



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS  
EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU  
INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN.**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor**

Albuja Torres Merriman Alexander

**Tutor**

Ing. Andrés Eduardo Morán Mgs.

QUITO – ECUADOR

2018

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN”** presentado por Merriman Alexander Albuja Torres, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

D.M. Quito, 22 de agosto de 2018

.....  
Ing. Andrés Eduardo Morán Mgs

171904635-9.

## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Merriman Alexander Albuja Torres, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 22 días del mes de agosto de 2018, firmo conforme:

Autor: Merriman Alexander Albuja Torres  
Firma:

Número de Cédula: 172422252-4  
Dirección: Pichincha, Quito, Pomásqui, San Rafael de Alugulla.  
Correo Electrónico: merriman3095@gmail.com  
Teléfono: 2355113

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

D.M. Quito, 22 de agosto de 2018

.....

Merriman Alexander Albuja Torres  
172422252-4

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación

D.M. Quito, .....2018

.....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

**VOCAL 1**

.....

**VOCAL 2**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado a Dios que me concedió la vida...

A mis padres, por apoyarme y ser la fortaleza que me ha permitido crecer como persona y como profesional.

A mis abuelitos, por enseñarme a luchar por mis sueños y ser mi ejemplo de perseverancia para continuar y luchar por un objetivo más en la vida

Finalmente, a todas las personas que confiaron en mí.

Merriman Alexander Albuja Torres

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la prestigiosa Universidad Tecnológica Indoamérica por abrirme las puertas de su seno científico para estudiar y crecer como persona y profesional, así como a todos los ingenieros que me brindaron todos sus conocimientos y su apoyo para alcanzar el éxito profesional.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y guiar mi camino con sabiduría.

Mi agradecimiento también va dirigido a la empresa Texticom por haber aceptado que se realice mi trabajo de grado en tan prestigiosa empresa.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	ii
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA .....	2
Tema.....	2
Línea de Investigación .....	2
Planteamiento de problema.....	2
Contextualización.....	3
Macro.....	3
Meso .....	5
Micro .....	7
Árbol de problemas .....	9
Análisis Crítico.....	10
Prognosis .....	10



Formulación del problema.....	11
Delimitación del objeto de investigación .....	11
Justificación.....	11
Objetivos .....	12
General .....	12
Específicos.....	12
CAPÍTULO II .....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
Antecedentes investigativos .....	13
Fundamentaciones.....	15
Legal.....	15
Técnica-tecnológica.....	16
Categorías fundamentales.....	17
Red de categorías.....	17
Constelación de ideas .....	18
Fundamentación Teórica.....	20
Fundamentación de la Variable Independiente .....	20
PROCESO DE MANTENIMIENTO .....	20
Ingeniería Industrial .....	20
Tipos de Mantenimiento.....	20
Mantenimiento Correctivo .....	20
Mantenimiento programado .....	21
Mantenimiento No programado .....	21
El correctivo como base del mantenimiento .....	22
Mantenimiento Preventivo .....	22
Categorías del Mantenimiento Preventivo .....	24

Ventajas del Mantenimiento Preventivo .....	25
Programas de Mantenimiento Preventivo .....	25
Aplicación de los programas .....	26
Frecuencia de inspecciones .....	26
Implementación de un sistema preventivo .....	27
Mantenimiento Predictivo .....	28
Proceso .....	28
Mantenimiento.....	28
Proceso de mantenimiento.....	29
Personal .....	29
Indicadores de Mantenimiento .....	30
Tiempo medio entre fallas (MTBF) .....	31
Tiempo medio de reparación (MTTR) .....	31
Disponibilidad .....	31
Confiabilidad .....	32
Mantenibilidad.....	32
Stock de Repuestos.....	32
Tipos de Repuestos.....	32
Responsabilidad dentro del equipo.....	33
Necesidad de stock en planta.....	33
Fundamentación de la Variable Dependiente .....	34
<b>PRODUCCIÓN.....</b>	<b>34</b>
Planificación y control de la producción.....	34
Procesos Productivos.....	34
Producción.....	34
Etapas del proceso de producción .....	34

Capacidad de la producción .....	35
Indicadores de Productividad .....	35
Eficiencia.....	35
Eficacia.....	35
Efectividad.....	35
Tiempos .....	36
Hipótesis .....	36
Señalamiento de Variables .....	36
Definición de términos técnicos .....	37
CAPÍTULO III.....	38
METODOLOGÍA .....	38
Enfoque de la modalidad .....	38
Modalidad básica de la investigación.....	38
Tipos de la Investigación.....	38
Población y muestra .....	39
Operacionalización de Variables.....	40
Plan de recolección de la información .....	42
Aplicación de instrumentos de recolección de información .....	45
CAPÍTULO IV.....	46
ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN	
ACTUAL .....	46
Análisis del Proceso de Mantenimiento .....	46
Número de Mantenimientos .....	53
Tiempo de reparación.....	56
Horas Producidas.....	58
Confiabilidad de la Máquinas Inyectoras .....	60

Tipos de paro .....	69
Cálculo de la Eficacia.....	74
Verificación de Hipótesis .....	78
Conclusiones .....	83
Recomendaciones .....	84
CAPÍTULO V .....	85
Tema.....	85
Datos Informativos .....	85
Antecedentes de la propuesta .....	86
Objetivo .....	86
General .....	86
Específicos.....	86
Justificación de la propuesta.....	87
Desarrollo de la Propuesta.....	87
Planificación de la Propuesta .....	88
Codificación de las Máquinas .....	88
Críticidad de las Máquina.....	89
Ficha Técnica .....	94
Orden de Trabajo.....	95
Informe de Avería .....	95
Orden de Compra .....	96
Plan de Mantenimiento.....	97
Rutas Diarias y Semanales .....	98
Rutas mensuales, trimestrales y semestrales .....	99
Ruta Anual.....	101
Stock de Repuestos.....	102

Beneficios de la propuesta.....	103
Análisis financiero.....	103
Calculo del VAN Y TIR.....	108
Conclusiones y Recomendaciones .....	109
Conclusiones: .....	109
Recomendaciones .....	109
Bibliografía .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1</b> Árbol de problemas .....	9
<b>Figura N° 2</b> Red de categorías.....	17
<b>Figura N° 3</b> Constelación de ideas de variable independiente .....	18
<b>Figura N° 4</b> Constelación de ideas de variable dependiente .....	19
<b>Figura N° 5</b> Organigrama de Mantenimiento.....	30
<b>Figura N° 6</b> Mapa de procesos de la empresa Texticom.....	46
<b>Figura N° 7</b> Diagrama de flujo actual del proceso de mantenimiento .....	47
<b>Figura N° 8</b> Organigrama Funcional de la Empresa Texticom.....	49
<b>Figura N° 9</b> Número de mantenimientos correctivos.....	55
<b>Figura N° 10</b> Horas paro por mantenimiento correctivo.....	57
<b>Figura N° 11</b> Horas producidas por máquina.....	59
<b>Figura N° 12</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 0 .....	61
<b>Figura N° 13</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 1 .....	62
<b>Figura N° 14</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 2 .....	63
<b>Figura N° 15</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 3 .....	64
<b>Figura N° 16</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 4 .....	65
<b>Figura N° 17</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 5 .....	66
<b>Figura N° 18</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 6 .....	67
<b>Figura N° 19</b> Tendencia de Confiabilidad de la máquina 7 .....	68
<b>Figura N° 20</b> Diagrama de Pareto de Tipos de Mantenimiento .....	74
<b>Figura N° 21</b> Tendencia de la eficacia de la producción.....	77
<b>Figura N° 22</b> Correlación de Variables .....	82
<b>Figura N° 23</b> Ubicación de la Empresa Texticom.....	85
<b>Figura N° 24</b> Caracterización del proceso.....	92
<b>Figura N° 25</b> Diagrama de flujo propuesto para el mantenimiento preventivo ..	93
<b>Figura N° 26</b> Propuesta del formato de la ficha técnica.....	94
<b>Figura N° 27</b> Propuesta del formato de la orden de trabajo .....	95
<b>Figura N° 28</b> Propuesta de Informe de Averías .....	96
<b>Figura N° 29</b> Propuesta de formato de orden de compra .....	97
<b>Figura N° 30</b> Propuesta de ruta diaria de revisión de máquina.....	98

<b>Figura N° 31</b> Propuesta de ruta semanal de revisión de máquina.....	99
<b>Figura N° 32</b> Propuesta de ruta mensual de revisión de máquina.....	100
<b>Figura N° 33</b> Propuesta de ruta trimestral de revisión de máquina.....	100
<b>Figura N° 34</b> Propuesta de ruta semestral de revisión de máquina.....	101
<b>Figura N° 35</b> Propuesta de ruta anual de revisión de la máquina .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1</b> Operacionalización de la Variable Independiente .....	40
<b>Tabla N° 2</b> Operacionalización de la Variable Dependiente .....	41
<b>Tabla N° 3</b> Preguntas para recolección de información.....	42
<b>Tabla N° 4</b> Diagrama de Gantt: Plan de recolección de información .....	44
<b>Tabla N° 5</b> Profesiograma del Coordinador de Mantenimiento.....	50
<b>Tabla N° 6</b> Profesiograma de Ayudante de mantenimiento.....	51
<b>Tabla N° 7</b> Número de paros por mantenimiento correctivo .....	54
<b>Tabla N° 8</b> Horas de paro por mantenimiento correctivo .....	56
<b>Tabla N° 9</b> Horas Producidas por máquina.....	58
<b>Tabla N° 10</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la máquina 0.....	60
<b>Tabla N° 11</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 1 .....	62
<b>Tabla N° 12</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 2 .....	63
<b>Tabla N° 13</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 3 .....	64
<b>Tabla N° 14</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 4 .....	65
<b>Tabla N° 15</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 5 .....	66
<b>Tabla N° 16</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 6 .....	67
<b>Tabla N° 17</b> Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 7 .....	68
<b>Tabla N° 18</b> Mantenimientos correctivos realizados a los equipos .....	69
<b>Tabla N° 19</b> Tipos de Mantenimiento.....	74
<b>Tabla N° 20</b> Datos de producción Producto A.....	75
<b>Tabla N° 21</b> Eficacia de la Producción .....	76



<b>Tabla N° 22</b> Datos para el cálculo del coeficiente de correlación de las horas paro y la producción obtenida .....	79
<b>Tabla N° 23</b> Codificación de máquinas .....	89
<b>Tabla N° 24</b> Modelo de análisis de criticidad .....	90
<b>Tabla N° 25</b> Stock de Repuestos .....	103
<b>Tabla N° 26</b> Costo de las actividades para la implementación de la propuesta .	104
<b>Tabla N° 27</b> Costo generado por las horas paro en la fabricación del producto A .....	105
<b>Tabla N° 28</b> Tiempo de recuperación para inversión del proyecto.....	106
<b>Tabla N° 29</b> Tasas Referenciales .....	108

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN.**

**AUTOR:** Merriman Alexander Albuja  
Torres

**TUTOR:** Mgs. Andrés Morán N.

**RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación se enfoca en el análisis del proceso de mantenimiento en el área de inyección de la empresa Texticom y como ésta incide en la producción.

Entre las principales dificultades se encontró que la empresa ejecutaba mantenimientos una vez ocurrido el fallo y no disponía de un esquema de gestión para asegurar el buen funcionamiento de los equipos; ocasionando, interrupciones en el programa de producción, disminución en la eficacia de la producción y retrasos en la entrega del producto final.

Para el análisis de los problemas se utilizó registro de actividades, observación de campo y observación documentada. Se empleó un análisis cualitativo y cuantitativo donde se registraron y evidenciaron los problemas que presentó la organización.

En el estudio se identificó una disminución en el porcentaje de producción debido a los paros presentados por falla en los equipos; por lo cual, se planteó como meta, diseñar un plan de mantenimiento en post de conseguir reducir los paros por fallos inesperados de los equipos y aumentar la eficacia de la producción.

**DESCRIPTORES:** equipos de inyección, mantenimiento y producción.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME: ANALYSIS OF THE PROCESS OF MAINTENANCE OF THE MACHINES IN THE AREA OF INJECTION OF THE TEXTICOM COMPANY AND ITS INCIDENCE IN THE PRODUCTION**

**AUTHOR:** Merriman Alexander Albuja  
Torres

**TUTOR:** Mgs. Andrés Morán N.

**ABSTRACT**

This research focuses on the analysis of the maintenance process in the injection area of the Texticom Company and how it affects the production.

Among the main difficulties was found that the company executed the maintenance once failure occurred and had no scheme to ensure the proper functioning of the equipment; causing interruptions in the production program, decrease in production efficiency and delays in the delivery of the final product.

For the analysis of the problems, the activity log, the field observation and the documented observation were used. A qualitative and quantitative analysis was used in which the problems presented by the organization were recorded and evidenced.

The study identified a decrease in production percentage due to stoppages presented by team failures; therefore, the goal was to design maintenance plan in post to reduce the failure stops of unexpected equipment and to increase the efficiency of the production.

**KEYWORDS:** injection equipment, maintenance and production.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Texticom Cia. Ltda. ubicada en el sector de la ciudad de Quito, es una organización dedicada al diseño y fabricación de moldes para plásticos; fabrica partes plásticas por inyección y realiza recubrimientos de pintura, cromado, niquelado y metalizado sobre cualquier superficie plástica. Para ello utiliza procesos de alta tecnología, personal capacitado y controles de gestión que garanticen el cumplimiento de los requisitos de los clientes, normativas ambientales, de seguridad y de salud ocupacional.

La presente investigación analiza el proceso de mantenimiento de la Empresa Texticom, se estudiarán los fallos que presenten los equipos, los tiempos de reparación y los tiempos de producción que permitirán determinar la disponibilidad de las inyectoras, y como estas afectan al cumplimiento de la producción.

Capítulo I: se presentó el planteamiento del problema, donde se describe la situación actual de la empresa, la cual lleva a un análisis de causa efecto para poder determinar los objetivos generales y específicos, para el estudio de la investigación.

Capítulo II: Se abordó el marco teórico y antecedentes investigativos que respaldan a la investigación; se define las variables dependientes e independientes, planteamiento de hipótesis y definición de términos técnicos.

Capítulo III: Se examinó la metodología a emplear como es: el enfoque de la modalidad, los tipos de investigación, la población y muestra, la recolección de la información y el procesamiento y análisis de la información la misma que permitirá realizar un estudio adecuado.

Capítulo IV: Se analiza e interpreta los resultados obtenidos mediante el estudio de la información recolectada, así también se verifica la incidencia de las variables, verificando la hipótesis planteada y finaliza con las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis de los resultados

Capítulo V: Se desarrolla la propuesta, definiendo objetivos, beneficios de la propuesta y el empleo del análisis financiero que permitan determinar la factibilidad del proyecto y se termina con conclusiones y recomendaciones de la propuesta.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Tema**

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS EN EL ÁREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA TEXTICOM Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN”.

#### **Línea de Investigación**

La investigación propuesta para el siguiente proyecto de tesis se orienta a la línea de Empresarialidad y Productividad, la misma que indica:

**Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarial de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresen al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines. (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2017, pág. 3)**

#### **Planteamiento de problema**

En la actualidad las organizaciones han optado por acoger modelos de gestión de mantenimiento que les permita reducir las averías y los tiempos de paro de los equipos. A más de esto, también permite incrementar la productividad y estabilidad, tanto de la empresa como la de sus clientes. El mantenimiento ha ido

evolucionando, de acorde a las necesidades de las empresas de tener equipos que sean más confiables y que les permita incrementar la productividad y satisfacer la demanda de sus clientes.

Al principio de los tiempos el mantenimiento solamente consistía en la reparación del equipo una vez que este presentaba una avería, lo cual generaba paros en la línea de producción y un aumento en los costos de la elaboración del producto.

Para reducir estas averías en los equipos, en el año de 1950 se dio inicio a un nuevo concepto del mantenimiento, el mismo que consistía en seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al uso y cuidado de las máquinas o aparatos. A este tipo de mantenimiento se lo conoce como “Mantenimiento Preventivo”

En la actualidad la empresa Texticom Cia. Ltda. cuenta con un mantenimiento que se basa en la reparación de los equipos una vez que se presenta la avería, generando una producción inestable debido a las interrupciones originadas por los paros de la maquinaria. Por esta razón es importante implementar nuevas metodologías o técnicas que minimicen el mantenimiento correctivo y por lo tanto que mejore su producción.

## **Contextualización**

### **Macro**

A nivel mundial el mantenimiento ha pasado a ser un factor clave en la estrategia empresarial, para mantener una competitividad dentro del mercado. Debido a que éste permite conservar los activos de una empresa en las mejores condiciones y así poder satisfacer la demanda del cliente. (Satuyo, 2012)

Actualmente las organizaciones han optado por implementar estrategias de mejora, enfocadas a la calidad y al mejoramiento continuo de sus procesos. Aprovechando los beneficios de optimización de recursos que les permita alcanzar las metas planteadas de la organización; además, el aumento de la competencia a nivel mundial ha llevado a las empresas a buscar maneras de ventaja con respecto a costos, calidad y tiempo de entrega; por lo cual, ha llevado a las organizaciones a

poner cada vez más atención a como manejan la gestión del mantenimiento, por el papel que juega en cuanto contribuir con la productividad general de la organización. ( Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016)

La gestión del mantenimiento juega un papel importante en la eficiencia de la organización, ya que ayuda a mantener a los equipos en óptimas condiciones asegurando la disponibilidad de los mismos. Esta gestión permite mantener la continuidad y evitar los costosos tiempos de inactividad de la producción; sin embargo, ha habido pocos estudios acerca de la gestión del mantenimiento en las organizaciones, convirtiéndola en un tema poco investigado. ( Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016)

Varios estudios de una amplia gama de sectores industriales, indican que una baja disponibilidad y productividad, son encaminadas a la no comprensión de los retos estratégicos que aporta una adecuada gestión de mantenimiento; por lo cual, ha aumentado la importancia estratégica de la función del mantenimiento, especialmente en organizaciones con importantes inversiones en activos fijos. ( Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, & Hincapié Zuluaga, 2016)

Actualmente, el mantenimiento predictivo es la herramienta mejor implantada en el marco de la industria mundial. Se estima que entre un 56 y 64% de las plantas industriales del mundo tiene implementada alguna herramienta del mantenimiento predictivo. En países desarrollados cerca del 77% tiene un programa de mantenimiento predictivo establecido y en funcionamiento (Lubrication Management, 2017)

En la actualidad se han desarrollado normas internacionales que ayuden a las organizaciones a implementar un sistema de gestión de mantenimiento, con el objetivo de administrar correctamente los activos de una organización. Entre las normas de sistema de gestión de mantenimiento, se tiene la ISO 55001. Que desde su creación en el 2014 hasta la fecha no se registra en la base de datos de la ISO ninguno certificado emitido. Dejando claro que a nivel mundial las organizaciones no poseen un sistema de gestión de mantenimiento; sino que ocupan herramientas que ayuden a mantener los equipos en funcionamiento, tales como; Mantenimiento productivo total (TPM), Mantenimiento Centrado en fiabilidad y confiabilidad

(RCM), Mantenimiento predictivo, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento correctivo, entre otras. (Sexto, 2017)

En América Latina según describe Vargas (2017), en la fabricación de artículos plásticos por inyección se presenta 10 problemas comunes que generan paros en la producción, que son.

- Marcas de rechupe en el producto
- Material demasiado frío
- Rebaba excesiva
- Líneas de flujo visibles en la superficie de la pieza mientras se llena la cavidad
- Efecto diésel (marcas de quemadura en la superficie de la pieza)
- Llenado del molde muy lento
- Piel de naranja (superficie delgada que presenta una textura similar a la cáscara de naranja)
- Marcas hundidas y huecos
- Molde con defecto en el acabado o diseño
- Coloración deficiente en la pieza

A estos problemas se los ha clasificado en tres bloques, de acuerdo a las fallas que son:

- I. Falta de mantenimiento y mala calibración de las máquinas
- II. Defectos del molde que produce que el producto inyectado termine con errores.
- III. Mala operación del personal encargado de manejar las máquinas, lo cual genera daños en la maquinaria, produciendo que el producto final salga de la línea de producción con defectos.

## **Meso**

En el Ecuador la gestión del mantenimiento avanza a pasos lentos lo que implica que las organizaciones estructuran su gestión de forma correctiva y no preventiva, es decir; su gestión está orientada a corregir los defectos que se van presentado, y no más bien; a prevenirlos antes de que sucedan.



De acuerdo al Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, en el Ecuador operan cerca de 600 empresas que se dedican al procesamiento de plástico, las mismas que se encuentran concentradas en las provincias de Azuay, Guayas y Pichincha. Estas empresas mantienen un sistema orientado a la corrección de los defectos que se producen dentro de la organización.

De acuerdo al valor agregado bruto provincial por Industria (Banco Central del Ecuador, 2007) se observó, básicamente que la producción de artículos plásticos se centra en tres provincias; dentro de las cuales se tiene: Guayas con el 47.75%, Pichincha con el 33.76%, y Azuay con el 14.26%. Por el contrario, provincias tales como: Napo, Bolívar, Loja, Carchi, Pastaza, Los Ríos, Zamora Chinchipe, Galápagos, Sucumbíos, Orellana, Santo Domingo y Santa Elena no presentan participación en la producción de artículos plásticos, por lo que su participación es nula.

La Industria del plástico en la actualidad es considerada como uno de los sectores que puede generar \$ 6 000 millones de ingresos, 12 000 empleos, 38 nuevas plantas y una inversión privada de \$ 4 500 millones, con una planificación hasta el año 2025. Esta industria se encuentra dentro de los 9 sectores que apuntalarán la política industrial del Ecuador en 10 años, así lo anunció el Gobierno Ecuatoriano.

Actualmente en la industria Ecuatoriana no se posee un sistema de gestión de mantenimiento que este encaminado a resguardar los activos de una empresa, los mismos que juegan un rol importante dentro de la productividad de una organización. Esto se debe al desconocimiento del aporte de la gestión de mantenimiento hacia los objetivos estratégicos de la empresa.

En la actualidad las industrias ecuatorianas ya designan recursos y responsabilidades para el mantenimiento de las instalaciones y los equipos. Los mismos que se enfocan la mayor parte, a reparar los equipos una vez ocurridos el fallo. Esto se debe a que no se realizan estudios para emplear metodologías que ayuden a prevenir los fallos y así poder asegurar la continuidad de la producción y no caer en gastos generados por el tiempo improductivo provocado por el paro de la maquinaria.

## Micro

Texticom Cia. Ltda. es una empresa Ecuatoriana que procesa mensualmente de 600000 a 1500000 artículos plásticos, repartidos en una gama de 200 distintos ítems, entre las que destacan las de línea blanca, en la fabricación de partes plásticas para el ensamble de cocinas y refrigeradoras.

La empresa cuenta con un equipo humano calificado, materiales resistentes y tecnología moderna, que le permite ofrecer productos de calidad a nivel nacional. La empresa se encuentra debida y legalmente constituida mediante escritura pública, otorgada en marzo 27 de 1991 y registrada en la superintendencia de compañías.

Texticom Cia. Ltda., cuenta con las siguientes áreas:

- Diseño
- Matricería
- Inyección de productos plásticos
- Cromado/ niquelado de piezas plásticas
- Pintura de piezas plásticas
- Ensamble de producto terminado

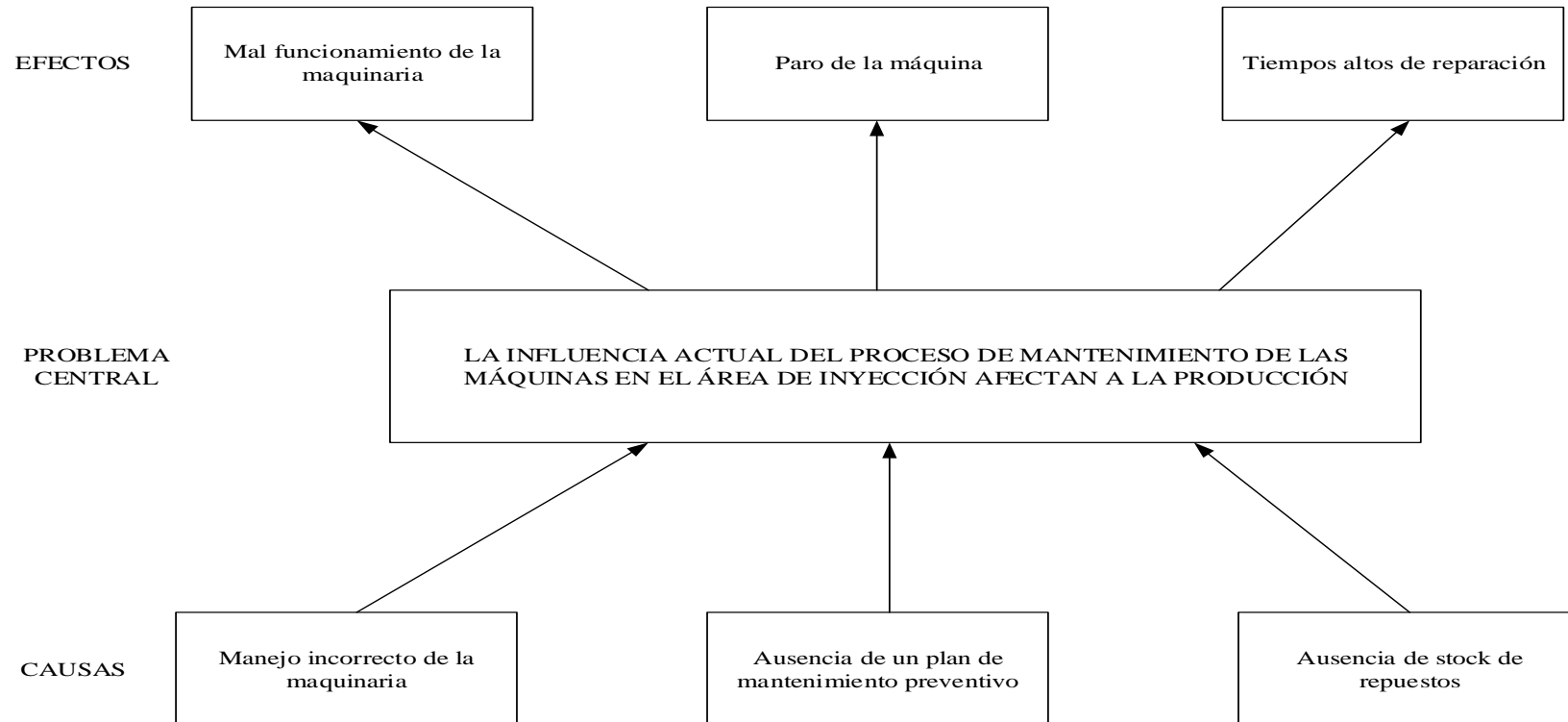
En lo que respecta al área de inyección de productos plásticos la empresa cuenta con 14 máquinas inyectoras disponibles 7200 horas al mes. De este total un 25% corresponde a horas paro que se generan por múltiples factores, como, por ejemplo:

- Manejo incorrecto de la maquinaria por parte de los operarios
- Ausencia de plan de mantenimiento preventivo
- Falta de capacitación del personal

Cuentan con un sistema de mantenimiento correctivo, el mismo que maneja una orden de requerimiento para proceder a reparar la máquina, esta orden debe ser emitida por el supervisor en turno, el cual se encarga de contener el problema hasta que el equipo de mantenimiento repare la máquina y la vuelva a poner en funcionamiento.

Este tiempo resta eficacia a la producción debido a que no se cumple con el plan predefinido, motivo por el cual se producen alargues de producción, para contrarrestar de alguna manera el paro generado por el fallo del equipo

## Árbol de problemas



**Figura N° 1** Árbol de problemas

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

## **Análisis Crítico**

El manejo incorrecto de las máquinas por parte de los operadores genera algunas veces averías en las máquinas, esto se debe a la mala manipulación, la rotación del personal y a la carencia de conocimiento. Trayendo como consecuencia paros inmediatos en la producción, ya que las máquinas se encuentran detenidas hasta que se realice el mantenimiento correctivo correspondiente. Motivo por el cual se presenta un aumento en el tiempo de producción, para así satisfacer la demanda del cliente.

La ausencia de un plan de mantenimiento preventivo provoca que los porcentajes de ocurrencia del mantenimiento correctivo sean mayores; y por tanto, se presentan averías que provoquen pérdidas de tiempo en la producción y disminuya la productividad de la planta. Este tiempo de paro causa una disminución de la eficacia y el uso del equipo; además de un aumento en los costos del mantenimiento del equipo, debido a los recursos adicionales requeridos para su reparación.

La carencia de un stock de repuestos provoca que la maquinaria presente paradas muy largas por mantenimiento, ya que no se cuenta con los repuestos necesarios para cambiar oportunamente los componentes del equipo que se encuentran dañados. Afectando el programa de producción ya que se necesitará un tiempo adicional para cumplir con la orden de pedido generada por el cliente.

## **Prognosis**

La empresa de fabricación de artículos plásticos “Texticom Cia. Ltda.” al no reducir los tiempos de paro de los equipos, adoptando un sistema de mantenimiento preventivo; se encuentra expuesta a reducir los niveles de producción y competitividad, debido al requerimiento de recursos adicionales que permitan mitigar los paros producidos al momento de elaborar el producto.

Además de continuar con un sistema correctivo, la empresa Texticom Cia. Ltda. está expuesta a retrasos en la línea de producción, generando un descontento en el cliente debido a que los productos ofertados no son entregados en el tiempo establecido.

## **Formulación del problema**

¿Cómo influye el actual proceso de mantenimiento de las máquinas del área de inyección de la empresa Texticom en su producción?

## **Delimitación del objeto de investigación**

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Mantenimiento Industrial

**Aspecto:**

Variable independiente: Proceso de mantenimiento

Variable dependiente: Producción

**Espacial:** Empresa Texticom Cia. Ltda.

**Temporal:** Abril del 2017- marzo del 2018

## **Justificación**

La importancia del trabajo final de titulación se ve fundamentada en la mejora de los procesos de mantenimiento de la empresa, los mismos que permitirán reducir las horas paro de la producción, generando un aumento en la disponibilidad de la máquina, la cual se verá reflejada en la productividad de la empresa.

Los beneficiarios de este trabajo final de titulación serán: la empresa ya que, se determinará los principales motivos que generan los paros en la maquinaria, lo que ayudará a establecer las acciones preventivas que permitan mitigar los paros repetitivos de la maquinaria.

El aporte del trabajo final de titulación a la misión y visión de la empresa, es que permitirá mantener la ventaja competitiva con respecto a la elaboración de productos plásticos, al mismo tiempo le permitirá ser una empresa eficiente con procesos sólidos, satisfaciendo la demanda local y nacional.

Existe factibilidad ya que la empresa Texticom Cia. Ltda. cuenta con el talento humano, tecnológicos y económicos necesarios para le implementación de procesos y métodos de mantenimiento que ayuden a reducir los paros de producción.

Con respecto a la trascendencia este trabajo final de titulación podrá ser tomada como base para futuros proyectos que tengan la misma área de estudio, además podrá ser utilizado para la generación de alternativas que ayuden a mejorar la producción y reducir las horas paro que se presenten en una empresa

La originalidad del trabajo final de titulación es garantizada por el investigador puesto que, los datos obtenidos en la investigación se basan en la observación y experimentación, punto referencial del método científico

## **Objetivos**

### **General**

Analizar el proceso de mantenimiento de las máquinas en el área de inyección de la empresa Texticom y su incidencia en la producción

### **Específicos**

- Evaluar el Proceso de Mantenimiento de las máquinas inyectoras
- Establecer los fallos con mayor índice de ocurrencia.
- Establecer la eficacia de la Producción
- Establecer una propuesta de mejora para minimizar los tiempos de paro de la maquinaria del área de inyección.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Antecedentes investigativos**

Chorlango (2013), de la Escuela Politécnica Nacional, a través de su tesis: “Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para el equipo caminero de ilustre municipio del cantón Pedro Moncayo”, concluye que:

Es importante en el estudio tener en cuenta las fallas más frecuentes que presente la maquinaria, con el objetivo de realizar un análisis de causa raíz que las generen, y así poder designar tareas que ayuden a un mantenimiento más adecuado.

El análisis modal de efectos y fallos, es una herramienta muy versátil que permite identificar, evaluar y prevenir posibles fallos que pueden aparecer en los equipos.

La metodología empleada para el estudio de las causas que generan una avería en la maquinaria, será tomada como guía para el análisis de los motivos por los cuales los equipos se paran repetidamente. Con el objetivo de determinar oportunidades de mejora que permitan reducir las horas paro de la maquinaria.

Hidalgo (2014), de la Universidad de Guayaquil, a través de su tesis: “Diseño de un Sistema de Operaciones y Mantenimiento para Maquinaria y Equipos de BORSE S.A.”, concluye que:

El empleo de metodologías como el Diagrama de Pareto, Causa Efecto, Análisis de FODA, permiten determinar cuáles son los equipos que presentan una mayor cantidad de fallos durante un periodo. Ocasionando como consecuencia una reducción en el volumen de producción.

Estas metodologías empleadas permiten identificar cuáles son las máquinas que, de presentarse una avería, provocan retrasos en la producción, desencadenando como consecuencias pérdidas económicas que afectan a la utilidad de la empresa, y al cumplimiento de los pedidos de productos terminados. Adicionalmente permite



identificar a través de un análisis de riesgo cual es el equipo que comúnmente tiende a averiarse.

Este trabajo es pertinente con la investigación planteada, ya que aborda el análisis de las horas improductivas de una planta y como se las puede reducir en función de las causas que la producen. Interesa, en sobremanera, apreciar la metodología utilizada para el análisis de la causa raíz de los problemas que producen paros en la planta, así también, la solución planteada para la reducción de los tiempos improductivos de las máquinas y equipos.

Yancha (2017), de la Universidad Tecnológica Indoamérica, a través de su tesis: “Estudio del mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato concluye que:

Una de las metodologías que ayudará a determinar qué equipo es el más susceptible a presentar un fallo, es a través del empleo de Análisis de modo y efectos de fallo (AMEF), el cual permite determinar el índice de prioridad de riesgo, que ayudará a establecer que equipo es el que requiere de una mayor atención por parte de mantenimiento.

Para verificar el estado en el que se encuentra un proceso de mantenimiento, es necesario el empleo de indicadores que permitan develar el comportamiento de los equipos dentro del proceso de producción, para ello se puede emplear indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad de cada equipo.

Este trabajo ayudará de guía para el desarrollo de indicadores que permitan estudiar y analizar los procesos de mantenimiento. Empleando métodos que ayuden a recolectar la información necesaria, para la elaboración de métricas que permitan establecer el rendimiento de los equipos.

## **Fundamentaciones**

### **Legal**

#### **Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medioambiente de trabajo**

#### **Título III**

#### **Aparatos, Máquinas y Herramientas**

#### **Capítulo IV**

#### **Utilización y Mantenimiento de máquinas fijas**

##### **Art.92.- Mantenimiento**

1. El mantenimiento de máquinas deberá de ser de tipo preventivo y programado.
2. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas.
3. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.

En aquellos casos en que técnicamente las operaciones descritas no pudieren efectuarse con la maquinaria parada, serán realizadas con personal especializado y bajo dirección técnica competente.

4. La eliminación de los residuos de las máquinas se efectuará con la frecuencia necesaria para asegurar un perfecto orden y limpieza del puesto de trabajo.

## **Técnica-tecnológica**

### **NTE INEN-ISO 55000:2014**

La Norma Técnica Ecuatoriana de Gestión de Activos. Aspectos Generales. Principios y Terminología (ISO55001:2014, IDT) NTE INEN-ISO 55001:2014 provee los aspectos generales de la gestión de activos, sus principios y terminología y los beneficios esperados al adoptar la gestión de activos.

Esta norma detalla la terminología utilizada para la implementación de sistemas de gestión de activos; así como, los aspectos generales que se deben considerar para el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de activos.

### **NTE INEN-ISO 55001:2014**

La Norma Técnica Ecuatoriana de Gestión de Activos. Sistemas de Gestión. Requisitos (ISO55001:2014, IDT) NTE INEN-ISO 55001:2014 establece los requisitos para el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejoramiento de un sistema de gestión de activos.

Esta norma define los lineamientos que debe seguir una empresa para cumplir con los requisitos legales, regulatorios y contractuales, y los requisitos propios de una empresa.

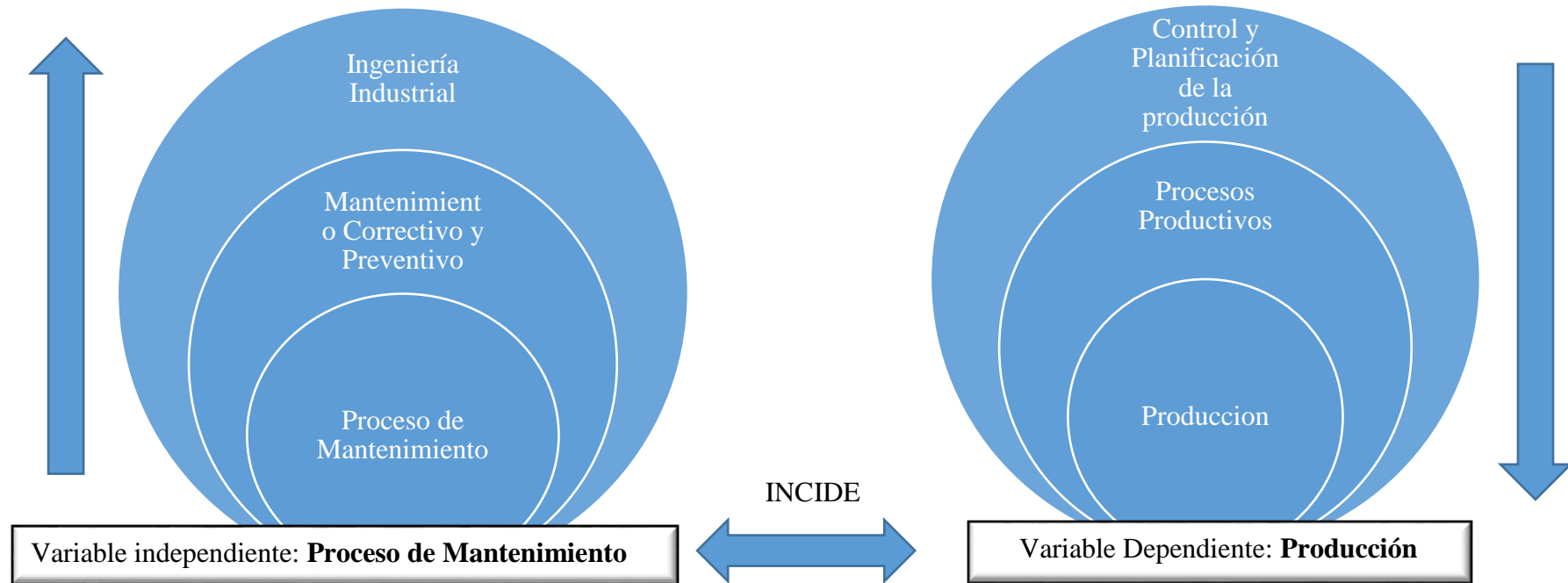
### **UNE-EN 16646**

La Norma Española de Mantenimiento en la Gestión de los Activos Físicos establece la relación entre el plan estratégico de una empresa y el sistema de gestión de mantenimiento.

Esta norma describe la relación del mantenimiento durante todo el ciclo de vida del activo; es decir, describe los aspectos generales que intervienen en el mantenimiento del activo, desde que se lo compra hasta que se lo reemplaza.

## Categorías fundamentales

### Red de categorías



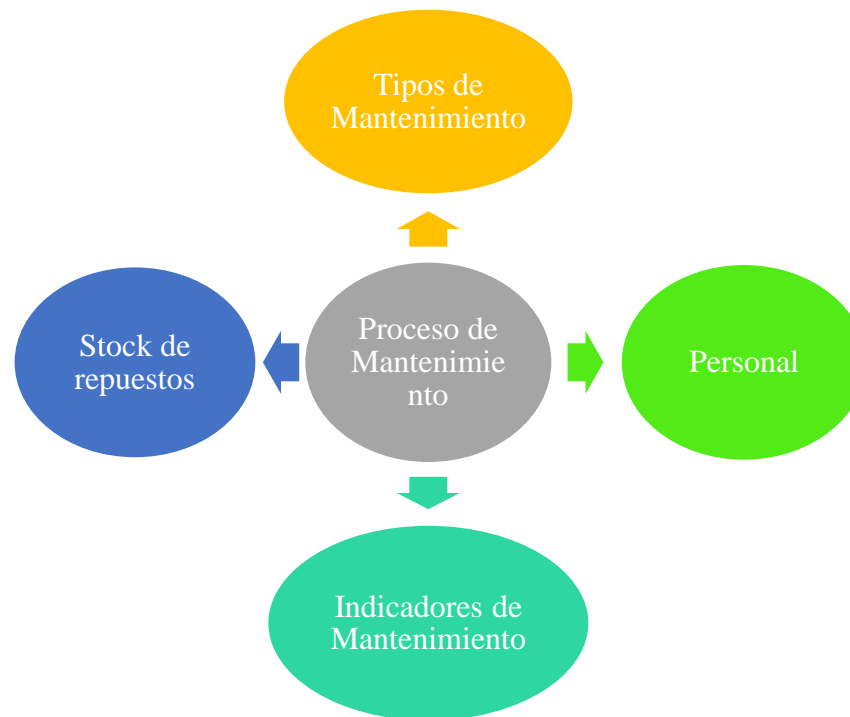
**Figura N° 2** Red de categorías

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

**Constelación de ideas**

**Variable independiente:** Procesos de mantenimiento

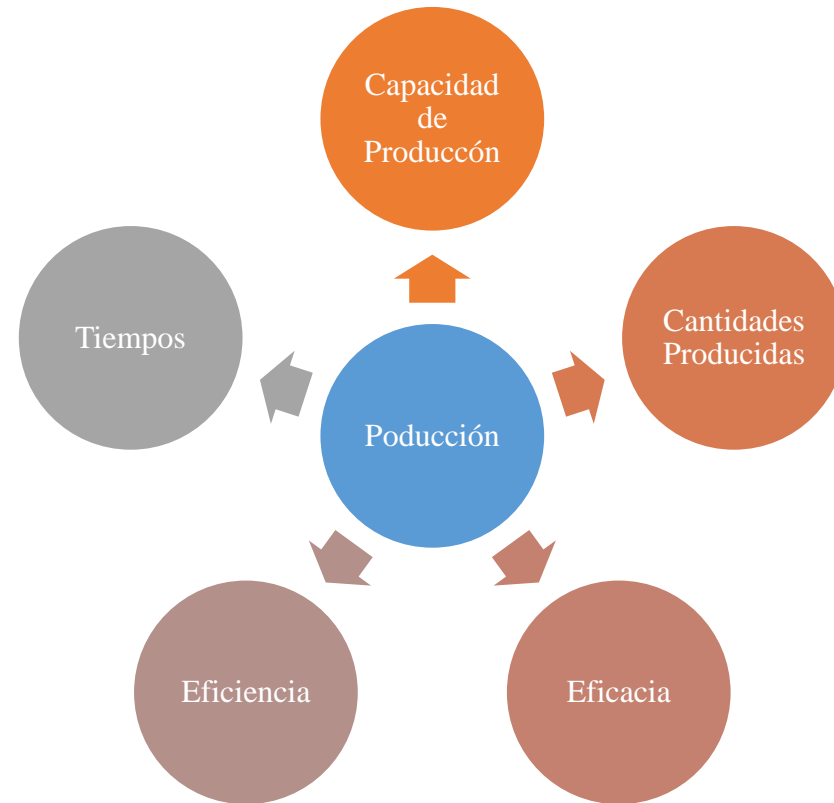


**Figura N° 3** Constelación de ideas de variable independiente

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

**Variable dependiente:** Producción



**Figura N° 4** Constelación de ideas de variable dependiente

**Fuente:** Propia

**Elaborador por:** Investigador

## **Fundamentación Teórica**

### **Fundamentación de la Variable Independiente**

## **PROCESO DE MANTENIMIENTO**

### **Ingeniería Industrial**

Es el desarrollo de sistemas integrados que involucren una eficiente utilización de los factores principales de la industria tales como los empleados, la información, la tecnología y la energía disponible, con el objetivo de aumentar la productividad. Además, se basa en la utilización de métodos de análisis y diseño de ingeniería, que nos permita evaluar y predecir los resultados que se obtenga al implementar sistemas de gestión. (Institute of Industrial and Systems Engineers, 2013)

### **Tipos de Mantenimiento**

Existen varios tipos de mantenimiento cada uno de ellos con un enfoque diferente, tanto en sus objetivos como en sus estrategias para mantener funcionando los equipos durante la producción. En la actualidad las grandes industrias no ocupan un tipo de mantenimiento específico, sino que adoptan una estrategia que les permita combinar los diferentes tipos con el objetivo de optimizar recursos y maximizar la disponibilidad de los equipos. (Sánchez Marín, Pérez González, Sancho Bru, & Rodríguez Cervantes, 2007)

En general los tipos de mantenimiento utilizados en la actualidad son:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

### **Mantenimiento Correctivo**

Son las actividades destinadas a corregir los defectos ocurridos tras el fallo de un equipo, con el objetivo de volver a poner inmediatamente a la máquina en condiciones de servicio. Para ello el equipo de mantenimiento sustituye o repara las

partes de la máquina que han presentado la avería. (Sánchez Marín, Pérez González, Sancho Bru, & Rodríguez Cervantes, 2007)

Este tipo de mantenimiento es uno de los más utilizados, debido a que no requiere de un alto conocimiento ni de una organización especializada, por lo cual no requiere de un mayor esfuerzo. (García Oliverio, 2013)

En las empresas este tipo de mantenimiento genera pérdidas en la producción, ya que las actividades de este tipo están únicamente orientadas a reparar los equipos que presenten fallos.

Existen dos formas diferenciadas del mantenimiento correctivo: el programado y no programado.

### **Mantenimiento programado**

Se lo realiza después de que se presenta la falla, tomando en consideración que se cuente con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios para reparar el fallo presentado. Este mantenimiento se lo realiza a los equipos que pueden seguir funcionando aun cuando se presente la falla, lo que permite generar una planificación para su posterior reparación. (García Garrido, 2009)

Este tipo de mantenimiento tiene una afectación menor en la producción ya que no genera paros en la línea de producción, pero si reduce la eficacia del proceso.

### **Mantenimiento No programado**

Se lo realiza inmediatamente después de que la máquina haya presentado el fallo, se lo realiza a equipos que no pueden funcionar con la falla presente. Este tipo de mantenimiento tiene una mayor afectación en la planificación de la producción, debido a que produce retrasos en la producción, debido al paro de los equipos, que imposibilita la fabricación del producto. (García Garrido, 2009)



## **El correctivo como base del mantenimiento**

Muchas de las empresas se inclinan por la utilización del mantenimiento correctivo, utilizando el 90% de los recursos destinados al mantenimiento, en la reparación de fallos que se presenten en los equipos. (García Garrido, 2009)

Como lo menciona García Garrido (2009), el mantenimiento correctivo sin duda presenta algunas ventajas, entre ellas se tiene:

- No genera gastos fijos.
- No es necesario programar, ni prevenir ninguna actividad.
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

Están son algunas de las razones por las cuales las empresas optan por un mantenimiento correctivo, pero también presentan desventajas que afectan la producción entre ellas se tiene:

- Producciones poco fiables e impredecible, esto se genera por paros imprevistos en los equipos, ocasionado molestias a los clientes por retraso en la producción.
- La vida útil de los equipos se acorta.
- No permite determinar un diagnostico fiable de la causa raíz del fallo del equipo, produciéndose los mismos fallos una y otra vez.
- Aumento de los costos de producción, debido a que se debe contar con técnicos muy cualificados y con un stock de repuestos importantes.
- Las averías que se presente en los equipos no solo presentan un riesgo para la producción sino también para el personal que se encuentran interaccionando con los equipos, ya que pueden provocar incidentes y accidentes laborales.

## **Mantenimiento Preventivo**

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo prevenir el fallo, programando actividades periódicas que permitan prevenir los fallos y paros imprevistos de los

equipos. Asegurando un funcionamiento seguro y eficiente del equipo. (García Oliverio, 2013)

De acuerdo a Gracia Oliverio (2013) el mantenimiento preventivo incluye dos actividades básicas que son:

- Inspección periódica de los equipos, para determinar las condiciones por las cuales existen paras imprevistas de producción.
- Preservación de la planta, a través de modificaciones o reparaciones de los aspectos que provocan paros imprevistos de los equipos.

Usualmente el mantenimiento preventivo es considerado un mantenimiento periódico, planificado, dirigido o continuo; que de acuerdo a la naturaleza de las actividades de una empresa y al sistema de producción que maneje, se puede desarrollar un plan de mantenimiento preventivo (PM), que sea fácil de implementar y ejecutar. (García Oliverio, 2013)

Una de las bases más importantes para la implementación de un PM, es la participación ideológica de todas las áreas, que cada una de las áreas de la planta, (gerencia, jefes, supervisores, técnicos y trabajadores), conozca la importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo de asegurar el éxito del programa PM. (García Oliverio, 2013)

Para una correcta implementación del plan de mantenimiento preventivo, es necesario seleccionar a que área se lo va a aplicar primero; ya que representa un riesgo demasiado alto realizarlo a toda la planta de una vez, es conveniente ir desarrollando paso a paso un plan de mantenimiento preventivo, sin importar que tan rápido sea posible la integración a las demás áreas; por lo que, cuando se termine una etapa se debe comenzar la otra. Una vez elaborado los programas de inspección y las tareas a realizar, estas deben ser ejecutadas periódicamente, ya que, el desarrollo del plan va dando las pautas necesarias para sus correcciones. (García Oliverio, 2013)

Este tipo de mantenimiento presenta beneficios a largo plazo, por lo que cualquier persona se desalentara rápidamente. Esto se debe a que el costo del mantenimiento en las etapas iniciales aumentará; debido a que, en las primeras inspecciones se encontrarán un gran número de fallos que deberán ser corregidos. Por lo que es recomendable que antes de implementar el Mantenimiento Preventivo,

realizar reparaciones generales a los equipos, lo cual implica altos costos, para ponerlos en óptimas condiciones. (García Oliverio, 2013)

El plazo prudente para la implementación de un programa PM es de dos a tres años. La impaciencia por implementar puede generar trabas y malograr el desarrollo del programa, por tanto, es necesario que todas las personas conozcan sobre las dificultades que se pueden ir generando durante las etapas de implementación; para que colaboren al mejoramiento del programa. Siendo necesario para el éxito del programa que las personas presenten una voluntad férrea de hacerlo y un sólido convencimiento de los beneficios que atraerá este programa. (García Oliverio, 2013)

### **Categorías del Mantenimiento Preventivo**

El objetivo del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de sistemas productivos a través de la aplicación de un plan PM eficaz. La disponibilidad del sistema se la puede definir como la probabilidad estadística de que el sistema funciona correctamente cuando se lo requiere, dentro de un periodo de tiempo determinado. (García Oliverio, 2013)

La confiabilidad del sistema se lo define como la probabilidad estadística de que el sistema no falle cuando se encuentre en operación, en un periodo de tiempo determinado. Y la mantenibilidad es la probabilidad estadística de que los equipos utilizados en los sistemas puedan ser reparados correctamente dentro del periodo de tiempo establecido. (García Oliverio, 2013)

En la actualidad de acuerdo a García Oliverio (2013) el Mantenimiento Preventivo consta de dos categorías, entre ellas se tiene:

- Mantenimiento basado en condiciones, este tipo de mantenimiento se lo realiza con base a las condiciones de operación en que se encuentran los equipos.
- Mantenimiento con base en estadística y confiabilidad, este tipo de mantenimiento se lo realiza con base a los datos históricos de fallo de los equipos y de las horas de operación del sistema.

## Ventajas del Mantenimiento Preventivo

La aplicación correcta de un plan de mantenimiento preventivo genera múltiples ventajas, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Reducción de paradas imprevistas de los equipos.
- Disminución de reparación de equipos.
- Mejor distribución y control de los recursos utilizados en el área de mantenimiento.
- Disminución en el pago de horas extras del personal de mantenimiento, por motivo de reparaciones imprevistas de equipos.
- Reducción de costos de mantenimiento, de materiales y mano de obra para los activos de una empresa
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria
- Menores costos de producción, debido al aumento de la disponibilidad del equipo, y, por tanto, el tiempo útil de operación.

## Programas de Mantenimiento Preventivo

De acuerdo a la naturaleza de las actividades de la industria se podrá establecer un plan de mantenimiento, el cual debe ser flexible, dinámico, laborioso y cambiante. Como lo menciona García Oliverio (2013), los principales programas de PM aplicables a la industria son tres:

- **Mantenimiento Preventivo Periódico Permanente.** Este tipo de mantenimiento sigue un orden lógico de actividades de mantenimiento, basadas en las recomendaciones del fabricante.
- **Mantenimiento Preventivo Periódico Productivo.** Este tipo de mantenimiento se lo programa de acuerdo a las necesidades productivas de la organización y se lo realiza después de elaborar el programa de producción.
- **Mantenimiento Preventivo Periódico por Over Haul.** Este tipo de mantenimiento se lo realiza en las paradas generales de la planta.

## Aplicación de los programas

Antes de implementar un programa PM es necesario cubrir dos etapas fundamentales: la programación y la implementación propiamente dicha. La programación consta de cuatro etapas, como lo describe Gracia Oliverio (2013) estas etapas son:

- **Determinación de orden de prioridades del programa de Mantenimiento Preventivo.** Es esta etapa se escoge los equipos que van a entrar dentro del programa PM y el orden en el que se deben realizar las actividades de mantenimiento. Adema se establece las hojas de vida de los equipos, en las cuales va a estar detallado todos los datos que juzguen necesario, estos datos servirán como base para mejora el programa de mantenimiento
- **Clasificar los tipos de programa.** Estos se clasifican en dos los que van hacer realizados sin parar el equipo y los que requieren de una parada planificada para realizar las inspecciones necesarias que se detallen en el programa.
- **Preparación del manual de inspección.** esta preparación consiste en tener toda la información necesaria para la elaboración de instructivos, manuales, registros para la correcta ejecución del plan de mantenimiento.
- **Integración de los grupos de trabajo.** De acuerdo a las actividades a desarrollar, los grupos de trabajo deben ser formados de acuerdo a la capacitación y entrenamiento que requiere el programa de mantenimiento para la ejecución de las actividades.

## Frecuencia de inspecciones

Para lograr un buen programa del PM, es necesario fijar una correcta frecuencia de las inspecciones, ya que esta influye directamente en los costos del mantenimiento. Por lo cual García Oliverio (2013) establece los siguientes puntos, para llegar a establecer una frecuencia optima de inspecciones:

- **Edad, condición y costo.** Establece que el activo más antiguo y con mayor deterioro las inspecciones deben ser más frecuentes, siempre y

cuando un análisis técnico-económico justifique la inversión de su mantenimiento.

- **Severidad del servicio.** Este dependerá de la carga a la que esté sometido el equipo. para equipos con cargas más severas requiere de inspecciones más frecuentes.
- **Requisitos de seguridad.** Este va a depender del riesgo que puede presentar un fallo a los trabajadores e instalaciones, las frecuencias de inspección aumentarán si los fallos generan condiciones peligrosas.
- **Susceptible al deterioro.** El número de veces que se inspeccione el equipo dependerá, de la posibilidad de que se deteriore más rápido frente a condiciones ambientales desfavorables.
- **Condiciones particulares de operación.** Las inspecciones se deben ajustar de acorde a las condiciones de funcionamiento del equipo, es decir, si está sometido a condiciones inadecuadas de operación, sobrecargas, vibraciones debidas al sistema de montaje, etc.

### **Implementación de un sistema preventivo**

Para la implementación de un plan de mantenimiento es tan necesario el programa como vender la idea del plan a todos los líderes de la organización. Ya que este tipo de mantenimiento requiere de la colaboración de todas las áreas para lograr el funcionamiento correcto del sistema. Para ello García Oliverio (2013) establece cuatro condiciones:

- **Vender la idea del plan.** Sobre todo, a gerencia cuyo apoyo influye en el éxito del programa, y después convencer a los demás integrantes de la organización, preferible hacerlo en orden jerárquico.
- **Crear conciencia sobre los beneficios del sistema.** Convencer a los empleados, con el objetivo de asegurar el acompañamiento del personal en la implementación del sistema.
- **Establecer técnicamente los programas de inspección.** Es necesario que el programa sea desarrollado técnicamente en cuanto a los tipos de inspección y la frecuencia de inspecciones.

- **Diseñar controles efectivos para el programa.** Es necesario la implementación de controles para asegurar que el programa se ejecuta correctamente dentro de los periodos establecidos.

### **Mantenimiento Predictivo**

Llamado también mantenimiento basado en la condición, este tipo de mantenimiento, se lo define como el conjunto de actividades programadas para la detección de posibles fallos de los activos físicos de una organización, se realizan estas actividades con los equipos en operación y sin afectar a la producción, usando equipos y pruebas no destructivas que permitan realizar el diagnostico correspondiente. (García Oliverio, 2013)

Aunque existen un sin un numero de técnicas para realizar los respectivos diagnósticos; una de las más utilizadas es el análisis de vibraciones, la cual sirve para evaluar las condiciones mecánicas de un equipo. El nivel de vibración es un indicador tan importante en la determinación del estado de una maquinaria como lo es el de la temperatura para el ser humano; por lo cual, una anomalía en el nivel de vibración indica un posible deterioro en las condiciones de un equipo. (García Oliverio, 2013)

### **Proceso**

Es un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que presentan un orden secuencial y lógico para transformar los elementos de entrada en resultados previsibles y satisfactorios. (Norma Internacional ISO 9000, 2015)

### **Mantenimiento**

Son herramientas técnicas que se utilizan con el objetivo de mantener los activos fijos de una organización funcionando el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento. (García S. , 2003)

## Proceso de mantenimiento

Son actividades técnicas relacionadas entre sí, que se realizan en un orden secuencial y lógico con el objetivo de mantener los activos de una empresa funcionando el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

## Personal

Uno de los aspectos más importantes en la gestión del mantenimiento es la selección del personal que se requiere para mantener en funcionamiento los activos de una empresa. Ya que se requiere de la cuarta parte del presupuesto del mantenimiento para el pago salarial del personal de mantenimiento. (Viquez, 2013)

Para una buena selección del personal se debe tomar en consideración criterios económicos como técnicos, que permitirán seleccionar el personal necesario para mantener un plan de mantenimiento.

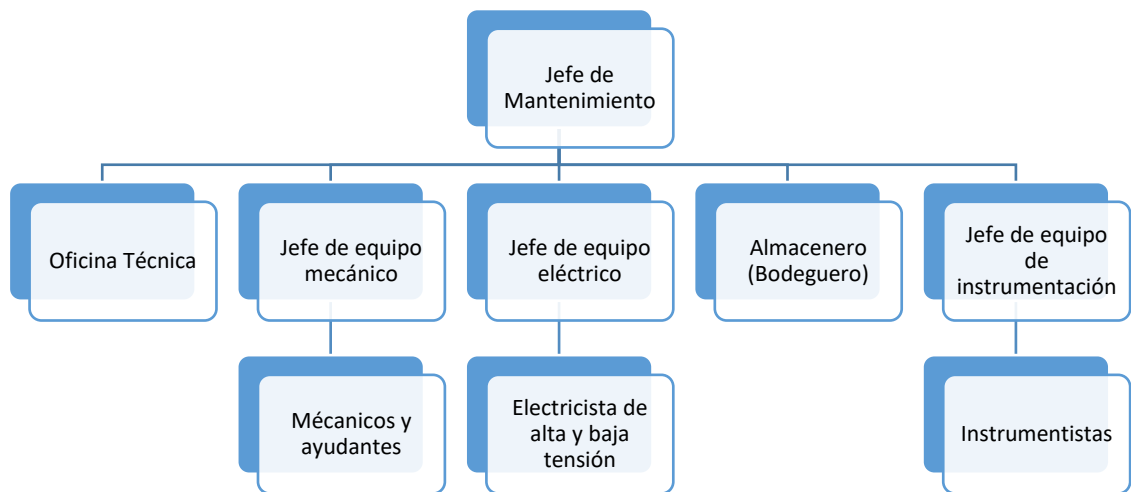
Para la elaboración de un organigrama de mantenimiento se debe seguir un proceso estructurado que permita determinar el equipo necesario, para realizar adecuadamente las actividades de mantenimiento. De acuerdo a Viquez (2013), para la elaboración de un organigrama se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

- **Determinación de los puestos indirectos.** Es el personal que no interviene directamente en las tareas de mantenimiento, sino que son los que planifican, analizan, supervisan y brindan apoyo a las personas que intervienen directamente en las tareas.
- **Elaboración del plan de mantenimiento.** Sirve para determinar la carga de trabajo.
- **Carga de trabajo preventiva.** Son las horas que durara la ejecución de las tareas en cada una de las especialidades de mantenimiento.
- **Velocidad de respuesta requerida en caso de avería.** Esta sirve para determinar el número de técnicos y turnos necesarios de mantenimiento.
- **Objetivo de disponibilidad.** Al igual que la anterior sirve para determinar el número de técnico, para cumplir con las metas de confiabilidad.



- **Análisis de las especialidades del mantenimiento.** Es necesario determinar el conocimiento específico que puede ser requerido para el mantenimiento de las instalaciones.

Una vez cumplido con el análisis de todos estos pasos se puede elaborar un organigrama que satisfaga las necesidades de un sistema de mantenimiento. En la Figura N° 5 se muestra un organigrama de mantenimiento.



**Figura N° 5** Organigrama de Mantenimiento

**Fuente:** (Viquez, 2013)

**Elaborado por:** Investigador

### **Indicadores de Mantenimiento**

Es necesario registrar datos que permitan controlar la tendencia de algunos indicadores, los cuales van a permitir tomar decisiones oportunamente. Además, sirve como guía para las actividades que se ejecuten, con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa.

Los indicadores son necesarios para la gestión del mantenimiento, entre los cuales se tiene:

### **Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

Este indicador nos da una idea clara del tiempo promedio que un equipo puede funcionar sin detenerse; es decir, el tiempo que transcurrió hasta que se presentó una falla.

Fórmula para calcular el tiempo medio entre fallos

$$MTBF = \frac{\text{tiempo total de funcionamiento}}{\text{número de fallos}} \quad (1)$$

### **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

Este indicador permite determinar el tiempo promedio que se demora en reparar un equipo tras una falla.

Fórmula para calcular el tiempo promedio de reparación

$$MTTR = \frac{\text{tiempo total de inactividad por mantenimiento correctivo}}{\text{número de fallos}} \quad (2)$$

### **Disponibilidad**

Es el indicador que muestra el porcentaje de tiempo en el que el equipo estuvo disponible para la producción. Para un análisis mensual, trimestral, semestral o el año completo, se contabiliza las horas calendario del periodo y se les resta las horas en el que el equipo fue sometido a cualquier tipo de mantenimiento, siempre y cuando este mantenimiento requiera de una parada obligatoria del equipo, para la ejecución de las actividades.

Fórmula para calcular la disponibilidad del equipo

$$DISP = \frac{\text{horas del periodo} - \sum \text{horas de inactividad por mantenimiento}}{\text{horas del periodo}} \quad (3)$$

## **Confiabilidad**

Es la probabilidad de que el equipo funcione sin fallas durante un tiempo determinado.

Fórmula para calcular la confiabilidad del equipo

$$CONF = \frac{\text{Tiempo medio entre fallos} - \text{tiempo medio de reparación}}{\text{Tiempo medio entre fallos}} \quad (4)$$

## **Mantenibilidad**

Es la probabilidad de reparar al equipo en un tiempo determinado, utilizando los procedimientos predeterminados. Este tiempo de reparación dependerá de la naturaleza del fallo y de las características del diseño del equipo.

## **Stock de Repuestos**

Es indispensable que el jefe de mantenimiento dimensione adecuadamente el stock de repuestos, ya que este le permitirá contar con repuestos que le ayuden a mantener la disponibilidad de los equipos.

Al momento de seleccionar que es lo que se debe tener en el stock de la planta, se puede encontrar con dos grandes problemas:

- Desde el punto de vista técnico, el cual considera que a mayor número de repuestos en el almacén asegura más la disponibilidad de los equipos
- Desde el punto de vista económico considera que a menor número de repuestos menor capital inmovilizado tendrá.

Por estas razones es muy importante saber elegir los repuestos que se va a tener en el almacén. Buscando un equilibrio entre la parte técnica y económica con el fin de asegurar la disponibilidad de los equipos. (XING, 2007)

## **Tipos de Repuestos**

Los tipos de repuestos que se van a mantener en el almacén de la planta se los puede agrupar desde dos puntos de vista: en función de su responsabilidad dentro

del equipo y en función de la necesidad de mantenerlo en stock permanente en planta.

### **Responsabilidad dentro del equipo**

Esta se divide en 6 categorías entre las que se tiene:

- Piezas sometidas a desgaste. Son elementos que unen piezas fijas y móviles, y siempre están sometidos a desgaste y abrasión, por encontrarse en contacto con fluidos.
- Consumibles. Son elementos que tiene una duración menor a un año, son de bajo costo y por lo general se los cambia antes de presentar síntomas de mal estado.
- Elementos de regulación y mando. Son elementos que permiten el control del proceso y el funcionamiento de las instalaciones, entre los cuales se tiene: válvulas, muelles, cigüeñales, etc. Por lo general estos elementos presentan fallos por fatiga.
- Piezas móviles, permiten la transmisión del movimiento, entre ellas se tiene: engranajes, ejes, correas, cadenas, etc. Su falla habitual es por fatiga.
- Componentes electrónicos. Estos componentes suponen una para del equipo, su fallo habitual es por cortocircuito, calentamiento o sobretensión. Esto se genera por someterlos a condiciones diferentes a las que fueron diseñados.
- Piezas estructurales. Son elementos que por lo general no fallan, al someterlos a condiciones muy inferiores a las de su capacidad, entre ellos se tiene: bastidores, soportes, basamentos, etc.

### **Necesidad de stock en planta**

Consta de tres categorías, las cuales son:

- Piezas que necesariamente deben estar en el stock de planta
- Piezas que es necesario tener localizadas, con proveedor, teléfono y plazo de entrega.

- Piezas que no es necesario prever, puesto que un fallo supondría la sustitución completa del equipo.

## **Fundamentación de la Variable Dependiente**

### **PRODUCCIÓN**

#### **Planificación y control de la producción**

Es el conjunto de actividades que se van a realizar en un futuro, la cual tiene como objeto la dotación oportuna de recursos para la producción de bienes y servicios de acorde a una planificación estratégica, y el control es un método que permite verificar el cumplimiento de las actividades planificadas. (Paredes Roldán, 2001)

#### **Procesos Productivos**

Es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos en bienes o servicios. Dentro de este proceso las personas se interrelaciona con la información y la tecnología para satisfacer la demanda del mercado. (EAE Business School, 2017)

#### **Producción**

Son procesos productivos que están constituidos por operaciones que conducen a la elaboración del producto.

#### **Etapas del proceso de producción**

Para entender que es un proceso de producción, hay que conocer las etapas que intervienen en la elaboración del producto final, entre ellas se tiene:

- I. Acopio o etapa analítica.** Esta primera fase es la obtención de la materia prima a bajo costo, considerando los costos de transporte y almacenamiento

**II. Producción o etapa de síntesis.** En esta etapa la materia prima se transforma en el producto final. Hay que tomar en cuenta las actividades que controlan el cumplimiento de los estándares de calidad.

**III. Procesamiento o etapa de acontecimiento.** Esta etapa está enfocada a la comercialización del producto. En la cual intervienen tres variables principales que son: transporte, almacén y elementos intangibles que están asociados a la demanda del producto.

### **Capacidad de la producción**

Es el volumen máximo de producción alcanzable, suponiendo que aprovecha totalmente los recursos disponibles de la empresa para la fabricación de un bien o servicio.

### **Indicadores de Productividad**

#### **Eficiencia**

De acuerdo a la norma ISO 9000:2015 define a la eficiencia como: “Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados”; es decir la eficiencia es la utilización óptima de los recursos para la elaboración de los productos

#### **Eficacia**

Se define como la capacidad de lograr los objetivos planificados, empleando las actividades planificadas.

#### **Efectividad**

Es lograr los objetivos planeados, con una óptima utilización de los recursos, por lo cual busca un equilibrio entre la eficacia y la eficiencia.

## **Tiempos**

Todas las actividades de una empresa están condicionadas por el factor tiempo, por lo que una correcta administración del tiempo determinará los beneficios de una empresa. Es un importante que una empresa administre y controle los tiempos de producción, ya que de ellos dependerá la capacidad que tenga la empresa de elaborar un producto. (Organiza Pymes, 2013)

Los tiempos debes ser analizados con el objetivo de determinar el tiempo óptimo que se requiere para realizar una tarea, para ello se emplean algunos métodos entre ellos se tiene:

- Tiempos estimados. El experto conoce el tiempo aproximado que se va a necesitar para realizar una tarea.
- Tiempos históricos. Son tomados de una base de datos histórica, para determinar el tiempo que se necesita para realizar una tarea.
- Muestreo estadístico. Permite establecer a través de análisis estadísticos, los tiempos promedios de utilización de los equipos para la ejecución de una tarea.
- Cronometraje. Es un sistema de medición con un aceptable grado de precisión, el cual permitirá establecer los tiempos que se requiere para realizar una tarea.
- Tiempo estándar. Información altamente confiable para estimar el tiempo de duración de cualquier actividad. Muy empleado para la planificación de producción y jornadas de trabajo.

## **Hipótesis**

El proceso de mantenimiento de las máquinas en el área de inyección incide en la producción de la empresa Texticom.

## **Señalamiento de Variables**

Variable independiente: Procesos de mantenimiento

Variable dependiente: Producción

## **Definición de términos técnicos**

### **Activo**

Objeto tangible que desarrolla una función específica en un proceso (AENOR, 2011)

### **Sistema**

El sistema tiene como objetivo realizar una tarea mediante la unión de varios componentes internos o externos de un activo. (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, 2010)

### **Fiabilidad**

Acción que evita la presencia de problemas en los activos que conforman un proceso de una empresa (Cruz, Nápoles, Morales, Gonzáles, & Morales, 2017)

### **Falla**

Es la modificación de un activo para el desarrollo correcto de su función requerida (Garrido, El futuro del mantenimiento predictivo, 2016)

### **Mantenimiento**

Actividad que se desarrolla para garantizar el funcionamiento del equipo para llevar a cabo una restauración (Club De Mantenimiento , 2013)

### **Plan de Mantenimiento**

Grupo sistemático de tareas que han sido definidas bajo un estudio previo, estableciendo documentos, recursos y tiempos para llevar acabo el mantenimiento. (García S. , 2003)



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque de la modalidad**

La presente investigación se enfocó en un marco cuantitativo. Debido a que analiza la información del registro histórico de las actividades realizadas por el área de mantenimiento. De esta manera se intenta contabilizar el número de fallas y paros que tuvieron los equipos y maquinaria del área de inyección debido a problemas repentinos.

Adicionalmente, a través de los registros de producción se va a determinar cómo están incidiendo las averías de las máquinas en la producción de la empresa.

#### **Modalidad básica de la investigación**

**Investigación de campo**, porque la información requerida para el estudio del trabajo final de titulación, se la tomará en las instalaciones de la empresa, en donde se recolectará y registrará los datos, directamente de las áreas de mantenimiento y producción.

#### **Tipos de la Investigación**

**Exploratoria:** el estudio permitirá determinar el estado en el que se encuentran los procesos de mantenimiento, a través del análisis de la información obtenida de los registros y datos históricos manejados en el área de mantenimiento y producción.

**Correlacional:** Se medirá la relación existente entre las dos variables: procesos de mantenimiento y producción. Esto permitirá determinar si los paros ocasionados por fallo de los equipos inciden en los niveles de producción.

## **Población y muestra**

Para el presente trabajo final de titulación, la población para el desarrollo de la investigación está orientada hacia las máquinas que se encuentran en el área de inyección de la empresa “Texticom”. La empresa actualmente cuenta con 14 máquinas para la fabricación de artículos plásticos, además que se tiene el registro histórico del período en el que se enfoca el estudio.

Dado que la población de la investigación es muy pequeña, no se realiza ningún cálculo para determinar la muestra. Por lo que la muestra será igual a la población.

Como indica Arias (2012), “Si la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia, se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo, sin que se trate estrictamente de un censo”.

## Operacionalización de Variables

**Tabla N° 1** Operacionalización de la Variable Independiente

Variable Independiente: Procesos de Mantenimiento				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Interrogantes del investigador	Técnicas / Instrumentos
Son actividades técnicas relacionadas entre sí, que se realizan en un orden secuencial y lógico con el objetivo de mantener los activos de una empresa funcionando el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.	* Actividades técnicas	* Frecuencia de Mantenimientos * Frecuencia de Revisiones	¿Se desarrollan las actividades de acuerdo a un plan de mantenimiento? ¿Cuál es la cantidad de fallas que se ha producido en la maquinaria?	<b>Técnica:</b> Observación <b>Instrumentos:</b> Registros de mantenimiento Datos Históricos
	* Rendimiento	* Tiempo medio entre fallos (MTBF) * Tiempo promedio de reparación (MTTR) * Confiabilidad	¿Las máquinas, con qué frecuencia han sufrido averías? ¿Cuál es el tiempo de reparación de la maquinaria? ¿Cuál es el tiempo de funcionamiento de la maquinaria?	

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla N° 2** Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable Dependiente: Producción				
Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Interrogantes del investigador	Técnicas / Instrumentos
Son los procesos productivos, constituidos por operaciones, que conducen a obtener el producto.	Cantidad de Productos	Unidades Producidas de acuerdo a planificación	¿Cumple con la planificación diaria de producción?  ¿Cuál es el número de unidades producidas?	<b>Técnica:</b> Observación <b>Instrumentos:</b> Registros de producción

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

## Plan de recolección de la información

Uno de los factores importante para el desarrollo de este estudio, es la recolección de información, por lo cual se procederá a ir a las áreas de mantenimiento y producción y se registrará y recolectará los datos más relevantes, dando respuesta a las preguntas citadas en la Tabla N° 3.

**Tabla N° 3** Preguntas para recolección de información

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1. ¿Para qué?	Analizar como inciden los procesos de mantenimiento en la producción
2. ¿De qué personas u objetos?	A los responsables del área de mantenimiento, a las máquinas inyectoras, a los responsables del área de producción y a las partes producidas
3. ¿Sobre qué aspectos?	Los datos serán sobre los mantenimientos realizados, el tiempo de reparación del equipo, el tiempo de funcionamiento, el historial de los equipos y el número de unidades producidas.
4. ¿Quienes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	La recolección de datos se llevará a cabo en el mes de Noviembre del 2017
6. ¿Donde?	Empresa Texticom
7. ¿Cuántas veces?	Las veces que sea necesario
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Observación
9. ¿Con qué?	La recolección de datos será mediante, registros de mantenimiento, datos históricos de los equipos y registros de producción

## 10. ¿En qué situación?

Normal de operación

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

Para la recolección de datos es importante establecer la planificación de las actividades que se van a llevar a cabo y en los tiempos establecidos, para ello se desarrollara un Diagrama de Gantt como se muestra en la Tabla N° 4.



## **Aplicación de instrumentos de recolección de información**

### **Registro de Mantenimiento**

Se denomina registro de mantenimiento a una lista detalla de las actividades llevada a cabo a las máquinas de la empresa, donde se detallan las actividades realizadas, las fechas en que fueron ejecutadas, el responsable de realizar el mantenimiento y el tiempo que le tomo.

El objetivo del historial del mantenimiento es conocer si la falta de mantenimiento de las máquinas incide en la producción cuando se presente eventualidades, ya que ayudará a conocer las fallas que se han presentado sobre las máquinas, los mantenimientos realizados y los tiempos que estuvieron fuera de servicio para su posterior reparación.

### **Registro de Producción**

Se denomina registro de producción a la lista de unidades producidas durante un tiempo establecido. Donde se detalla el producto que se elaboró, las unidades producidas, el responsable de la producción y el tiempo empleado para la fabricación.

El objetivo del historial de producción es conocer las horas que se mantuvo el equipo en producción hasta presentarse un fallo y las unidades que se fabricaron.

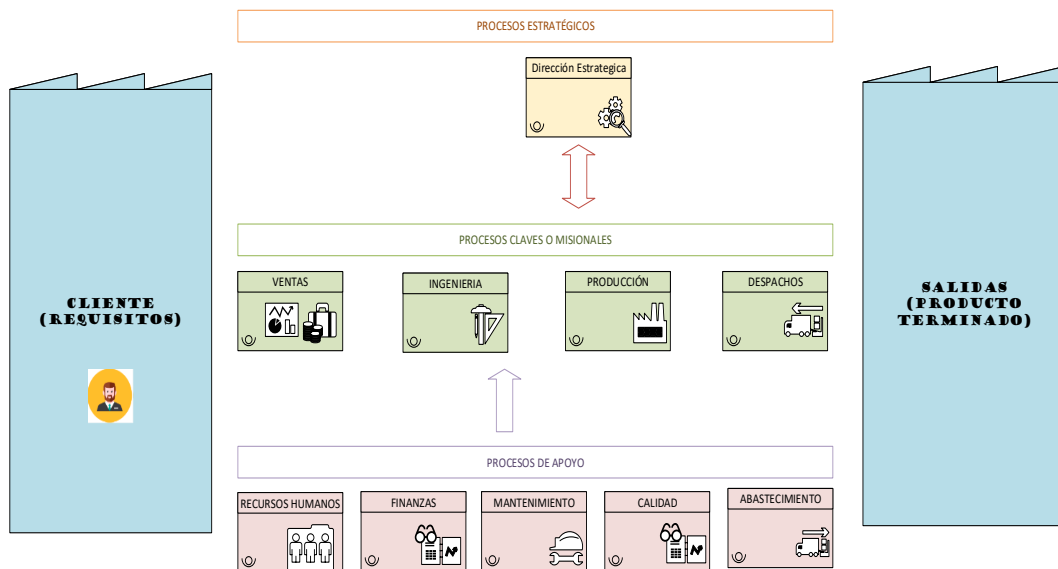


## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL

#### Análisis del Proceso de Mantenimiento

En este capítulo se describirá la situación actual del proceso de mantenimiento de la empresa Texticom. Primero, se analiza la estructura de la organización de la que está conformada la empresa, para conocer las áreas administrativas y operacionales de la organización.



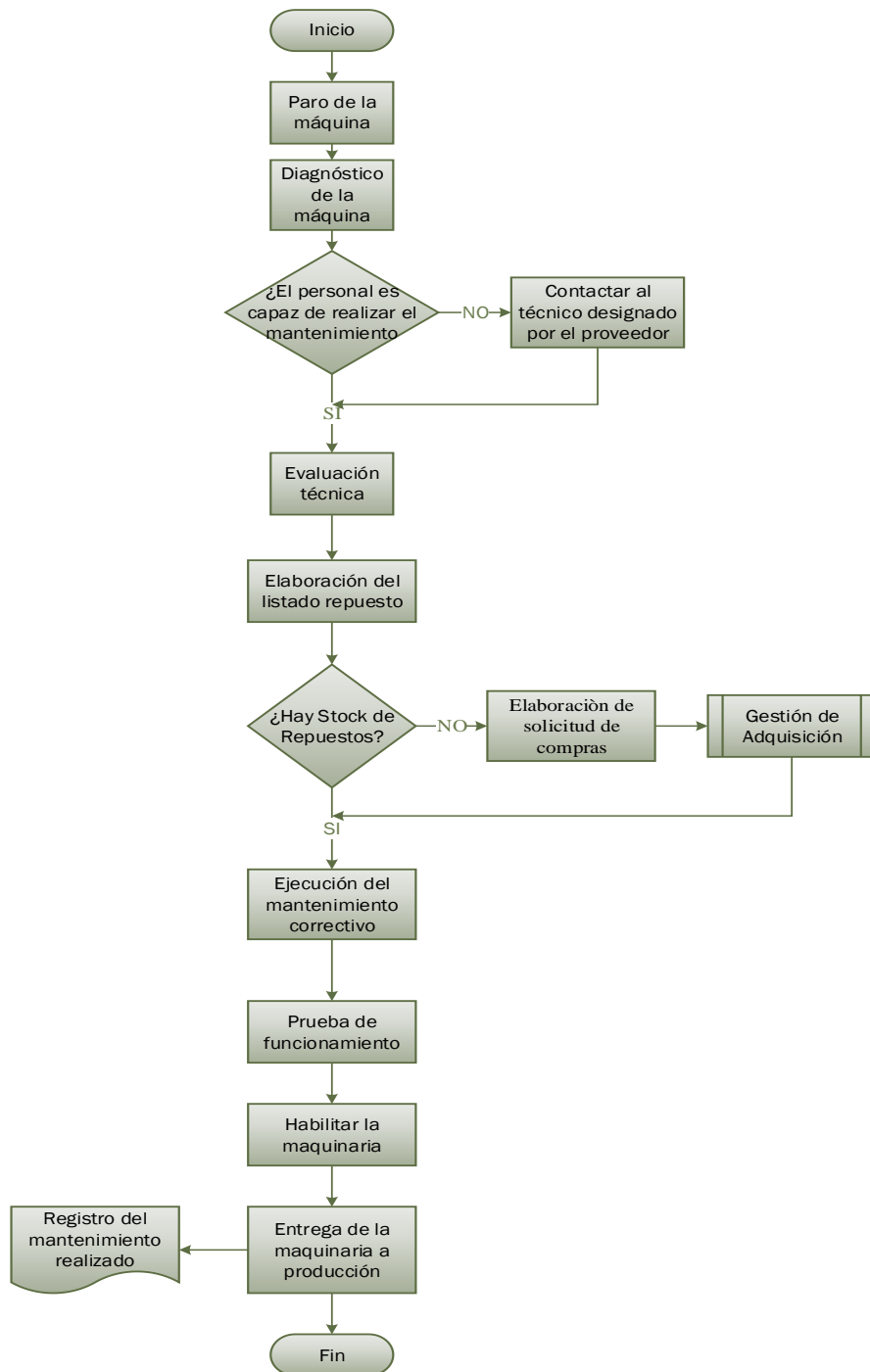
**Figura N° 6** Mapa de procesos de la empresa Texticom

**Fuente:** Texticom

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura N° 6, se puede evidenciar como se encuentra estructurada la empresa, la misma que posee procesos estratégicos, claves y de apoyo. Se puede observar que la empresa cuenta con un proceso de mantenimiento que sirve de apoyo para los procesos productivos. Actualmente el proceso de mantenimiento está basado en ejecutar mantenimientos correctivos; es decir, el equipo es reparado

una vez se haya presentado el fallo, a continuación, se detalla el flujograma del proceso actual de la empresa.



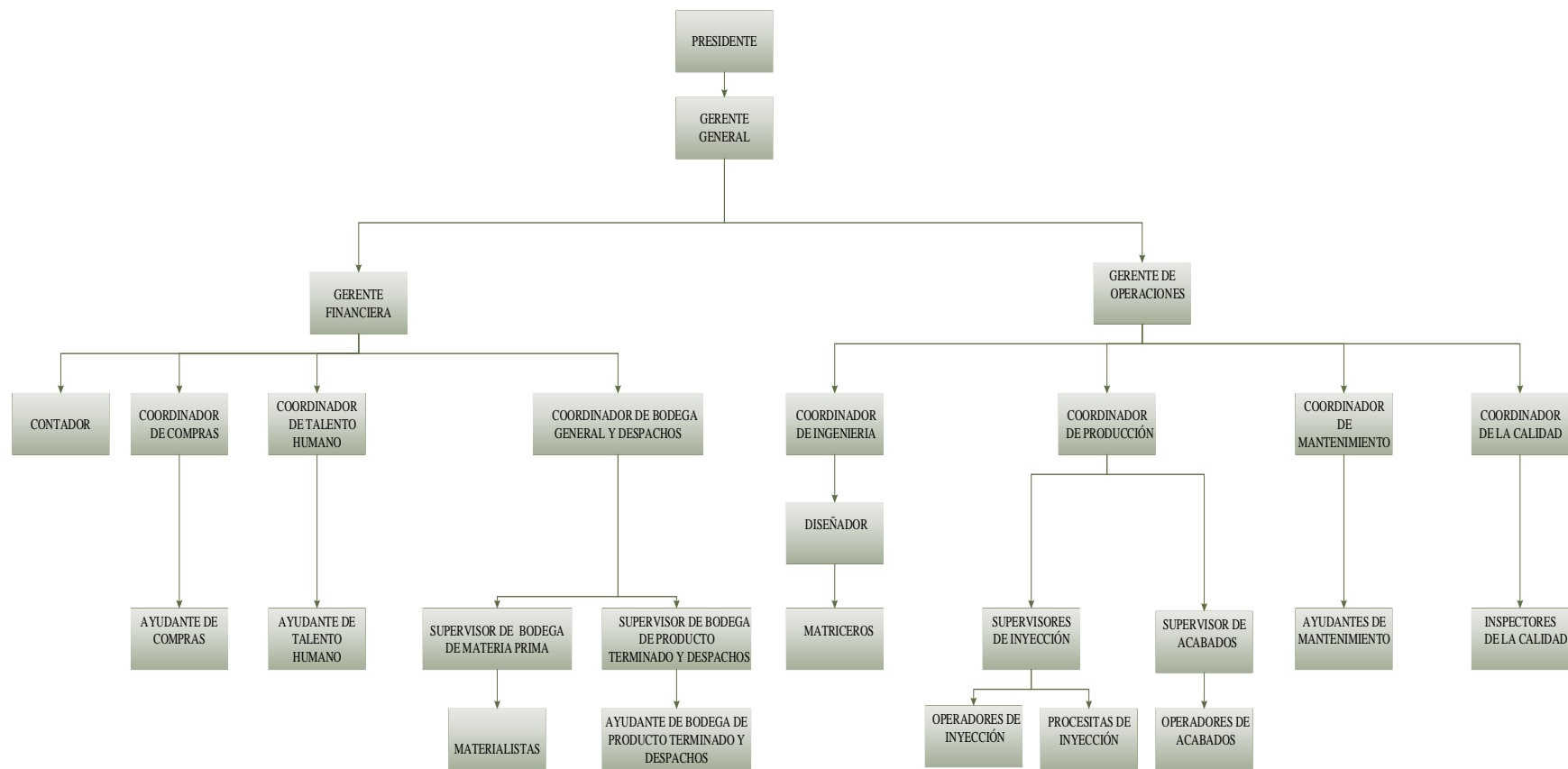
**Figura N° 7** Diagrama de flujo actual del proceso de mantenimiento

**Fuente:** Texticom

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura N° 7 se detalla el diagrama de flujo actual del proceso de mantenimiento, en el mismo que se puede evidenciar que únicamente se desarrolla un mantenimiento correctivo a las máquinas inyectoras.

Una vez detallado el mapa de procesos y el diagrama de flujo del proceso de mantenimiento, es esencial determinar el organigrama estructural de la empresa, para conocer las funciones y relaciones de los procesos que están conformando la organización.



**Figura N° 8** Organigrama Funcional de la Empresa Texticom

**Fuente:** Texticom

**Elaborado por:** Investigador

En la Figura N° 8 se detalla el organigrama funcional que tiene actualmente la empresa en donde se puede identificar que se tiene un responsable del proceso de mantenimiento, con sus respectivos ayudantes; dentro de las cuales tiene designadas sus funciones y responsabilidades las mismas que se detallan en la Tabla N° 5 y Tabla N° 6.

**Tabla N° 5** Profesiograma del Coordinador de Mantenimiento

<b>Información Básica</b>	
<b>Cargo</b>	Coordinador de Mantenimiento
<b>Área</b>	Mantenimiento
<b>Jefe Inmediato</b>	Gerente de Operaciones
<b>Supervisión</b>	Todos los colaboradores del área de mantenimiento
<b>Naturaleza del Cargo</b>	
Controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento y reparaciones en dependencias de la organización, distribuyendo, coordinando y supervisando los trabajos del personal a su cargo, para garantizar el buen funcionamiento y conservación de las instalaciones y los equipos	
<b>Competencia del cargo</b>	
<b>Educación Formal</b>	Técnico en mantenimiento, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Eléctrico, o afines
<b>Experiencia</b>	Experiencia mínima de 4 años en puestos de planificación, mantenimiento o proyectos.
<b>Conocimiento</b>	Gestión del mantenimiento, electrónica y electrotecnia industrial y mantenimiento de plantas industriales
<b>Funciones y Responsabilidades</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planificar las actividades del personal a su cargo.</li> <li>2. Asignar las actividades al personal a su cargo.</li> <li>3. Supervisar el mantenimiento de las instalaciones.</li> <li>4. Ordenar y supervisar la reparación de equipos.</li> <li>5. Estimar el tiempo y los materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones.</li> <li>6. Suministrar al personal los materiales y equipos necesarios para realizar las tareas asignadas.</li> <li>7. Rendir información al jefe inmediato, del mantenimiento y las reparaciones realizadas.</li> <li>8. Planificar, coordinar y controlar el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos.</li> <li>9. Controlar el mantenimiento y las reparaciones realizadas.</li> <li>10. Controlar las horas de sobretiempo de los trabajadores.</li> <li>11. Controlar la asistencia y permiso del personal a su cargo.</li> <li>12. Inspeccionar el progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados.</li> </ol>	

13. Supervisar y controlar el personal a su cargo.
14. Evaluar el personal a su cargo.
15. Detectar fallas, dificultades y/o problemas que se presenten durante la ejecución del trabajo y decidir la mejor solución.
16. Tramitar requisiciones de materiales de mantenimiento y reparaciones.
17. Estimar el costo de las reparaciones necesarias.
18. Preparar órdenes de ejecución de trabajo.
19. Adiestrar al personal a su cargo sobre los trabajos a realizar.
20. Atender las solicitudes y reclamos por servicio, mantenimiento y reparaciones, e imparte las correspondientes órdenes para la solución de éstos problemas.
21. Elaborar y presentar los reportes estadísticos referidos a aspectos de su competencia.
22. Cumplir con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización.
23. Mantener en orden el equipo y el sitio de trabajo, reportando cualquier anomalía.
24. Elaborar informes periódicos de las actividades realizadas.
25. Realizar cualquier otra tarea afín que le sea asignada

**Fuente:** Texticom

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla N° 6** Profesiograma de Ayudante de mantenimiento

<b>Información Básica</b>	
<b>Cargo</b>	Ayudante de Mantenimiento
<b>Área</b>	Mantenimiento
<b>Jefe Inmediato</b>	Coordinador de Mantenimiento
<b>Supervisión</b>	N/A
<b>Naturaleza del Cargo</b>	
Llevar acabo las actividades de mantenimiento asignadas al plan de mantenimiento de las máquinas inyectoras de la empresa Texticom	
<b>Competencia del cargo</b>	
<b>Educación Formal</b>	Bachiller o Técnico en mantenimiento
<b>Experiencia</b>	Experiencia mínima de 2 años
<b>Conocimiento</b>	Conocimientos Técnicos, Capacidad para utilizar equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos, Capacidad para concentrarse y Alto sentido de la responsabilidad
<b>Funciones y Responsabilidades</b>	

1. Realizar supervisiones periódicas según el plan de mantenimiento establecidas en la planificación
2. Realizar actividades de mantenimiento rutinario
3. Diagnosticar, reparar y ajustar distintos elementos mecánicos de los equipos
4. Instalación, montaje y puesta en marcha de equipos mecánicos
5. Ejecutar las ordenes de trabajo planificadas dentro del plan de mantenimiento
6. Diagnosticar las fallas que se presenten en los equipos
7. Realizar pruebas de funcionamiento
8. Reportar los daños en los accesorios y equipos, en caso que lo requieran.
9. Reportar sobre la ejecución de los trabajos realizados
10. Realizar cualquier otra tarea afín que le sea asignada

**Fuente:** Texticom

**Elaborado por:** Investigador

Segundo se analizará la como el proceso actual de manteamiento incide en la producción. Para eso se analizarán los registros de mantenimiento y producción, los cuales ayudarán a determinar las horas improductivas de producción por la presencia da averías en los equipos.

Actualmente la planta cuenta con una disponibilidad en horas de 528 horas (de acuerdo a planificación de 24 horas del día, 5 días de la semana y 22 días al mes), por cada máquina, contando así con una disponibilidad teórica total de 7392 horas mensuales, de las cuales actualmente la empresa ocupa un promedio de 2889,95 horas mensuales

De las horas disponibles reales se puede determinar que las máquinas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, ocupan un promedio de 2463,65 horas, dando un porcentaje de ocupación del 85% de las horas reales disponibles de las máquinas; mientras tanto las máquinas inyectoras 8, 10, 11, 12, 13 y 14 tienen una ocupación promedio del 15% del total de horas disponibles.

Las máquinas se dividen en dos grupos de acuerdo a su capacidad de inyección. Es así que las máquinas inyectoras de la 0 a la 7 se utilizan para la inyección de artículos plásticos con pesos inferiores a los 500 gramos. Por lo cual, al ser la mayoría de productos plásticos fabricados con pesos inferiores a los 500 gramos, estas máquinas son utilizadas la mayor parte del tiempo. Mientras que las máquinas de la 8 a la 14 son utilizadas para la inyección de artículos plásticos con pesos superiores a los 500 gramos; debido a la poca demanda de estos productos, las máquinas son utilizadas con menor frecuencia, por lo tanto, cuando se presenta

cualquier inconveniente en estos equipos de gran capacidad, el trabajo es trasladado inmediatamente hacia otra máquina para seguir con su operación sin afectar a la producción.

Esto no sucede en las máquinas con capacidad de inyección de productos plásticos con pesos inferiores a los de 500 gramos. Por estos motivos la investigación se centra en el análisis del proceso de mantenimiento para las máquinas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7

Para el desarrollo de la investigación, en primer lugar, se evalúa el número de mantenimientos que han tenido los equipos, así como el tiempo que tomó reparar los mismos, luego se calculará la confiabilidad de los equipos. También se determinará la productividad real y teórica, para determinar la eficacia del proceso de producción.

El área de mantenimiento cuenta con un jefe de mantenimiento, 3 ayudantes, los cuales trabajan turnos de 24 horas, para contrarrestar cualquier problema que se suscite.

Además, no cuentan con un stock de repuestos, motivo por el cual, al presentarse un daño en algún componente de la máquina, este repuesto debe ser adquirido, deteniéndose la máquina hasta que el repuesto sea comprado y cambiado, obligando así a un cambio en la planificación de la producción.

### **Número de Mantenimientos**

Una vez efectuada la recopilación de datos necesarios, así como la aplicación de la técnica de observación, se ha obtenido la información que se detalla a continuación en la Tabla N° 7 en donde se ha determinado el número de mantenimientos correctivos. Adicionalmente se presente un diagrama de pastel con los porcentajes de los mantenimientos correctivos realizados a las máquinas inyectoras.

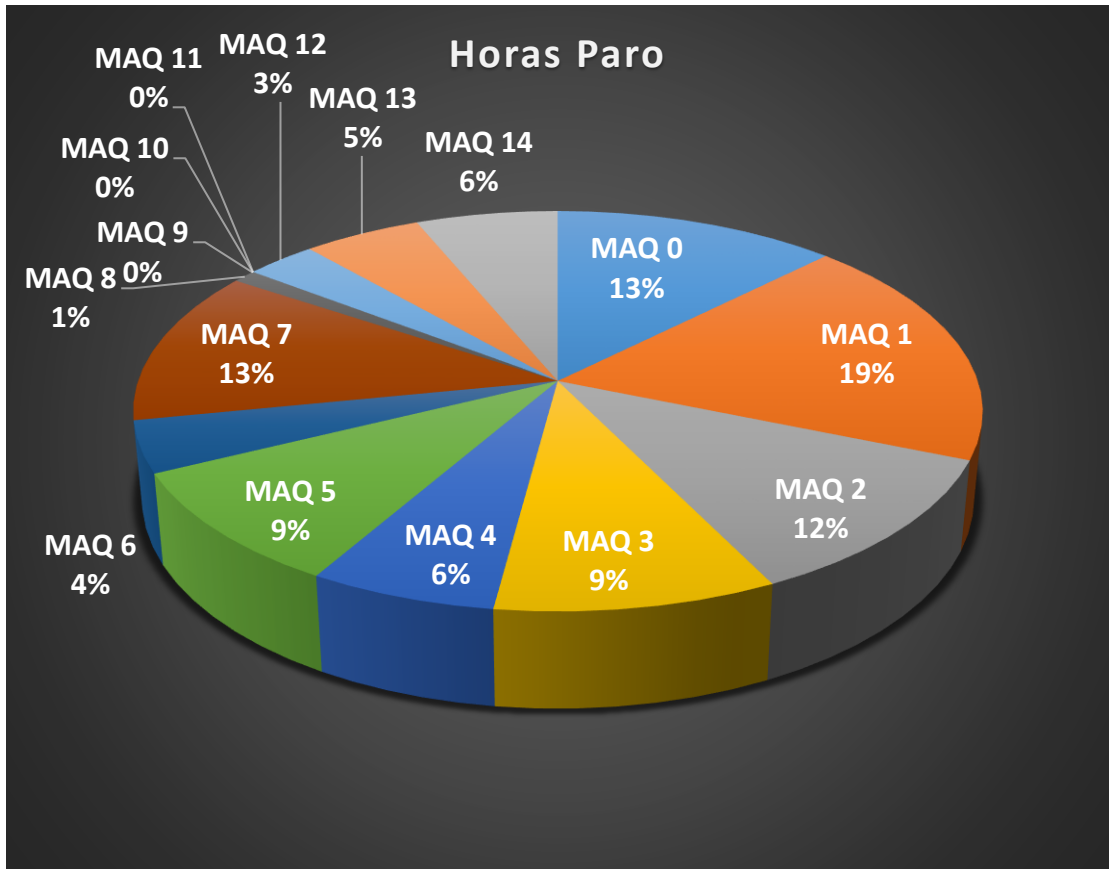


**Tabla N° 7** Número de paros por mantenimiento correctivo

Número de Paros por Mantenimiento Correctivo									
Máquinas	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	TOTAL	%	
MAQ 0	1	3	2	3	1	2	12	13%	
MAQ 1	4	1	0	11	2	0	18	19%	
MAQ 2	0	2	4	2	1	2	11	11%	
MAQ 3	0	0	0	1	5	3	9	9%	
MAQ 4	1	0	2	0	3	0	6	6%	
MAQ 5	0	1	0	0	1	7	9	9%	
MAQ 6	1	0	0	1	0	2	4	4%	
MAQ 7	0	1	1	3	2	5	12	13%	
MAQ 8	0	0	0	0	0	1	1	1%	
MAQ 9	0	0	0	0	0	0	0	0%	
MAQ 10	0	0	0	0	0	0	0	0%	
MAQ 11	0	0	0	0	0	0	0	0%	
MAQ 12	0	1	0	0	1	1	3	3%	
MAQ 13	0	1	2	1	1	0	5	5%	
MAQ 14	0	0	0	3	1	2	6	6%	
<b>TOTAL</b>							<b>96</b>	<b>100%</b>	

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 9** Número de mantenimientos correctivos

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

El mantenimiento correctivo se inicia cuando se ha detenido la máquina, en el cual el supervisor de turno, comunica al mecánico de turno sobre el problema, para que inicie las actividades de mantenimiento.

El número de mantenimientos correctivos suma 96 durante el periodo abril – septiembre del 2017. En el cual presentan que la máquina MAQ 1, 0 y 7 presentan respectivamente el 19%, 13%, y 13%, de mantenimientos correctivos, lo que evidencia que se han empleado la mayor parte de los recursos del área de mantenimiento, para sus respectivas reparaciones. Se evidencia también que las máquinas MAQ 9, 10 Y 11 presentan el 0% de mantenimientos correctivos, lo cual indica que las máquinas no han presentado averías durante el periodo analizado, esto puede explicarse por su bajo nivel de utilización

## Tiempo de reparación

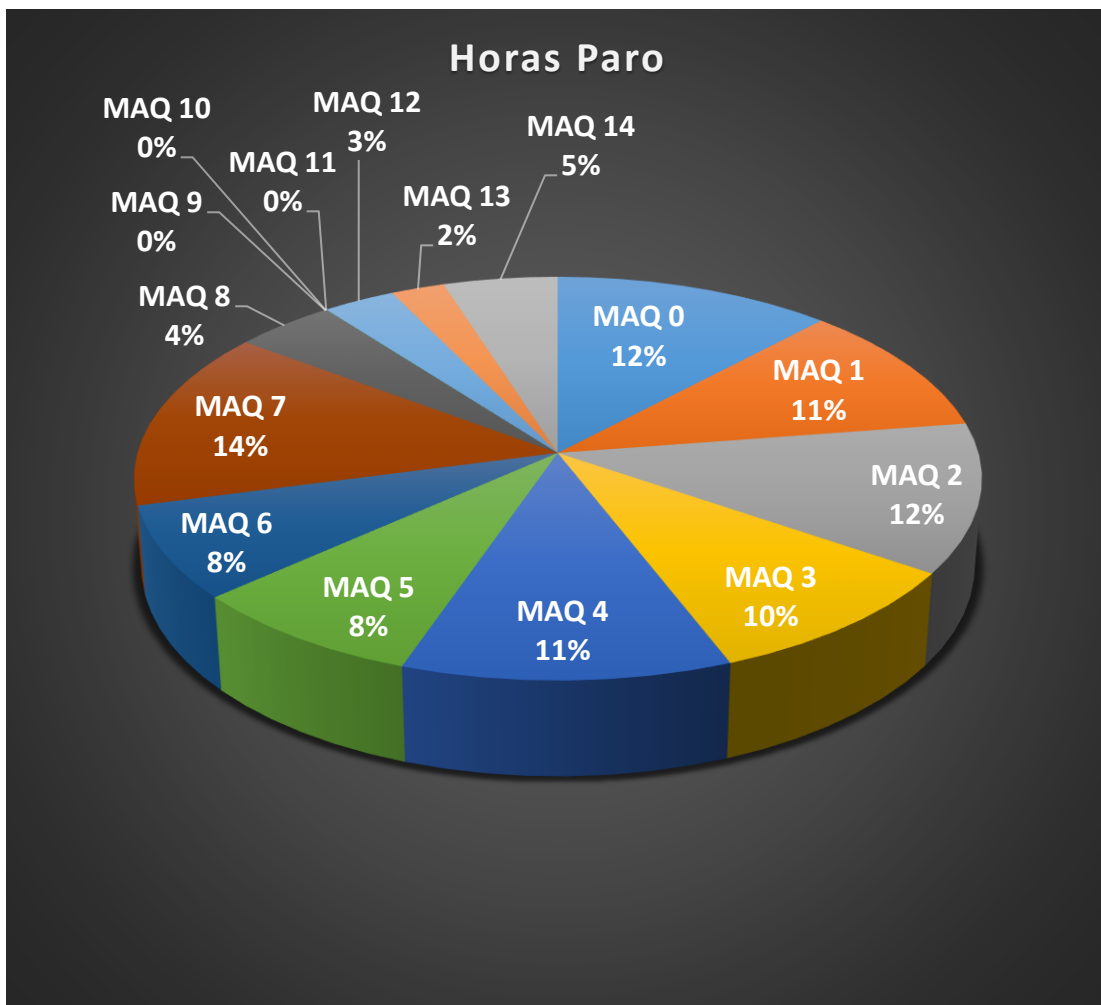
A continuación, se detalla el tiempo de para total que tuvieron las máquinas inyectoras durante el periodo abril – septiembre de 2017 tras producirse el fallo. Adicional se presenta un diagrama de paste con el porcentaje de los tiempos de para de cada máquina inyectora

**Tabla N° 8** Horas de paro por mantenimiento correctivo

Horas Paro por Mantenimiento Correctivo								
Máquinas	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	TOTAL	%
MAQ 0	2.00	11.33	8.45	2.15	0.33	1.08	25.35	11%
MAQ 1	16.70	2.50	0.00	61.67	5.83	0.00	86.7	37%
MAQ 2	0.00	0.83	4.83	4.25	0.50	2.50	12.92	5%
MAQ 3	0.00	0.00	0.00	0.17	24.78	5.75	30.7	13%
MAQ 4	0.67	0.00	2.83	0.00	3.67	0.00	7.167	3%
MAQ 5	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	23.42	24.92	11%
MAQ 6	1.33	0.00	0.00	1.00	0.00	0.75	3.083	1%
MAQ 7	0.00	2.75	4.00	6.08	1.33	9.82	23.98	10%
MAQ 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.5	0%
MAQ 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
MAQ 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
MAQ 11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0%
MAQ 12	0.00	2.33	0.00	0.00	5.50	0.75	8.583	4%
MAQ 13	0.00	0.75	1.27	3.75	1.33	0.00	7.1	3%
MAQ 14	0.00	0.00	0.00	2.08	0.75	2.42	5.25	2%
<b>TOTAL</b>							236.3	100%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 10** Horas paro por mantenimiento correctivo

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

Las horas por mantenimiento correctivo suma 236.3 donde se puede evidenciar que la máquina MAQ 1 se ha empleado el mayor número de horas para su reparación con un 37% del total de las horas empleadas para la reparación de las otras máquinas inyectoras. Al igual que en el caso anterior las máquinas MAQ 9,10 y 11 presentan el 0% de horas paro de mantenimiento, por lo cual estas máquinas no han requerido del empleo de recursos por el área de mantenimiento.

## Horas Producidas

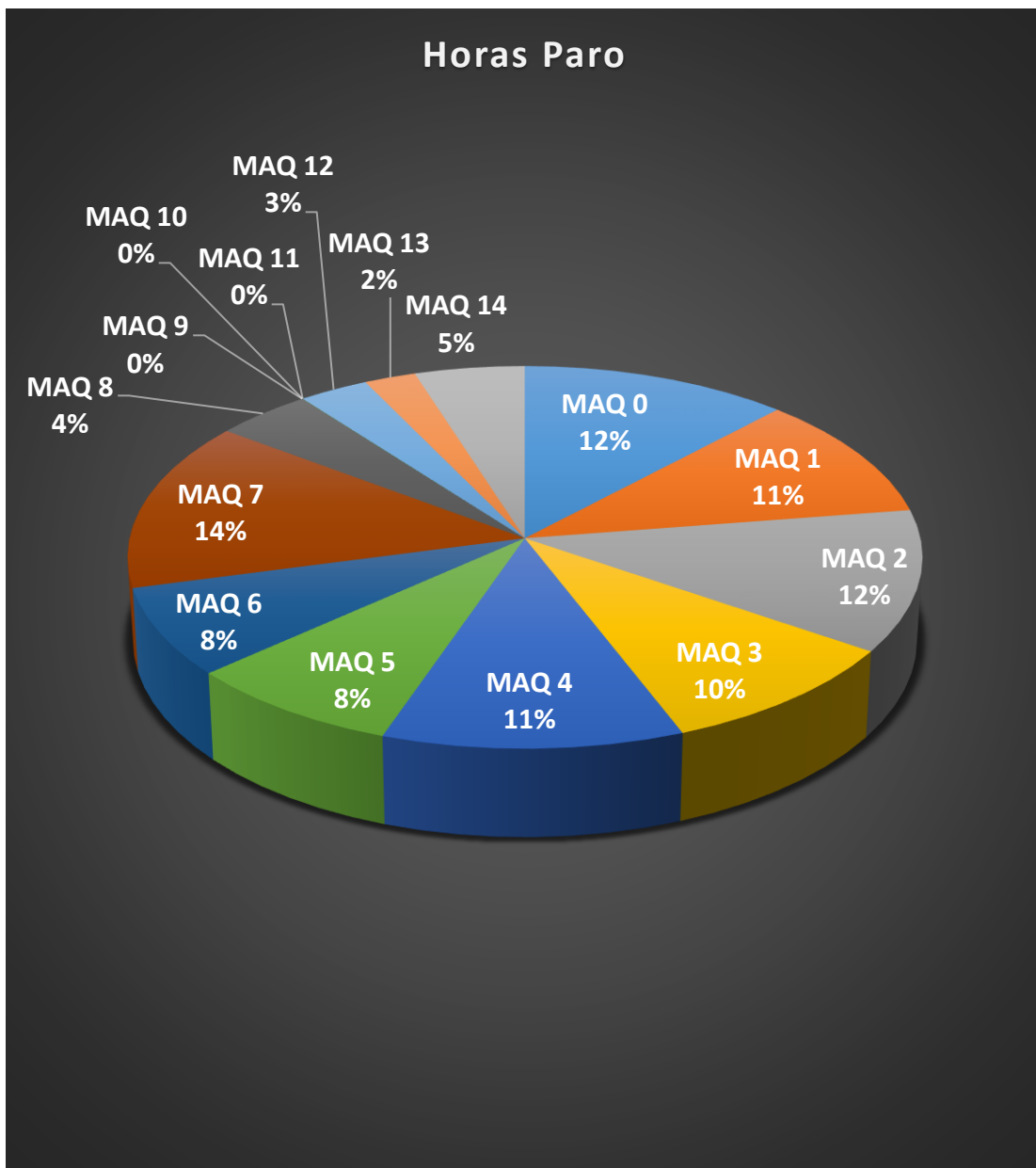
En la siguiente tabla se detalla el tiempo de producción que tuvieron las máquinas inyectoras durante el periodo abril – septiembre del 2017.

**Tabla N° 9** Horas Producidas por máquina

	HORAS PRODUCIDAS						TOTAL	%
	ABRIL	MAY O	JUNI O	JULI O	AGOST O	SEPTIEM BRE		
MAQ 0	347.33	273.22	320.4 5	417.5 8	415.75	310.48	2084.82	12.02%
MAQ 1	302.78	264.74	188.8 3	361.0 8	352.20	362.15	1831.79	10.56%
MAQ 2	312.60	298.37	272.6 5	373.6 5	436.23	379.00	2072.50	11.95%
MAQ 3	287.62	159.22	164.4 3	364.9 0	314.60	367.17	1657.93	9.56%
MAQ 4	223.30	316.98	364.6 7	202.3 3	423.18	408.40	1938.87	11.18%
MAQ 5	192.05	208.75	154.6 2	225.8 7	317.45	311.35	1410.08	8.13%
MAQ 6	211.70	80.42	187.1 0	304.7 8	142.80	366.42	1293.22	7.46%
MAQ 7	258.48	148.02	562.8 1	802.9 3	418.17	302.30	2492.70	14.38%
MAQ 8	108.73	63.08	167.2 0	103.5 8	86.33	224.52	753.45	4.35%
MAQ 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
MAQ 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
MAQ 11	0.00	0.00	5.27	0.00	0.00	0.00	5.27	0.03%
MAQ 12	16.08	245.38	77.00	0.00	132.98	71.87	543.32	3.13%
MAQ 13	3.17	57.87	78.08	56.28	100.10	105.67	401.17	2.31%
MAQ 14	142.52	75.75	102.1 7	166.0 0	185.17	183.00	854.60	4.93%
						<b>TOTAL</b>	17339.70	100%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 11** Horas producidas por máquina

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

Las horas producidas suman 17339.7 donde se puede evidenciar que las MAQ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7 presentan el mayor porcentaje de horas producidas, sumando así un porcentaje total de 85,14% lo cual indica que estas máquinas elaboran el 80% de la producción, siendo así estas máquinas críticas en el proceso de producción.

## Confiabilidad de la Máquinas Inyectoras

De acuerdo a la formula N°4 para el cálculo se requiere determinar el tiempo medio entre fallos MTBF y el tiempo medio de reparación MTTR de cada una de las máquinas.

A continuación, se detalla los tiempos de reparación y medio entre fallos de cada una, para el cálculo se va a tomar los datos obtenido del número de paros por mantenimiento descritos en la Tabla N° 7 a la igual que los datos obtenidos de las horas empleadas de reparación y de la horas empleadas de producción descritos en la Tabla N° 8 y Tabla N° 9 respectivamente.

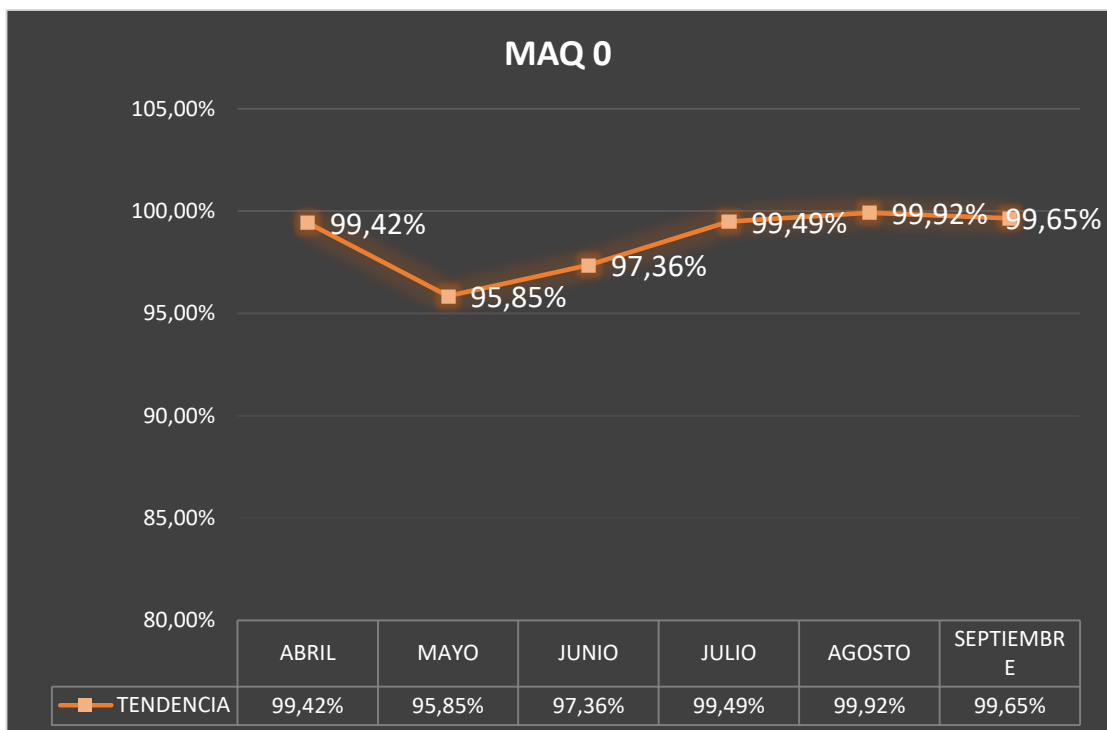
### Confiabilidad máquina 0

**Tabla N° 10** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la máquina 0

MÁQUINA 0			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	$MTBF = \frac{347.33}{1} = 347.33$	$MTTR = \frac{2}{1} = 2$	$CONF = \frac{347.33-2}{347.33} * 100 = 99,42\%$
MAYO	$MTBF = \frac{273.22}{3} = 91.07$	$MTTR = \frac{11.33}{3} = 3.78$	$CONF = \frac{91.07-3.78}{91.07} * 100 = 95,85\%$
JUNIO	$MTBF = \frac{320.45}{2} = 160.23$	$MTTR = \frac{8.45}{2} = 4.23$	$CONF = \frac{160.23-4.23}{160.23} * 100 = 97,36\%$
JULIO	$MTBF = \frac{417.58}{3} = 139.19$	$MTTR = \frac{2.15}{3} = 0.72$	$CONF = \frac{139.19-0.72}{139.19} * 100 = 99,49\%$
AGOSTO	$MTBF = \frac{415.75}{1} = 415.75$	$MTTR = \frac{0.33}{1} = 0.33$	$CONF = \frac{415.75-0.33}{415.75} * 100 = 99,92\%$
SEPTIEMBRE	$MTBF = \frac{310.48}{2} = 155.24$	$MTTR = \frac{1.08}{2} = 0.54$	$CONF = \frac{155.24-0.54}{155.24} * 100 = 99,65\%$

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 12** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 0

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que durante el periodo de mayo y junio la máquina ha presentado fallos lo que ha provocado paros que han disminuido la confiabilidad de la máquina. Ocasionando variaciones en la planificación de la producción



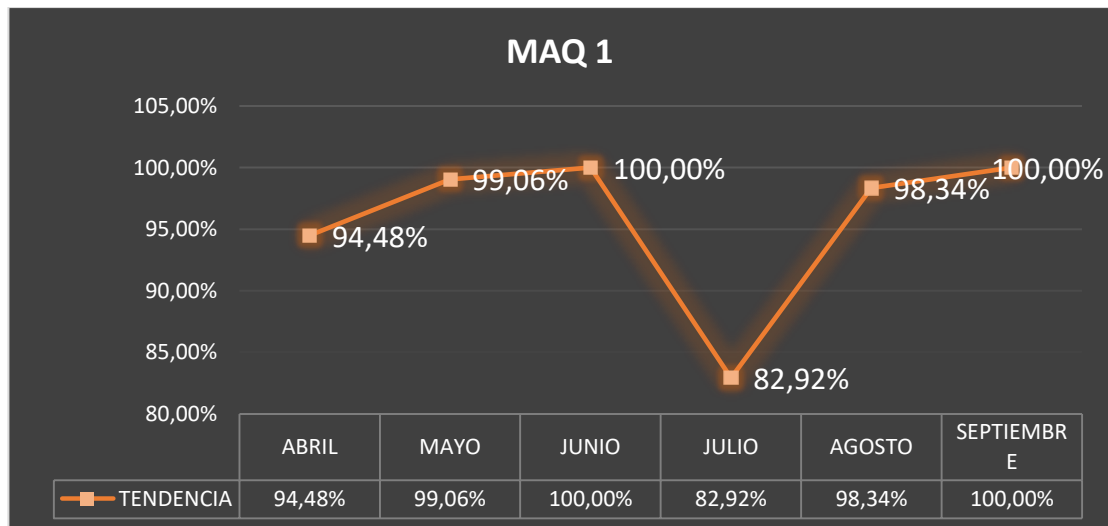
## Confiabilidad máquina 1

**Tabla N° 11** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 1

MÁQUINA 1			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	$MTBF = \frac{302.78}{4} = 75.70$	$MTTR = \frac{16,70}{4} = 4.18$	$CONF = \frac{75.70-4,18}{75,70} * 100 = 94.48\%$
MAYO	$MTBF = \frac{264.74}{1} = 264.74$	$MTTR = \frac{2,50}{1} = 2.50$	$CONF = \frac{264.74-2,50}{264.74} * 100 = 99.06\%$
JUNIO	188.83	0.00	100.00%
JULIO	$MTBF = \frac{361.08}{11} = 32.83$	$MTTR = \frac{61.67}{11} = 5.61$	$CONF = \frac{139.19-0.72}{139,19} * 100 = 82.92\%$
AGOSTO	$MTBF = \frac{352.20}{2} = 176.10$	$MTTR = \frac{5.83}{2} = 2.92$	$CONF = \frac{415.75-0.33}{415.75} * 100 = 98.34\%$
SEPTIEMBRE	362.15	0.00	100.00%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 13** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 1

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que durante el periodo de

abril y julio la máquina ha presentado un decremento significativo en cuanto a la confiabilidad de la máquina lo que implica que se ha disminuido notoriamente las horas de producción.

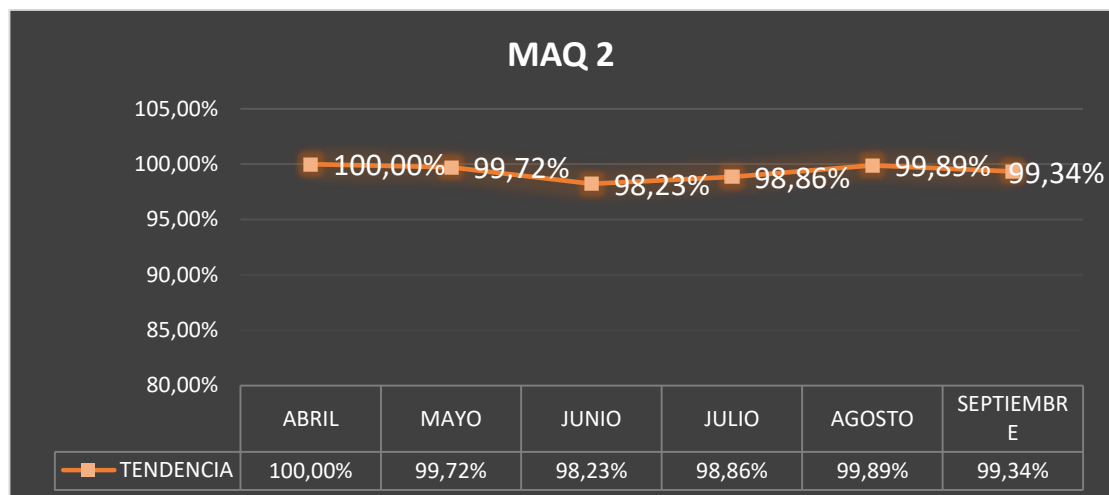
### Confiabilidad máquina 2

**Tabla N° 12** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 2

MÁQUINA 2			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	312.60	0.00	100.0%
MAYO	149.19	0.42	99.72%
JUNIO	68.16	1.21	98.23%
JULIO	186.83	2.13	98.86%
AGOSTO	436.23	0.50	99.89%
SEPTIEMBRE	189.50	1.25	99.34%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 14** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 2

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que no ha presentado mayor variación durante todo el periodo analizado lo que implica que es una máquina bastante confiable al momento de operar.

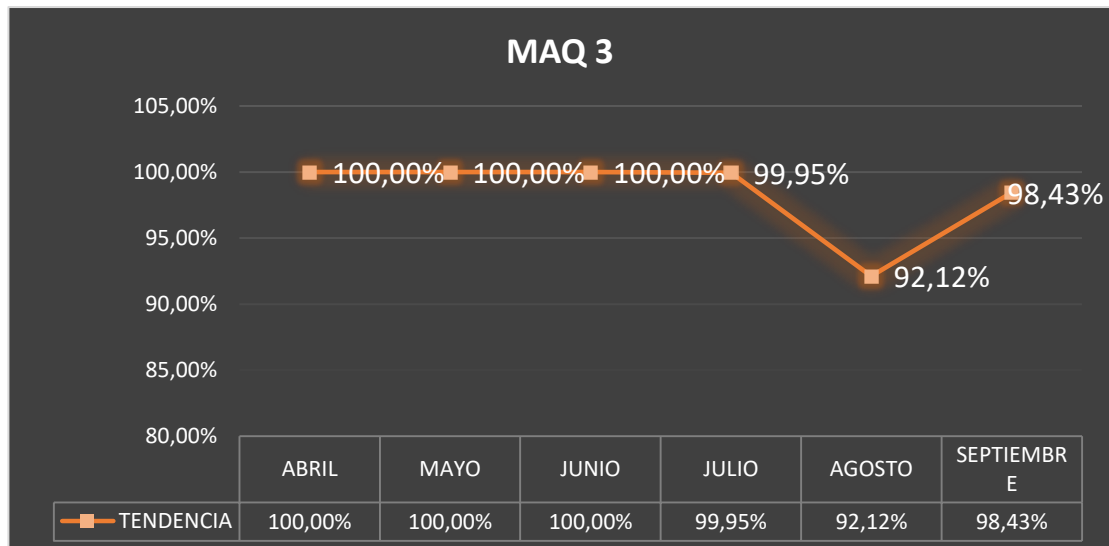
### Confiabilidad máquina 3

**Tabla N° 13** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 3

MÁQUINA 3			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	287.62	0.00	100.0%
MAYO	159.22	0.00	100.0%
JUNIO	164.43	0.00	100.0%
JULIO	364.90	0.17	99.95%
AGOSTO	62.92	4.96	92.12%
SEPTIEMBRE	122.39	1.92	98.43%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 15** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 3

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que el mes de agosto la máquina ha presentado un fallo significativo que ha reducido las horas de producción, y aumentado las horas de mantenimiento correctivo.

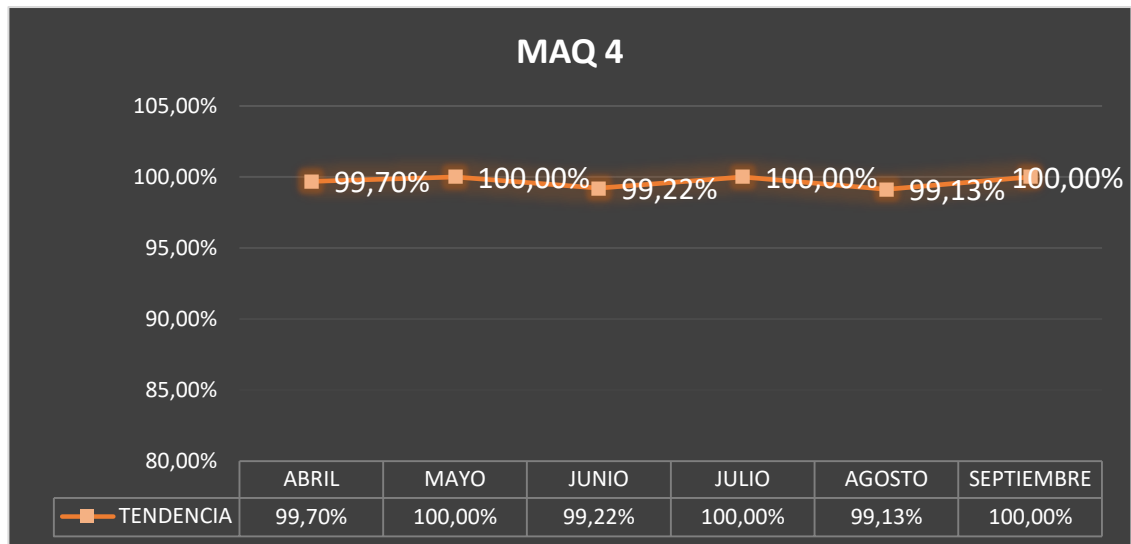
### Confiabilidad máquina 4

**Tabla N° 14** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 4

MÁQUINA 4			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	223.30	0.67	99.7%
MAYO	316.98	0.00	100.0%
JUNIO	182.34	1.42	99.22%
JULIO	202.33	0.00	100.0%
AGOSTO	141.06	1.22	99.13%
SEPTIEMBRE	408.40	0.00	100.0%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 16** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 4

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que no ha presentado mayor variación durante todo el periodo analizado, lo que implica que las horas de mantenimiento correctivo han sido cortas y ha presentado corridas largas de producción sin mayor afectación por fallos.

### Confiabilidad máquina 5

**Tabla N° 15** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 5

MÁQUINA 5			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	192.05	0.00	100.0%
MAYO	208.75	1.00	99.52%
JUNIO	154,62	0.00	100.0%
JULIO	225.87	0.00	100.0%
AGOSTO	317.45	0.50	99.84%
SEPTIEMBRE	44.48	3.35	92.48%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 17** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 5

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que el mes de septiembre aumentado las horas de mantenimiento correctivo y ha disminuido las horas de producción debido al fallo del equipo.

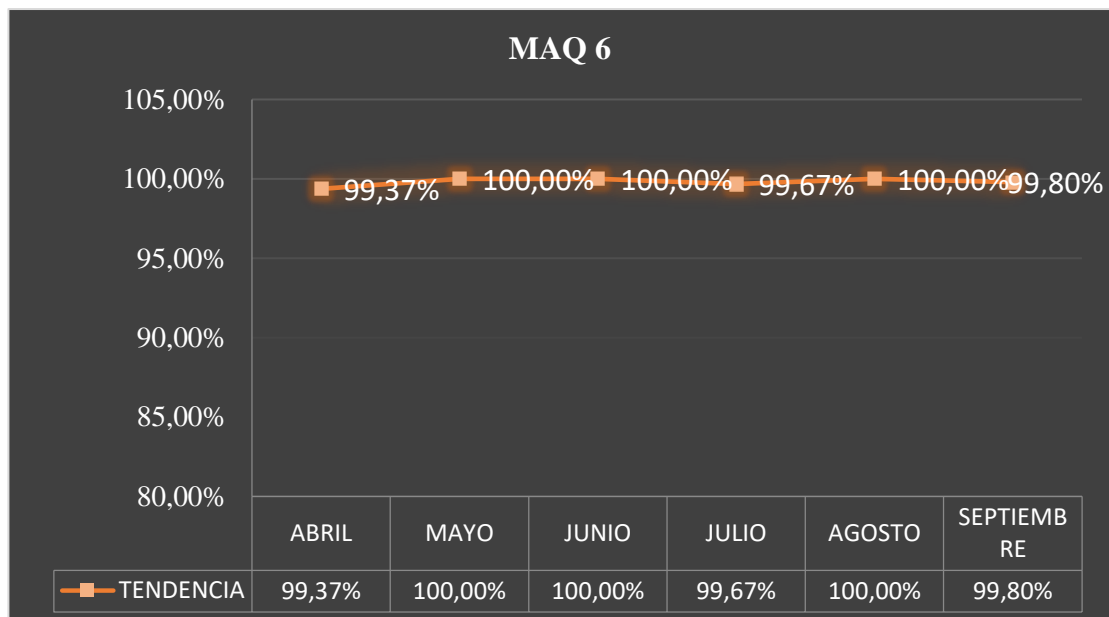
### Confiabilidad máquina 6

**Tabla N° 16** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 6

MÁQUINA 6			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	211.70	1.33	99.37%
MAYO	80.42	0.00	100.0%
JUNIO	187.10	0.00	100.0%
JULIO	304.78	1.00	99.67%
AGOSTO	142.80	0.00	100.0%
SEPTIEMBRE	183.21	0.38	99.80%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 18** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 6

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que no ha presentado mayor variación durante todo el periodo analizado, lo que implica que las horas de mantenimiento correctivo han sido cortas y ha presentado corridas largas de producción sin mayor afectación por fallos.

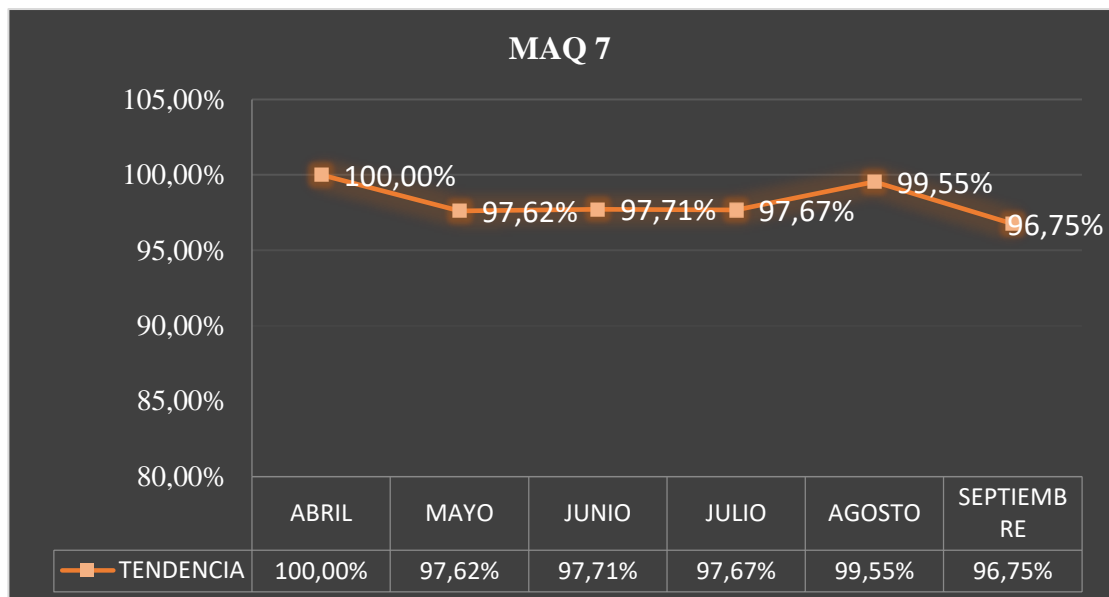
### Confiabilidad máquina 7

**Tabla N° 17** Cálculo de los indicadores MTTR, MTBF y Confiabilidad de la Máquina 7

MÁQUINA 7			
MES	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD
ABRIL	161.65	0.00	100.0%
MAYO	115.35	2.75	97.6%
JUNIO	174.42	4.00	97.7%
JULIO	86.91	2.03	97.7%
AGOSTO	147.60	0.67	99.5%
SEPTIEMBRE	60.46	1.96	96.8%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 19** Tendencia de Confiabilidad de la máquina 7

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

La figura muestra la tendencia de como se ha comportado la máquina durante el periodo de Abril – Septiembre, en la cual se evidencia que no ha presentado mayor variación durante todo el periodo analizado, lo que implica que las horas de mantenimiento correctivo han sido cortas y ha presentado corridas largas de producción sin mayor afectación por fallos.

## Tipos de paro

Para determinar los tipos de paro, estos han sido clasificados en 4 categorías dentro de las cuales se tiene:

- A: Mecánico
- B: Eléctrico
- C: Electrónico
- D: Hidráulico
- E: Neumático

A continuación, se detalla los tipos de mantenimiento realizados a cada una de las máquinas.

**Tabla N° 18** Mantenimientos correctivos realizados a los equipos

FECHA	AVERÍA TIPO	TIEMPO (HORAS)	DESCRIPCIÓN	MODELO
25/05/2016	B	2	Cambio de la resistencia eléctrica de la punta y dela parte anterior	Inyectora # 1 WELLTEC TT1160F2R
25/05/2016	A	12	Cambio del retenedor de la unidad de expulsión	Inyectora # 4 WELLTEC TT1160F2R
16/06/2016	B	3	Arreglo del contactor eléctrico que controla la zona 3	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
03/10/2016	B	12	Cambio de la resistencia dela punta	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
07/10/2016	B	24	Cambio de la resistencia eléctrica de la punta	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
04/11/2016	B	24	Cambio de resistencia de la punta , se encuentra quemada	Inyectora #0 WELLTEC TT1160F2R



08/11/2016	A	24	Cambio de la punta en la unidad de inyección	Inyectora # 4 WELLTEC TT1160F2R
22/11/2016	B	12	Cambio de retenedor en el brazo del cilindro del carro de inyección	Inyectora # 4 WELLTEC TT1160F2R
09/12/2016	A	1	Reajuste de los pernos de la unidad de cierre	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
14/12/2016	A	0.5	cambio de una manguera hidráulica de la unidad de inyección	Inyectora # 1 WELLTEC TT1160F2R
26/01/2017	A	0.5	Cambio de manguera hidráulica del sistema de inyección y carga de la máquina	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
26/01/2017	A	0.5	Cambio de manguera del sistema de inyección n. y carga de la máquina	Inyectora # 2 WELLTEC TT1160F2R
06/02/2017	A	12	Cambio de retenedores en el cilindro de expulsión. Los dos cilindros y el orín	Inyectora # 14 WELLTEC TTI- 1000F2R
27/02/2017	B	12	Cambio de un diodo de la tarjeta electrónica, cambio de cable conductor a la válvula de la puerta de cierre	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
27/03/2017	B	5	Cambio de una termocupla Tipo J que controla las Zonas 3-4 por mal estado, Cambio de una tuerca que controla el nivelador	Inyectora # 14 WELLTEC TTI- 1000F2R
29/03/2017	B	24	Cambio de resistencia de la punta	Inyectora # #0 WELLTEC TT1160F2R
20/04/2017	A	8	Taponamiento del filtro de aceite del reservorio	Inyectora # 7 WELLTEC TTI 260 F2

25/04/2017	B	24	Problemas con la resistencia eléctrica de la punta	Inyectora # 7 WELLTEC TTI 260 F2
02/05/2017	B	4	Cambio de un contactor principal en la tolva de secado	Inyectora # 14 WELLTEC TTI- 1000F2R
23/05/2017	D	0.5	Cambio de resistencia	Inyectora # 13 WELLTEC TTI 750 F2R
14/06/2017	B	18	Cambio de la resistencia de la punta	Inyectora # 13 WELLTEC TTI 750 F2R
07/07/2017	B	24	Cambio de la resistencia de la punta por problemas con el calentamiento	Inyectora # 2 WELLTEC TT1160F2R
14/07/2017	B	24	Cambio de resistencia de la punta	Inyectora #0 WELLTEC TT1160F2R
25/07/2017	B	2	Cambio de 4 breakers de las resistencias y arreglo de los cables de los mismos por cortocircuito	Inyectora # 14 WELLTEC TTI- 1000F2R
13/08/2017	A	0.67	Ajuste de la tuerca del plato de expulsión	Inyectora # 2 WELLTEC TT1160F2R
19/08/2017	B	0.5	Revisión del calentamiento de las zonas 4-5. Problemas con dos auxiliares del contactor que envían voltaje para que calienten la resistencia	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
21/08/2017	B	0.5	Cambio de resistencia eléctrica de la punta	Inyectora # 1 WELLTEC TT1160F2R

22/08/2017	B	1	Cambio de la resistencia de la punta por problemas con el funcionamiento	Inyectora # 5 WELLTEC TT1190SE
28/08/2017	B	1.6	Cambio de un contactor en mal estado	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
30/08/2017	B	1	Reajuste del sócalo de la tarjeta que controla la apertura y cierre	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
04/09/2017	A	6	Problemas con la regleta de expulsión, re calibración de los parámetros, revisión de los terminales de los sensores en los sócalos, revisión de los parámetros de inyección	Inyectora # 5 WELLTEC TT1190SE
29/09/2017	B	1	Revisión del contactor de la zona 5, cambio del auxiliar ON	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
05/10/2017	B	24	Cambio de resistencia de la punta	Inyectora #0 WELLTEC TT1160F2R
12/10/2017	C	72	Cambios de micro sensor de la tobera, este micro sensor de la orden al sistema de inyección	Inyectora # 2 WELLTEC TT1160F2R
23/10/2017	A	8	Cambio de válvula de la punta de la unidad de inyección	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
23/10/2017	A	5	Reajuste de espuler de la válvula direccional revisión de la válvula A=16 B=16	Inyectora # 3 WELLTEC TT1160F2R
24/10/2017	C	0.5	Cambio de micro de la puerta	Inyectora # 14 WELLTEC TTI- 1000F2R

30/10/2017	B	8	Programación de la tarjeta de salidas de la zona 5	Inyectora 8 Elite EA 250
07/11/2017	A	1	Ajuste de la puerta a través de la colocación de platinas elaborados por el área de mantenimiento	Inyector # 12 WELLTEC TTI 750 F2R
13/11/2017	B	1	Problemas con el cierre y la presión	Inyectora 8 Elite EA 250
24/11/2017	D	1	Cambio de la manguera hidráulica del sistema de inyección y carga	Inyectora # 7 WELLTEC TTI 260 F2
28/11/2017	C	5	Problemas con el sensor de apertura y cierre de la máquina presenta un bloqueo en el sistema operativo de apertura y cierre	Inyectora # 14 WELLTEC TTI-1000F2R
12/12/2017	B	4	arreglo del sistema de expulsión y arreglo de la regleta; cambio de la tuerca del eje del cilindro de expulsión	Inyectora # 2 WELLTEC TT1160F2R
31/12/2017	C	0.5	Cambio de micro de la puerta principal	Inyectora # 14 WELLTEC TTI-1000F2R

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

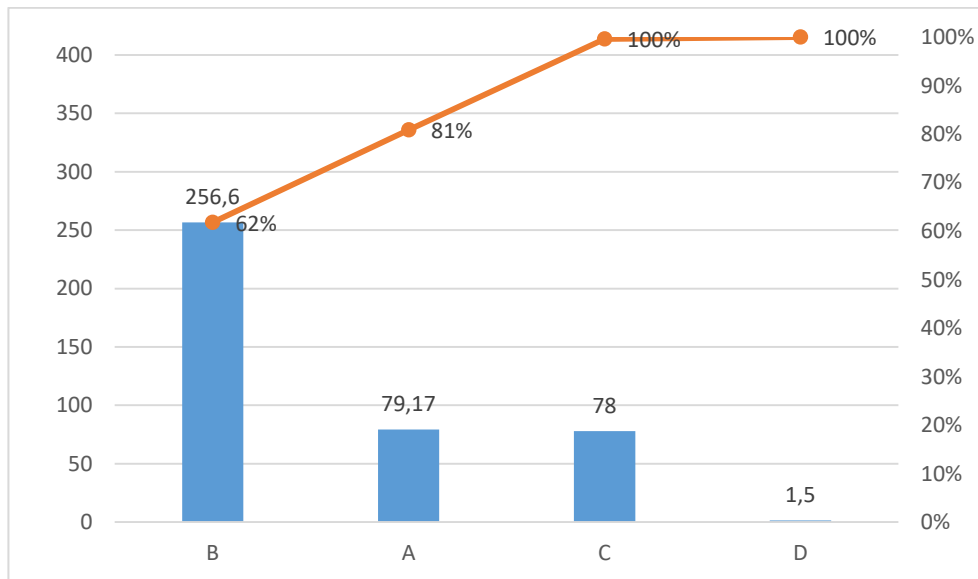
En la siguiente tabla se han segmentado los datos de acorde al tipo de mantenimiento y a las horas de reparación, para realizar un análisis Pareto que permita determinar cuáles fueron los tipos de mantenimiento que han afectado con mayor ocurrencia al plan de producción.

**Tabla N° 19**Tipos de Mantenimiento

Tipos de Mantenimiento	Horas PARO	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta
B	256.6	62%	62%
A	79.17	19%	81%
C	78	19%	100%
D	1.5	0%	100%
<b>Total general</b>	<b>415.27</b>	<b>100%</b>	<b>200%</b>

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 20** Diagrama de Pareto de Tipos de Mantenimiento

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

De acuerdo al diagrama de Pareto se evidencia que los tipos de mantenimiento que han generado el 80% de horas paro y han restado eficacia a la producción son los eléctricos y mecánicos por lo cual es necesario determinar actividades que ayuden a prevenir los fallos presentados.

### **Cálculo de la Eficacia**

De acuerdo a la planificación el producto A presenta una producción constante durante el periodo analizado Abril – Septiembre, dentro del cual presenta una

producción total de 714187 unidades en un tiempo total de producción de 438.74 horas de producción.

**Tabla N° 20** Datos de producción Producto A

DATOS PRODUCTO A				
FECHAS PROCESADAS	HORAS PLANIFICADAS	HORAS PRODUCIDAS	HORAS PARA	PRODUCCIÓN REAL
11/04/2017	24	23.58	0.416	38800
12/04/2017	24	24	0	39310
13/04/2017	24	23.50	0.5	35558
03/05/2017	24	23.58	0.416	38798
04/05/2017	24	15.39	8.61	24978
08/05/2017	24	22.75	1.25	36345
29/05/2017	24	14.25	9.75	22870
30/05/2017	24	17.25	6.75	27751
31/05/2017	24	22.17	1.83	35995
01/06/2017	24	23.75	0.25	38894
14/07/2017	24	24	0	39300
15/07/2017	24	22.50	1.5	36995
16/07/2017	24	22.34	1.66	36740
07/08/2017	24	22.67	1.33	37302
08/08/2017	24	24	0	39497
09/08/2017	24	23.75	0.25	39085
12/09/2017	24	18.67	5.33	29810
13/09/2017	24	13.42	10.58	22080
14/09/2017	24	21.50	2.5	35382
15/09/2017	24	15.25	8.75	25097
18/09/2017	24	20.42	3.58	33600
Total	504	438.748	65.252	714187

**Fuente:** Propia

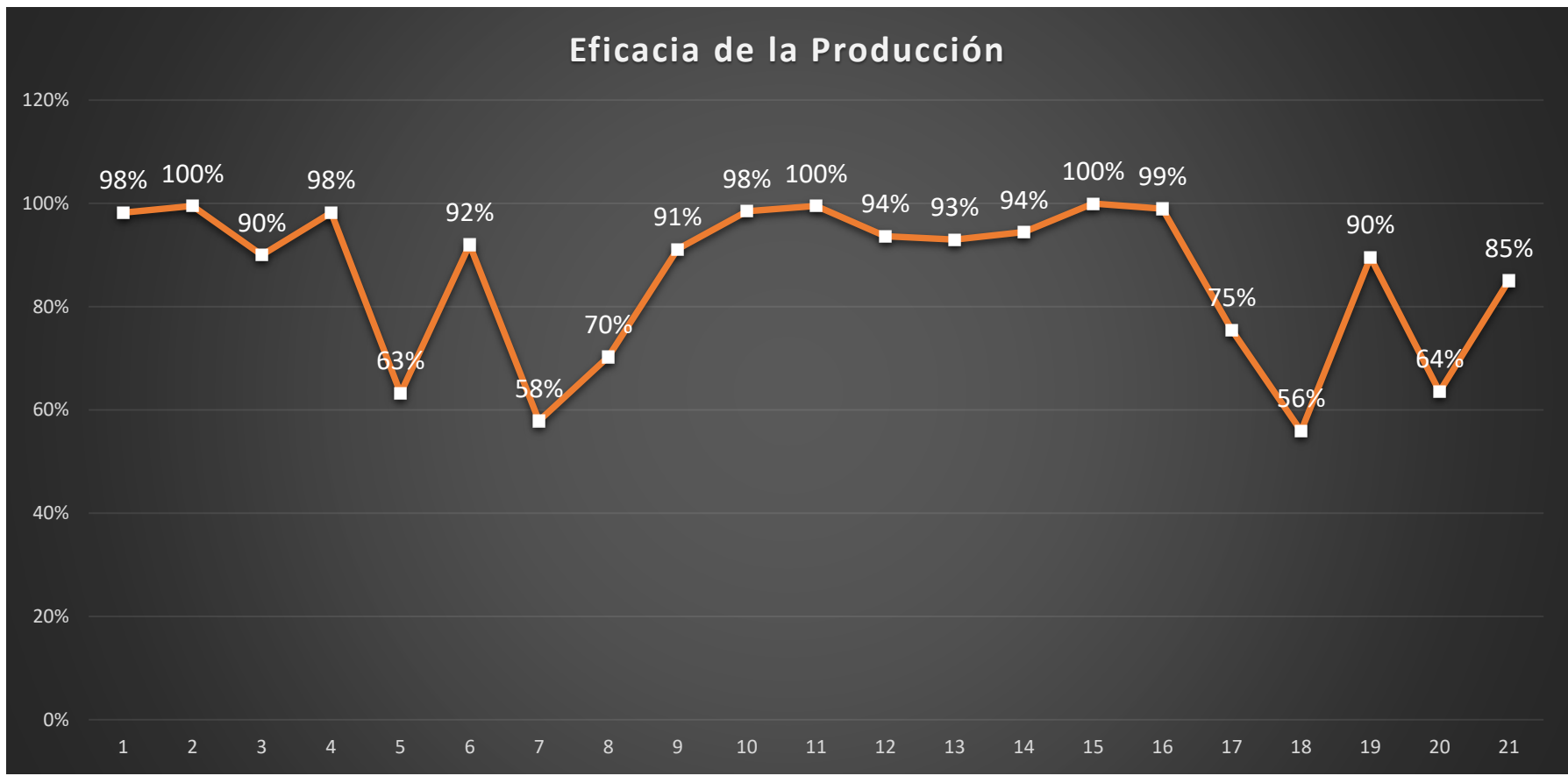
**Elaborado por:** Investigador

Para el cálculo de la producción teórica se toma en consideración el ciclo en que se demora inyectar el producto. Para ello se toma en consideración el ciclo definido para la producción del producto A, el cual presenta un ciclo de 35 segundos dando una producción por hora de 1646 unidades. En la Tabla N° 21 se presenta las unidades reales producidas frente a las unidades teóricas, dentro del cual se realiza un análisis de la eficacia de la producción.

**Tabla N° 21** Eficacia de la Producción

EFICACIA			
FECHAS PROCESADAS	PRODUCCIÓN REAL	PRODUCCIÓN ESTIMADA	EFICACIA
11/04/2017	38800	39497	98%
12/04/2017	39310	39497	100%
13/04/2017	35558	39497	90%
03/05/2017	38798	39497	98%
04/05/2017	24978	39497	63%
08/05/2017	36345	39497	92%
29/05/2017	22870	39497	58%
30/05/2017	27751	39497	70%
31/05/2017	35995	39497	91%
01/06/2017	38894	39497	98%
14/07/2017	39300	39497	100%
15/07/2017	36995	39497	94%
16/07/2017	36740	39497	93%
07/08/2017	37302	39497	94%
08/08/2017	39497	39497	100%
09/08/2017	39085	39497	99%
12/09/2017	29810	39497	75%
13/09/2017	22080	39497	56%
14/09/2017	35382	39497	90%
15/09/2017	25097	39497	64%
18/09/2017	33600	39497	85%
<b>TOTAL</b>	<b>714180</b>	<b>829437</b>	<b>86%</b>

**Fuente:** Propia**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 21** Tendencia de la eficacia de la producción

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



La Figura N°21 muestra el comportamiento de la producción durante las fechas planificadas en la cual se evidencia picos bajos de 56, 58, 63, 64, 70 y 75% debido a que se presentó fallos en la maquinaria, provocando una disminución en las unidades producidas frente a las unidades planificadas. Debido a que parte del tiempo planificado se empleó para la reparación del equipo, reduciendo las horas de producción.

### **Verificación de Hipótesis**

Para verificar la correlación entre las variables dependiente e independiente se realiza el análisis de dispersión para los cuales se va a tomar los valores de cada mes, el método que se usará para realizar el cálculo de la correlación entre las variables será el método de mínimos cuadrados, aparte de eso se usa el método de Karl Pearson para cuantificar la aproximación que tiene los datos a la curva con la cual se quiere usar para representar a los puntos obtenidos.

**Tabla N° 22** Datos para el cálculo del coeficiente de correlación de las horas paro y la producción obtenida

AÑO		HORAS PARO	PRODUCCIÓN					
		X	Y	$X^2$	$Y*X$	$Y_c$	$(Y - Y_c)^2$	$(Y - Y_m)^2$
11/04/2017	1	0.42	38800	0.173	16166.6667	38412.410	150226.269	22954593.580
12/04/2017	2	0	39310	0	0	39093.966	46670.564	28101610.723
13/04/2017	3	0.5	35558	0.25	17779	38276.098	7388058.577	2399696.057
03/05/2017	4	0.42	38798	0.173	16165.8333	38412.410	148679.908	22935433.200
04/05/2017	5	8.62	24978	74.246	215227.1	24999.375	456.902	81557240.819
08/05/2017	6	1.25	36345	1.562	45431.25	37049.296	496033.437	5457340.961
29/05/2017	7	9.75	22870	95.062	222982.5	23145.541	75922.983	124075199.295
30/05/2017	8	6.75	27751	45.562	187319.25	28052.749	91052.433	39161372.009
31/05/2017	9	1.83	35995	3.361	65990.8333	36095.117	10023.441	3944574.295
01/06/2017	10	0.25	38894	0.062	9723.5	38685.032	43667.494	23864155.485
14/07/2017	11	0	39300	0	0	39093.966	42449.890	27995688.819
15/07/2017	12	1.5	36995	2.25	55492.5	36640.362	125767.801	8916764.771
16/07/2017	13	1.67	36740	2.777	61233.3333	36367.740	138577.666	7458881.200
07/08/2017	14	1.33	37302	1.777	49736	36912.985	151332.602	10844476.247
08/08/2017	15	0	39497	0	0	39093.966	162436.172	30119189.342
09/08/2017	16	0.25	39085	0.062	9771.25	38685.032	159974.150	25766742.866
12/09/2017	17	5.33	29810	28.444	158986.667	30370.041	313646.464	17630801.200
13/09/2017	18	10.58	22080	112.006	233680	21782.428	88549.093	142298768.819
14/09/2017	19	2.5	35382	6.25	88455	35004.627	142410.731	1885390.533
15/09/2017	20	8.75	25097	76.562	219598.75	24781.277	99680.914	79422046.485
18/09/2017	21	3.58	33600	12.840	120400	33232.579	134997.963	167203.104
		65.283	714187	463.4275	1794139.43	714187	10010615.46	706957169.8

Fuente: Propia

Elaborado por: Investigador

## Correlación de Variables

Para el cálculo de la correlación está basada en las siguientes ecuaciones obtenidas por la ecuación de la recta.

$$ax + b = Y$$

Y si  $Y_c$  curva de ajuste.

Establecida por el método de los mínimos cuadrados. Quiere decir que la suma de las distancias al cuadrado debe ser mínima.

$$S = \Sigma(Y - Y_c)^2 = \Sigma(Y - ax - b)^2 \quad \text{Minimo}$$

$$\frac{ds}{da} = 0 \quad 0 = -2\Sigma(Y - ax - b) \quad x \quad (5)$$

$$\frac{ds}{da} = 0 \quad 0 = -2\Sigma(Y - ax - b) \quad (6)$$

Mediante el proceso de derivación con respecto a los valores de  $a$  y  $b$  se llega a un sistema de ecuaciones como se muestra a continuación.

$$a\Sigma x^2 + b\Sigma x = \Sigma xy \quad (7)$$

$$a\Sigma x + bn = \Sigma y \quad (8)$$

Las ecuaciones 3 y 4 se deben resolver para determinar la ecuación de la recta.

Y el parámetro que indica que la ecuación escogida es la más adecuada, es  $R$  cuyo valor se calcula con la siguiente Formula

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Sigma(Y - Y_c)^2}{\Sigma(Y - Y_m)^2}} \quad (9)$$

Donde:

$Y$ : Dato (valor de la variable dependiente)

$Y_c$ : Valor obtenido al reemplazar en la ecuación escogida.

$Y_m$ : La media (valor promedio) de los datos

Cálculos de la correlación

$$a\Sigma x^2 + b\Sigma x = \Sigma xy \quad (10)$$

$$a\Sigma x + bn = \Sigma y \quad (11)$$

Se reemplaza los valores de la tabla

$$463.42^a + 65.28b = 1794139.4 \quad (12)$$

$$65.28^a + 21b = 714187$$

$$a = \frac{714187 - 21b}{65.28} \quad (13)$$

Se obtiene las ecuaciones 5 y 6, mediante el método de sustitución entre ecuaciones 6 en 5 se tiene:

$$463.42 \left( \frac{714187 - 21b}{65.28} \right) + 65.28b = 1794139.4 \quad (14)$$

$$5069983.755 - 149.07 b + 65.28b = 1794139.4$$

$$b = 39093.966$$

$$a = \frac{714187 - 21(39093.966)}{65.28}$$

$$a = -1635.73$$

$$Y = ax + b$$

En la ecuación de la recta se reemplaza los valores de a y b

$$Y_c = -1635.73x + 39093.966$$

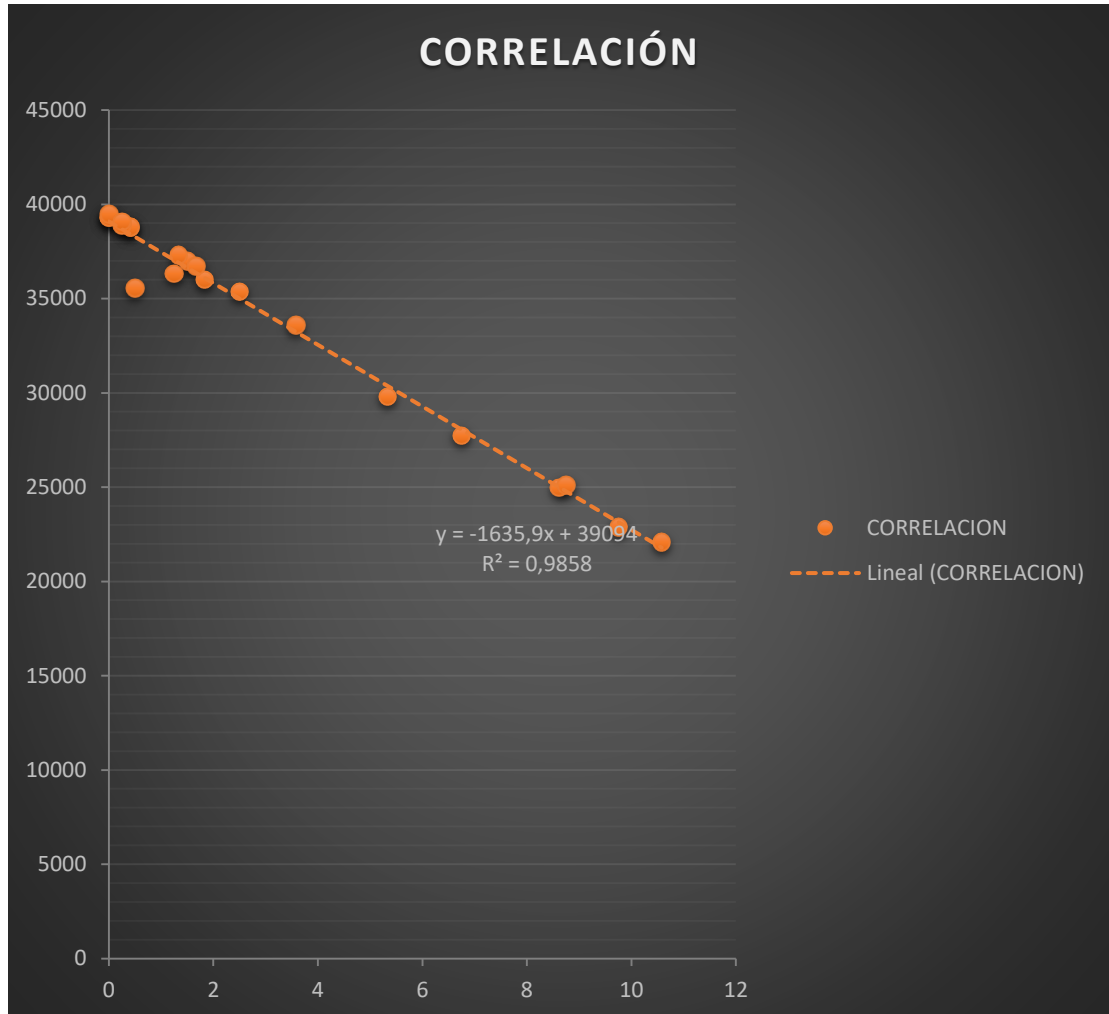
Es una ecuación con pendiente positiva

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Sigma(Y - Y_c)^2}{\Sigma(Y - Y_m)^2}}$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{10010615.46}{706957169.8}}$$

$$R=0.9928$$

Se obtiene un R de la correlación de 0,9928 que indica que las variables dependiente e independiente están relacionadas.



**Figura N° 22** Correlación de Variables

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

En la **Figura N° 22** se presenta gráficamente la correlación existente entre las variables dependiente e independiente, dando como resultado una recta negativa: lo cual quiere decir que tiene una relación inversamente proporcional; es decir, a mayor número de horas paro menor va hacer la cantidad fabricada. Lo que genera inconvenientes al momento de una avería en la maquinaria; ya que la producción también se detiene.

## Conclusiones

- El proceso de mantenimiento en forma global obtuvo una calificación promedio de confiabilidad del 98% como resultado de la evaluación de los seis meses, sin embargo, se pudo evidenciar que las máquinas 1, 3, 5 y 7 presentaron porcentajes muy bajos de confiabilidad en el periodo analizado, lo que implica que se deberá generar una alerta para que el proceso sea mejorado.
- El mantenimiento correctivo realizado a los equipos, una vez reportado el problema, presenta una mayor frecuencia de paros por el motivo de fallos eléctricos y mecánicos, representado éstos el 80% de las horas paro generado en la producción. Restando eficacia y aumentado las horas de producción para reponer el tiempo perdido.
- La eficacia obtenida del producto analizado en promedio es del 86% presentándose picos bajos en el periodo analizado, lo que implica que hay que poner atención en la mejora del proceso de mantenimiento, debido a que no presenta un plan de mantenimiento que le permita asegurar el funcionamiento de los equipos; generando, interrupciones en el programa de producción, lo cual refleja un incumplimiento en cuanto a las unidades programadas en un tiempo definido.
  - El mantenimiento empleado para mantener en funcionamiento los equipos, no están acorde a las exigencias actuales del mercado, por lo cual se requiere desarrollar un plan de mantenimiento, para cumplir los objetivos de producción, disminuir las horas paro y como consecuencia aumentar la eficacia de la producción.

## **Recomendaciones**

- Para el análisis de la confiabilidad de los equipos se requiere únicamente las horas paro por mantenimiento correctivo, por lo cual se debe poner mucho énfasis en la recolección de la información de las horas paro, debido a una falla en el equipo.
- Segregar los tipos de paro que se pueden presentar en los equipos para determinar los paros que son ocasionados por averías de los equipos y cuáles son los paros externos al mantenimiento.
- Tomar en consideración los ciclos que se demora en realizar todo el proceso de inyección del producto, con el fin de obtener una producción teórica confiable para el análisis de la eficacia de la producción.
- Definir el tipo de medición, que permita evaluar el cumplimiento del plan de mantenimiento, para el control del tiempo y las actividades definidas. Con el objetivo de identificar oportunidades de mejora del proceso.

## CAPÍTULO V

### Tema

“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LAS MÁQUINAS INYECTORAS DEL ÁREA DE INYECCIÓN EN LA EMPRESA TEXTICOM”

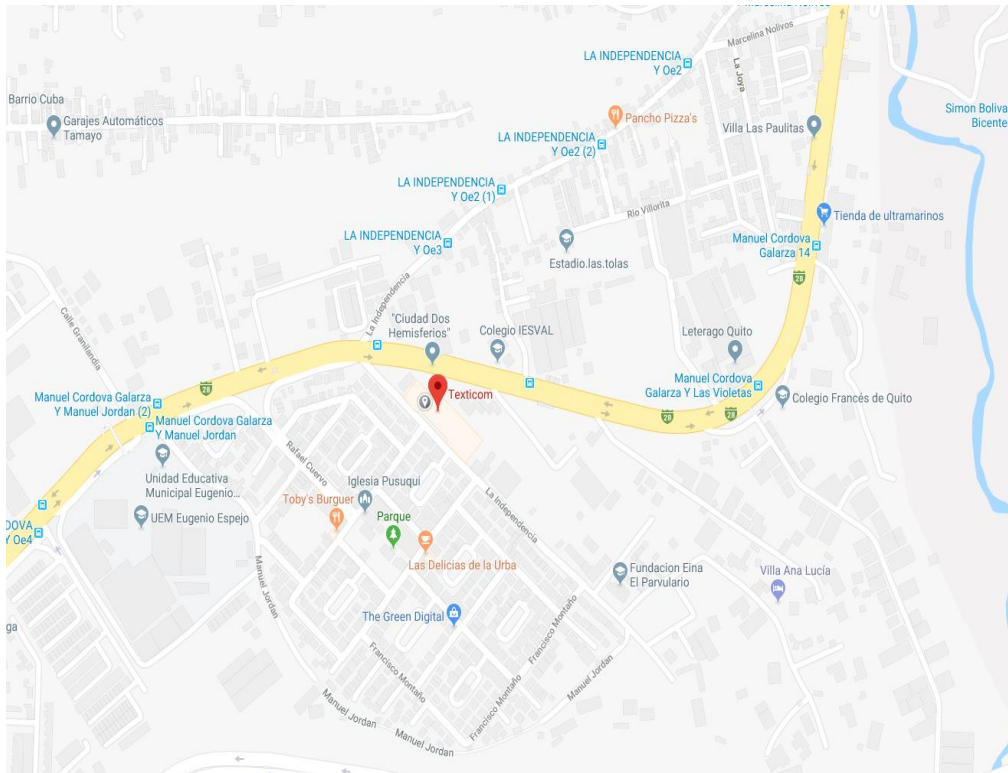
### Datos Informativos

**Industria:** Texticom Cia. Ltda.

**Responsable:** Merriman Alexander Albuja Torres

**Beneficiarios:** Empresa y Departamento de Mantenimiento y Producción

**Ubicación:** Av. Manuel Córdova Galarza OE31-79 y La Independencia



**Figura N° 23** Ubicación de la Empresa Texticom

**Fuente:** Google Maps

**Elaborado por:** Google Maps



**Provincia:** Pichincha

**Periodo:** Esta investigación se desarrollará durante el periodo Abril – Septiembre de 2017

### **Antecedentes de la propuesta**

Resulta necesario elaborar un plan de mantenimiento por las siguientes razones:

- Al analizar la confiabilidad de los equipos, se presentaron valores bajos que afectan la disponibilidad de la planta y la eficacia en la producción, debido a una reducción de las horas de producción por motivos de que se requirió de una para en la producción para reparaciones del equipo.
- Se presunta un promedio de eficacia del 86% teniendo valores bajos durante el periodo analizado Abril – Septiembre, debido a paros inesperados del equipo por fallos de los mismos, requiriendo de una reparación inmediato para ponerlo nuevamente en funcionamiento. Lo que implica una reducción en las unidades producidas, ya que se requirió parte del tiempo de producción, parar reparar la maquinaria.

### **Objetivo**

#### **General**

Diseñar un Plan de Mantenimiento para las máquinas inyectoras del área de inyección en la empresa Texticom para aumentar la eficacia de la producción.

#### **Específicos**

- Determinar la frecuencia de las actividades a hacer ejecutadas dentro del plan de mantenimiento.
- Establecer las actividades del plan de mantenimiento realizadas en las máquinas inyectoras

- Desarrollar registros de mantenimiento de manera periódica para garantizar que se lleve a cabo el plan de mantenimiento

### **Justificación de la propuesta**

La elaboración de un plan de mantenimiento y la implementación del mismo es de vital importancia para la empresa, debido a que se requiere minimizar los tiempos improductivos debido a fallos en los equipos que generan paros imprevistos afectando directamente la eficacia de la producción; lo que genera que el planificador realice alargues de producción para compensar el tiempo perdido por el mantenimiento correctivo que se realiza a la máquina para ponerlo nuevamente en funcionamiento.

El plan de mantenimiento le permitirá a la empresa mantener su maquinaria en óptimas condiciones además de proveer un posible fallo que pueda afectar el desempeño correcto de la producción. Lo que evitaría paros imprevistos que reducirían la disponibilidad de la maquinaria para la fabricación de los artículos plásticos.

### **Desarrollo de la Propuesta**

**Factibilidad:** El proyecto es factible ya que se cuenta con el personal calificado para realizar las actividades que se definan dentro de la propuesta.

**Socio – Cultural:** La presente propuesta es viable, ya que se va a generar una cultura de prevención en todas las áreas productivas de la empresa, ayudando a la empresa hacer más competitiva dentro del mercado.

**Política:** La empresa puede aplicar la propuesta, ya que cuenta con todos los permisos legales que requiere para su funcionamiento correcto; además, los cambios a realizar permiten cumplir los requerimientos establecidos por la ley Ecuatoriana.

**Tecnológico:** Es factible tecnológicamente, ya que el diseño de la propuesta se enfoca en mejorar la gestión del proceso de mantenimiento, a través del empleo de actividades definidas dentro de un plan que van a permitir asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria

**Organizacional:** La propuesta es viable, ya que se cuenta con el apoyo de la alta dirección y de los diferentes líderes de cada proceso, dando las instrucciones y responsabilidad a cada uno de los involucrados dentro del plan de mantenimiento

**Económico – Financiero:** el proyecto es factible económicamente, ya que el desarrollar un plan de mantenimiento, la empresa podrá disminuir las horas paro que generan costos adicionales, optimizando recursos como son mano de obra e insumos para reparaciones, generando competitividad dentro del mercado.

**Ambiental:** Al diseñar un plan de mantenimiento en la empresa el proyecto es factible, ya que se podrá disminuir os residuos generados por el mantenimiento correctivo, debido a que se aumentará el tiempo de vida de los diferentes partes que integran la máquina.

## **Planificación de la Propuesta**

### **Codificación de las Máquinas**

Para el plan de mantenimiento se requiere de la codificación de las máquinas inyectoras de la empresa, mediante la designación de un código único para cada una de ellas, este paso es uno de los más importantes que se debe realizar antes de la planificación de las actividades, ya que nos permitirá dar trazabilidad a las actividades que se desarrollen a los equipos.

Este modelo intenta definir códigos para los equipos de la empresa, esto facilitará la descripción de los equipos, las ordenes de trabajo, el historial de mantenimiento y las actividades planificadas de mantenimiento que cada uno debe realizarse.

Para definir el código para cada equipo se deberá realizar la estructura del código dependiendo el área, del equipo y del número de equipo que está conformado, como se detalla a continuación.

X	Y	Z
Área	Equipo	N° Correlativo

**Área:** Se detalla el área a la que pertenece la máquina en números.

X=01: Área de inyección

**Equipo:** Se describe las iniciales del equipo, en letras.

Y=MI: Máquina Inyectora

**N° Correlativo:** Se coloca el número de cada equipo, en números.

Z=01: Número de la máquina

A continuación, en la **Tabla N° 23** se muestra el cómo se debe realizar la codificación de las máquinas de la organización.

**Tabla N° 23** Codificación de máquinas

Código			Descripción Equipo
01	MI	01	Máquina Inyectora WELLTEC TT1160F2R
02	MI	02	Máquina Inyectora WELLTEC TT1160F2R

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Criticidad de las Máquina**

En el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo es importante definir la criticidad de los equipos que dispone la organización. Para la elaboración de la propuesta se detallará el nivel de criticidad de los equipos señalando las razones por las cuales se establece.

La criticidad se puede establecer en tres tipos dependiendo de las actividades que realiza, estas pueden ser:

- Equipos Críticos (A)
- Equipos Importantes (B)
- Equipos Prescindibles (B)

En la **Tabla N° 24** se detalla un modelo de criticidad correspondiente a las actividades que se desarrolla en la empresa.

**Tabla N° 24** Modelo de análisis de criticidad

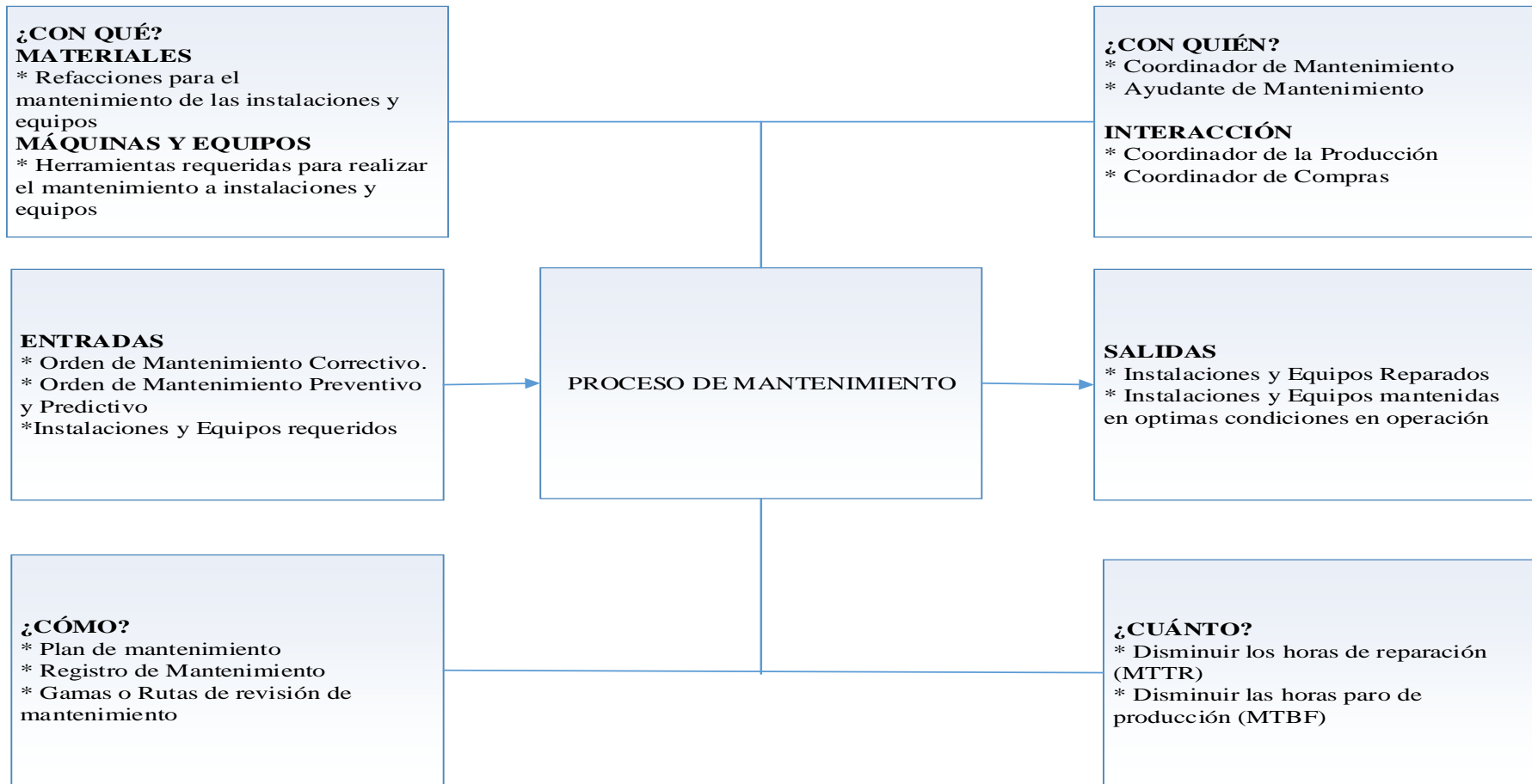
Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A Crítico	Puede originar accidente muy grave	Su parada afecta el plan de producción y servicio	Es clave para la calidad del producto o servicio	Alto Coste de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas frecuentes(mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos o quejas	Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes en el pasado		Con	
B Importante	Necesita revisiones periódicas (anuales)	Afecta a la producción o servicio, pero es recuperable ( no afecta al cliente o al plan de producción )	Afecta a la cantidad del servicio, pero habitualmente no es problemático	Coste medio en mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas			
C Prescindible	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción o servicio	No afecta a la calidad del servicio	Bajo coste de mantenimiento

**Fuente:** (Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, 2010)

**Elaborado por:** Investigador

En este análisis se ha determinado que las máquinas inyectoras son equipos críticos (A), dado que se requiere de su utilización para la fabricación de los productos ofertados por la empresa, y así poder cumplir un plan de producción determinado por las órdenes de compras emitidas por el cliente.

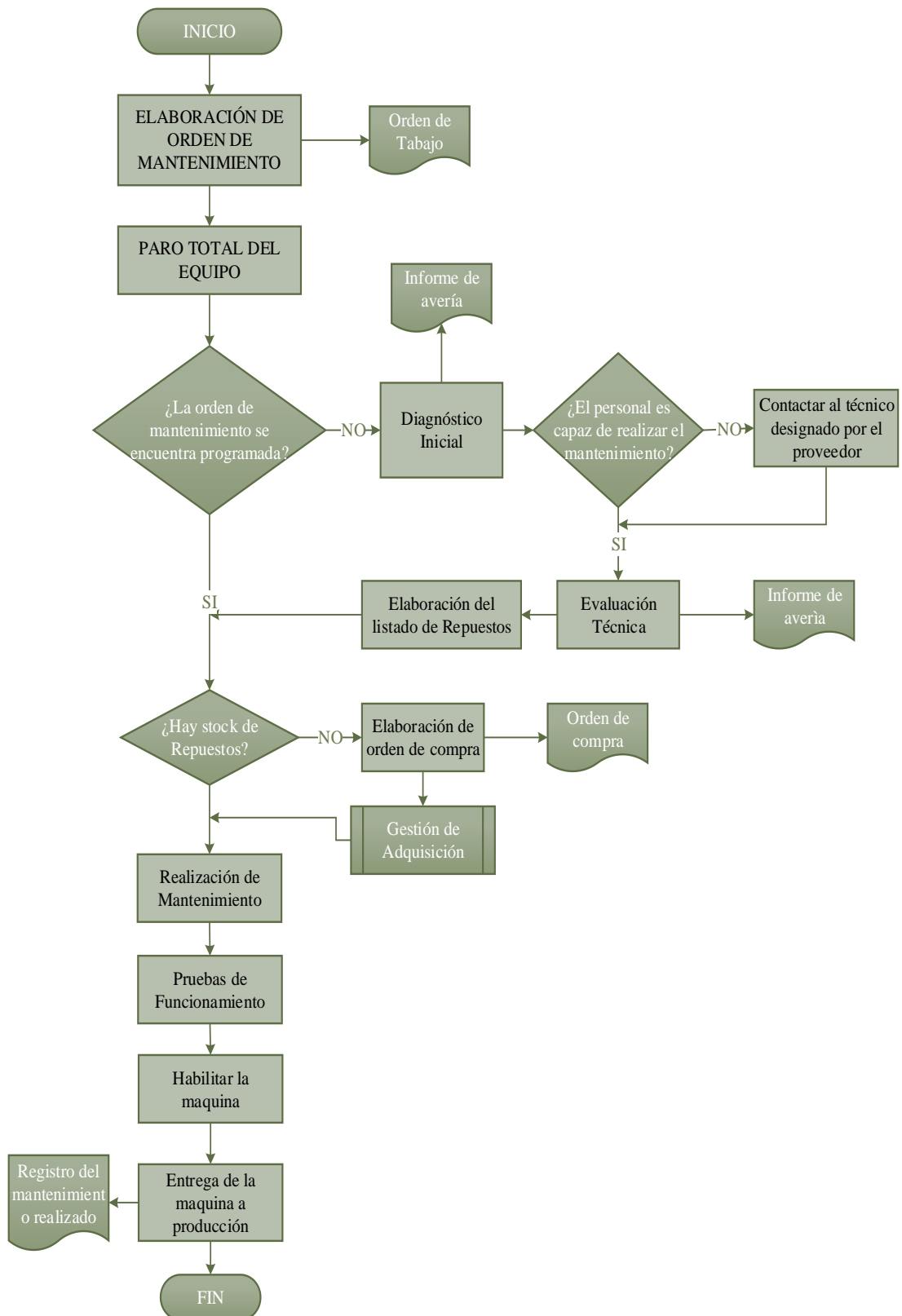
Después de detallar los aspectos importantes que se desglosa del análisis de la criticidad, se procede a realizar la caracterización del proceso y el diagrama de flujo del modelo de mantenimiento derivado de la criticidad de la maquinaria.



**Figura N° 24** Caracterización del proceso

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



**Figura N° 25** Diagrama de flujo propuesto para el mantenimiento preventivo

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador



Para el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, en la Figura N°25 se muestra el diagrama de flujo para el proceso de mantenimiento de los equipos de la empresa, esto facilitará el análisis del proceso de las actividades de mantenimiento.

### Ficha Técnica

Para implementar la propuesta se deberá contar con la descripción detallada de las máquinas, La ficha técnica deberá contener las características y especificaciones importantes de los equipos, de manera detallada con el objetivo de determinar el plan de mantenimiento.

		FICHA TÉCNICA		CÓDIGO:	TX MAN R01
				REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08		
		PÁGINA:	1 DE 1		
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>		<b>CÓDIGO</b>	01-MI-01		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	INYECTORA				
<b>MARCA</b>	WELLTEC				
<b>Nº DE FABRICACIÓN</b>	2005				
<b>POSEE MANUAL</b>	SI				
<b>DIMENSIONES</b>	9,7X2,4X3 m				
<b>PROCEDENCIA</b>	CHINA				
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	2008				
<b>COLOR</b>	BLANCA				
<b>MOTOR DE LA BOMBA</b>		<b>MÁQUINA</b>			
<b>MOTOR (POTENCIA)</b>	76 Kw (100HP)	<b>PRESIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA</b>	175 Kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>VOLTAJE</b>	380 V	<b>VELOCIDAD DEL TORNILLO</b>	0-100 RPM		
<b>AMPERAJE</b>	240 A	<b>CRITICIDAD</b>			

**Figura N° 26** Propuesta del formato de la ficha técnica

**Fuente:** Propia


**Elaborado por:** Investigadores

En la **Figura N° 26**, se muestra la ficha técnica de la máquina 01-MI-01, en este caso son equipos utilizados para la fabricación de partes inyectadas.

## Orden de Trabajo

Los documentos principales que debe tener un plan de mantenimiento es una orden de trabajo, el mismo que emitirá el coordinador de calidad al personal a cargo de ejecutar las actividades.

En la Figura N° 27 se muestra el formato que servirá para que el encargado del departamento de mantenimiento, emita las actividades de mantenimiento planificadas a realizar a la maquinaria por parte de los ayudantes de mantenimiento.

	<b>Orden de trabajo de Mantenimiento</b>		CÓDIGO:	TX MAN RDZ
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	2018 06 08
			PÁGINA:	1 DE 1
<b>Fecha de Realización:</b>	viernes 8 de junio de 2018	<b>N° de Orden:</b>	01	
<b>Mantenimiento:</b>	Interno <input checked="" type="checkbox"/>	Externo <input type="checkbox"/>		
<b>Código de Equipo:</b> 01-MI-01		<b>Tipo de Mantenimiento:</b> Preventivo		
<b>Tipo de servicio:</b> Eléctrico				
<b>Asignado a:</b> Ayudante de mantenimiento				
<b>Trabajo Realizado:</b> Cambio de las resistencias eléctricas del tornillo del sistema de inyección				
<b>Materiales Utilizados:</b> Resistencias Electricas				
<b>Verificado y liberado por:</b>			<b>Fecha y Firma:</b>	
<b>Aprobador por:</b>			<b>Fecha y Firma:</b>	

**Figura N° 27** Propuesta del formato de la orden de trabajo


**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

## Informe de Avería

Al presentarse una avería, el encargado deberá registrar las fallas o daños que se están suscitando en las máquinas, para lo cual se ha propuesto en la Figura N° 28

el formato para detallar las averías existentes. Se deberá llenar siempre y cuando se presente una.

	<b>INFORME DE AVERÍA</b>		CÓDIGO:	TX MAN R04
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	2018/06/08
			PÁGINA:	1 DE 1
<b>FECHA DE FALLA</b>	<b>HORA DE FALLA</b>	<b>ÁREA DE PROCESO</b>		
8/6/2018	14:00	Inyección		
<b>EQUIPO</b>		<b>CÓDIGO</b>		
WELLTEC TT1160F2R		01-MI-01		
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</b>				
FALLO EN REGLETA DE POSICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CIERRE DE INYECCIÓN				
<b>MOTIVO DE LA FALLA</b>				
DAÑO ELECTRÓNICO POR TERMINACIÓN DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL DISPOSITIVO				
<b>ACCIONES TOMADAS</b>				
CAMBIO DEL DISPOSITIVO				
<b>ACCIONES RECOMENDADAS</b>				
VERIFICAR ESTADO DE REGLETAS DE MAQUINAS SIMILARES (RECOMENDACIÓN DE CAMBIO CADA 3 AÑOS)				
<b>PERSONAL INVOLUCRADO</b>				
<b>RESPONSABLES</b>		<b>FIRMA</b>		
TECNICO EXTERNO				
COORDINADOR DE MANTENIMIENTO				
<b>FECHA Y HORA DE ENTREGA DE EQUIPO</b>		<b>TIEMPO DE PARADA</b>		
9/6/2018		10:00		20 H


**Figura N° 28** Propuesta de Informe de Averías

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Orden de Compra**

En la Figura N° 29 se ilustra el formato de la orden de compra y se utilizará cuando alguna máquina se encuentre en mantenimiento y el repuesto no exista. El formato permite conocer todos los detalles de la compra e informa al gerente de operaciones cuando se vaya adquirir algún recambio.

	<b>ORDEN DE COMPRA</b>		CÓDIGO:	TX MAN R05
			REVISIÓN:	1
			FECHA:	2018/06/08
			PÁGINA:	1 DE 1
<b>FECHA DE SOLICITUD</b>		<b>FECHA DE ENTREGA</b>		
<b>PROVEEDOR</b>				
<b>DIRECCIÓN</b>				
<b>TÉLEFONO</b>				
<b>DEPARTAMENTO QUE SOLICITA</b>		<b>CÓDIGO DEL EQUIPO</b>		
<b>SOLICITANTE</b>		<b>FECHA DE APROBACIÓN</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>N°</b>	<b>Repuesto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
			<b>SUBTOTAL</b>	
			<b>IVA 12%</b>	
			<b>TOTAL</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>				

**Figura N° 29** Propuesta de formato de orden de compra

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Plan de Mantenimiento**

Para la propuesta del plan de mantenimiento se va a elaborar las gamas o rutas que contienen las tareas que se realizará. Las mismas que en base de un buen mantenimiento preventivo, y permiten llevar al día la planta.

Para el desarrollo de este plan se debe tener en consideración los siguientes aspectos, los cuales son las bases para la extracción de información para la elaboración y ejecución del programa


- Manual de mantenimiento del fabricante
- Las fallas más frecuentes registradas en el historial de mantenimiento de las autobombas.

Para la elaboración de las rutas se le ha clasificado acorde a la frecuencia que se requiere desarrollar las diferentes actividades.

### Rutas Diarias y Semanales

Las rutas diarias están orientadas a que se realicen fácilmente. La mayor parte de ellas se refiere a controles de seguridad, visuales, mediciones y pequeños trabajos de limpieza.


A continuación, en la se detalla las actividades propuesta para la revisión diaria de la máquina

	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN R03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Diaria			
<b>Maquinaria a Revisar:</b> 01-MI-01			
<b>Designado a:</b> Ayudante de Mantenimiento			
<b>Equipos de Trabajo:</b> Botas de Seguridad, guantes y gafas			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Compruebe si el botón de parada de emergencia puede cortar la potencia del motor de la bomba de aceite		
	Verifique si el cierre del molde se puede detener cuando se abre la puerta de seguridad. Prueba bajo sujeción de molde manual, completamente y semiautomática, respectivamente		
	Compruebe si el bloqueo de seguridad mecánico funciona correctamente		
	Compruebe si el molde está instalado en la placa fija y la placa móvil de forma segura		
	Compruebe si cada manguera de agua de refrigeración tiene alguna fuga y repare la manguera si es necesario		
	Verificar si las termocuplas y resistencias de calentamiento funcionan adecuadamente		
	Después de que la máquina ha estado funcionando durante cierto periodo de tiempo, la temperatura del aceite tiende a aumentar por encima de los 50° C, verificar que el sistema de refrigeración mantenga la temperatura del aceite en el rango de 30-40° C		

**Figura N° 30** Propuesta de ruta diaria de revisión de máquina

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN R03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Semanal			
<b>Maquinaria a Revisar:</b> 01-MI-01			
<b>Designado a:</b> Ayudante de Mantenimiento			
<b>Equipos de Trabajo:</b> Botas de Seguridad, guantes y gafas			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Comprobar si cada manguera de lubricación tiene alguna fractura o daño		
	Verifique si la polea de cada interruptor de seguridad de la puerta tiene desgaste		
	Compruebe si el tornillo de cada elemento móvil de la máquina está flojo, y apriételo si lo hubiera		
	Verificar el estado de las resistencias del tornillo		


**Figura N° 31** Propuesta de ruta semanal de revisión de máquina.

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Rutas mensuales, trimestrales y semestrales**


Contemplan tareas más complicadas, que no están justificadas a realizar diario. Implican algunos casos desmontajes, paradas de equipos o toma de datos más laboriosos. Es el caso de limpieza de interiores que necesitan el desmontaje de determinados elementos o medidas de consumo de un motor en cuadros de acceso complicado, etc. También Incluyen tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases.

	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN R03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Mensual			
<b>Maquinaria a Revisar:</b> 01-MI-01			
<b>Designado a:</b> Ayudante de Mantenimiento			
<b>Equipos de Trabajo:</b> Botas de Seguridad, guantes y gafas			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Verificar el estado de conexiones eléctricas de toda la maquina si existen cables sueltos ajústelos si es necesario		
	Verifique si la presión de trabajo del sistema hidráulico es demasiado baja o demasiado alta		
	Verifique si cada parte de la máquina tiene alguna fuga de aceite. Si corresponde, apriete la junta de manguera de aceite que se haya filtrado o reemplace el sello del componente hidráulico dañado.		

**Figura N° 32** Propuesta de ruta mensual de revisión de máquina

**Fuente:** Propia


**Elaborado por:** Investigador

	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN R03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Trimestral			
<b>Maquinaria a Revisar:</b> 01-MI-01			
<b>Designado a:</b> Ayudante de Mantenimiento			
<b>Equipos de Trabajo:</b> Botas de Seguridad, guantes y gafas			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Verificar la instalación de proximidad de carros del eyector		
	Verificar proporción lineal entre la presión y la velocidad y ajustar si es necesario		
	Verificar alineamiento de la boquilla de inyección		

**Figura N° 33** Propuesta de ruta trimestral de revisión de máquina.

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN P03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Semestral			
<b>Maquinaria a Revisar:</b> 01-MI-01			
<b>Designado a:</b> Ayudante de Mantenimiento			
<b>Equipos de Trabajo:</b> Botas de Seguridad, guantes y gafas			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Verificar si la cremallera de engranajes está instalada de manera segura en el codificador		
	Verificar estado de los contactores y relés electromagnéticos, reemplácelos si es necesario		
	Compruebe si la conexión del cable dentro del gabinete de distribución y fuera de la máquina se realiza de forma segura		
	Limpia la superficie interna y externa de la tubería del enfriador		
	Verificar ajuste de tuercas en columnas en la placa fija de sujeción del molde		

**Figura N° 34** Propuesta de ruta semestral de revisión de máquina


**Fuente:** Investigador

**Elaborado por:** Investigador

### Ruta Anual

Supone en algunos casos una revisión completa del equipo (Over Haul), y en otros, la realización de una serie de tareas que no se justifica realizar con una periodicidad menor. Es el caso de cambios de rodamientos, limpieza interior de una bomba, medición de espesores en depósitos, entre otros. Siempre supone una parada del equipo durante varios días, por lo que es necesario estudiar el momento más adecuado para realizarlo.



	<b>GAMA DE MANTEIMIENTO PREVENTIVO</b>	CÓDIGO:	TX MAN R03
		REVISIÓN:	1
		FECHA:	2018 06 08
		PÁGINA:	1 DE 1
Revisión General Anual			
<b>Maquinaria a Revisar: 01-MI-01</b>			
<b>Designado a: Ayudante de Mantenimiento</b>			
<b>Equipos de Trabajo: Botas de Seguridad, guantes y gafas</b>			
Equipo	Descripción	Resultado	Observación
01-MI-01	Verificar ajuste de pernos de fijación de la parte		
	Limpiar tuberías del enfriador de aceite		
	Limpiar paredes internas del tanque de aceite		
	Limpiar el polvo de los filtro de aire y aceite		
	Verificar el estado del aceite hidráulico, enviar muestra		
	Limpiar motores eléctricos del polvo y añadir lubricantes en cojinetes		
	Lubricar y verificar estado de rodamientos y cuñas		
	Compruebe el cable eléctrico expuesto fuera de la máquina y cámbielo si está dañado		
	Verificar si hay ruidos en el cojinete del motor de aceite hidráulico		
	Verificar verticalidad entre placas fija - móvil		
	Verificar el paralelismo de la placa fija y móvil		

**Figura N° 35** Propuesta de ruta anual de revisión de la máquina

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Stock de Repuestos**

En función a los datos obtenido de la Tabla N°18, en la cual se detalla las causas por las cuales se averió la máquina, se estableció el stock de repuestos los mismos que van a permitir desarrollar las actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo si se llegara a presentar

**Tabla N° 25** Stock de Repuestos

Repuestos	Cantidad
RESISTENCIAS DE CALOR	2 108 x 95 220 v 1300 w
RESISTENCIAS DE CALOR	5 30 X 30 220 V 120 W
RESISTENCIAS DE CALOR	2 50 X 35 220 V 200W
RESISTENCIAS DE CALOR	3 850 X 5 220 V 1500 W
MANGUERAS HIDRÁULICAS	4 150 X ¼
PUNTAS PARA SISTEMA INY	2 ORIGINALES
BREAKERS BIFÁSICO	2 6 AM PARA RIEL DIN
BREAKERS BIFÁSICO	2 16 AM PARA RIEL DIN
BREAKERS TRIFÁSICO	1 32 AM PARA RIEL DIN
ACEITE LUBRICANTE	5 GALONES
ACEITE HIDRÁULICO	55 GALONES

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla N°25 se detalla el Stock de Repuestos mínimo que se requiere para cumplir con las rutas de mantenimiento, de la misma manera para solventar cambios que se requieran realizar por mantenimientos correctivos. Dado que en el análisis de Pareto se evidencio que los fallos eléctricos generaban el 80% de las horas paro por mantenimiento.

### **Beneficios de la propuesta**

Con la presente propuesta desarrollada sobre el plan de mantenimiento, la empresa Texticom; se beneficiarían todas las áreas productivas, ya que tendrán una base para ejecutar un plan de mantenimiento que les ayudara a reducir las horas paro, por fallos inesperados de los equipos y por ende aumentar la eficacia del plan de producción, logrando satisfacer las necesidades tanto del cliente externo como el interno.

### **Análisis financiero**

Para demostrar la viabilidad del proyecto es necesario proporcionar la información necesaria que garanticen que el proyecto puede ser sostenido y

recuperado en el tiempo. Para ello se emplea cálculos del Flujo Neto de Caja, VAN, TIR y Tasa de Descuento.

Para el desarrollo del proceso se definió que se va a necesitar una inversión inicial de 6.913,38 dólares americanos los mismos que se describen en la

Tabla N° 26 , a un periodo anual, ya que la empresa tomo como política este periodo para el retorno de la inversión, con una tasa referencial de acuerdo al tipo de empresa de la página oficial del Banco Central del Ecuador e inflación con la que termino el país en el año 2017.

**Tabla N° 26** Costo de las actividades para la implementación de la propuesta

Estudio del proyecto	
Estudio del proyecto	1226,96 \$
Capacitar al personal (Capacitador)	69,71 \$
Desplegar documentos en planta	69,71 \$
Capacitaciones	
Ayudante (3 Personas)	410,24 \$
Coordinador de Mantenimiento	136,75 \$
Stock de Repuestos	
COSTO DE LA ADQUISICIÓN DE REPUESTOS	5000,00 \$
Total	6913,38 \$

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

Para determinar la ganancia que se obtendrá al implementar el plan de mantenimiento se consideró que la máquina presentara un tiempo ideal de funcionamiento, el mismo que no presentara averías durante el proceso de fabricación del producto.

En la Tabla N° 27 se detalla las horas paro presentadas durante el periodo analizado, las mismas que se toman como referencia para realizar el cálculo de las ganancias; ya que estas horas paro servirán para determinar el ahorro que se obtendrá al mantener los equipos en óptimas condiciones.

**Tabla N° 27** Costo generado por las horas paro en la fabricación del producto A

MES	Horas Paro	Costo Hora de Producción	Costo Hora de Paro
Abril	0,92	101,97	93,81
Mayo	28,62	101,97	2.918,38
Junio	0,25	101,97	25,49
Julio	3,17	101,97	323,24
Agosto	1,58	101,97	161,11
Septiembre	30,74	101,97	3.134,56
Promedio	10,88	101,97	1.109,43

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

Se determina así que el ahorro que se obtendrá al implementar el plan de mantenimiento será de 1.109,43 dólares americanos, los cuales serán tomados dentro del análisis como la ganancia generada.

**Tabla N° 28** Tiempo de recuperación para inversión del proyecto

	MES 00	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12
<b>INGRESOS</b>													
INGRESO POR TIEMPO IDEAL DE LA MÁQUINA LABORABLE		\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43
<b>EGRESOS</b>													
Estudio del proyecto	\$ (1.226,96)												
Capacitar al personal	\$ (69,71)												
Desplegar documentos en planta	\$ (69,71)												
<b>Capacitaciones</b>													
Ayudante (3 Personas)	\$ (410,24)												
Coordinador de Mantenimiento	\$ (136,75)												
<b>INVERSIONES</b>													

COSTO DE LA ADQUISICIÓN DE REPUESTOS	\$ (5.000,00)												
<b>FLUJO NETO</b>	\$ (6.913,38)	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43	\$ 1.109,43
VALOR VNA	\$ 12.868,09												
VALOR DEL VAN	\$ 7.868,09												
TIR	12%												

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla N° 29 Tasas Referenciales**

<b>TASA DE INTERÉS</b>	<b>ANUAL</b>	<b>MENSUAL</b>
TASA REFERENCIAL	11.83%	0.99%
INFLACIÓN	-4.92%	-0.41%
TASA TOTAL D	6.33%	0.53%

**Fuente:** Propia

**Elaborado por:** Investigador

### **Calculo del VAN Y TIR**

El cálculo del VAN y TIR se determina del flujo neto de caja en el cual para este caso de estudio es el cuadro de las ganancias versus las pérdidas actuales de la empresa contra las ganancia y perdida disminuyendo las horas paro.

Del estudio realizado se obtiene los siguientes calores del VAN y TIR, donde se cumple con lo establecido en la teoría; es decir si el VAN es mayor a cero y el TIR es mayor que la tasa de descuento el proyecto es factible.

## **Conclusiones y Recomendaciones**

### **Conclusiones:**

- Se desarrolló un plan de mantenimiento de acorde a las recomendaciones del fabricante, en donde se detalla las actividades que deben ser desarrolladas en un tiempo establecido, asignando tareas diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales las cuales permitirán asegurar el funcionamiento correcto del equipo.
- Se logró detallar las rutas de revisión que se deben realizar, las mismas que presentan detalladamente las actividades a desarrollar, con el fin de garantizar la ejecución correcta del plan de mantenimiento, y aumentar la eficacia del proceso de mantenimiento.
- El desarrollo de los registros para el área de mantenimiento, aportan al control de las actividades planteadas, las cuales ayudarán a mantener información documentada para evaluar continuamente la eficacia del plan de mantenimiento.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda ejecutar el plan de mantenimiento en su totalidad, respetando las frecuencias definidas y los responsables de cada actividad, con el objetivo de ir disminuyendo paulatinamente las horas paro por fallos inesperados de la maquinaria.
- Se recomienda difundir todos los documentos a todos los niveles de la planta, para garantizar que las actividades definidas dentro del plan de mantenimiento sean ejecutadas correctamente.
- Se recomienda mantener y resguardar los registros, ya que los mismos contiene información acerca de los problemas que se presentó en la maquinaria, lo que ayudará a mejorar el plan de mantenimiento.



## Bibliografía

- Ardila Marín, J. G., Ardila Marín, M. I., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. A. (2016). LA GERENCIA DEL MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN. *Dimensión Empresarial*, 127-142. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v14n2/v14n2a09.pdf>
- AENOR. (2011). *Mantenimiento: Terminología de Mantenimiento*. Madrid: AENOR.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Venezuela: Episteme.
- Club De Mantenimiento . (1 de 2 de 2013). *Gestión de Mantenimiento*. Obtenido de Indicadores de Mantenimiento : <http://www.clubdemantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-6a-parte/>
- Colmenares, O. (5 de 7 de 2007). *Medición de la productividad empresarial*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/medicion-de-la-productividad-empresarial/>
- Cruz, M., Nápoles, M., Morales, Y., Gonzáles, E., & Morales, M. (2017). *Procedimiento basado en el modelo conceptual del mantenimiento centrado en la fiabilidad para la reconversión de la industria azucarera en el contexto cubano*. Tecnología Química.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *La Producción. Procesos.Relación entre productos y procesos*. Madrid: Díaz de Santos.
- EAE Business School. (25 de 10 de 2017). *Proceso de producción: en que consiste y como se desarrolla*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>
- García Garrido, S. (2009). *MANTENIMIENTO CORRECTIVO Organización y gestión de l reparación de averías*. Madrid: RENOVATEC.
- García Oliverio, P. (2013). *Gestión Moderna del Mantenimiento*. Bogotá: Ediciones la U.
- García, F. (18 de 7 de 2007). *¿Qué es la Ingeniería de Producción?* Obtenido de [http://www.ucla.edu.ve/dac/compendium/revista18/06\\_FGarcia.pdf](http://www.ucla.edu.ve/dac/compendium/revista18/06_FGarcia.pdf)

- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral del Mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos .
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Días de Santos.
- Garrido, S. G. (2016). *El futuro del mantenimiento predictivo*. IRIM.
- Gutiérrez Pulido, H. (2009). Los Retos Actuales de la Mejora de la Calidad y la Productividad en las Organizaciones. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 109-124.
- Institute of Industrial and Systems Engineers. (2013). *Institute of Industrial and Systems Engineers*. Obtenido de <https://www.iisemexico.org/ingenieria-industrial>
- Lubrication Management. (17 de 7 de 2017). *El origen y la actualidad del mantenimiento predictivo a nivel mundial*. Obtenido de <http://lubrication-management.com/2017/07/17/el-origen-y-la-actualidad-del-mantenimiento-predictivo-a-nivel-mundial/>
- Norma Internacional ISO 9000. (2015). *Sistemas de gestión de calidad - Fundamentos y vocabulario*.
- Organiza Pymes. (10 de 4 de 2013). *La importancia del tiempo en la empresa*. Obtenido de <https://organizapymes.wordpress.com/2013/04/10/la-importancia-del-tiempo-en-la-empresa/>
- Paredes Roldán, J. (2001). *Planificación y Control de la Producción*. Cuenca: CLACSO.
- Sánchez Marín, F., Pérez González, A., Sancho Bru, J., & Rodríguez Cervantes, P. (2007). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. Castellón de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Satuyo, S. (22 de 11 de 2012). *El Hombre de Mantenimiento*. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Hombre.a.sp>
- Sexto, L. F. (18 de 9 de 2017). *Radical Management*. Obtenido de The ISO Survey of Management System Standard Certifications 2016: <http://se->

gestiona.radical-management.com/2017/09/resultados-del-iso-survey-2016-cortesia.html

Ula. (2018). *Descripción Genérica de Funciones*. Obtenido de [http://www.ula.ve/personal/cargos\\_unicos/jefe\\_manteni\\_y\\_reparaciones.htm](http://www.ula.ve/personal/cargos_unicos/jefe_manteni_y_reparaciones.htm)

Vargas, P. (14 de 3 de 2017). *Soluciones Integrales para la Industria del Plástico*. Obtenido de Tecnología del Plástico: <http://www.plastico.com/blogs/10-problemas-comunes-en-la-planta-de-inyeccion-de-plastico-que-puede-solucionar-hoy-mismo+118484>

Víquez, A. (13 de 10 de 2013). *Análisis de Vibraciones Mecánicas e Ingeniería de Mantenimiento*. Obtenido de Los recursos humanos en mantenimiento : <http://www.avingenieria.net/single-post/2015/10/14/Los-recursos-humanos-en-mantenimiento>

XING. (18 de 4 de 2007). *Mantenimiento de máquinas y servicios a la producción*. Obtenido de <https://www.xing.com/communities/posts/gestion-del-repuesto-o-que-debo-tener-en-el-almacen-1004888082>