3	2800,00	2150,00	650,00	S/ 650,00	1,02511	S/ 634,08
4	3100,00	2200,00	900,00	S/ 900,00	1,03362	S/ 870,73
5	3050,00	2300,00	750,00	S/ 750,00	1,04219	S/ 719,64
6	2960,00	2676,68	283,32	S/ 283,32	1,05084	S/ 269,61
					VAN	S/ 1.342,42

Fuente: Elaboración propia

Haciendo una proyección de 6 meses, con una tasa de retorno de 0,83 % mensual, y una inversión inicial de S/. 2337,68 se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 1342,42 que es un valor positivo. Ver Tabla 32.

La tabla 33, muestra que el VAN será cero cuando la TIR sea 16%, que es mayor a la tasa de descuento(anual) que se usa actualmente para el proyecto. Es decir que será factible mientras utilicemos una tasa de descuento menor de 16%

Tabla 33. Tasa Interna de Retorno(anual)

Tasa de Dscto.(A)	VAN
0%	S/ 1.445,64
5%	S/ 883,49
10%	S/ 440,59
15%	S/ 86,42
20%	-S/ 200,65
25%	-S/ 436,21
30%	-S/ 631,69
35%	-S/ 795,60
40%	-S/ 934,34
45%	-S/ 1.052,81
50%	-S/ 1.154,78
TIR(A)	16%

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, teniendo un VAN positivo, una TIR mayor a la que manejamos nos indica que el proyecto es viable en el aspecto económico.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados en tablas y gráficos.

Un análisis de los procesos internos de la empresa, el entorno y de los indicadores disponibles, fueron necesarios para conocer e identificar la problemática y las posibles causas existentes en la actual gestión.

Se realizó un análisis FODA de la empresa, para conocer la situación actual, que se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. Análisis FODA de la empresa

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none">• Infraestructura adecuada• Nivel tecnológico medio-alto de la maquinaria usada en proceso productivo• Cartera de clientes• Conocimiento del mercado	<ul style="list-style-type: none">• Bajo nivel de eficiencia en proceso productivo• Constante rotación de personal• Personal no capacitado• Incumplimiento de procedimientos• Falencia en el control de calidad de producto• Deficiencia en control de sacos clase A y clase B
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">• Posibilidad de expansión a nuevos mercados locales en tiempos de campaña agrícola.• Oportunidad de exportar e ingresar a mercados internacionales.	<ul style="list-style-type: none">• Competidores locales con mejor tecnología• Situaciones coyunturales (fenómenos naturales) que afectan la producción agrícola y esta a su vez a los pedidos de envases.• Reducción del consumo de plástico, en los momentos actuales con motivo de cuidado al medio ambiente• Los envases de papel con el tiempo podrían convertirse en potencial competencia.

Fuente: Elaboración propia

Dentro del análisis interno, se aprecia un conjunto de debilidades en la empresa, pero para nuestro caso nos centraremos en el bajo nivel de eficiencia del proceso productivo.

Se hizo una revisión de los datos de producción con los que se cuenta, desde enero a junio del 2018, y se aprecia que existe una diferencia notable entre la producción proyectada y la producción real.

En tabla 35, se puede observar los valores de producción proyectada y real del primer semestre del 2018.

Tabla 35. Producción de sacos - 2018

PERIODO	PRODUCCION(UNIDADES)		INDICADOR
MES	PROYECTADA	REAL	EFICIENCIA DE PROCESO
ENERO	4606507	2423403	53%
FEBRERO	9334563	5126053	55%
MARZO	9768960	4829259	49%
ABRIL	7088016	3039752	43%
MAYO	10494048	5225071	50%
JUNIO	9989016	5389864	54%
	51281110	26033402	51%

Fuente: El Águila SRL. 2018

Se aprecia que la eficiencia de proceso más alta en ese periodo fue de 53% en el mes de enero y la más baja fue de 43% en abril. Obteniéndose en promedio 51% de eficiencia del proceso productivo en el periodo antes analizado.

5.1.1. Estado actual de gestión de mantenimiento

Conociendo el bajo nivel de eficiencia de proceso productivo, se realizó un análisis para identificar las posibles causas de dicho problema. Se pudo apreciar que causas como son la producción de sacos de clase B, personal no capacitado para la ejecución de tareas, y también las fallas en los equipos productivos afectan de manera directa a la eficiencia del proceso productivo.

A su vez una de las causas de las fallas de los equipos productivos (que ocasionalmente provocan detención de los equipos y también del proceso), es un mantenimiento inadecuado.

Con la intención de conocer más a detalle la situación actual de la gestión de mantenimiento, se procedió a realizar una auditoría del área. Dicha auditoria consta de unas encuestas que constan de 128 preguntas que abarcan 12 aspectos de la gestión del mantenimiento.

Los cuestionarios se aplicaron a 15 trabajadores del área de mantenimiento y producción, con el fin de conocer sus opiniones respecto a la labor realizada en los distintos aspectos de la gestión. En la siguiente tabla 36, se muestran los valores obtenidos

Tabla 36. Resultados de cuestionarios de auditoria

BLOQUES DE ANÁLISIS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PROMEDIO
A	Organización General	230	210	150	180	195	240	195	150	175	130	195	205	220	255	195	195,00
B	Métodos de Trabajo	60	70	115	60	90	65	60	90	80	55	100	110	70	70	105	80,00
C	Control técnico de los equipos	140	220	140	245	160	150	150	185	120	170	190	120	150	120	140	160,00
D	Gestión de la cartera de trabajo	180	180	195	180	135	190	120	190	115	150	120	120	150	120	180	155,00
E	Gestión de repuestos	80	60	105	75	135	60	105	80	130	80	105	175	90	120	100	100,00
F	Compras	210	150	130	170	160	190	190	170	140	150	155	150	180	210	195	170,00
G	Organización del taller	130	150	150	125	150	155	150	135	135	165	110	120	160	180	160	145,00
H	Herramientas	100	65	50	80	75	70	125	65	110	85	120	70	120	75	65	85,00
I	Documentación técnica	90	110	80	90	100	80	120	95	115	90	110	120	100	90	110	100,00
J	Formación de personal	305	305	235	330	280	315	250	310	280	310	215	270	250	265	280	280,00
K	Subcontratación	240	205	190	230	210	190	215	170	175	190	210	200	220	230	275	210,00
L	Control de la actividad	110	145	205	160	120	190	130	110	125	160	195	130	160	115	120	145,00

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar los valores obtenidos de las 15 personas que participaron en la resolución de los cuestionarios, que abarcan doce apartados de mantenimiento. Y sus respectivos promedios por cada apartado

Las diferencias entre los valores obtenidos y los ideales, son variadas. En algunos bloques de análisis, como lo es métodos de trabajo el nivel de cumplimiento es de 32%, es el menor de todos los bloques de análisis. Mientras que el bloque de compras tiene un nivel de cumplimiento de 85%, el más alto de todos los evaluados.

Tabla 37. Valores promedio de auditoria

BLOQUES DE ANÁLISIS		Valor Ideal	Valor Obtenido	Porcentaje de cumplimiento
A	Organización General	300	195	65%
B	Métodos de Trabajo	250	80	32%
C	Control técnico de los equipos	250	160	64%
D	Gestión de la cartera de trabajo	300	155	52%
E	Gestión de repuestos	200	100	50%
F	Compras	200	170	85%
G	Organización del taller	200	145	73%
H	Herramientas	200	85	43%
I	Documentación técnica	200	100	50%
J	Formación de personal	400	280	70%
K	Subcontratación	250	210	84%
L	Control de la actividad	300	145	48%

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 37, para nuestro caso los bloques que requieren mayor observación y por ende medidas correctivas, debido a su bajo porcentaje de cumplimiento, son las siguientes:

Métodos de trabajo (32%)

Herramientas (43%)

Control de actividad (48%)

Gestión de repuestos (50%)

Documentación técnica (50%)

5.1.2. Propuestas de mejora a la gestión de mantenimiento

Como ya se mencionó anteriormente, las propuestas están centradas en los siguientes aspectos:

Registro de equipos, se hizo una recopilación de datos para conocer con exactitud cuántos son los equipos con los que cuenta la planta para su proceso productivo. La planta al momento de realizado el registro contaba con 79 equipos, los cuales estaban divididos en tres grupos, que eran las tres áreas de producción: extrusión, telares y conversión. (ver tabla 15)

Ficha técnica de equipos. Conociendo la cantidad exacta de equipos que intervienen en el proceso productivo, ahora es necesario conocer las características técnicas propias de cada equipo. La ficha técnica nos permite conocer aspectos como: tipo de equipo, descripción, fabricante, año de fabricación, año de instalación, función, ubicación, datos de placa (potencia, voltaje, etc.) capacidades y dimensiones. Estos datos son de mucha utilidad tanto para el área de mantenimiento como producción, ya que con esta información se podrá planificar, programar y asignar recursos de manera más eficiente.

Evaluación de criticidad de equipos. Uno de los aspectos de mayor importancia si no el más importante, de un sistema de gestión de mantenimiento es conocer el impacto que puede tener la falla de un equipo o sistema dentro del proceso productivo, la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente. Es sabido que los recursos son limitados en cualquier organización, y la nuestra no es la excepción, ahí radica también la importancia de asignar un valor de criticidad a los equipos, y priorizar en la designación de recursos a los equipos de mayor criticidad.

Realizada la evaluación de criticidad, se pudo observar que existen 6 equipos con criticidad importante. (ver tabla 38)

Tabla 38. Equipos de mayor criticidad

ITEM	EQUIPO	CRITICIDAD
1	Laminadora Starlinger Stacotec 1500	Importante
2	Compresor de aire Sullair ES8	Importante
3	Compresor de aire Sullair 2200	Importante
4	Compresor de aire Sullair 3700	Importante
5	Impresora Feva Flex FFR 1200	Importante
6	Extrusora Starlinger StarEX 1500 ES	Importante

Fuente: Elaboración propia

Ahora, se debe intentar en la medida de lo posible realizar el 100% de los mantenimientos planificados de estos equipos y con ello asegurar su disponibilidad y que no representen una discontinuidad en el proceso productivo

Plan de mantenimiento preventivo, la planificación tiene por responsabilidad primaria dar a conocer los lineamientos de trabajo, uso de

materiales, cronogramas de ejecución, etc. El trabajo planificado proporciona ordenes de trabajo detalladas, con los materiales disponibles antes del inicio de las actividades de mantenimiento.

Las coordinaciones entre mantenimiento y producción deben realizarse constantemente para seleccionar los trabajos a realizar en el futuro próximo. Las reuniones entre producción y mantenimiento se deben llevar a cabo en un ambiente de negociación en donde todos los involucrados consideren el trabajo a realizar, las prioridades y los programas de producción y así alcanzar a acuerdos mutuamente aceptados.

Generación de órdenes de trabajo, cada O.T. está relacionada a una máquina y nos permite definir de manera ordenada la ejecución de las tareas de mantenimiento indicando los recursos a utilizar.

Toda orden de trabajo (O.T.) debe incluir; tipo de trabajo, descripción de trabajo, lugar de ejecución de trabajo, ejecutantes del trabajo, tiempo estimado para su ejecución, herramientas a usar, repuestos y materiales. Se puede apreciar las características de las Ordenes de trabajo, con las que se cuenta en la tabla 24.

Establecer protocolos de trabajo. Los procedimientos tienen por finalidad establecer una ordenada y correcta secuencia lógica de acciones que se deben cumplir al ejecutar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de manera segura, a los equipos e instalaciones y sistemas auxiliares que intervienen el proceso productivo, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, así mismo hacer que se cumpla el plan de producción.

Definir responsabilidades. Desde el jefe de área, supervisores, hasta los técnicos ejecutores de los trabajos deben conocer cuáles son sus tareas a realizar y las implicancias que estas conllevan, tanto para ellos como para la empresa.

Para nuestro caso el responsable del área es el jefe de mantenimiento, el asistente de mantenimiento es responsable de la planificación y programación de las actividades de mantenimiento, el supervisor de

mantenimiento tiene por objeto controlar y verificar la correcta realización de los trabajos, y los técnicos son los encargados de realizar los trabajos asignados a los equipos de la planta, haciendo uso de herramientas y materiales de forma adecuada y respetando los protocolos de seguridad.

5.1.3. Indicadores de gestión

Existen diversos indicadores de gestión para evaluar las actividades del área de mantenimiento, pero consideramos que los siguientes indicadores son los más adecuados para nuestro proceso.

Disponibilidad; este indicador es de vital importancia en mantenimiento, nos muestra el tiempo porcentual que la maquina tiene disponible para producir. Se obtienen del cociente de dividir el n° de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el n° de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

MTBF (Tiempo medio entre fallos); es la relación entre los tiempos de operación y el número total de fallas detectadas de un equipo en un determinado periodo. Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías.

Este indicador se usa habitualmente para equipos que son reparados después de la ocurrencia de una falla.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del periodo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

MTTR (Tiempo medio de reparación) se refiere a la relación de tiempo total de intervención correctiva en un equipo con falla y el número total de fallas detectadas en un periodo observado. Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averia}}{N^{\circ} \text{ de averias}}$$

Este indicador debe ser usado para ítems en los cuales el tiempo de reparación es significativo con relación al tiempo de operación.

5.1.4. Evaluación económica de proyecto

Habiendo realizado los cálculos con los datos disponibles tales como Flujos netos, tasa de descuento mensual y periodo de análisis, se obtuvo un valor neto actual (VAN) positivo de S/. 1342,42. (ver tabla 32)

Al analizar la tasa interna de retorno (TIR) y su relación con el valor actual neto (VAN), para nuestro caso el VAN será cero cuando la TIR sea de 16%, anual.

Entonces el presente proyecto al tener un VAN positivo, y una TIR menor al 16% anual, por tanto es económicamente viable.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Las conclusiones que se obtienen son las siguientes:

La eficiencia del proceso productivo del periodo analizado para el presente proyecto fue de 51%. Un nivel muy bajo considerando la tecnología de los equipos de la planta.

Después de realizar la auditoria de mantenimiento se pudo apreciar que existen oportunidades de mejora en los aspectos de: métodos de trabajo, herramientas y control de actividad. Además, existen aspectos sensibles como documentación técnica y gestión de repuestos.

Se encontró un mantenimiento planificado muy escaso, las actividades realizadas por el área eran casi en su totalidad actividades correctivas, lo cual afecta considerablemente la disponibilidad de los equipos y la continuidad de los procesos.

La propuesta de mejora, abarca lo siguiente: Registro de equipos, elaboración de fichas técnicas, historial de equipos, evaluación de criticidad de equipos, mejoramiento del plan de mantenimiento planificado, generación de órdenes de trabajo, elaboración de protocolos de trabajo, definición de responsabilidades y selección de indicadores de gestión.

Los equipos productivos evaluados, de mayor criticidad en el proceso son: laminadora starlinger Stacotec 1500 (LAM-001), compresor de aire Sullair ES8 (CMP-001), compresor de aire Sullair 2200 (CMP-002), compresor de aire Sullair 3700 (CMP-003), impresora Feva Flex FFR 1200 (IMP-001), Extrusora Starlinger Starex 1500 ES(EXT-001).

De los resultados obtenidos del Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno(TIR) muestran que el proyecto es viable económicamente.

6.2. Recomendaciones

Respecto a las recomendaciones para una adecuada puesta en marcha de la propuesta de mejora se expone lo siguiente:

El plan de mejora necesita del compromiso total de la gerencia general, y todos los actores involucrados no solo en el proceso de mantenimiento y producción, si no de todas las áreas de la empresa para alcanzar el objetivo trazado, que es el de incrementar la eficiencia del proceso productivo.

La implementación del plan de mejora debe estar encabezada por la gerencia, facilitando los recursos necesarios al grupo de trabajo para la elaboración, preparación, difusión, ejecución, supervisión, evaluación y control del proyecto.

Realizar reuniones de coordinación constantes entre el área de mantenimiento y producción, antes, durante y después de la implementación del plan de mejora para conocer opiniones, inquietudes o diferencias que puedan existir, y con esto a través del dialogo llegar a soluciones consensuadas en beneficio de la empresa.

Conocida la criticidad de los equipos, se recomienda alcanzar el 100% de cumplimiento del mantenimiento planificado de los equipos críticos, no menos del 90% de cumplimiento del mantenimiento planificado de los equipos importantes, y el 80% como mínimo del cumplimiento del mantenimiento planificado de los equipos regulares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Askeland, Donald, Pradeep Fulay, y Wendelin J. Wright. 2013. *Ciencia e Ingeniería de los materiales*. México DF: Cenage Learning Editores. Edición en PDF.
- Benites, Pedro. 2014. «Impacto económico del mantenimiento no programado en el costo de la producción en la empresa Kar & Ma SAC». Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Cárdenas Núñez, G. 2009. «¿Existe aún la industria manufacturera en el Perú?». *Pensamiento Crítico*, 11: 011-032. <https://doi.org/10.15381/pc.v11i0.9005>
- Chavez, Waldo. 2017. «Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la planta de inyección de la empresa Industrias Plásticas Reunidas SAC». Tesis de grado, Universidad Privada del Norte.
- Cruz López, Jairo y Gustavo Torres. 2013. «Implementación de world class manufacturing en la empresa Magneti Marelli en el departamento de mantenimiento con la ayuda de las técnicas de gestión de cambio». Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Duffuaa, Salih, Abdul Raouf y John Dixon Campbell. 2000. *Sistemas de mantenimiento; Planeación y control*. México DF: Editorial Limusa.
- Duffuaa, Salih, Abdul Raouf, y John Dixon Campbell. 2000. *Sistemas de mantenimiento; Planeación y control*. México DF: Editorial Limusa. Edición en PDF.
- Garavito, Cecilia e Ismael Muñoz. 2012. *Empleo y protección social*. Lima. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Edición en PDF.
- García, Gonzalo. 2018. «Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM)». Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gonzales, Jorge Luis. 2016. «Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción de la empresa Latercer SAC». Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

- Huesca, Efrén. 2012. «El mantenimiento industrial en planta manufacturera de película plástica y biodegradable». Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2007. Registro de establecimientos manufactureros 2007. <http://www.crecemype.pe/portal/index.php/micro-y-peuqena-empresa/censo-nacional-de-establecimientos-manufactureros-2007/>
- Mora, Luis Alberto. 2009. *Mantenimiento; Planeación, ejecución y control*. México DF: Alfaomega Grupo Editor. Edición en PDF.
- Mukherjee, S. K., y Duleep Singh. 1975. «Informe de un seminario de la productividad en las empresas de la producción del sector público». Seminario, Oficina de Empresas Públicas.
- Olivares, Ángel. 2017. «Excelencia operacional en la gestión del mantenimiento en planta concentradora - División El Teniente-Codelco-Chile». Tesis de maestría, Universidad de Chile.
- Pesántez, Álvaro. 2007. «Elaboración de un plan mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón». Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Pineda Pizarro, Claudia, Katerine Vargas Burga. 2015. «Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), para mejorar la productividad y confiabilidad en el molino Don Julio SAC-Lambayeque 2015». Tesis de grado, Universidad César Vallejo.
- Prokopenko, Joseph. 1989. *La gestión de la productividad; Manual práctico*. Ginebra: Organización Mundial del Trabajo.
- Rivera, Enrique. 2011. «Sistema de gestión de mantenimiento industrial». Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sánchez, César Manuel. 2016. «Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora Gandules Inc. SAC-Jayanca, Lambayeque 2016». Tesis de maestría, Universidad César Vallejo.

- SNI, Sociedad Nacional de Industrias. 2017. Industria Peruana en cifras - diciembre 2017. <https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/02/TRIPTICO-IEES4.pdf>
- Torres García, F. 1999. «Polímeros: procesos de manufactura y diseño. Parte 1: termoplásticos». *Revista De Química*, 13: 55-67. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4702>

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de condiciones de seguridad

EL AGUILA S.R.L.	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	CODIGO: PM-RECS-001 FECHA: 12/06/2018 VERSION: 01 PAGINA: 01	
	REPORTE DE CONDICIONES DE SEGURIDAD		
NÚMERO:		AREA:	
FECHA:		REPORTA:	
Marque con una "x" si existe una disconformidad			
Acto inseguro o sub-estándar	El trabajador no hacía uso del siguiente EPP	Casco de seguridad	
		Lentes de seguridad	
		Mascarilla	
		Zapatos de seguridad	
	El trabajador hacia trabajos de altura	Uso de arnés de seguridad	
		Uso de escalera /andamio	
	El trabajador hacia esfuerzo de sobre carga	Uso de epp.	
		Uso de faja	
Indicación hacia el trabajador			
Respuesta obtenida y compromiso y a futuro			
Condición insegura o sub-estándar	Área		
	Descripción		
	Requerimiento		
Observación			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Programa de auditoria de mantenimiento

PROGRAMA DE AUDITORIA MANTENIMIENTO				
EMPRESA: El Águila SRL. PERIODO: 2017		Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha: 08/05/2018		
Nº	DESCRIPCION	REF.	HECHO POR	FECHA
	OBJETIVOS a. Identificar la estructura de la organizada del área de mantenimiento b. Diagnosticar situación de actual proceso c. Determinar deficiencias			
	PROCEDIMIENTOS			
1	Preparar cedula que incluya:			
	1.1 Alcance y objetivo general	P-1.1	A.T.N.	10/05/2018
	1.2 Área de evaluación	P-1.2	A.T.N.	10/05/2018
	1.3 Preparación de cronograma de actividades	P-1.3	A.T.N.	10/05/2018
2	Revisar flujograma y descripción de proceso			
	2.1 Flujograma de proceso de mantenimiento	P-2.1	A.T.N.	11/05/2018
	2.2 Descripción de proceso de mantenimiento	P-2.2	A.T.N.	11/05/2018
3	Observar proceso de mantenimiento a través de ficha de observación	P-3	A.T.N.	11/05/2018
4	Aplicar cuestionarios de auditoria de control de proceso			
	4.1 Organización general	P-4.1	A.T.N.	12/05/2018
	4.2 Métodos de trabajo	P-4.2	A.T.N.	12/05/2018
	4.3 Control técnico de los equipos	P-4.3	A.T.N.	12/05/2018
	4.4 Gestión de la cartera de trabajo	P-4.4	A.T.N.	12/05/2018
	4.5 Gestión de los repuestos	P-4.5	A.T.N.	12/05/2018
	4.6. Compras	P-4.6	A.T.N.	13/05/2018
	4.7 Organización de taller	P-4.7	A.T.N.	13/05/2018
	4.8 Herramientas	P-4.8	A.T.N.	13/05/2018
	7.9 Documentación técnica	P-4.9	A.T.N.	13/05/2018
	4.10 Formación de personal	P-4.10	A.T.N.	14/05/2018
	4.11 Subcontratación	P-4.11	A.T.N.	14/05/2018
	4.12 Control de la actividad	P-4.12	A.T.N.	14/05/2018
5	Determinar las deficiencias			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Alcance y objetivo de auditoria

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018	HECHO POR: Albert Tineo Neyra FECHA: 10/05/2018	REF. P-1.1
<p style="text-align: center;">ALCANCE Y OBJETIVO GENERAL</p> <p>ALCANCE</p> <p>Comprender los procesos que se ejecutan en el área de mantenimiento de la empresa, por medio de la evaluación de los mismos, a través de cuestionarios de Control Interno.</p> <p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>El objetivo de la auditoría de mantenimiento es examinar las actividades del proceso de mantenimiento detectando los puntos débiles en él y sugiriendo métodos de cambio para mejorarlos; obteniendo una mayor eficiencia y mejora en el proceso de mantenimiento.</p>		

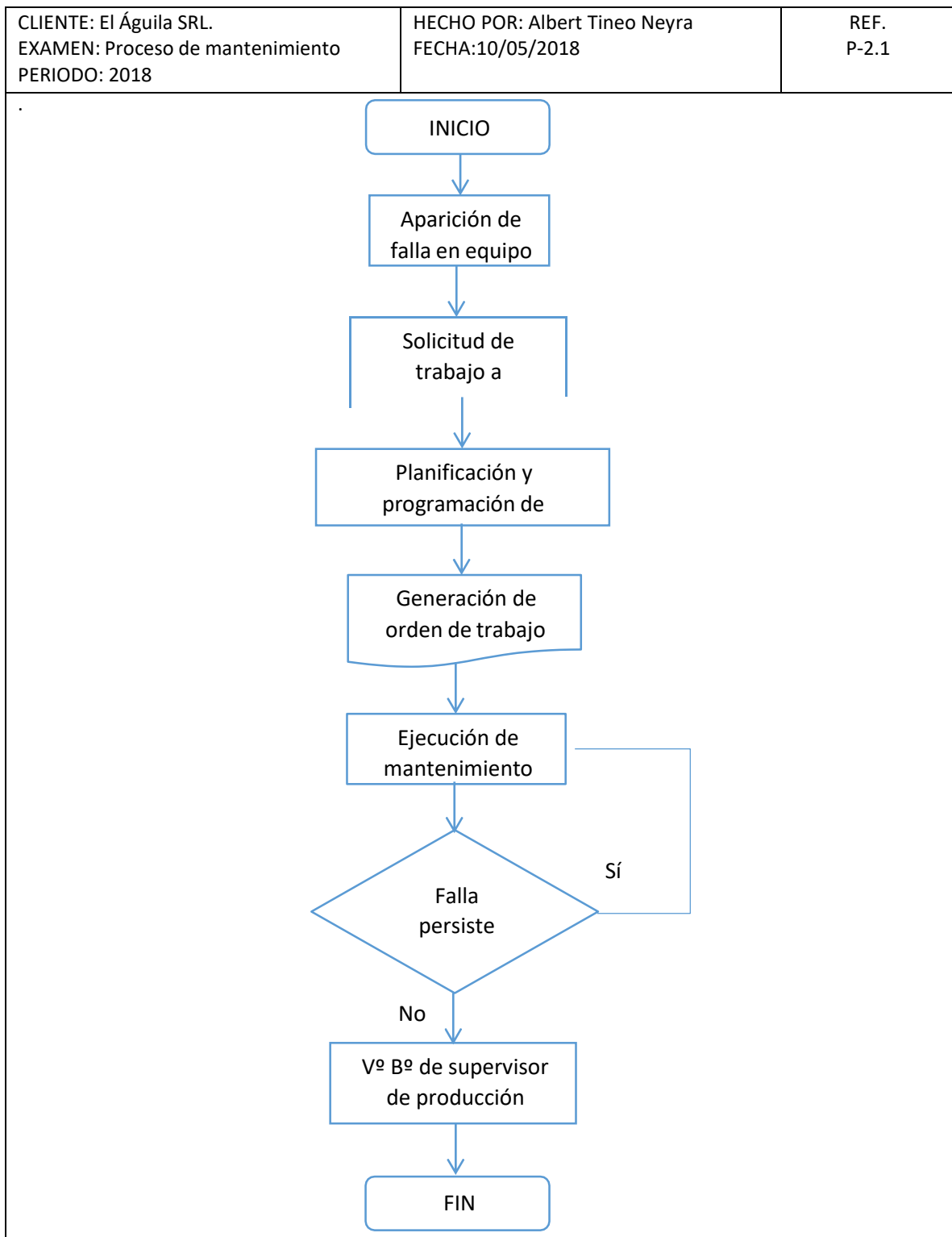
Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Área de evaluación

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018	HECHO POR: Albert Tineo Neyra FECHA:10/05/2018	REF. P-1.2
<p style="text-align: center;">AREA DE EVALUACION</p> <p>AREA A EVALUAR</p> <p style="padding-left: 40px;">Área de mantenimiento</p> <p>PROCESOS</p> <ul style="list-style-type: none">Solicitud de trabajoRecepción de solicitud de trabajoPlanificación de mantenimientoProgramación de mantenimientoSolicitud de materiales y herramientasGeneración de orden de trabajoEjecución de mantenimientoVerificación de trabajoGeneración de reporte		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Diagrama de flujo de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, 2018

Anexo 6. Ficha de observación

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018	HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 10/05/2018	REF. P-3					
OBSERVAR PROCESO DE MANTENIMIENTO FICHA DE OBSERVACIÓN AL ÁREA DE MANTENIMIENTO <p>La presente Ficha de Observación tiene por objetivo, recoger información acerca de los procesos que se deben tener en cuenta en el área de mantenimiento.</p> <p>Lugar de Observación: Área de mantenimiento (Empresa El Águila S.R.L) Fecha de Observación: 11/05/2018 Observador: Albert Tineo Neyra</p>							
Indicadores	Sub Indicadores	Verificación		Grado de calificación			
		Sí	No	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
Mantenimiento	Se planifican los trabajos de mantenimiento.	x			x		
	Existen solicitudes de trabajo (por escrito), de parte del área de producción al área de mantenimiento.		x				
	Se realizan coordinaciones entre el área de mantenimiento y producción para la ejecución de los trabajos.	x		x			
	Se generan ordenes de trabajo		x				
	Se tienen procedimientos definidos para la realización de las actividades de mantenimiento.		x				
	Se realizan requerimientos de herramientas y materiales a almacén.	x			x		
	Se lleva un control de los trabajos realizados.	x			x		
	Se registra el tiempo invertido en los trabajos de mantenimiento.	x			x		
	Existen controles de calidad de los trabajos realizados.		x				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Cuestionario – Organización general

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 12/05/2018		REF. P-4.1				
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO								
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso				Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS				OBSERVACIONES				
A. ORGANIZACIÓN GENERAL				No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se ha definido por escrito y se ha hecho aprobar la organización del área de mantenimiento?			0	-	-	-	30
2	¿Considera adecuada la ubicación del área de mantenimiento en la estructura organizacional?			0	-	-	-	20
3	¿Se comprueba periódicamente los roles y responsabilidades definidas en la organización para su actualización y/o adaptación?			0	-	-	-	10
4	¿Están las responsabilidades y tareas de los supervisores claramente definidas?			0	-	-	-	20
5	¿Es suficiente el personal de dirección y el de supervisión?			0	10	-	20	30
6	¿La actividad de cada supervisor (el que tiene a cargo técnicos y ayudantes) está enmarcada en un presupuesto de funcionamiento?			0	-	5	-	10
7	¿Hay alguna persona designada para asegurar la coordinación: del suministro, de los trabajos, de los estudios de instalaciones y de la formación?			0	5	-	15	20
8	¿Existe descripción de las funciones para cada uno de los puestos de ejecución (técnicos y ayudantes)?			0	-	10	-	20
9	¿Disponen los operadores de consignas y procedimientos escritos para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de primer nivel (vigilancia, controles de función)?			0	10	-	20	30
10	¿Se reúnen periódicamente Mantenimiento con Operaciones, Producción, etc., para examinar los trabajos a realizar?			0	-	5	-	20
11	¿Se controla regularmente los objetivos del servicio de mantenimiento?			0	5	-	20	30
12	¿Mantenimiento es consultado en caso de instalación de nuevos equipamientos?			0	10	-	20	30
13	¿El área de Mantenimiento impacta en la productividad de su organización?			0	10		20	30
A - 300 puntos posibles - Subtotal:								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Cuestionario-Métodos trabajo

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 12/05/2018		REF. P-4.2			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
B. MÉTODOS DE TRABAJO			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se planifica el trabajo para las intervenciones importantes en número de horas y/o repetitivas ?	0	10	-	20	30	
2	¿Se utiliza formatos(fichas) para planificar y presupuestar los trabajos?	0	-	10	-	20	
3	¿Se dispone de procedimientos/instructivos escritos para ejecutar los trabajos complejos o delicados?	0	-	10	-	20	
4	¿Se tiene un procedimiento escrito (y aplicado) en el que se definan los permisos de trabajo (consignación, des consignación) para trabajos que impliquen riesgos?	0	-	-	-	25	
5	¿Se conservan y archivan los expedientes de planificación de trabajos?	0	5	-	10	15	
6	¿Hay acciones que favorezcan la estandarización de los activos?	0	5	-	20	30	
7	¿Se tienen métodos de estimación de tiempo distintos a la estimación que se obtiene por experiencia?	0	-	5	-	10	
8	¿Se utiliza la metodología PERT(u otra) para la planificación de trabajos importantes, o que necesiten mucha coordinación?	0	5	-	10	20	
9	¿Se tiene acceso a metodologías formalizadas (conjunto de tareas lógicamente relacionadas) de reparaciones?	0	10	-	20	30	
10	¿Se separan los equipos, hacen preparar kits (repuestos, herramientas, dispositivos) antes de las intervenciones?	0	10	-	20	30	
11	¿La documentación está debidamente clasificada y resulta fácilmente accesible?	0	5	-	10	20	
B - 250 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Cuestionario-Control técnico de los equipos

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 12/05/2018		REF. P-4.3			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
C. CONTROL TÉCNICO DE LOS EQUIPOS			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se dispone de un inventario de ubicación de los equipos de cada área?	0	10	-	20	30	
2	¿Tiene cada equipo un código de identificación único diferente del número de inventario?	0	5	-	10	20	
3	¿Tiene cada equipo en su emplazamiento, su número de identificación claramente señalada?	0	5	-	10	15	
4	¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la baja de equipamiento?	0	5	-	10	15	
5	¿Se ha abierto una ficha técnica para cada equipo o instalación?	0	10	-	20	30	
6	¿Se tiene historial de los trabajos realizados a cada equipo?	0	10	-	20	30	
7	¿Se dispone de información sobre las horas de operación, los repuestos utilizados y los costes, de cada equipo.	0	10	-	25	40	
8	¿Hay responsable(s) del manejo de los historiales de los trabajos?	0	5	-	15	20	
9	¿Se asegura un control de la información relativa al registro de las visitas o inspecciones preventivas	0	-	15	-	30	
10	¿Se analiza los historiales una vez al año?	0	15	-	15	20	
C - 250 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 10. Cuestionario-Gestión de la cartera de trabajo

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 12/05/2018		REF. P-4.4			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
D. GESTIÓN DE LA CARTERA DE TRABAJO			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se tiene establecido un programa de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, frecuencia, carga de trabajo...)?	0	10	-	25	40	
2	¿Se dispone de fichas (o check list) escritas de mantenimiento preventivo?	0	5	-	10	20	
3	¿Existe algún responsable de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de adaptación)?	0	-	-	-	10	
4	¿Tienen los operadores de los equipos responsabilidades en materia de calibración(ajuste) y mantenimiento de rutina?	0	5	-	15	20	
5	¿Se tienen un sistema de registro de la demanda de trabajo?	0	10	-	25	40	
6	¿Hay alguna persona especialmente responsable de la planificación de los trabajos?	0	10	-	15	20	
7	¿Se tienen reglas definidas de priorización de los trabajos?	0	10	-	25	30	
8	¿Se conoce permanentemente la carga de trabajo en cartera?	0	5	-	10	30	
9	¿Existe algún documento de uso sistemático que permita informar y seguir toda intervención de mantenimiento?	0	5	-	20	30	
10	¿Se reúnen periódicamente los supervisores para debatir las prioridades, problemas de planeamiento, personal, etc.?	0	10	-	20	30	
11	¿Se dispone de un planeamiento semanal de distribución de los trabajos?	0	-	15	-	30	
D - 300 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia 2018

Anexo 11. Cuestionario – Gestión de repuestos

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 12/05/2018		REF. P-4.5			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
E. GESTIÓN DE REPUESTOS (PIEZAS DE RECAMBIO)			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se dispone de un ambiente cerrado para almacenar repuestos?	0	-	-	-	20	
2	¿Se dispone de libre servicio (por ejemplo, trapo industrial para las reparaciones) de ítems de consumo habitual?	0	-	5	-	10	
3	¿Se lleva al día el stock de repuestos?	0	10	-	20	30	
4	¿Se elimina sistemáticamente las piezas obsoletas?	0	-	5	-	10	
5	¿Se tiene actualizado el consumo de ítems por equipamiento?	0	-	5	-	10	
6	¿Está fácilmente disponible el número de artículos y su costo?	0	-	-	-	20	
7	¿Están las piezas debidamente guardadas e identificadas?	0	-	-	-	20	
8	¿Se ha definido el stock mínimo de seguridad para cada ítem?	0	5	-	15	20	
9	¿Están identificadas las piezas intercambiables?	0	8	-	20	30	
10	¿Son suficientemente flexibles los procedimientos de aprovisionamiento para que el proveedor(externo) almacene al máximo de capacidad?	0	5	-	20	30	
E - 200 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Compra y aprovisionamiento de repuestos y materias

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 13/05/2018		REF. P-4.6				
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO								
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso				Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS				OBSERVACIONES				
F. COMPRA Y APROVISIONAMIENTO DE REPUESTOS Y MATERIAS				No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Hay un procedimiento formalizado y adaptado de emisión de órdenes de compra y otorgamiento de pedido?			0	-	10	-	20
2	¿Hay alguna persona especialmente responsable del control de las órdenes de compra?			0	5	-	10	20
3	¿Se requiere el visto bueno del responsable del servicio para cualquier petición de repuesto cuyo precio sea elevado?			0	-	15	-	30
4	¿Los plazos de emisión de las órdenes de compra son suficientemente cortos a juicio de Uds.?			0	-	15	-	30
5	¿Hay convenios con proveedores para los artículos estándar o los consumibles?			0	10	-	20	30
6	¿Para artículos específicos (de consumo esporádico), se recurre a proveedores distintos del fabricante del equipo?			0	-	15	-	30
7	¿Se dispone del proceso de homologación (selección según criterios de calidad, oportunidad y costo) de los proveedores?			0	5	-	10	20
8	¿Hay coordinación entre el servicio de compras y el servicio de mantenimiento para las negociaciones con los proveedores?			0	5	-	10	20
F - 200 puntos posibles - Subtotal:								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Cuestionario – Organización de taller de mantenimiento

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA:13/05/2018		REF. P-4.7			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
G. ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL TALLER DE MANTENIMIENTO			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Es suficiente el espacio del taller de mantenimiento para los trabajos que les solicitan?		0	-	15	-	30
2	¿Su taller podría estar mejor situado con relación a los equipos que tienen que conservar?		0	10	-	20	40
3	¿Las oficinas de los jefes de grupo o de los supervisores están "a pie de obra" en el taller?		0	-	10	1	20
4	¿Dispone su taller de algún sistema de climatización?		0	-	5	-	10
5	¿Se encuentran próximo a su taller el almacén de herramientas y de repuestos?		0	5	-	15	20
6	¿Hay un responsable de almacén?		0	-	5	-	10
7	¿El almacén de herramientas y de repuestos está destinado exclusivamente al mantenimiento y a los trabajos nuevos que se realicen?		0	-	10	-	20
8	¿Dispone cada operario de un puesto de trabajo bien identificado?		0	-	10	-	20
9	¿Son adecuados los medios de manipulación y transporte (tecles, puente grúa, andamios, etc.) del taller?		0	10	-	20	30
G - 200 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Cuestionario – Herramientas

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 13/05/2018		REF. P-4.8			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
H. HERRAMIENTAS			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se dispone de un inventario de herramientas y equipos de pruebas?	0	5	-	10	20	
2	¿Se mantiene al día el inventario?	0	5	-	10	15	
3	¿Se dispone de todas las herramientas y dispositivos especiales necesarios?	0	10	-	20	30	
4	¿Se lleva a cabo mantenimiento preventivo con ayuda de dispositivos de pruebas de propiedad del técnico?	0	5	-	15	25	
5	¿Están fácilmente disponibles y hay suficiente cantidad de herramientas y dispositivos?	0	5	-	15	25	
6	¿Está bien definido y se lleva a cabo de forma correcta la certificación de los aparatos de medida?	0	-	5	-	15	
7	¿Se dispone por escrito del proceso de puesta a punto y de utilización de las herramientas?	0	-	-	-	10	
8	¿Dispone cada operario de una caja de herramientas personal?	0	-	15	-	30	
9	¿Se dispone de suficientes medios de manipulación in situ (aparejo de mano, escalera)?	0	10	-	20	30	
H - 200 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. Cuestionario – Documentación técnica

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 13/05/2018		REF. P-4.9				
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO								
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso				Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS				OBSERVACIONES				
I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA				No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se dispone de documentación técnica general suficiente: mecánica, de construcción, electricidad, nocividad, regulaciones?			0	5	-	15	20
2	¿Se dispone de planos de ensamble y los esquemas necesarios?			0	15	-	30	40
3	¿Están disponibles las instrucciones técnicas de uso y mantenimiento, así como el listado de piezas para equipos de gran envergadura?			0	5	-	15	30
4	¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?			0	10	-	20	30
5	¿Se actualizan los planos y los esquemas después que se hace modificaciones?			0	10	-	20	30
6	¿Se registran los trabajos de modificación de los equipos y se archivan los informes de correspondientes (¿preparación, puesta al día de la documentación?			0	5	-	15	20
7	¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento (constructores o subcontratas)?			0	5	-	15	20
8	¿Son suficientes los medios de fotocopiado?			0	-	5	-	10
I - 200 puntos posibles - Subtotal:								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Cuestionario – Personal y formación

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 14/05/2018		REF. P-4.10				
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO								
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso				Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS				OBSERVACIONES				
J. PERSONAL Y FORMACIÓN				No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿El ambiente de trabajo es en general positivo?			0	10		25	40
2	¿Los jefes de grupo(capataces) coordinan correctamente los trabajos de los operarios?			0	10		20	30
3	¿Se examinan en grupo (incluyendo a los operarios) los problemas que se presentan (círculos de calidad, grupos de mejora,)?			0	10		20	30
4	Se hacen encuentros anuales de apreciación entre el personal ejecutivo y el operativo			0	5		15	20
5	¿Los jefes de grupo(capataces) y los operarios están lo suficientemente disponibles? (Alargamiento de la jornada laboral para acabar un trabajo, trabajo los días sábados)?			0	10		20	30
6	¿El personal de mantenimiento tiene las competencias necesarias?			0	15		35	50
7	¿En el trabajo diario, considera que su personal tiene la iniciativa necesaria?			0	10		20	30
8	¿Los capataces aseguran regularmente el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?			0		15		30
9	¿Sus capataces reciben adiestramiento en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a fábricas, a ferias,			0		15		30
10	¿Recibe regularmente su personal formación en seguridad?			0	5		20	30
11	¿El servicio de mantenimiento programa y asume la formación del personal?			0	5		15	20
12	¿Se sigue rigurosamente la calificación y la habilitación del personal?			0	5		15	20
13	Se tienen pérdidas importantes en tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?			30	20		10	0
14	¿Son buenas las relaciones de su personal con: Operación/Producción, Logística, etc.)?			0		5		10
J - 400 puntos posibles- Subtotal								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Cuestionario – Subcontratación

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 14/05/2018		REF. P-4.11				
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO MANTENIMIENTO								
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso				Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS				OBSERVACIONES				
K. SUBCONTRATACIÓN				No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se tiene un procedimiento de evaluación formal de subcontratistas?			0				10
2	¿Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y las condiciones contractuales?			0	15	-	30	40
3	¿La selección de los subcontratistas se lleva a cabo según criterios de técnica y de competencia?			0	5	-	15	20
4	¿Desde el punto de vista de ubicación? ¿tienen Uds. acceso a muchas empresas de subcontratación para las áreas que les interesan?			0	5	-	15	20
5	¿Se subcontrata las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?			0	5	-	15	20
6	¿Incluyen sus contratos con las empresas de subcontrata cláusulas de resultados?			0	5	-	15	20
7	¿Se desarrollan una garantía de calidad y la colaboración con los subcontratistas?			0	5	-	20	30
8	¿Se crean y pone al día un archivo por cada trabajo realizado, que registre los eventos ocurridos, según un procedimiento predeterminado?			0	10	-	15	30
9	¿El control de los trabajos de los subcontratistas y la recepción de éstos ¿los lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimiento rigurosos?			0	10	-	20	30
10	¿Se dispone de documentación específica (Razón Social, ¿RUC, Rep. Legal, etc.) sobre las empresas externas que hacen el mantenimiento del equipamiento?			0	10	-	20	30
K - 250 puntos posibles - Subtotal:								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Cuestionario – Control de la actividad

CLIENTE: El Águila SRL. EXAMEN: Proceso de mantenimiento PERIODO: 2018		HECHO POR: Albert Tineo N. FECHA: 14/05/2018		REF. P-4.12			
CUESTIONARIO DE CONTROL INTERNO							
MANTENIMIENTO							
INFORMANTE: El Águila SRL. OBJETIVO: Diagnosticar situación de proceso			Hecho por: Albert Tineo Neyra Fecha:				
PREGUNTAS			OBSERVACIONES				
L. CONTROL DE LA ACTIVIDAD			No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1	¿Se dispone de un cuadro de mando que permita decidir las acciones correctivas a tomar?	0	-	-	-	20	
2	¿Se dan informes regulares del control de horas y costos de mano de obra, repuestos y Tiempos Fuera de Servicio?	0	15	-	30	40	
3	¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio (lucro cesante, seguridad de funcionamiento, disponibilidad de los equipamientos y tiempos de respuesta?	0	15	-	30	40	
4	¿Se controla la eficacia del potencial de mantenimiento?	0	15	-	30	40	
5	¿Se controla la carga de trabajo?	0	10	-	20	30	
6	¿Se controla los costos de mantenimiento, equipo por equipo?	0	10	-	20	30	
7	¿Se dispone de herramientas de gestión informatizada de la actividad de mantenimiento?	0	-	-	15	40	
8	¿Se dispone de informe resumen de actividades?	0	10	-	20	30	
9	¿Se emite regularmente un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?	0	10	-	20	30	
L - 300 puntos posibles - Subtotal:							

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N°032-2022-FIME



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 09:00 a.m. del día jueves 12 de mayo de 2022. Se reunieron vía plataforma virtual <http://meet.google.com/twj-cqjg-kqe>, los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°096-2022-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 30 de abril de 2022, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

Dr. Ing. ANIBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA
Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO

PRESIDENTE
SECRETARIO
MIEMBRO
ASESOR

Se recibió la tesis titulada:

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN FÁBRICA DE PLÁSTICOS”

Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **TINEO NEYRA DIÓMEDES ALBERT.**

Finalizada la sustentación virtual de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (14) en la escala vigesimal, mención **REGULAR.**

Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:00 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:

Dr. Ing. ANIBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA
PRESIDENTE

M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA
MIEMBRO

Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ
SECRETARIO

Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
ASESOR

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

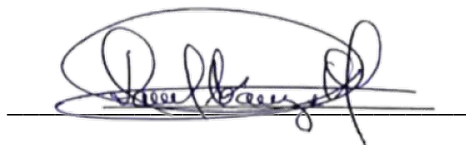
Yo, Dr. Ing. **CARRANZA MONTENEGRO, DANIEL** usuario revisor del documento titulado: **"PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO EN FABRICA DE PLASTICOS"**

Cuyo autor es, Br. **TINEO NEYRA, DIOMEDES ALBERT** identificado con documento de identidad N° **42405680**, declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **18%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 22 abril 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Daniel Carranza Montenegro', is written over a horizontal line.

Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro

ASESOR

Se adjunta:

*Resumen del Reporte automático de similitudes

*Recibo Digital

Propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento para incrementar la eficiencia del proceso productivo en fábrica de plásticos

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

5%

2

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

core.ac.uk

Fuente de Internet

1%

5

docslide.us

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

dokumen.pub

Fuente de Internet

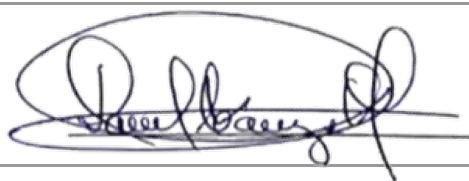
1%

8

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%



Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro
Asesor

9

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1%




Recibo digital


Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: DIOMEDES TINEO
Título del ejercicio: TESIS II
Título de la entrega: TESIS TINEO
Nombre del archivo: INFORME_FINAL_UNI_PROCESO.pdf
Tamaño del archivo: 2.67M
Total páginas: 135
Total de palabras: 31,573
Total de caracteres: 165,640
Fecha de entrega: 21-oct.-2024 09:00p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2493090284



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

"Propuesta de mejora de la gestión del mantenimiento para incrementar la eficiencia del proceso productivo en fábrica de plásticos"

Autor:

Br. Tineo Neyra, Diómedes Albert

Asesor:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel

Lambayeque - Perú, mayo 2022



Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro
ASESOR