

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”

AUTOR: CARLOS LUIS MORALES CRIOLLO

TUTOR: ING. MG. CHRISTIAN BYRON CASTRO MINIGUANO

Ambato-Ecuador

2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de trabajo de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”, elaborado por el Sr. Carlos Luis Morales Criollo, portador de la cédula de ciudadanía: 180463810-2, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico:

- El presente trabajo técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Está concluido en su totalidad

Ambato, Abril 2019

.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

TUTOR

AUTORÍA

Yo Carlos Luis Morales Criollo, portador de la cédula de ciudadanía número 180463810-2. Egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en pleno uso de mis razones declaro, que el trabajo **“DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, presentado como proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico , es completamente de mi persona, por lo tanto las tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son totalmente responsabilidad mía, como autor del estudio, exceptuando los trabajos citados en la bibliografía correspondiente del mismo, ya que el material nombrado es fundamental para el desarrollo inicial del proyecto.

Ambato, Abril 2019

.....
Carlos Luis Morales Criollo

CI: 180463810-2

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, Abril 2019

.....

Carlos Luis Morales Criollo

CI: 180463810-2

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el trabajo técnico realizado por el estudiante Carlos Luis Morales Criollo de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO”**.

Ambato, Abril 2019

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Jorge López

.....

Ing. Mg. Alejandra Lascano

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado para todas las personas que me brindaron toda su confianza y apoyo durante toda mi vida estudiantil, y que hicieron posible lograr culminar con esta meta, como lo es mi familia y Profesores.

A mi padre el Sr. Miguel Ángel Morales por haberme brindado todo su apoyo de manera incondicional, tanto económicamente y moralmente en los buenos y malos momentos, a lo largo de toda mi vida.

A mi madre la Sra. Lidia María Criollo quien estuvo siempre a mi lado, ya que Tú junto a mi padre son los pilares fundamentales en mi vida que gracias a su comprensión, amor y cariño han hecho de mí una persona con valores para así de este modo llegar a cumplir una de mis metas de vida, que hoy en día es una realidad.

A mis hermanos Angélica y William, quienes forman parte fundamental en mi vida, y que supieron brindarme su apoyo y confianza en los momentos que más lo necesite durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios, quien es el pilar fundamental en toda nuestra familia y que nos permite permanecer junto a las personas que más amamos en la vida, ya que sin su bendición no seríamos unas personas de bien. Posteriormente quiero agradecer a mis padres Miguel Ángel Morales y Lidia María Criollo ya que gracias a su esfuerzo y trabajo he logrado cumplir una de mis metas que era ser ingeniero mecánico ya que con su apoyo esto se pudo hacer una realidad, igualmente a mis hermanos Angélica y William, a quienes también les agradezco de corazón por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, y estar a mi lado en todo momento.

A mis profesores quienes desde el inicio de mi carrera universitaria supieron compartir sus conocimientos, dar consejos y apoyo en las dudas que se presentaban durante el aprendizaje para fortalecer el conocimiento adquirido. Agradezco a mi tutor el Ing. Christian Castro quien supo guiarme con su conocimiento, comprensión y paciencia durante el proceso de realización de mi proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	I
AUTORÍA.....	II
DERECHOS DE AUTOR	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN EJECUTIVO	XV
EXECUTIVE SUMMARY.....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1. TEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPITULO II	5
FUNDAMENTACIÓN	5
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS	5
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL	7
2.2.1. ISO 9001: 2015 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD - REQUISITOS.....	7
• NOTA TÉCNICA DE PREVENCIÓN (NTP) 679: ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS. AMFE	7
2.2.2. DECRETO EJECUTIVO 2393 DEL IESS.....	7
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.3.1. MANTENIMIENTO	8
2.3.2. OBJETIVOS IMPLÍCITOS DEL MANTENIMIENTO	8
2.3.3. FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO	9
2.3.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO	9
2.3.4.1 Mantenimiento preventivo	9
2.3.4.2 Mantenimiento Correctivo	11

2.3.4.3	Mantenimiento predictivo	12
2.3.4.4	Mantenimiento Productivo total (TPM)	14
2.3.4.4.1	Principios fundamentales del TPM	15
2.3.4.4.2	Desarrollo de un programa de TPM.....	15
2.3.4.4.3	Pasos para implementar un TPM.....	15
2.3.5.	PLAN DE MANTENIMIENTO.....	16
2.3.6.	INDICADORES DEL MANTENIMIENTO.....	16
2.3.6.1	El tiempo de operación	17
2.3.6.2	El tiempo medio entre fallos	17
2.3.6.3	El Tiempo medio de reparación	17
2.3.6.4	La Tasa de fallos.....	17
2.3.6.5	La Tasa de reparación.....	17
2.3.6.6	La Disponibilidad	18
2.3.6.7	La Fiabilidad.....	18
2.3.7.	EL ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)	18
2.3.7.1	Detectabilidad.....	19
2.3.7.2	Gravedad	20
2.3.7.3	Frecuencia	21
2.3.7.4	Índice de Prioridad de Riesgo IPR	22
2.3.7.5	Objetivos del AMFE	22
2.3.7.6	Metodología.....	24
2.3.7.7	Identificación del modo de fallo.....	24
2.3.7.8	Determinación del efecto del fallo.	25
2.3.7.9	Identificación de las causas del fallo.	25
2.3.9.	LA CURVA DE LA BAÑERA.....	26
2.3.10.	CRITICIDAD	27
2.4.	PROCESO DE IMPRESIÓN EN LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	29
	CAPITULO III.....	34
	DISEÑO DEL PROYECTO	34
3.1.	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	34
3.2.	CÁLCULOS O MODELO OPERATIVO.....	36
3.2.1.	ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA.....	36
3.2.2.	INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	36
3.2.2.1	Codificación	36

3.2.3.	FICHA TÉCNICA DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	38
3.2.4.	SISTEMA – SUBSISTEMA Y COMPONENTES DE CADA MÁQUINA	48
3.2.5.	ESTUDIO ESTADÍSTICO	54
3.2.6.	ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLO AMFE DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	66
3.2.7.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD, MATRIZ DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	91
	INICIO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	101
3.2.8.	GAMAS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES”	101
3.3.	UTILIZACIÓN DE SOFTWARE ESPECÍFICO	109
3.3.1.	MANUAL DE PROGRAMACIÓN	109
3.3.2.	MANUAL DE USUARIO	119
	CAPITULO IV	120
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
4.1.	CONCLUSIONES	120
4.2.	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios para evaluación de la Detectabilidad (D) del Fallo.....	20
Tabla 2: Criterios para evaluación de la Gravedad (G) del Fallo	21
Tabla 3: Criterios para evaluación de la Frecuencia (F) del Fallo	22
Tabla 4: Hoja estructurada de guía AMFE	23
Tabla 5: Ponderación de datos	34
Tabla 6: Inventario técnico de la maquinaria y equipos de la empresa Imprenta “MORALES”	37
Tabla 7: Ficha técnica de la Impresora Tipográfica.....	38
Tabla 8: Ficha técnica de la Impresora Offset	39
Tabla 9: Ficha técnica de la Prensa Tipográfica	40
Tabla 10: Ficha técnica de la Guillotina	41
Tabla 11: Ficha técnica de la Perforadora de Agujas.....	42
Tabla 12: Ficha técnica de la Encuadernadora.....	43
Tabla 13: Ficha técnica de la Computadora.....	44
Tabla 14: Ficha técnica de la Impresora Láser.....	45
Tabla 15: Ficha técnica de la Impresora Multifunción	46
Tabla 16: Ficha técnica de la Placa Caliente.....	47
Tabla 18: Sistema-Subsistema de la Impresora Tipográfica.....	48
Tabla 19: Sistema-Subsistema de la Impresora Offset	49
Tabla 20: Sistema-Subsistema de la Prensa Tipográfica	51
Tabla 21: Sistema-Subsistema de la Guillotina	51
Tabla 22: Sistema-Subsistema de la Perforadora de Agujas.....	52
Tabla 23: Sistema-Subsistema de la Encuadernadora.....	52
Tabla 24: Estudio estadístico de la Impresora Tipográfica.....	54
Tabla 25: Estudio estadístico de la Impresora Offset.....	56
Tabla 26: Estudio estadístico de la Prensa Tipográfica	58
Tabla 27: Estudio estadístico de la Guillotina.....	60
Tabla 28: Estudio estadístico de la Perforadora de Agujas.....	62
Tabla 29: Estudio estadístico de la Encuadernadora.....	64
Tabla 30: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Impresora Tipográfica .	67
Tabla 31: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Impresora Offset.....	73

Tabla 32: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Prensa Tipográfica.....	82
Tabla 33: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Guillotina.....	85
Tabla 34: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Perforadora de Agujas .	87
Tabla 35: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Encuadernadora.....	89
Tabla 36: Puntuación de factores de trabajo para determinación de valores de criticidad de los elementos de máquinas.....	91
Tabla 37: Cálculo de Criticidad de la Impresora Tipográfica.....	93
Tabla 38: Cálculo de Criticidad de la Impresora Offset	95
Tabla 39: Cálculo de Criticidad de la Prensa Tipográfica	97
Tabla 40: Cálculo de Criticidad de la Guillotina	98
Tabla 41: Cálculo de Criticidad de la Perforadora de Agujas.....	99
Tabla 42: Cálculo de Criticidad de la Encuadernadora.....	100
Tabla 43: Gama de mantenimiento de la Impresora Tipográfica.....	101
Tabla 44: Gama de mantenimiento de la Impresora Offset	103
Tabla 45: Gama de mantenimiento de la Prensa Tipográfica	105
Tabla 46: Gama de mantenimiento de la Guillotina	106
Tabla 47: Gama de mantenimiento de la Perforadora de Agujas.....	107
Tabla 48: Gama de mantenimiento de la Encuadernadora.....	108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Mantenimiento.....	10
Figura 2: Diagrama de proceso para el análisis AMFE	24
Figura 3: Curva de la Bañera	26
Figura 4: Modelo de Matriz de criticidad	29
Figura 5: Diagrama de Flujo de las áreas de trabajo existentes en la empresa Imprenta "Morales"	30
Figura 6: Diagrama de Flujo de la producción de la empresa imprenta "Morales" ...	33
Figura 7: Diagrama de las actividades desarrolladas para hacer el estudio	35
Figura 8: Gráfica de la curva de la bañera de la Impresora Tipográfica.....	55
Figura 9: Gráfica de la curva de la bañera de la Impresora Offset	57
Figura 10: Gráfica de la curva de la bañera de la Prensa Tipográfica	59
Figura 11: Gráfica de la curva de la bañera de la Guillotina	61
Figura 12: Gráfica de la curva de la bañera de la Perforadora de Agujas.....	63
Figura 13: Gráfica de la curva de la bañera de la Encuadernadora.....	65
Figura 14: Matriz de Criticidad de la Impresora Tipográfica	94
Figura 15: Matriz de Criticidad de la Impresora Offset.....	96
Figura 16: Matriz de Criticidad de la Prensa Tipográfica.....	97
Figura 17: Matriz de Criticidad de la Guillotina.....	98
Figura 18: Matriz de Criticidad de la Perforadora de Agujas	99
Figura 19: Matriz de Criticidad de la Encuadernadora	100
Figura 20: Validación de datos para ingresar.....	109
Figura 21: Descripción del nombre de la máquina a ser agregada	110
Figura 22: Selección del archivo que contiene los formatos de los documentos de las máquinas existentes.....	110
Figura 23: Decisión de que archivos se creará para la nueva máquina.....	111
Figura 24: Edición de nombres de los documentos creados agregándole el nombre de la máquina	112
Figura 25: Selección de los permisos y moviéndolos donde corresponde.....	112
Figura 26: Asignación de permisos a los documentos de la nueva máquina.....	113
Figura 27: Finalización de la Asignación de los permisos concedidos a los	

documentos	113
Figura 28: Selección de los nombres de las hojas a cambiar de nombre para moverlos hacia abajo donde está su nombre original	114
Figura 29: Muestra hasta donde corresponde mover los nombres de las hojas existentes según el número de hojas creadas	114
Figura 30: Descripción de los nombres a ser cambiados	115
Figura 31: Actualización de los nombres asignados después de dar clic en el botón Cambiar Nombre a Hojas y haber guardado el documento	115
Figura 32: Búsqueda de la nueva máquina en el sistema.....	116
Figura 33: Exploración de los documentos creados de la nueva máquina.....	116
Figura 34: Validación del usuario autorizado para realizar esta acción.....	117
Figura 35: Creación del nuevo usuario y su contraseña.....	117
Figura 36: Asignación de permisos a documentos al validar el usuario y contraseña	118
Figura 37: Verificación de que el usuario creado existe en el sistema	118

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

AUTOR: Carlos Luis Morales Criollo

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

RESUMEN EJECUTIVO

La importancia del presente proyecto radica en la necesidad de tener un control adecuado y concreto de la maquinaria de la empresa IMPRENTA “MORALES” el cual proporcione el control y mantenimiento preventivo, permitiendo detectar posibles fallas y defectos de la maquinaria en las etapas nacientes para evitar que los fallos produzcan paradas de emergencia y tiempos muertos innecesarios, causando impacto financiero negativo en las utilidades generadas por la empresa.

Se realizó el levantamiento de información necesaria de la maquinaria, el cual permite realizar el inventario y fichas técnicas los cuales nos brindan datos notables de cada una de las máquinas existentes para la ejecución de su servicio, además se realizó el análisis modal AMFE que permite determinar cuáles son los elementos más propensos a soportar daños y averías los mismos que serán sustituidos. Por otra parte también se analizó los tiempos (TMBF) tiempo medio entre fallos, MTTR tiempo medio de reparación, (λ) la tasa de fallos, (TO) tiempo de operación, fiabilidad, disponibilidad (D). Para facilitar el mantenimiento se desarrolló el plan mediante el apoyo de un software libre.

EXECUTIVE SUMMARY

The importance of this project lies in the need to have adequate and specific control of the machinery of the company IMPRENTA “MORALES” which provide preventive maintenance and control, allowing to detect potential failures and defects of the machinery in the nascent stages to avoid unnecessary downtime and emergency stops failures, causing negative financial impact on the profits generated by the company.

It has been made the uprising necessary information of machinery, which enables the inventory and technical data sheets which provide us with data notable from each of the existing machines for the implementation of its service, In addition was the modal analysis FMEA which enable you to determine which are the most likely elements to withstand damage and faults that will be replaced. On the other hand also analyzed times mean time between failures(TMBF), average repair time (MTTR), the failure rate (λ), operation time (TO), Reliability, Availability (D). To facilitate maintenance, the plan was developed through the support of free software.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA IMPRENTA “MORALES” DE LA CIUDAD DE AMBATO.

1.2. Antecedentes

A lo largo del tiempo dentro del proceso industrial el mantenimiento ha pasado por diferentes etapas importantes. En los inicios de la revolución industrial los operarios se encargaban de hacer las operaciones ejecutadas actualmente por los equipos y para mantener a los equipos trabajando fue necesario crear los departamentos de mantenimiento. Ya que se debía realizar correcciones en las fallas que se producían en los equipos y durante la Segunda Guerra Mundial ya los departamentos de mantenimiento no sólo buscan reparar las fallas producidas en los equipos sino aparece el concepto de fiabilidad, que busca crear en los departamentos de mantenimiento métodos para actuar en la prevención de fallas y como evitar que estos se produzcan, por lo tanto aparece el mantenimiento Preventivo, Predictivo, Proactivo, la Gestión de mantenimiento asistida por ordenador (GMAO), y el mantenimiento basado en fiabilidad (RCM). A partir de los años 80 se desarrolla el TPM o mantenimiento productivo total en el cual se propone que aquellas actividades realizadas por personal de mantenimiento ahora sean ejecutadas por operarios de producción. El proceso de producción consiste en la transformación de la materia prima con la finalidad de obtener un producto final [1].

En general en la industria Gráfica se involucran las siguientes etapas importantes: Cliente, Diseño (procesamiento de imagen), almacenamiento de materia prima, pruebas, corte de papel, procesamiento de planchas, montaje, impresión, acabado y despacho. Existen diferentes tipos de impresiones existentes en la industria gráfica tales como la impresión litográfica offset, serigrafía, sublimación, flexografía, etc. En 2016 se realizó un plan de mantenimiento preventivo para la planta de producción de

la empresa Gráficas Buda S.A.S, con el cual se realizó un instructivo de los requerimientos para organizar y plasmar de forma física los conocimientos de los empleados y complementarlo con la información disponible en los manuales para proponer una rutina básica de mantenimiento de acuerdo al tiempo programado para el mantenimiento en la empresa [2].

Otro estudio realizado en Quito para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo fue necesario identificar las actividades de mantenimiento en cada uno de los equipos que ingresan en el proceso productivo, realizando un inventario detallado de estos en la empresa, identificando la importancia relativa de cada uno de estos dentro de la planta para definir las actividades que se realizarán en el plan de mantenimiento preventivo-predictivo, para lo cual fue necesario identificar las principales actividades de mantenimiento preventivo y predictivo de los diferentes equipos con los que cuenta la planta de producción, tratando de aumentar la confiabilidad de los mismos. Estableciendo la frecuencia de las inspecciones, cambio de piezas, reparación parcial o total. Y además de generar un stock mínimo de repuestos para la optimización de las actividades de mantenimiento, con el fin de reducir los costos de mantenimiento. Además se Planteó alternativas de un software de mantenimiento para su utilización el cual permita llevar un mejor control del mantenimiento de los equipos [3].

En el 2017 se realizó un estudio de mantenimiento preventivo basado en el sistema de mantenimiento productivo total para carrocerías de autobuses, siendo necesario desarrollar un inventario de los componentes que constituyen una carrocería para empezar desarrollando el análisis de modo y efecto de falla de los componentes mediante una matriz AMFE y en el análisis AMFE concluyó que los sistemas más propensos a sufrir fallos son el sistema neumático y eléctrico [4].

También en el estudio realizado en el 2016 de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre, para el cual se identificó los problemas más frecuentes que se han presentado en la maquinaria pesada, vehículos livianos realizando un inventario el cual facilite la identificación de cada una de las máquinas; así como también se determinó la tasa de fallos el cual tiene un promedio de 6,1% fallos/mes, ya que el

personal encargado de las actividades de mantenimiento esperaban a que ocurra el fallo, para ejecutar las actividades de mantenimiento debido a la inexistencia de un programa de mantenimiento de los equipos existentes [5].

En el estudio realizado en la empresa se determinó que no existe un plan de mantenimiento, ya que solo lleva un registro de las actividades de reparación realizadas cuando la maquinaria sufre una avería o presenta un fallo durante su operación, por lo tanto genera paradas de producción innecesarias y altos costos de reparación de daños en la maquinaria.

1.3. Justificación

En la realización de todo proceso industrial se tiene por objetivo principal la entrega de un producto en el tiempo oportuno, para ello es necesario la ejecución del mantenimiento de sus instalaciones, máquinas y equipos con el fin de mantenerlos en perfecto estado y en condiciones de funcionamiento seguro de la maquinaria, para así obtener resultados satisfactorios en la calidad y producción así como también para que sus trabajadores puedan dar el rendimiento requerido durante una jornada laboral, tanto personal como en la confiabilidad de la empresa. En relación con lo anterior, surge el interés de diseñar un programa de mantenimiento preventivo, que permita aumentar el nivel de rendimiento operativo de las máquinas con base en el proceso productivo de la empresa IMPRENTA “MORALES”, el cual permita generar y optimizar la producción realizando un mantenimiento preventivo oportuno en las máquinas disponibles.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Imprenta “MORALES” de la ciudad de Ambato

1.4.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico del estado actual de los equipos para identificar las condiciones de trabajo y establecer los cuidados de los mismos.
- Elaborar la ficha técnica y hoja de vida de cada equipo el cual permita identificarlos y conocer su disponibilidad dentro la empresa.
- Realizar un análisis de fallos y modo de fallo mediante AMFE y Criticidad para determinar que componentes son más propensos a sufrir una avería.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo para cada equipo de acuerdo a los requerimientos establecidos en el decreto ejecutivo 2393 del IESS.
- Desarrollar plan mediante software para llevar un registro de las actividades de mantenimiento a realizarse en cada máquina.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Investigaciones Previas

La realización del presente trabajo se hará basándose en investigaciones anteriores previamente seleccionadas de universidades referentes al tema de investigación, donde se puede encontrar información y parámetros que servirá de guía para el desarrollo del proyecto. A continuación, se mencionan investigaciones tomadas como referencia.

Se realizó un estudio de mantenimiento preventivo para la planta de producción de la empresa gráficas Buda S.A.S. para ello se identificó y diagnosticó el estado actual y las funciones de las máquinas, para el conocimiento de sus necesidades. Por lo tanto se realizó el inventario de máquinas, seleccionando las que se encontrarían en el plan de mantenimiento el cual permitió la localización inmediata de la maquinaria dentro de la empresa. Además se adecuó el formato de hoja de vida máquina para tener historial del mantenimiento correctivo y preventivo que se realice a las máquinas [2].

Un estudio realizado en Quito sobre mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de producción de la empresa electrificaciones del ecuador S.A. “ELECDOR”, recomienda realizar capacitaciones al personal del área en mantenimiento predictivo ya que permite conocer cuando programar las actividades de mantenimiento que se debe ejecutar en los equipos, el cual ayuda para obtener una mejor disponibilidad de los equipos. Además ELECDOR puede evaluar mediante un software que facilita la administración de información en el área de mantenimiento, el cual le permite implementar y mantener actualizados los indicadores de mantenimiento propuestos ya que son indispensables para ejercer un mejor control sobre la gestión del mantenimiento de los equipos [3].

Por otra parte un estudio de mantenimiento preventivo para la carrocería de los autobuses interprovinciales basado en el sistema de mantenimiento productivo total, determinó que mediante el inventario técnico y la codificación significativa otorgada

a cada uno de los componentes de la carrocería del autobús interprovincial facilita la identificación, localización de cada uno de los sistemas y los elementos que lo constituyen, por medio del análisis de modo de efecto de fallos (AMFE) se puede discernir que los sistemas más propensos a sufrir fallos son el neumático y el eléctrico con un promedio de índice de prioridad de riesgos (IPR) de 97,3 y 80,9 respectivamente [4].

También se ha realizado un estudio de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro, donde se determinó que por falta de un plan de mantenimiento concluye que el personal técnico encargado de las labores de mantenimiento de la maquinaria esperan a que ocurra el fallo para realizar los trabajos de mantenimiento, lo que resulta ineficiente y por lo tanto caro [5].

Un estudio de mantenimiento preventivo realizado en la Florícola la Rosaleda S.A. para alargar la vida útil de las máquinas, equipos y sistemas empleó varios tipos de investigación, efectuó entrevistas al personal del departamento de mantenimiento y estudios a las máquinas, equipos y sistemas, para interpretar y analizar los diferentes resultados que le permitieron determinar que “las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. cuentan con los Registros históricos acerca de sus averías, tanto en máquinas eléctricas y de combustión, aquellos que sirvieron para analizar el estado de estas herramientas de trabajo” [6].

2.2. Fundamentación Legal

2.2.1. ISO 9001: 2015 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos

Numeral 10 Mejora

La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente.

- **Nota Técnica de Prevención (NTP) 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE**

“Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición” [10].

2.2.2. Decreto Ejecutivo 2393 del IESS

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

Capítulo IV

Utilización y mantenimiento de máquinas fijas

Art. 91. Utilización.

1. Las máquinas se utilizarán únicamente en las funciones para las que han sido diseñadas.
2. Todo operario que utilice una máquina deberá haber sido instruido y entrenado adecuadamente en su manejo y en los riesgos inherentes a la misma. Asimismo, recibirá instrucciones concretas sobre las prendas y elementos de protección personal que esté obligado a utilizar.

3. No se utilizará una máquina si no está en perfecto estado de funcionamiento, con sus protectores y dispositivos de seguridad en posición y funcionamiento correctos.

Art. 92. Mantenimiento.

1. El mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado.

2.3. Fundamentación Teórica

2.3.1. Mantenimiento

“Se define usualmente el concepto de mantenimiento como el proceso de técnicas a seguirse dedicadas a conservar las máquinas, equipos e instalaciones durante el mayor tiempo posible evitando el incumplimiento prematuro de su función, y con ello se busca mantener la más alta disponibilidad y con esto alcanzar un máximo rendimiento. El mantenimiento industrial contiene las técnicas y métodos que permiten predecir las averías, realizar las revisiones necesarias, engrasado de partes fijas y móviles efectuando reparaciones eficientes, proveyendo a la vez normas de buen funcionamiento al operario de las máquinas, y contribuyendo positivamente a los beneficios de la empresa”. Es un medio de estudio que busca lo más beneficioso para las máquinas, buscando alargar su vida útil de forma productiva para el beneficiario [7].

También la normativa UNE-EN 13306, 2011 define al mantenimiento como “el conjunto de operaciones ya sean: técnicas, administrativas o de gestión que son realizadas con el fin de conservar o precautelar el estado de un elemento y así prolongar su vida útil” [7].

2.3.2. Objetivos implícitos del mantenimiento

El objetivo final del mantenimiento se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la

mantenibilidad de las nuevas instalaciones [8].

2.3.3. Funciones del mantenimiento

En resumen, se puede enunciar que las funciones más esenciales del manteniendo está dado por la ejecución de las actividades necesarias para instaurar y mantener el equipo productivo en condiciones normales de funcionamiento [9].

- Conservar la maquinaria, equipos en estado de operación de una manera eficiente y fiable.
- Realizar inspección del estado de los equipos y su disponibilidad.
- Efectuar el análisis necesario para aminorar fallos imprevistos.
- Con relación a los datos históricos de los equipos, realizar un pronóstico de los repuestos de stock.
- Realizar actividades que conllevan a la reparación de los equipos.
- Establecimiento de nuevos equipos.
- Efectuar seguimiento de los costos de mantenimiento.
- Suministrar equipo de protección adecuado al personal [9].

2.3.4. Tipos de mantenimiento

Se puede construir diversas caracterizaciones de mantenimiento, con relación al cometido que sea encaminado, como también al método que se ocupe para realizarlas, habitualmente se adopta una clasificación que se basa en un enfoque metodológico. Desde este enfoque se puede señalar los tipos de mantenimiento como: [11]

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)

2.3.4.1 Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento puede ser definido como la vigilancia y la asistencia del

personal relacionado con el mantenimiento para conservar los equipos, maquinaria e instalaciones en condiciones óptimas de trabajo, por medio de inspecciones sistematizadas, la localización y reparación de los fallos, ya sean previos a su aparición y que se pueda transformar en una avería significativa [7].

También se define al mantenimiento preventivo como el conjunto de actividades que tienen por objetivo prevenir o predecir las fallas en base a criterios establecidos de probabilidad de fallo. Mediante la ejecución de inspecciones este tipo de mantenimiento busca reducir la posibilidad normalmente generada por el desgaste de un elemento [7].

Aplicando de forma correcta y eficaz el mantenimiento preventivo debe siempre estar enfocado a evitar averías críticas y significativas o intolerables para la maquinaria, equipos o instalaciones. Conociendo que al gestionar este tipo de mantenimiento existirán averías que no se podrán evitarlas debido a que será más económico esperar que sucedan tales averías para su posterior intervención, según el mantenimiento a darse al bien como lo específica a continuación [13].

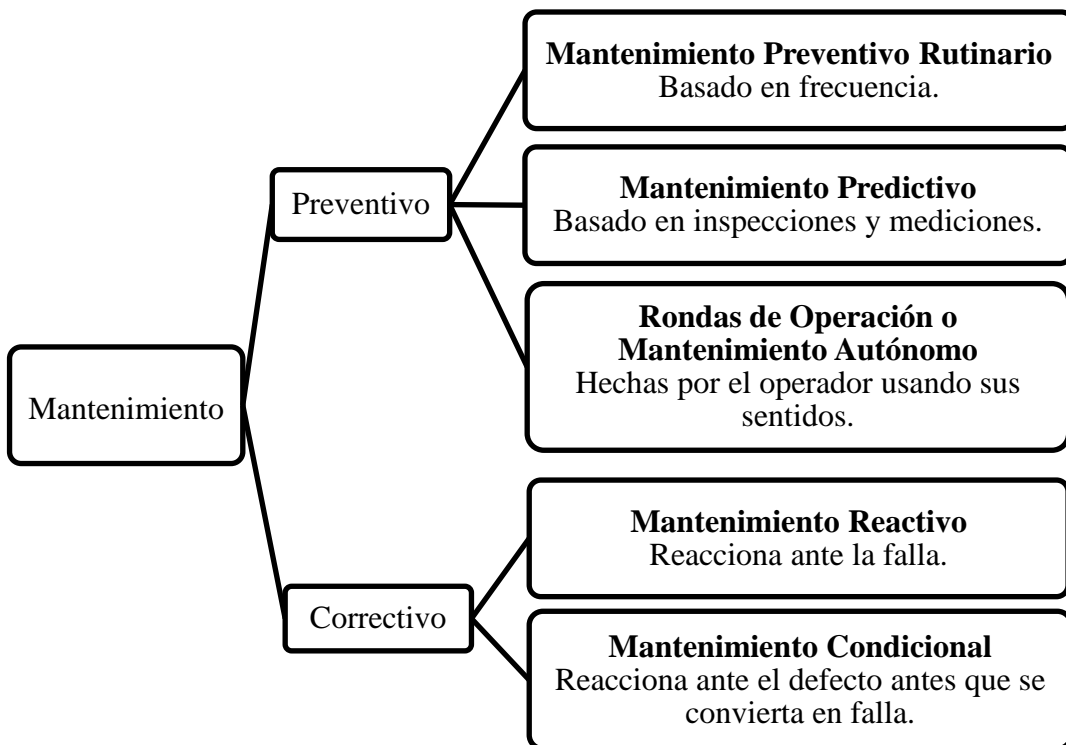


Figura 1: Tipos de Mantenimiento
Fuente: [13]

El mantenimiento preventivo rutinario o predeterminado se realiza en una frecuencia establecida de intervalos de tiempo o unidades de funcionamiento. Normalmente suele ser invasivo por lo que la máquina debe parar su operación durante el mismo.

Aplicaciones del mantenimiento preventivo

- Equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro
- Equipos cuya relación fallo-duración de vida es bien conocida [8].

Ventajas de la aplicación del mantenimiento preventivo

- Importante reducción de paradas imprevistas en equipos.
- Solo es adecuado cuando, por la naturaleza del equipo, existe una cierta relación entre probabilidad de fallos y duración de vida [8].

Inconvenientes que genera

- No se aprovecha la vida útil completa del equipo.
- Aumenta el gasto y disminuye la disponibilidad si no se elige convenientemente la frecuencia de las acciones preventivas [8].

2.3.4.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo puede ser definido como aquel que se ejecuta para restaurar equipos, que han sufrido algún tipo de avería y que han dejado de funcionar a sus estándares óptimos. En la mayoría de las ocasiones este tipo de mantenimiento es una acción no planificada, fundamentalmente conformada por obligaciones de mantenimiento inevitables que no pueden planearse con anterioridad dentro de un periodo determinado. La actividad que requiere acción urgente debe ser agregada, incorporada y reemplazada según los componentes programados para lo cual se aplica algunos pasos para el mantenimiento correctivo, que algunos autores han mencionado diversos pasos ordenados para realizar un mantenimiento correctivo adecuado [16]. Los pasos más principales que se debe seguir son:

- Identificación del fallo
- Ubicación

- Evaluación
- Reparación
- Verificación.

Aplicaciones del mantenimiento correctivo

- Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- Esto sólo se da en sistemas secundarios cuya avería no afectan de forma importante a la producción.
- Estadísticamente resulta ser el aplicado en mayor proporción en la mayoría de las industrias gráficas [8].

Ventajas del mantenimiento correctivo

- No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.
- Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos [8].

Inconvenientes que genera

- Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina trastornos a la producción.
- Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un “stock” de repuestos importante.
- Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar [8].
- Elevados costos de mantenimiento.

2.3.4.3 Mantenimiento predictivo

Se define al mantenimiento predictivo, llamado también mantenimiento condicional o mantenimiento basado en la condición, el mantenimiento preventivo subordinado a la superación de un umbral predeterminado y significativo del estado de deterioro de un equipo, máquina o instalación [8].

Se trata de un conjunto de técnicas que debidamente seleccionadas, permiten el seguimiento y examen de ciertos parámetros característicos del equipo en estudio, que manifiestan algún tipo de modificación que puede ser una anomalía en el mismo.

La mayoría de los fallos en máquinas aparecen de forma incipiente, en un grado en que es posible su detección antes que el mismo se convierta en un hecho consumado con repercusiones irreversibles, tanto en la producción como en los costes de mantenimiento. Se precisa para ello establecer un seguimiento de aquellos parámetros que nos pueden avisar del comienzo de un deterioro, y establecer para cada uno de ellos qué nivel vamos a admitir como normal y cuál inadmisibles, de tal forma que su detección desencadene la actuación pertinente [8].

El mantenimiento predictivo es aquel que está basado en ensayos y análisis no destructivos o invasivos como por ejemplo: análisis de vibración, termografías, ensayos de tintas penetrantes, ensayos de tintas fluorescentes, partículas magnéticas, ensayos de ultrasonido, etc. Estos ensayos permiten saber el estado o condición en la que se encuentran la máquina con el objetivo de predecir cuál será su comportamiento. Las rondas de operación se basan fundamentalmente en inspecciones del operador en las cuales él utiliza sus sentidos y experiencia para buscar posibles fallos. También se las conoce como mantenimiento autónomo. [13]

Este tipo de mantenimiento persigue conocer e informar en forma permanentemente el estado y operatividad de las máquinas, equipos o instalaciones mediante el conocimiento de valores de determinadas variables representativas del estado y operatividad. Es el tipo de mantenimiento que posee mayor tecnología y que puede ser aplicado para predecir una avería en la maquinaria, equipo o instalación, pues requiere de medios técnicos y tecnológicos muy avanzados, y en ocasiones de un alto nivel de conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos [8].

Aplicaciones del mantenimiento predictivo

- Maquinaria rotativa
- Motores eléctricos
- Equipos estáticos

- Apararmenta eléctrica
- Instrumentación

Ventajas del mantenimiento predictivo

- Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo.
- Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones porque permite predecir una avería que puede ser reparada con un mantenimiento programado.
- Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos.

Inconvenientes que genera

- Requiere personal mejor formado e instrumentación de análisis de alto costo económico.
- No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de vigilancia.
- Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas. [8]

2.3.4.4 Mantenimiento Productivo total (TPM)

El manteniendo productivo total es una perspectiva nueva de gestión de mantenimiento, la cual posibilita implantar estrategias para el desarrollo constante de los procesos productivo, así como las competencias de una empresa. La ideología del TPM está conformada de un enfoque, entorno a la calidad total y esta a su vez realiza una inspección, es decir que conlleva a la prevención, el TPM pasa de realizar un énfasis en el arreglo de equipos hacia la prevención y predicción de fallos y mantenimiento de los equipos [17].

El TPM se introdujo para alcanzar el objetivo del establecimiento de la estructura de trabajo “Just in Time” que significa justo a tiempo. Por lo tanto con la implantación del TPM se logra contar con la máxima disponibilidad de los equipos, con servicios de calidad, evitando tiempos de paro no planificados [17]. Esto implica tratar de

alcanzar:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero imperfecciones debido al pésimo estado de los equipos
- Cero pérdidas de producción debidos a fallos imprevistos en la maquinaria
- Con esto se puede mencionar que el mantenimiento productivo total ofrece un nivel de producción máximo.

2.3.4.4.1 Principios fundamentales del TPM

Con la colaboración de todo el personal, empezando por la gerencia hasta los operarios, mediante esto se logrará la realización del objetivo con mayor éxito. Implantación de una instrucción corporativa direccionada a la eficiencia de los procesos productivos y gestión de equipos e instalaciones [17].

La implementación de un programa de gestión de producción en áreas productivas permitirá descartar averías previas a su aparición.

Establecer la realización de un mantenimiento preventivo como base para lograr la meta de cero perdidas a través de tareas incorporadas en minúsculos grupos de trabajo [17].

2.3.4.4.2 Desarrollo de un programa de TPM.

El establecer un plan de mantenimiento productivo total se adquirirá en un trascurso de uno a tres años. Para lo consiguiente es indispensable un programa macro el cual se utiliza como un programa de trabajo, incorporando el desarrollo de tareas que se fraccione en fases, de tal forma que los grupos pequeños se adapten a sus funciones [18].

2.3.4.4.3 Pasos para implementar un TPM.

Esto debe realizarse de acuerdo con las necesidades de cada empresa, existen cinco objetivos mediante los cuales están representados los requerimientos mínimos para la implementación de un plan de mantenimiento productivo total estos son:

- Incremento de la eficiencia del equipo.
- Mantenimiento independiente realizado por los operarios.
- Gestionar un programa de mantenimiento administrativo realizado por el área de mantenimiento.
- Preparación para desarrollar las habilidades y operación del mantenimiento.

2.3.5. Plan de mantenimiento

Según la norma UNE-EN 13306, 2011 un plan de mantenimiento es “la unión organizada de tareas documentadas que contienen: las acciones, los procedimientos, los recursos, los métodos y el tiempo necesario para desarrollar el mantenimiento” [7].

En el plan de mantenimiento se realiza la gestión de tareas de mantenimiento enfocadas a recuperar las prestaciones perdidas por el desgaste de las máquinas, equipos e instalaciones y evitar el conjunto de averías críticas y significativas para la producción o costes mediante mantenimiento preventivo, y por último desarrollando actividades de predicción que permitan conocer el comportamiento de la máquina, equipo o instalación [7].

En la actualidad existen tres formas aceptadas casi universalmente para determinar dichas tareas. Según el orden de complejidad dichas formas son:

- Basarse en las instrucciones del fabricante
- Basarse en protocolos genéricos de mantenimiento para equipos similares
- Basarse en análisis de fallos potenciales y criterios de confiabilidad RCM (Reliability Centred Maintenance o Mantenimiento centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) [7].

2.3.6. Indicadores del mantenimiento

Los indicadores de gestión de mantenimiento comúnmente son indicadores técnicos de control, los cuales tienen relación con la calidad de la gestión y con la productividad del departamento, de tal forma que permiten ver el comportamiento y rendimiento operacional de las instalaciones, sistemas y equipos,

y además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento [14].

2.3.6.1 El tiempo de operación

$$TO = (TF - TR) \text{ horas} \quad \text{Ecu. (1) [8]}$$

Dónde:

TO: Tiempo de operación.

TF: El tiempo de funcionamiento.

TR: El tiempo de Reparación.

2.3.6.2 El tiempo medio entre fallos

$$MTBF = \left(\frac{TO}{N}\right) \text{ horas} \quad \text{Ecu. (2) [8]}$$

MTBF: Tiempo medio entre fallos

N: Numero de fallos

2.3.6.3 El Tiempo medio de reparación

$$MTTR = \left(\frac{TR}{N}\right) \text{ horas} \quad \text{Ecu. (3) [8]}$$

MTTR: Tiempo medio de reparación

N: Numero de fallos

2.3.6.4 La Tasa de fallos

$$\lambda = \left(\frac{1}{MTBF}\right) \text{ fallos por unidad de tiempo} \quad \text{Ecu. (4) [8]}$$

λ : Tasa de fallos

MTBF: Tiempo medio entre fallos

2.3.6.5 La Tasa de reparación

$$\mu = \left(\frac{1}{MTTR}\right) \text{ reparaciones por unidad de tiempo} \quad \text{Ecu. (5) [8]}$$

μ : Tasa de reparación

MTTR: Tiempo medio de reparación

2.3.6.6 La Disponibilidad

$$D = \left(\left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \right) * 100 \right) \% \quad \text{Ecu. (6) [8]}$$

D: Disponibilidad

MTBF: Tiempo medio entre fallos

MTTR: Tiempo medio de reparación

2.3.6.7 La Fiabilidad

$$R(t) = e^{-\lambda * TO} \quad \text{Ecu. (7) [8]}$$

Siendo:

R (t): Fiabilidad

λ : Tasa de fallos

TO: Tiempo de Operación

2.3.7. El análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Es un método de evaluación inductivo y cualitativo el cual permite realizar un análisis a todo un conjunto de elementos de un sistema o instalación. En el cual definiremos los tipos de fallos reales o potenciales que afecten al sistema analizando sus causas posibles de la avería y la consecuencia que producirá en el sistema, por lo tanto se buscará los medios que ayuden a evitar tales consecuencias. Para comprender la concepción de la metodología AMFE se debe comprender las acciones que realiza cada uno de los componentes del equipo. Para posteriormente considerar al fallo como cese de la aptitud del elemento para realizar dicha función [7].

El modo de fallo es la manera en la que se produce la inutilidad del elemento para realizar su función requerida. Es decir la avería será el estado del elemento en el que ha fallado. Por lo tanto todos los esfuerzos realizados en el mantenimiento estarán dirigidos a evitar que los elementos lleguen a un estado de avería. Teniendo que mencionar que no se considera avería a la incapacidad que tiene el elemento de realizar su función durante el mantenimiento preventivo o por otras acciones planificadas, o debido a la falta de recursos externos [7].

La NTP 679, 2004 [10] expone este método de manera concreta en la cual se toma en cuenta: la detectabilidad que puede tener el fallo (**D**), la gravedad que puede tener su ocurrencia (**G**) y la frecuencia con la cual puede suceder (**F**). Estos criterios son ponderados en un solo resultado llamado Índice o Número de Prioridad de Riesgo (**IPR o NPR**) el cual es representado en la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IPR=D*G*F} \qquad \text{Ecu. (8) [8]}$$

Dónde:

IPR= índice de prioridad de riesgo

D= detectabilidad

G= gravedad

F= frecuencia

2.3.7.1 Detectabilidad

Es un enunciado importante en el AMFE, al producirse un fallo se trata de investigar cuan previsible es que no lo detectemos, mientras más difícil se haga detectar el fallo existente más tiempo tomará detectarlo, aunque lo más importante será las consecuencias que este impacte al generarse [10].

Determinación de la probabilidad de ocurrencia

Para analizar el valor de probabilidad de ocurrencia se pondera en la NTP 679 los valores de 1 como mínima y 10 como máxima probabilidad de que el evento suceda, es decir que indica la probabilidad de que el fallo ocurra. Actualmente no existe regla normalizada alguna para valorar la probabilidad de ocurrencia, pues la NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE si indica ciertos criterios de valoración que pueden ser utilizados de referencia [10].

Tabla 1: Criterios para evaluación de la Detectabilidad (D) del Fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterioridad.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estudios de producción.	4-6
Pequeña	Es defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Fuente: [10]

2.3.7.2 Gravedad

Se encarga de medir el daño que el fallo provoca según la percepción cliente – usuario. También considera cuanto es el daño máximo esperado, aquel que también irá coligado a su probabilidad de generación. [10]

Determinación de la gravedad del fallo

Para analizar la gravedad del fallo en la NTP 679 se usa como referencia valores entre 1 y 10, los cuales indican la influencia del fallo en el nivel de satisfacción del cliente (como es el caso del AMFE de diseño), o la alteración que el fallo pueda generar en el proceso productivo (como el caso del AMFE de proceso). Pues la NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE si indica ciertos criterios de valoración que pueden ser utilizados de referencia en la valoración de la gravedad [10].

Tabla 2: Criterios para evaluación de la Gravedad (G) del Fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones Imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema.	1
Baja Repercusiones irrelevantes	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias.	9-10

Fuente: [10]

2.3.7.3 Frecuencia

Se encarga de medir la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo [10].

Determinación de la probabilidad de no detección

Indica la probabilidad de no detectar el fallo antes de entregar el producto al cliente (para el AMFE de diseño), o durante su fabricación (para el AMFE de proceso). La toma de valores está comprendidos entre 1 y 10 para el análisis de la maquinaria de la empresa imprenta “Morales” se tomó referencia en la NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE [10].

Tabla 3: Criterios para evaluación de la Frecuencia (F) del Fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonable esperable en la vida del sistema.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del sistema o equipo	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: [10]

2.3.7.4 Índice de Prioridad de Riesgo IPR

Está basado en los mismos principios que el método histórico de evaluación matemática de riesgos, William T. Fine, entonces el índice de prioridad del AMFE integra el factor detectabilidad. Por lo tanto, aquel índice es el resultado del producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo estos factores traducibles a un código numérico adimensional que permite precisar la rapidez de la intervención, siguiendo el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo [10]. Calculado con la ecuación:

$$\text{IPR} = \text{D} * \text{G} * \text{F} \quad \text{Ecu. (8) [8]}$$

Dónde:

IPR= índice de prioridad de riesgo

D= detectabilidad

G= gravedad

F= frecuencia

2.3.7.5 Objetivos del AMFE

Se tiene como objetivo fundamental la identificación de las causas de fallos que aún no son producidos, estimando su criticidad (es decir, conservando su frecuencia de aparición y gravedad). Además permite definir preventivamente los

fallos potenciales. En conclusión es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisan un tratamiento de grupo multidisciplinario, Se realiza con la ayuda de una hoja estructurada que guía el análisis, la cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 4: Hoja estructurada de guía AMFE

MATRIZ AMFE										
IMPRESA "MORALES"										
Av. Los Andes y Cayambe										
SECCIÓN:			REALIZADO POR:					HOJA N°		
MÁQUINA/EQUIPO:					FECHA:		CÓDIGO:			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	NPR	

Fuente: [10]

Componente

Se describe al elemento que será objeto de estudio en la ficha AMFE

Función

Se describe la actividad que cumple el componente descrito y su expectativa de desempeño que se le exige al elemento físico que se está analizando [10].

Fallo funcional

Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado [10].

Modo de fallo

Forma en que el dispositivo ó el sistema pueden dejar de funcionar, también

funcionar de forma defectuosa. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento [10].

Causa raíz

Es la anomalía inicial que puede conducir al fallo. Un mismo tipo de fallo puede dirigir a varias causas: Falta de lubricante, lubricante en mal estado o inapropiado, suciedad, desgaste etc. [10].

Efecto

Es el efecto del fallo sobre la máquina, y cómo influye en el sistema.

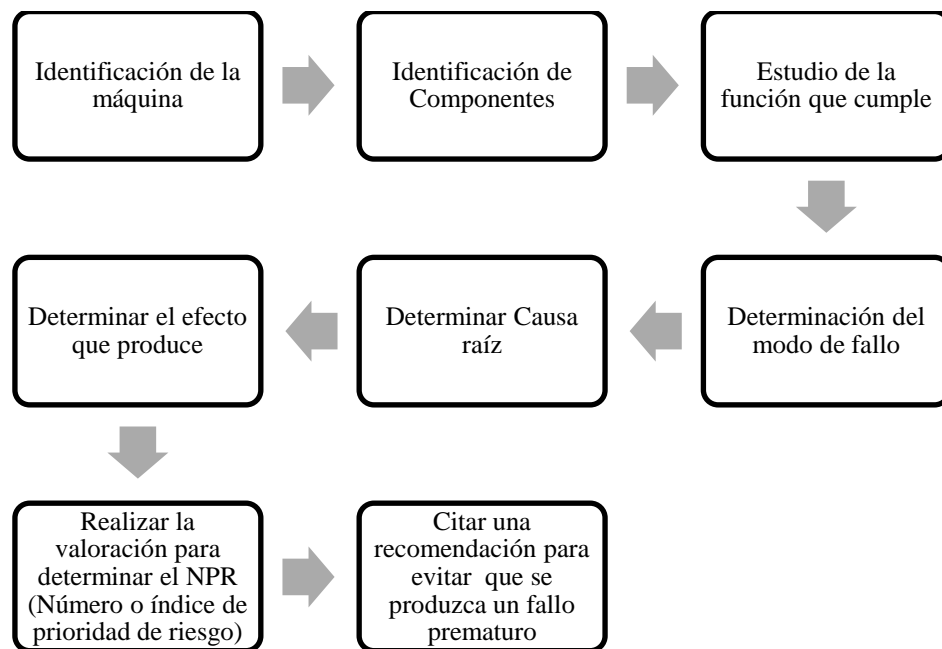


Figura 2: Diagrama de proceso para el análisis AMFE
Fuente: Autor

2.3.7.6 Metodología

Se precisa como la identificación de los componentes del producto, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para su fabricación, y de las funciones que desempeña cada uno de ellos [10].

2.3.7.7 Identificación del modo de fallo

Debido a que el estudio se trata sobre modos potenciales de fallo, se deben indicar

todos los fallos susceptibles de producirse en el componente objeto de estudio. Para el AMFE de diseño, se manifiesta los Modos de Fallo de los componentes (por ejemplo: rotura, desgaste, mal funcionamiento). Para el AMFE de proceso, se evidencia los modos de fallo del proceso en cada etapa del mismo (por ejemplo: materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operario no capacitado etc.) [10].

2.3.7.8 Determinación del efecto del fallo.

Se analiza para cada Modo de Fallo estudiado, el o los efectos que el fallo genera en el producto para el usuario (por ejemplo: ruidos, fugas, mal funcionamiento) y en el proceso (por ejemplo: parada del proceso, producto defectuoso, menor eficiencia, entrega tardía) según el tipo de AMFE de diseño o de proceso que se use para ejecutar el estudio [10].

2.3.7.9 Identificación de las causas del fallo.

Se determina para cada Modo de Fallo estudiado, las posibles causas que lo pueden provocar. Este es uno de los elementos críticos del AMFE, debido a que su conocimiento permite el establecimiento de actividades correctoras a precisar para evitar la generación de los fallos, eliminando las causas que los provocan [10].

2.3.8. Tipos de AMFE

2.3.8.1 AMFE de diseño

En el AMFE de diseño el objeto del estudio es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamientos a aplicar y los posibles problemas de realización [10].

2.3.8.2 AMFE de proceso

En el AMFE de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente. Se analizan, por lo tanto, los posibles fallos que pueden acontecer en los diferentes elementos del proceso tales como:

materiales, equipo, mano de obra, métodos, entorno y cómo éstos influyen en el producto resultante [10].

2.3.9. La curva de la bañera

Dado que la tasa de fallos varía respecto al tiempo, su representación típica tiene forma de bañera, debido a que la vida de los dispositivos tiene un comportamiento que viene manifestado por tres etapas diferenciadas: [14]

- Fallos iniciales (Tasa decrece)
- Fallos normales (Tasa constante)
- Fallos de desgaste (Tasa aumenta)

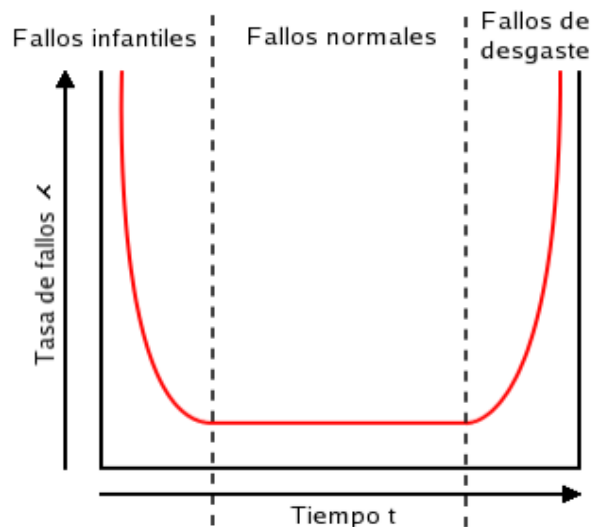


Figura 3: Curva de la Bañera
Fuente: [19]

La primera etapa de fallos iniciales o infantiles corresponde generalmente a la existencia de dispositivos defectuosos o instalados indebidamente con una tasa de fallos superior a la normal. Esta tasa de fallos elevada va disminuyendo con el tiempo hasta alcanzar un valor casi constante [14].

Las causas probables son errores de índole muy diversa y los equipos defectuosos lo pueden ser por un diseño incorrecto, un deficiente control de calidad, por toma de muestras no representativa del lote de dispositivos que se está fabricando, por instalación incorrecta, por periodo de rodaje mal efectuado, etc.

La segunda etapa de fallos normales, también llamada de fallos aleatorios, es debida principalmente a operaciones con solicitudes superiores a las proyectadas y se presentan de forma aleatoria e inesperada. El comportamiento de la tasa es constante durante esta etapa y los fallos son debidos a las propias condiciones normales de trabajo de los dispositivos o a solicitudes ocasionales superiores a las normales [15].

También se conoce este periodo con el nombre de vida útil por el hecho de que el dispositivo tiene una tasa de fallos aceptables. La modelización matemática de la operación de fallos aleatorios se lo realiza con la distribución exponencial.

La tercera etapa de fallos de desgaste, es debida a la superación de la vida prevista del componente cuando empiezan a aparecer fallos de degradación como consecuencia del desgaste. Se caracteriza por un aumento rápido de la tasa de fallos [15].

La modelización matemática se la realiza con una distribución de tipo normal o campana de gauss Para retardar la aparición de la tercera etapa, puede acudirse a la sustitución inmediata de los componentes del dispositivo o equipo cuando éstos fallen, o a sustituirlos antes de que finalice su vida útil mediante planes de mantenimiento preventivo, para posponer casi indefinidamente la incidencia del desgaste [14], [15].

2.3.10. Criticidad

Se define como el índice numérico de la severidad de un fallo o de una avería combinado con la probabilidad o frecuencia de su ocurrencia representada en la siguiente fórmula [7].

$$\mathbf{Criticidad} = \mathbf{FFF * C} \quad \text{Ecu. (9) [8]}$$

Dónde:

FFF = Frecuencia de ocurrencia del fallo

C = Consecuencia o severidad del fallo

La criticidad se establece mediante un análisis el cual evalúa el grado de impacto que

pueda tener el servicio del equipo en un momento determinado. Es decir con esto podemos priorizar órdenes de mantenimiento, seleccionar e identificar los problemas con mayor prioridad en ser resueltos y direccionar de mejor forma los recursos de mantenimiento y en general aquellos de la empresa [7].

En el análisis de criticidad se pueden incluir criterios de ponderación como la frecuencia de la falla, la consecuencia, flexibilidad, tiempo operacional, su costo de reparación e impacto en la satisfacción del cliente, en lo ambiental y en la seguridad personal, representándolos con la siguiente fórmula:

$$C = [(PI*FO) + CM + Isc + SHA + Ia + Tpr] \quad \text{Ecu. (10) [8]}$$

Dónde:

PI: Impacto Operacional

FO: Flexibilidad Operacional

CM: Costo de reparación

Isc: Impacto en la satisfacción del cliente

SHA: Impacto y seguridad personal

Ia: Impacto ambiental

Tpr: Tiempo Promedio para reparación

Una manera de representar los resultados de la ponderación es, realizando una matriz de criticidad. En la figura 4 se presenta una matriz de criticidad 5 x 5 la cual está dividida en 4 zonas [12].

Zonas de criticidad:

B= Criticidad Baja

M = Criticidad Media

A = Criticidad Alta

MA = Criticidad muy Alta

Frecuencia	5	A	MA	MA	MA	MA
	4	A	A	A	A	MA
	3	M	M	M	A	MA
	2	B	B	B	M	M
	1	B	B	B	M	M
		1	2	3	4	5
Consecuencias						

Figura 4: Modelo de Matriz de criticidad
Fuente: [12]

Esta matriz no es reglamentaria y por lo tanto puede ser adaptada a las necesidades de cada empresa según los valores numéricos de ponderación que se le otorguen a cada criterio.

2.4. Proceso de impresión en la empresa imprenta “Morales”

A continuación se describe las áreas existentes y el proceso de elaboración de los productos que se realiza en la empresa.

- Área de recepción, facturación y despacho.
- Área de Diseño
- Área de Corte.
- Área de impresión.
- Área de Terminado

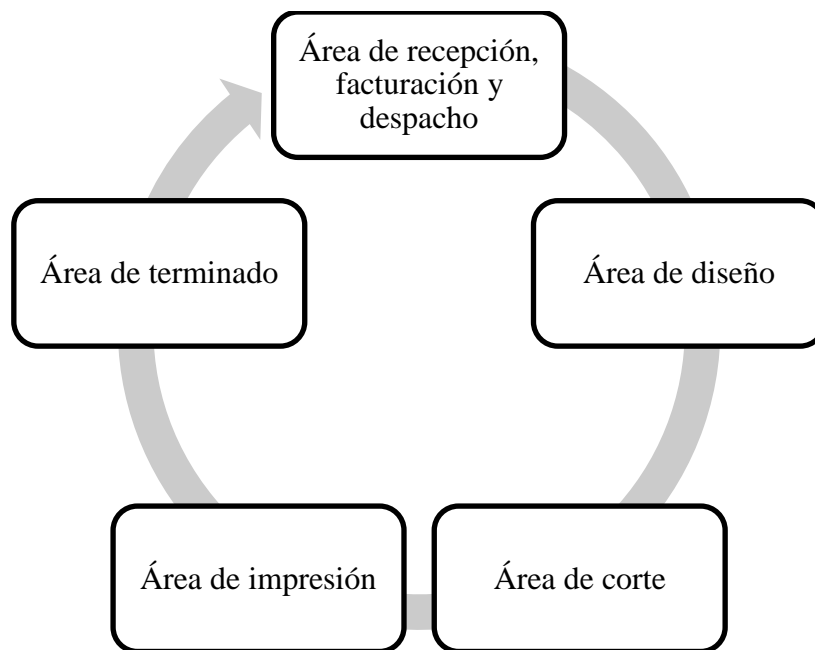


Figura 5: Diagrama de Flujo de las áreas de trabajo existentes en la empresa Imprenta "Morales"
Fuente: Autor

Breve descripción de los procesos que se realiza para la ejecución de impresión de los productos que se elabora en la empresa.

Recepción

Este proceso consiste en la recepción de los detalles que contendrá el producto final y la información de la fecha y hora de entrega del trabajo finalizado al cliente.

Diseño

Se procede a la elaboración del trabajo receptado en un software de diseño gráfico con los datos descritos por el cliente, y una vez finalizado y aprobado el diseño gráfico por el cliente, continúa a la impresión del diseño aprobado en una plancha de poliéster que es impreso en una impresora láser para su posterior fijación de lo impreso en un equipo generador de calor.

Corte

Aquí se procede a cortar el papel según la cantidad necesaria para la entrega del producto basándose según las dimensiones entregadas por el área de diseño para su posterior impresión en las máquinas impresoras. Aquí también se realiza el refilado, este proceso de terminado consiste en el corte de los bordes de facturas o cualquier

documento autorizado por el SRI que sea solicitado por el cliente, así como libros, folletos, revistas, boletos, stickers, etc.

Impresión

Con la plancha de poliéster lista se procede a colocarla en el cilindro porta placa de impresión de la impresora offset, y a continuación se realiza el preparado de la máquina para la impresión, lo cual consiste en entintar los rodillos de impresión, el mojado de los rodillos de limpieza, colocación de agua en el depósito y colocación del papel en la bandeja de entrada y a continuación se procede a hacer funcionar la máquina para realizar la selección de topes según el tamaño del papel de impresión para su reproducción total en la impresora offset.

Cuando la impresión contiene numeración se procede a realizar un post proceso en la impresora tipográfica para lo cual se posiciona una numeradora en la plancha de impresión, luego se procede a entintar los rodillos de impresión colocando tinta en la batería de tinta haciendo funcionar la máquina y ahora se procede a verificar que los topes estén correctos imprimiendo una o dos hojas después de haber sincronizado la numeradora con el papel a numerarse se procede a realizar todo el trabajo de impresión.

Troquelado

Para el proceso de troquelado se usa la máquina la impresora tipográfica o la prensa Tipográfica según la necesidad de presión en el proceso de troquelado con la ayuda de bordes o matrices cortantes para recortar o estampar, por presión, planchas, tarjetas, portadas, cartones, etc.

Perforado

Este proceso consiste en realizar un semicorte mediante agujas en la máquina perforadora para facilitar al cliente la extracción del documento impreso del talonario

Intercalado de páginas

Este proceso se lo realiza en facturas o cualquier documento autorizado por el SRI solicitado por el cliente así como también en libros, etc.

Engrampado y colocación de la pasta

Después del proceso intercalado se procede a igualar las hojas para que quede uniforme en sus cuatro lados y a continuación se procede a poner la grapa para que las hojas queden sujetas y no se pierdan cuando se manipule el talonario, después de colocarle la grapa se procede a poner pegamento en el lado del talonario que se colocó la grapa y a continuación se pega el talonario con la pasta.

Encuadernado

Se procede a colocar las hojas igualadas uniformemente en la máquina encuadernadora para realizar la colocación del pegamento en un lado del talonario según el solicitado por el cliente este proceso se realiza cuando el producto no ha pasado por el proceso de perforado

Almacenamiento de producto Terminado y Despacho

En este proceso se realiza el empaque y almacenamiento del producto final para su posterior entrega al cliente.

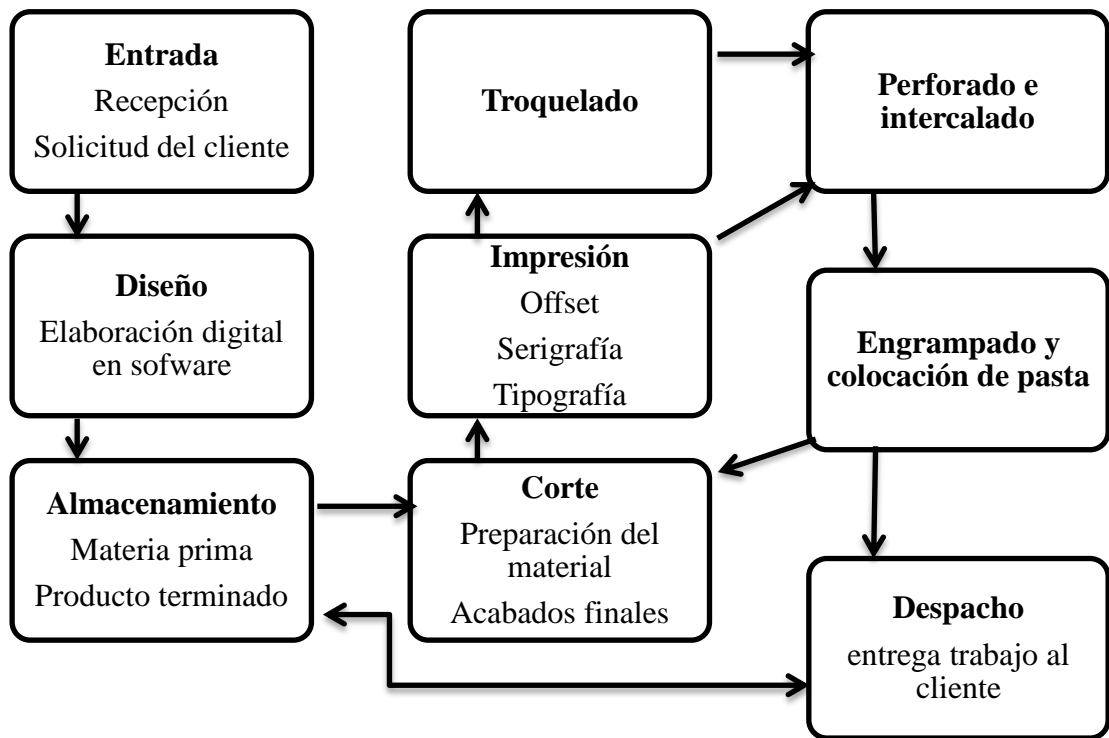


Figura 6: Diagrama de Flujo de la producción de la empresa imprenta "Morales"
Fuente: Autor

CAPITULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. Selección de alternativas

En la tabla se realizó la ponderación para la selección del tipo de AMFE a utilizar según las definiciones de cada una de ellas y del impacto del producto final entregado al cliente por la empresa.

Tabla 5: Ponderación de datos

SI	1		
NO	0		
AMFE de DISEÑO	AMFE de PROCESO		
Modo de falla			
Especificaciones del producto			
Roto	1	Flojo	0
Fracturado	0	De mayor tamaño	1
Flojo	0	equivocado	1
Efecto			
Impacto del producto en el cliente			
Ruidoso	0	Deterioro prematuro	1
Operación errática	0	Claridad insuficiente	0
Causa			
Deficiencia en el producto			
Material incorrecto	1	Error en ensamble	1
Demasiado esfuerzo	0	No cumple especificaciones	1
TOTAL	2		5

Fuente: Autor

El tipo de AMFE seleccionado es el AMFE de proceso debido a que aquella abarca mucha similitud al tipo de proceso que se realiza en la empresa y el cual permite determinar posibles fallos que tenga la maquinaria según el producto final que llega al cliente.

Entre uno de los factores de mayor importancia para poder realizar el mantenimiento en una planta es empezar a realizar mediante el cálculo del tiempo medio entre fallos y el tiempo medio de reparación para de esta forma poder determinar su tasa de fallos, fiabilidad y disponibilidad.



Figura 7: Diagrama de las actividades desarrolladas para hacer el estudio

Fuente: Autor

3.2. Cálculos o Modelo Operativo

3.2.1. Análisis del estado actual de la maquinaria

Se procedió a realizar un análisis del estado actual de la maquinaria para ello se recopiló datos técnicos de toda la maquinaria, pero también carecen de una codificación ya que únicamente se encuentran distribuidas según el área de trabajo, además fue necesario conocer las actividades de mantenimiento realizadas en el año anterior así como el tiempo que se tomaron en corregir esos problemas en cada máquina para elaborar su respectiva hoja de vida investigando el tiempo de funcionamiento diario que hace cada máquina dentro de la empresa. Las máquinas trabajan con normalidad pero carecen de un plan de mantenimiento y lo que se hacía es cambiar el elemento que presente problemas.

3.2.2. Inventario de máquinas y equipos

El inventario consta de todas máquinas y equipos que se encuentran en la empresa para la realización de los trabajos, así como la realización de su respectiva codificación que permita una localización fácil y en menor tiempo.

3.2.2.1 Codificación

La codificación permite encontrar cada máquina o equipo de forma rápida y segura en corto tiempo.

La estructura de la codificación está conformada de la siguiente manera:

IM: Las siglas anteriores detallan el nombre de la empresa por lo que para la codificación se tomó las iniciales del nombre de la empresa Imprenta “Morales” estas iniciales son las primeras letras de la codificación.

A continuación para la codificación de las máquinas y equipos se toman la letra inicial y final del nombre del área de trabajo en donde se encuentran ubicadas para su uso, la empresa consta de cuatro secciones o áreas de trabajo, estas iniciales siguen después de las iniciales del nombre de la empresa, por lo que su codificación queda de la siguiente manera:

Diseño: DO

Corte: CE

Impresión: IN

Terminado: TO

Posterior en tercer lugar está la numeración de la máquina o equipo existente en cada área o sección de trabajo los cuales constan de dos dígitos, a continuación los siguientes dos dígitos corresponden a la numeración de los componentes de la máquina o equipo.

De esta manera el diseño del inventario queda de la siguiente forma:

Tabla 6: Inventario técnico de la maquinaria y equipos de la empresa Imprenta "MORALES"

IMPRESA "MORALES"		
Av. Los Andes y Cayambe		
INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS		
Máquina	Código	Cantidad
Impresora Tipográfica	IMIN-01	1
Impresora Offset	IMIN-02	1
Prensa Tipográfica	IMIN-03	1
Guillotina	IMCE-01	1
Perforadora de agujas	IMTO-01	1
Encuadernadora	IMTO-02	1
Equipo	Código	Cantidad
Computadora	IMDO-01	1
Impresora Láser	IMDO-02	1
Impresora Multifunción	IMDO-03	1
Placa caliente de alambre espiral	IMDO-04	1
Grapadora	IMTO-03	2

Fuente: Autor

3.2.3. Ficha técnica de la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”

Tabla 7: Ficha técnica de la Impresora Tipográfica

IMPRESORA TIPOGRÁFICA			
IMPRESORA "MORALES"			
Av. Los Andes y Cayambe			
FICHA TÉCNICA		N° 01	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
IMPRESORA TIPOGRÁFICA			
CÓDIGO	IMIN-01		
MARCA	Grafo Press		
N° DE SERIE	21898		
MODELO	GPA		
COLOR	Plomo		
PROCEDENCIA	Czechoslovakia		
UBICACIÓN	Área de impresión		
MÁQUINA	EQUIPO		
X			
CUENTA CON MANUAL: SI			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V / 220 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	132 cm
POTENCIA	3 HP	ANCHO	110 cm
AMPERAJE	20 A	ALTO	165 cm
RPM	1715	PESO	1600 Kg
PRESIÓN	50 a 130 KPa	COSTO	\$ 4.000
			Imprimir, numerar, perforar y troquelar todo tipo de documentos

Fuente: Autor

Tabla 8: Ficha técnica de la Impresora Offset

IMPRESORA OFFSET			
CÓDIGO	IMIN-02		
MARCA	Multilith		
N° DE SERIE	714534		
MODELO	1250		
COLOR	Crema		
PROCEDENCIA	USA		
UBICACIÓN	Área de impresión		
MÁQUINA	EQUIPO		
X			
CUENTA CON MANUAL: SI			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	190 cm
POTENCIA	1 HP	ANCHO	50 cm
AMPERAJE	15 A	ALTO	150 cm
RPM	1750	PESO	650 lbs
PRESIÓN	50 a 120 KPa	COSTO	\$ 2.000
			Imprimir todo tipo de documentos en papel o adhesivo



Fuente: Autor

Tabla 9: Ficha técnica de la Prensa Tipográfica

IMPRENTA "MORALES"				
Av. Los Andes y Cayambe				
FICHA TÉCNICA			N° 03	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
PRENSA TIPOGRÁFICA				
CÓDIGO	IMIN-03			
MARCA	Master Press			
N° DE SERIE	621			
MODELO	406			
COLOR	Azul			
PROCEDENCIA	Colombia			
UBICACIÓN	Área de impresión			
MÁQUINA	EQUIPO			
X				
CUENTA CON MANUAL: NO				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN	
VOLTAJE		DIMENSIONES	Imprimir y numerar documentos de forma manual	
FRECUENCIA		LARGO		70 cm
POTENCIA		ANCHO		50 cm
AMPERAJE		ALTO		80 cm
RPM		PESO		70 Kg
PRESIÓN		COSTO		\$ 700

Fuente: Autor

Tabla 10: Ficha técnica de la Guillotina
 IMPRENTA "MORALES"
 Av. Los Andes y Cayambe

FICHA TÉCNICA				N° 04	
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
GUILLOTINA					
CÓDIGO	IMCE-01				
MARCA	4 wheel drive				
N° DE SERIE	17368				
MODELO	S/N				
COLOR	Verde				
PROCEDENCIA	Ecuador				
UBICACIÓN	Área de corte				
MÁQUINA	EQUIPO				
X					
CUENTA CON MANUAL: NO					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				FUNCIÓN	
VOLTAJE		DIMENSIONES		Cortar el material para realizar el trabajo en las impresoras y en el proceso de terminado	
FRECUENCIA		LARGO	130 cm		
POTENCIA		ANCHO	90 cm		
AMPERAJE		ALTO	140 cm		
RPM		PESO	200 Kg		
PRESIÓN		COSTO	\$ 800		

Fuente: Autor

Tabla 11: Ficha técnica de la Perforadora de Agujas

IMPRESA "MORALES"			
		Av. Los Andes y Cayambe	
FICHA TÉCNICA		N° 05	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PERFORADORA DE AGUJAS			
CÓDIGO	IMTO-01		
MARCA	No tiene		
N° DE SERIE	S/N		
MODELO	S/N		
COLOR	Verde		
PROCEDENCIA	Ecuador		
UBICACIÓN	Área de terminado		
MÁQUINA	EQUIPO		
X			
CUENTA CON MANUAL: NO			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE		DIMENSIONES	
FRECUENCIA		LARGO	60 cm
POTENCIA		ANCHO	40 cm
AMPERAJE		ALTO	50 cm
RPM		PESO	10 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 200
			Perforar todo tipo de documentos autorizados impresos


Fuente: Autor

Tabla 12: Ficha técnica de la Encuadernadora

IMPRESA "MORALES"			
		Av. Los Andes y Cayambe	
FICHA TÉCNICA		N° 06	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
ENCUADERNADORA			
CÓDIGO	IMTO-02		
MARCA	No tiene		
N° DE SERIE	S/N		
MODELO	S/N		
COLOR	Verde		
PROCEDENCIA	Ecuador		
UBICACIÓN	Área de terminado		
MÁQUINA	EQUIPO		
X			
CUENTA CON MANUAL: NO			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE		DIMENSIONES	
FRECUENCIA		LARGO	60 cm
POTENCIA		ANCHO	50 cm
AMPERAJE		ALTO	160 cm
RPM		PESO	40 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 300
			Encuadernar mediante el uso de pegamento todo tipo de documentos


Fuente: Autor

Tabla 13: Ficha técnica de la Computadora

IMPRESA "MORALES"			
Av. Los Andes y Cayambe			
FICHA TÉCNICA		N° 07	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
COMPUTADORA			
CÓDIGO	IMDO-01		
MARCA	INTEL		
N° DE SERIE			
MODELO	Dual core G9560		
COLOR	Negro		
PROCEDENCIA	USA		
UBICACIÓN	Área de diseño		
MÁQUINA	EQUIPO		
	X		
CUENTA CON MANUAL: NO			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	60 cm
POTENCIA	300 W	ANCHO	50 cm
AMPERAJE	400 mA	ALTO	160 cm
RPM	7200	PESO	15 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 900
			Realizar el diseño de los trabajos y la adquisición de los documentos autorizados por el SRI vía internet


Fuente: Autor

Tabla 14: Ficha técnica de la Impresora Láser

IMPRESORA LÁSER			
IMPRESORA "MORALES"			
Av. Los Andes y Cayambe			
FICHA TÉCNICA		N° 08	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
IMPRESORA LÁSER			
CÓDIGO	IMDO-02		
MARCA	HP		
N° DE SERIE			
MODELO	p1102w		
COLOR	Negro		
PROCEDENCIA	USA		
UBICACIÓN	Área de diseño		
MÁQUINA	EQUIPO		
	X		
CUENTA CON MANUAL: SI			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	60 cm
POTENCIA		ANCHO	50 cm
AMPERAJE	400 mA	ALTO	160 cm
RPM		PESO	30 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 200
			Imprimir en las placas de poliéster el diseño realizado por el usuario para su uso en la impresora offset


Fuente: Autor

Tabla 15: Ficha técnica de la Impresora Multifunción

IMPRESORA MULTIFUNCIÓN			
FICHA TÉCNICA		N° 09	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
IMPRESORA MULTIFUNCIÓN			
CÓDIGO	IMDO-03		
MARCA	EPSON		
N° DE SERIE			
MODELO	L395		
COLOR	Negro		
PROCEDENCIA	Japón		
UBICACIÓN	Área de diseño		
MÁQUINA	EQUIPO		
	X		
CUENTA CON MANUAL: SI			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	60 cm
POTENCIA		ANCHO	50 cm
AMPERAJE	400 mA	ALTO	160 cm
RPM		PESO	30 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 300
			Imprimir todo tipo de documentos diseñados por el usuario en el computador y otros documentos

Fuente: Autor

Tabla 16: Ficha técnica de la Placa Caliente

IMPRESA "MORALES"			
		Av. Los Andes y Cayambe	
FICHA TÉCNICA		N° 10	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PLACA CALIENTE			
CÓDIGO	IMDO-04		
MARCA	No tiene		
N° DE SERIE	S/N		
MODELO	S/N		
COLOR	Anaranjado		
PROCEDENCIA	Ecuador		
UBICACIÓN	Área de diseño		
MÁQUINA	EQUIPO		
	X		
CUENTA CON MANUAL: NO			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE	110 V	DIMENSIONES	
FRECUENCIA	60 Hz	LARGO	25 cm
POTENCIA	1000 W	ANCHO	25 cm
AMPERAJE	9 A	ALTO	10 cm
RPM		PESO	2 Kg
PRESIÓN		COSTO	\$ 25
			Fijar la impresión de la placa de poliéster elevando temperatura de la tinta impresa en la impresora láser

Fuente: Autor

3.2.4. Sistema – Subsistema y componentes de cada máquina

Tabla 17: Sistema-Subsistema de la Impresora Tipográfica

MÁQUINA	Impresora Tipográfica	
SISTEMA	Impresión	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA ELÉCTRICO		
Interruptor principal de 50 A	IMIN-01 01	Activar y desactivar el flujo de electricidad desde la red principal hasta el interruptor de la máquina
Interruptor de la máquina	IMIN-01 02	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la máquina
Cable	IMIN-01 03	Transportar los electrones hasta un aparato consumidor de energía eléctrica
Motor Eléctrico	IMIN-01 04	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional
Banda	IMIN-01 05	Transmitir el movimiento rotacional producido por el motor eléctrico hacia el volante de la máquina
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Brazo de embrague	IMIN-01 06	Permitir el paso del movimiento de la máquina para realizar el proceso de impresión de los documentos
Palanca Salva papel de impresión	IMIN-01 07	Activar o desactivar la impresión de la plancha en el papel
Cama de impresión	IMIN-01 08	Aprisionar el papel contra la plancha entintada para realizar la impresión
Plancha de impresión	IMIN-01 09	Contener el diseño de lo que se va a imprimir en el papel
Batería de Tinta	IMIN-01 10	Almacenar y regular la cantidad de tinta de impresión que se transportará por los rodillos móviles y fijos
Rodillos fijos	IMIN-01 11	Transportar la tinta de impresión desde la batería de tinta hasta los rodillos móviles
Rodillos móviles	IMIN-01 12	Entintar la plancha de impresión y hacer que la numeradora avance cuando se realiza también la numeración de los documentos impresos
Pinza de arrastre de papel	IMIN-01 13	Transportar el papel para la impresión desde la bandeja de entrada hasta la de salida
Bandeja de entrada	IMIN-01 14	Almacenar el papel en la máquina para su impresión
Bandeja de salida	IMIN-01 15	Almacenar en la máquina el papel impreso
Rodamientos	IMIN-01 16	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento
Perilla de velocidad	IMIN-01	Variar la velocidad de impresión de la

MÁQUINA	Impresora Tipográfica	
SISTEMA	Impresión	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
	17	máquina
SUBSISTEMA NEUMÁTICO		
Bomba de aire de 130 Kpa de presión	IMIN-01 18	Producir la presión de aire
Cañerías de aire	IMIN-01 19	Transportar el aire desde la bomba hasta la flauta
Flauta atrapa papel	IMIN-01 20	Llevar el papel desde la bandeja de entrada hasta la pinza
Perillas de aire	IMIN-01 21	Regular la presión de succión y soplado de aire

Fuente: Autor

Tabla 18: Sistema-Subsistema de la Impresora Offset

MÁQUINA	Impresora Offset	
SISTEMA	Impresión	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA ELÉCTRICO		
Interruptor principal de 30 A	IMIN-02 01	Activar y desactivar el flujo de electricidad desde la red principal hasta los interruptores de la máquina
Interruptor del motor de impresión	IMIN-02 02	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la máquina
Interruptor del motor de la bomba de aire	IMIN-02 03	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la bomba de aire
Cable	IMIN-02 04	Transportar los electrones hasta un aparato consumidor de energía eléctrica
Motor eléctrico de impresión	IMIN-02 05	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional
Motor eléctrico de la bomba	IMIN-02 06	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para la bomba de aire
Banda	IMIN-02 07	Transmitir el movimiento rotacional producido por el motor eléctrico
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Palanca de Impresión	IMIN-02 08	Activar o desactivar la impresión de la placa poliéster en el papel
Palanca de mojado	IMIN-02 09	Activar o desactivar el rodillo de mojado o limpieza
Bandeja de entrada	IMIN-02 10	Almacenar el papel en la máquina para su impresión
Pinzas eleva papel	IMIN-02 11	Elevar el papel para la impresión desde la bandeja de entrada hasta los rodillos de arrastre de papel

MÁQUINA	Impresora Offset	
SISTEMA	Impresión	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
Rodillos de arrastre de papel	IMIN-02 12	Transportar el papel desde las pinzas eleva papel hasta el cilindro lleva papel de impresión
Barra de Sincronización	IMIN-02 13	Sincronizar el papel proveniente de los rodillos de arrastre de papel con el cilindro lleva papel de impresión
Cilindro transporta papel	IMIN-02 14	Sujetar el papel proveniente de la bandeja de entrada y llevarlo para la impresión
Cilindro de impresión	IMIN-02 15	Aprisionar el papel contra la placa entintada para realizar la impresión
Cilindro porta placa de impresión	IMIN-02 16	Sujetar la placa de poliéster para la impresión
Batería de Tinta	IMIN-02 17	Almacenar y regular la cantidad de tinta de impresión que se transportará por los rodillos fijos
Rodillos fijos	IMIN-02 18	Transportar la tinta de impresión desde la batería de tinta hasta la placa de poliéster para su posterior impresión en el papel
Rodillos de mojado	IMIN-02 19	Limpiar el exceso de tinta de la placa de poliéster y del cilindro sujetador de la placa
Cadena	IMIN-02 20	Transportar las pinzas de descarga de papel hasta la bandeja de salida
Pinza de descarga	IMIN-02 21	Transportar el papel impreso desde el cilindro lleva papel hasta la bandeja de salida
Bandeja de salida	IMIN-02 22	Almacenar en la máquina el papel impreso
Rodamientos	IMIN-02 23	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento
Perilla de velocidad	IMIN-02 24	Variar la velocidad de impresión de la máquina
SUBSISTEMA NEUMÁTICO		
Bomba de aire de 1 HP	IMIN-02 25	Producir la presión de aire
Cañerías de aire	IMIN-02 26	Transportar el aire desde la bomba hasta las pinzas eleva papel
Boquilla de soplado	IMIN-02 27	Soplar aire a presión proveniente de la bomba para elevar el papel
Perillas de aire	IMIN-02 28	Regular la presión de succión y soplado de aire

Fuente: Autor

Tabla 19: Sistema-Subsistema de la Prensa Tipográfica

MÁQUINA	Prensa Tipográfica	
SISTEMA	Impresión	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Plato tintero	IMIN-03 01	Contener la tinta de impresión
Gira plato	IMIN-03 02	Hacer girar el plato tintero mientras avanza la impresión
Rodillos móviles	IMIN-03 03	Entintar la plancha de impresión transportando la tinta desde el plato tintero y hacer que la numeradora avance cuando se realiza también la numeración de los documentos impresos
Cama de impresión	IMIN-03 04	Sujetar el papel para la impresión
Plancha de impresión	IMIN-03 05	Contener el diseño de lo que se va a imprimir en el papel
Sujetador de plancha	IMIN-03 06	Sujetar la plancha de impresión para que no se mueva durante la impresión
Perillas reguladoras de presión	IMIN-03 07	Subir o bajar la presión de impresión en la hoja
Brazo de impresión	IMIN-03 08	Producir el movimiento de la máquina para realizar la impresión de los documentos apisonando la cama de impresión contra la plancha de impresión
Rodamientos	IMIN-03 09	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento

Fuente: Autor

Tabla 20: Sistema-Subsistema de la Guillotina

MÁQUINA	Guillotina	
SISTEMA	Corte	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Volante	IMCE-01 01	Subir o bajar la barra apisonadora
Barra Apisonadora	IMCE-01 02	Apisonar el papel contra la mesa para que no se mueva durante el corte
Barra de espacio	IMCE-01 03	Alejar o acercar el papel antes de realizar el apisonamiento para el corte
Perilla de espacio	IMCE-01 04	Hacer girar el tornillo para mover a la barra de espacio
Tornillo sin fin	IMCE-01 05	Mover la barra de espacio
Cuchilla	IMCE-01 06	Cortar el papel según el tamaño que se desee para la impresión

MÁQUINA	Guillotina	
SISTEMA	Corte	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
Palanca de corte	IMCE-01 07	Subir o bajar la cuchilla para realizar el proceso de corte
Mesa	IMCE-01 08	Mantener el papel para el proceso de corte

Fuente: Autor

Tabla 21: Sistema-Subsistema de la Perforadora de Agujas

MÁQUINA	Perforadora de Agujas	
SISTEMA	Corte	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Barra de espacio	IMTO-01 01	Alejar o acercar el papel antes de realizar el proceso de perforado
Soporte para agujas	IMTO-01 02	sujetar las agujas de perforación
Agujas	IMTO-01 03	Cortar el papel
Palanca de perforación	IMTO-01 04	Subir o bajar las agujas para realizar el proceso de perforado
Resorte de retorno	IMTO-01 05	Ayudar a que la palanca de perforación regrese a su posición inicial
Mesa	IMTO-01 06	Mantener el papel para el proceso de perforado

Fuente: Autor

Tabla 22: Sistema-Subsistema de la Encuadernadora

EQUIPO	Encuadernadora	
SISTEMA	Manual	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
SUBSISTEMA MECÁNICO		
Llaves de ajuste para block	IMTO-02 01	Realizar el ajuste y posicionamiento de la barra Aprisionadora
Barra Aprisionadora	IMTO-02 02	Aprisionar el papel contra la mesa
Espaldar de emblocadora	IMTO-02 03	Realizar el apoyo para encuadernar o emblocar los documentos
Ejes de emblocadora	IMTO-02 04	Permitir el movimiento del espaldar de la emblocadora
Gancho	IMTO-02 05	Sujetar el espaldar de emblocadora para impedir su movimiento
Mesa	IMTO-02 06	Mantener el papel para el proceso de encuadernado durante la aplicación de la

EQUIPO	Encuadernadora	
SISTEMA	Manual	
COMPONENTE	CÓDIGO	FUNCIÓN
		presión
Estructura	IMTO-02 07	Soportar todos los elementos de la encuadernadora

Fuente: Autor

3.2.5. Estudio estadístico

Tabla 23: Estudio estadístico de la Impresora Tipográfica

IMPRESORA "MORALES"									
Av. Los Andes y Cayambe									
HOJA DE VIDA									
MÁQUINA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				N° DE SERIE	MODELO		
Impresora Tipográfica	IMIN-01	2				21898	GPA		
Fecha inicial	Actividad	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
03/01/2017	Primer día laborable								
05/01/2017	Reemplazo de rodillos móviles	4	2	4	0,250	2	0,50	66,67	0,37
15/02/2017	Limpieza de filtro de bomba de aire	54	1	54	0,019	1	1,00	98,18	0,37
11/03/2017	Limpieza y engrasado de rodamientos del motor	35	1	17,5	0,057	3	0,33	85,37	0,14
11/03/2017	Limpieza general del motor	0	2						
16/06/2017	Cambio de la cama de impresión	130	1,0	130	0,008	1,0	1,00	99,24	0,37
15/08/2017	Limpieza total de la máquina	83,5	1						
15/08/2017	Cambio de lubricante SAE 40 del depósito	0	0,5	27,83	0,036	2,0	0,50	93,3	0,05
15/08/2017	Engrasado de rodamientos de partes fijas y móviles	0	0,5						
29/12/2017	Limpieza de salpicaduras de tinta en partes de la máquina	188	0,5	188	0,005	0,5	2,00	99,73	0,05
Fuente: Autor		Promedio		70,22		1,58		90,41	0,22

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación;
u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

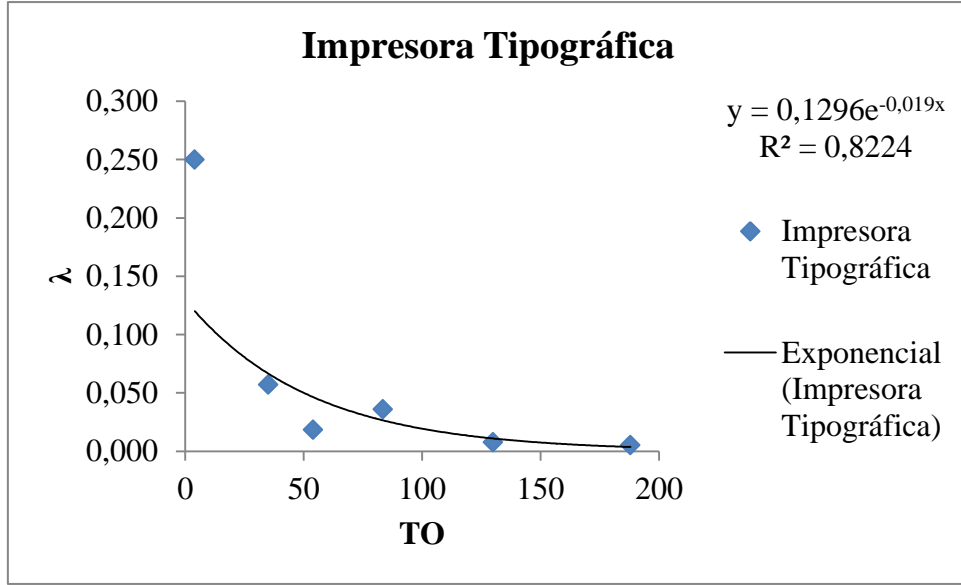


Figura 8: Gráfica de la curva de la bañera de la Impresora Tipográfica
Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en buen funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 1 y 2 de la curva de la bañera determinando así que la máquina está en muy buen estado para cumplir su función dentro de la empresa.

Tabla 24: Estudio estadístico de la Impresora Offset

IMPRESORA "MORALES"											
Av. Los Andes y Cayambe											
HOJA DE VIDA											
MÁQUINA		CÓDIGO		TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)			N° DE SERIE		MODELO		
Impresora Offset		IMIN-02		2			714534		1250		
Fecha inicial	Actividad			TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
03/01/2017	Primer día laborable										
20/05/2017	Cambio de la mantilla de impresión			238	1	238	0,004	1	1	99,58	0,37
16/08/2017	Limpieza de filtro de bomba de aire			119	1						
16/08/2017	Limpieza general de motores eléctricos y bomba			0	2	39,67	0,025	1,33	0,75	96,75	0,05
16/08/2017	Limpieza y engrasado de rodamientos del motor			0	1,0						
15/09/2017	Limpieza total de la máquina			40	3						
15/09/2017	Cambio de lubricante SAE 40 del depósito			0	0,5	10	0,100	1,5	0,67	86,96	0,02
15/09/2017	Engrasado de rodamientos existentes en la máquina			0	1,5						
15/09/2017	Cambio de bandas de transmisión			0	1						
11/10/2017	Cambio de pelpa para absorción de agua			30	1	30	0,033	1	1	86,96	0,37
29/12/2017	Limpieza de salpicaduras de tinta en partes de la máquina			111	0,5	111	0,009	0,5	2	99,55	0,37
Fuente: Autor				Promedio		85,73		1,07		93,96	0,23

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación;
u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

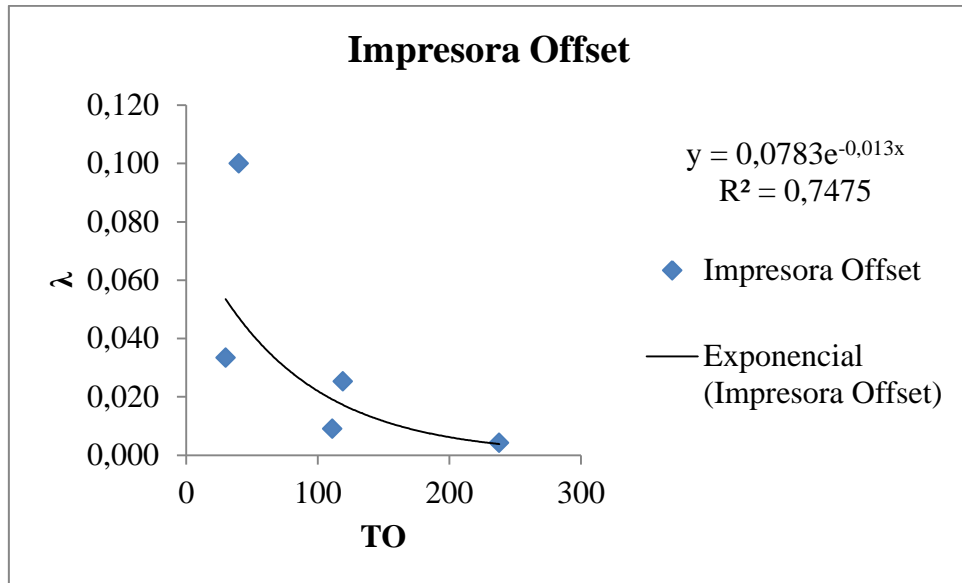


Figura 9: Gráfica de la curva de la bañera de la Impresora Offset
Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en buen funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 1 y 2 de la curva de la bañera determinando así que la máquina está en muy buen estado para cumplir su función dentro de la empresa.

Tabla 25: Estudio estadístico de la Prensa Tipográfica

IMPRESA "MORALES"										
Av. Los Andes y Cayambe										
HOJA DE VIDA										
MÁQUINA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				N° DE SERIE	MODELO			
Prensa Tipográfica	IMIN-03	0,5				621	406			
Fecha inicial	Actividad	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)	
03/01/2017	Primer día laborable									
05/06/2017	Cambio de rodillos móviles	54	1	54	0,019	1	1	98,18	0,37	
09/08/2017	lubricación de partes de la máquina	22	1	12	0,083	0,75	1,33	94,12	0,14	
17/08/2017	Limpieza total de la máquina	2	0,5							
11/12/2017	Revisión de ajustes de pernos	40,5	0,5	40,5	0,025	0,5	2	98,78	0,37	
				Promedio	35,50		0,75	97,03	0,29	

Fuente: Autor

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación;
u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

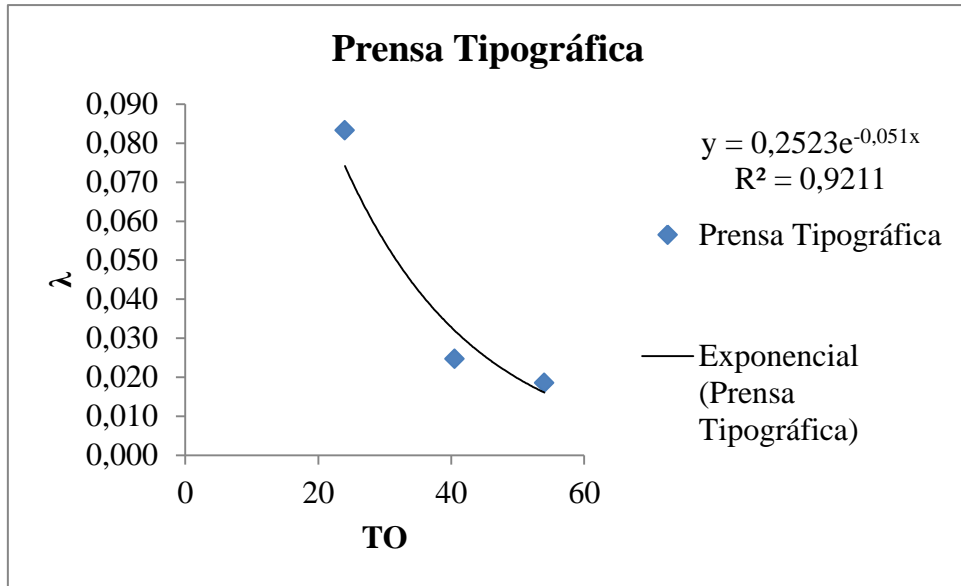


Figura 10: Gráfica de la curva de la bañera de la Prensa Tipográfica
 Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en buen funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 1 y 2 de la curva de la bañera determinando así que la máquina está en muy buen estado para cumplir su función dentro de la empresa.

Tabla 26: Estudio estadístico de la Guillotina

IMPRESA "MORALES"									
Av. Los Andes y Cayambe									
HOJA DE VIDA									
MÁQUINA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				N° DE SERIE		MODELO	
Guillotina	IMCE-01	1				17368			
Fecha inicial	Actividad	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
03/01/2017	Primer día laborable								
17/04/2017	Cambio de la Cuchilla de corte	73	1	73	0,014	1	1	98,65	0,37
09/08/2017	lubricación de partes de la máquina	79	1	42	0,024	0,75	1,33	98,25	0,14
17/08/2017	Limpieza total de la máquina	5	0,5						
11/12/2017	Revisión de ajustes de pernos	79,5	0,5	79,5	0,013	0,5	2	99,38	0,37
Promedio				64,83		0,75		98,76	0,29

Fuente: Autor

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación; u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

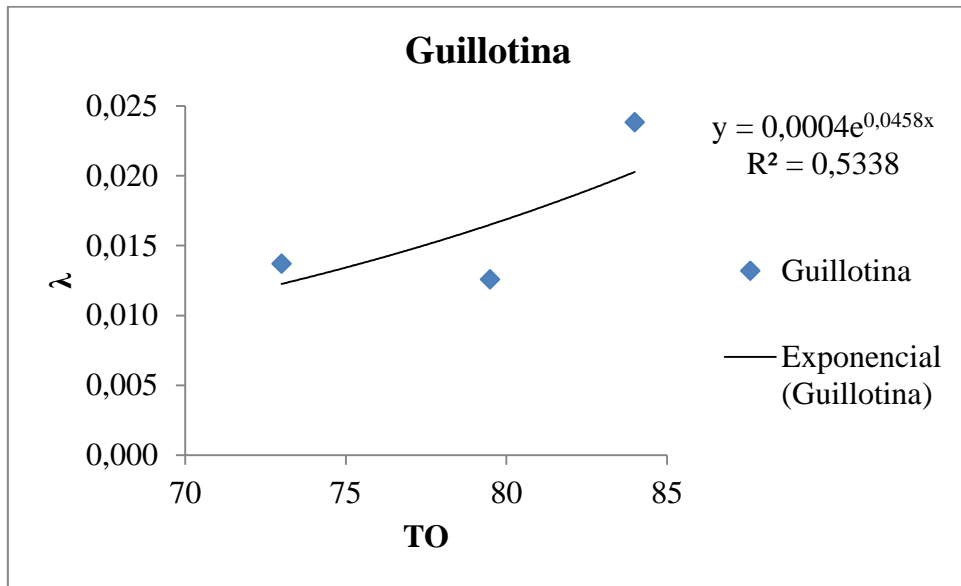


Figura 11: Gráfica de la curva de la bañera de la Guillotina
Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 2 y 3 de la curva de la bañera es decir quiere empezar esta etapa de la curva de la bañera pero su disponibilidad aún es muy alta y la máquina presta las condiciones de servicio adecuadas para cumplir su función dentro de la empresa.

Tabla 27: Estudio estadístico de la Perforadora de Agujas

IMPRESA "MORALES"									
Av. Los Andes y Cayambe									
HOJA DE VIDA									
MÁQUINA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				N° DE SERIE		MODELO	
Perforadora de agujas	IMTO-01	2							
Fecha inicial	Actividad	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
03/01/2017	Primer día laborable								
14/04/2017	Revisión de ajuste de agujas	146	1	146	0,007	1	1	99,32	0,37
10/05/2017	Cambio de agujas	35	1	35	0,029	1	1	97,22	0,37
09/08/2017	lubricación de partes de la máquina	125	1	68	0,015	0,75	1,33	98,91	0,14
17/08/2017	Limpieza total de la máquina	11	0,5						
11/12/2017	Revisión de ajustes de pernos	163,5	0,5	163,5	0,006	0,5	2	99,7	0,37
				Promedio	103,13		0,81	98,79	0,31

Fuente: Autor

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación;
u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

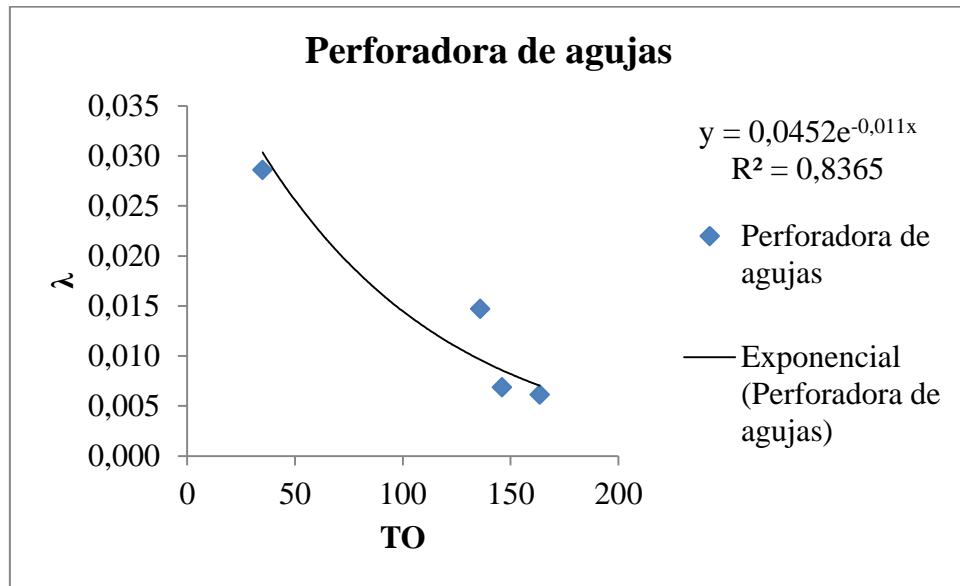


Figura 12: Gráfica de la curva de la bañera de la Perforadora de Agujas
Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en buen funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 1 y 2 de la curva de la bañera determinando así que la máquina está en muy buen estado para cumplir su función dentro de la empresa.

Tabla 28: Estudio estadístico de la Encuadernadora

IMPRESA "MORALES"									
Av. Los Andes y Cayambe									
HOJA DE VIDA									
MÁQUINA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				N° DE SERIE		MODELO	
Encuadernadora	IMTO-02	0,25							
Fecha inicial	Actividad	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	λ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
03/01/2017	Primer día laborable								
23/01/2017	Cambio de Llaves de ajuste para block	3,5	0,5	3,5	0,286	0,5	2	87,5	0,37
09/08/2017	lubricación de partes de la máquina	34	0,5	17,5	0,057	0,5	2,00	97,22	0,14
17/08/2017	Limpieza total de la máquina	1	0,5						
11/12/2017	Revisión de ajustes de pernos	20	0,5	20	0,050	0,5	2	97,56	0,37
				Promedio	13,67		0,50	94,09	0,29

Fuente: Autor

TO=Tiempo de Operación; TR=Tiempo de reparación; MTBF=tiempo medio entre fallos; λ =Tasa de fallos; MTTR=Tiempo medio de reparación;
u=Tasa de reparación; D=Disponibilidad; R(t)=Fiabilidad

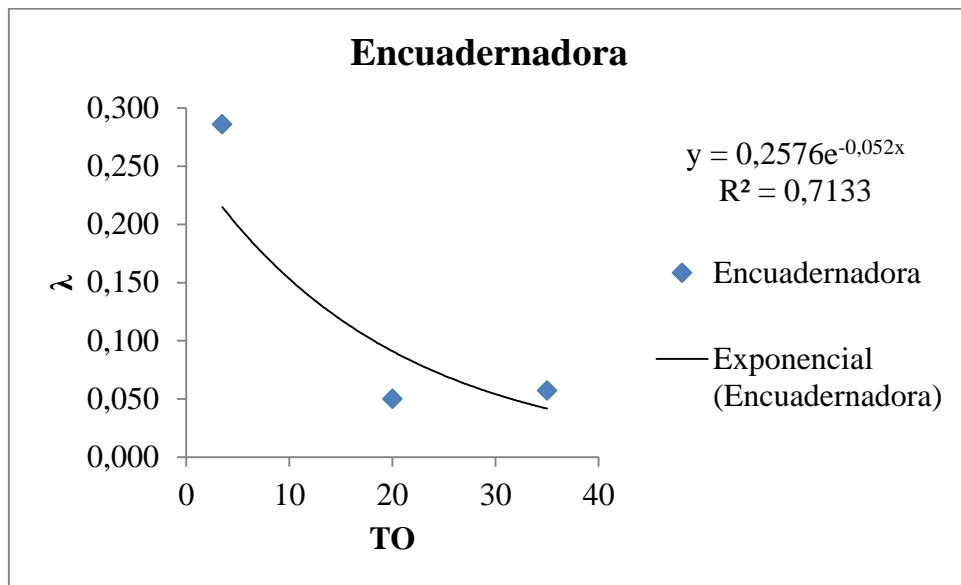


Figura 13: Gráfica de la curva de la bañera de la Encuadernadora
Fuente: Autor

En la gráfica se puede apreciar que hasta la fecha actual el estado de la máquina se encuentra en buen funcionamiento y su respectiva grafica de la curva de la bañera proporciona una semejanza con la etapa 1 y 2 de la curva de la bañera determinando así que la máquina está en muy buen estado para cumplir su función dentro de la empresa.

3.2.6. Análisis de modos y efectos de fallo AMFE de la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”

Mediante el análisis de las causas de fallo y los efectos que se pueden originar en la maquinaria a partir de un fallo este puede llegar a perjudicar el buen funcionamiento y desempeño de la maquinaria durante su operación.

Además, con este método de análisis se podrá determinar un tipo de procedimiento a seguir para evitar el mal funcionamiento de la maquinaria tales como: realizar una limpieza, inspección visual, etc. y encontrar una posible solución como puede ser un reajuste, cambio del elemento, lubricación, etc.

Este estudio permitirá detectar los posibles fallos que podrían ocurrir cuando la maquinaria esté trabajando. En las tablas 30 a la 35 se puede observar el análisis de modo y efecto de fallo (AMFE) de la maquinaria de la empresa que fue detallada anteriormente en el inventario, su desarrollo está realizadas con valoraciones de la NTP 679 según su frecuencia, ocurrencia y grado de detección del fallo, obteniendo el número de prioridad de riesgo (IPR), para determinar los componentes críticos se tomó aquellos componentes cuyo IPR sea mayor que el IPR promedio de cada máquina y marcándolos con un fondo de relleno de color rojo.

Tabla 29: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Impresora Tipográfica

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro						HOJA N° 1	
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018			CÓDIGO: IMIN-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Interruptor principal	Activar y desactivar el flujo de electricidad desde la red principal hasta el interruptor de la máquina	Pérdida de rigidez del switch	Cumplió su vida útil o manipulación forzada	Calentamiento del cable en la entrada y salida del Interruptor	2	2	2	8	No forzar la manipulación del switch y si está dando problemas de calentamiento en los cables se debe cambiar el interruptor
2	Interruptor de la máquina	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la máquina	El switch presenta fallos durante la operación de la máquina	Aplicación excesiva de fuerza sobre el botón de accionamiento	Pérdida de tiempo por paradas innecesarias	2	2	2	8	Cambiar de interruptor y no forzarlo durante su operación
3	Cable	Transportar los electrones hasta un aparato consumidor de energía eléctrica	Muestra desgaste y deterioro en su recubrimiento	Fue pisado o tensionado	Deficiente conducción de electrones o calentamiento excesivo	3	1	2	6	Se recomienda no pisarlo o exponerlo a esfuerzos

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 1			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
4	Motor Eléctrico	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional	Pérdida de velocidad de impresión	Interior sucio o escobillas desgastadas	Velocidad de operación de la máquina disminuye repentinamente	1	3	2	6	Realizar limpieza y lubricación de rodamientos cada año para reducir la acumulación de polvos.
5	Banda	Transmitir el movimiento rotacional producido por el motor eléctrico hacia el volante de la máquina	Desgaste en su exterior	Cumplió su vida útil	La máquina pierde velocidad y la banda patina en el volante de la máquina	1	4	2	8	Cambiar la banda cuando muestre deterioro visual o este haya cumplido su vida útil de trabajo
6	Brazo de embrague	Permitir el paso del movimiento de la máquina para realizar el proceso de impresión de los documentos	El brazo muestra rigidez muy leve al operar	Golpes del brazo al momento de manipular y el resorte perdió su rigidez	El brazo se suelta automáticamente y detiene la impresión	2	2	2	8	Operar cuidadosamente el brazo sin jalarlo de forma brusca o darle golpes

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 1			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
7	Palanca Salva papel de impresión	Activar o desactivar la impresión de la plancha en el papel	La palanca se suelta automáticamente durante la impresión	Manipulación brusca por parte del operador	Problemas al desactivar impresión	2	2	1	4	El operador debe manipular la palanca sin forzarla
8	Cama de impresión	Aprisionar el papel contra la plancha entintada para realizar la impresión	Impresión de baja calidad	Aplicación excesiva de presión de la máquina en la impresión	Impresión de mala calidad	3	4	2	24	Cambiar la cama cuando está sucia o deteriorada por el exceso de presión
9	Plancha de impresión	Contener el diseño de lo que se va a imprimir en el papel	Desgaste en la plancha de impresión	Operación brusca o cumplió su vida útil de trabajo	Problemas en la impresión y es de muy bajo contraste	2	2	1	4	Se recomienda no golpearla
10	Batería de Tinta	Almacenar y regular la cantidad de tinta de impresión que se transportará por los rodillos móviles y fijos	Existencia de tinta insuficiente sobre los rodillos	Desgaste del rodillo de la batería debido a su uso	La plancha de impresión carece de tinta	2	2	2	8	Cambiar el rodillo distribuidor de tinta cuando este presente desgaste exterior

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 1			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
11	Rodillos fijos	Transportar la tinta de impresión desde la batería de tinta hasta los rodillos móviles	Desgaste en su exterior y existencia de bajo transporte de tinta	Cumplió su vida útil de trabajo	Mínimo transporte de tinta	3	2	2	12	Cambiar el rodillo cuando este presente desgaste exterior
12	Rodillos móviles	Entintar la plancha de impresión y hacer que la numeradora avance cuando se realiza también la numeración de los documentos impresos	Desgaste en su exterior y existe bajo suministro de tinta a la plancha de impresión	Cumplió su vida útil de trabajo	Plancha de impresión se queda sin tinta	4	5	2	40	Cambiar el rodillo cuando este presente desgaste exterior
13	Pinza de arrastre de papel	Transportar el papel para la impresión desde la bandeja de entrada hasta la de salida	Suelta el papel durante el transporte	Resortes desgastados o falta de ajuste en los tornillos	problemas para imprimir desperdicio de papel innecesario	2	2	2	8	Revisar mensualmente el ajuste de los tornillos de la pinza
14	Bandeja de entrada	Almacenar y elevar el papel en la máquina para su impresión	Bandeja se queda estática y no eleva el papel	Perno regulador flojo debido a vibraciones	Inexistencia de papel en la flauta atrapa papel	1	1	1	1	Revisar mensualmente el ajuste del perno regulador

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 1			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
15	Bandeja de salida	Almacenar en la máquina el papel impreso	La bandeja se suelta por el peso del papel impreso	Perno regulador flojo debido a vibraciones	El papel se cae al suelo y puede ensuciarse	1	1	1	1	Revisar el ajuste del perno regulador antes de comenzar a utilizar la máquina
16	Rodamientos	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento	Eje con demasiada holgura y sonido fuerte de fricción cuando gira	Rodamiento sin lubricación o desgastado	Problemas al trabajar debido a mucho ruido o imprecisión en la impresión	2	3	3	18	Lubricar los rodamientos y si están desgastados cambiarlos
17	Perilla de velocidad	Variar la velocidad de impresión de la máquina	Perilla dura para manipularla	Existencia de suciedad en su alrededor	Esfuerzo innecesario del operador para manipular la regulación de la velocidad	1	1	1	1	Realizar limpieza total cada año para reducir la acumulación de polvos.
18	Bomba de aire	Producir la presión de aire	Pérdida de presión de aire al momento de atrapar el papel	Filtro sucio o dañado	Problemas para atrapar el papel en la Flauta atrapa papel	2	2	2	8	Realizar limpieza del filtro máximo cada año para reducir la acumulación de polvos.

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 1			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
19	Cañerías de aire	Transportar el aire desde la bomba hasta la flauta	Fuga de aire por otros lugares	Cañería rota debido al uso	Pérdida de presión en los agujeros de la Flauta atrapa papel	2	2	1	4	Realizar la limpieza cada año y cambiar las cañerías si están deterioradas
20	Flauta atrapa papel	Llevar el papel desde la bandeja de entrada hasta la pinza	Problemas para atrapar el papel	Existencia de suciedad y polvo en el interior de la Flauta	El papel se cae y no llega a la Pinza	2	2	2	8	Realizar la limpieza con aire a presión cada año
21	Perillas de aire	Regular la presión de succión y soplado de aire	Perillas atascadas o rotas	Existencia de suciedad y polvo o manipulación forzada en la operación	Problemas para regular la presión de aire	2	2	1	4	Realizar la limpieza cada año y no forzar su operación
						IPR PROMEDIO			9	

Fuente: Autor

Tabla 30: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Impresora Offset

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Interruptor principal	Activar y desactivar el flujo de electricidad desde la red principal hasta los interruptores de la máquina	Rigidez del switch se vuelve suave	Cumplió su vida útil o manipulación forzada	Calentamiento del cable en la entrada y salida del Interruptor	1	2	2	4	No forzar la manipulación del switch y si está dando problemas de calentamiento en los cables se debe cambiar el interruptor
2	Interruptor del motor de impresión	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la máquina	el switch se suelta durante la operación de la máquina	Aplicación excesiva de fuerza sobre el botón de accionamiento	Pérdida de tiempo de operación por paradas innecesarias	3	1	2	6	Cambiar de interruptor y no forzarlo durante su operación
3	Interruptor del motor de la bomba de aire	Activar y desactivar el flujo de electricidad hacia el motor eléctrico de la bomba de aire	el switch se suelta durante o está muy deteriorado	Aplicación excesiva de fuerza sobre el botón de accionamiento y acumulación de suciedad	Pérdida de tiempo de operación por paradas innecesarias	3	1	2	6	Cambiar de interruptor y no forzarlo durante su operación y realizar la limpieza cuando está sucio

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
4	Cable	Transportar los electrones hasta un aparato consumidor de energía eléctrica	Muestra desgaste y deterioro en su recubrimiento	Fue pisado o tensionado	Deficiente conducción de electrones o se calienta mucho	3	1	2	6	Se recomienda no pisarlo o exponerlo a esfuerzos
5	Motor eléctrico de impresión	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional	Pérdida de velocidad de impresión	Interior sucio o escobillas desgastadas	Velocidad de operación de la máquina disminuye repentinamente	1	3	2	6	Realizar limpieza y lubricación de rodamientos cada año para reducir la acumulación de polvos.
6	Motor eléctrico de la bomba	Transformar la energía eléctrica en energía mecánica rotacional para la bomba de aire	Pérdida de velocidad en el eje de la bomba	Interior sucio o escobillas desgastadas	Velocidad de operación disminuye repentinamente y no provee de suficiente presión de aire	1	3	2	6	Realizar limpieza y lubricación de rodamientos cada año para reducir la acumulación de polvos.

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
7	Banda	Transmitir el movimiento rotacional producido por el motor eléctrico	Desgaste en su exterior	Cumplió su vida útil	La máquina pierde velocidad y genera ruido al girar el motor	1	2	2	4	Cambiar la banda cuando muestre deterioro visual o este haya cumplido su vida útil de trabajo
8	Palanca de Impresión	Activar o desactivar la impresión de la placa poliéster en el papel	Impresión de baja calidad o la placa de poliéster no se entinte	Perno de ajuste de presión flojo debido a vibraciones	se obtiene impresión no deseada y de baja calidad	1	1	1	1	Antes de empezar a trabajar revisar que el perno de presión esté ajustado
9	Palanca de mojado	Activar o desactivar el rodillo de mojado o limpieza	El cilindro que sujeta a la placa de poliéster se ensucia con tinta a pesar de que existe agua en su rodillo	La tela que recubre al rodillo desgastada	Impresión con fondos no deseados	3	2	1	6	Revisar que exista presión entre el cilindro que sujeta a la placa de poliéster y el rodillo de mojado con una hoja de papel y cambiar la tela del rodillo si ésta muy lisa

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
10	Bandeja de entrada	Almacenar el papel en la máquina para su impresión	La bandeja se queda estática y no eleva el papel cuando la impresión empieza	Perno regulador flojo debido a vibraciones	Inexistencia de papel en la pinza eleva papel	1	1	1	1	Hacer pruebas solo haciendo pasar el papel sin activar la impresión y verificar el ajuste del perno regulador
11	Pinzas eleva papel	Elevar el papel para la impresión desde la bandeja de entrada hasta los rodillos de arrastre de papel	Suelta el papel antes de llegar a los rodillos arrastra papel	Regular la presión de succión de aire	problemas para elevar el papel	2	2	1	4	Revisar que no exista taponamiento en las entradas de cada pinza
12	Rodillos de arrastre de papel	Transportar el papel desde las pinzas eleva papel hasta el cilindro transporta papel de impresión	el papel se atasca o se queda en el inicio y no avanza el papel	Separación entre rodillos muy ajustada o muy separada	Daño del papel para la impresión	2	1	2	4	Regular la separación entre rodillos con el papel que se va a trabajar
13	Barra de Sincronización	Sincronizar el papel proveniente de los rodillos de arrastre de papel con el cilindro transporta papel de impresión	El papel se comprime y se arruga	Los topes flojos debido a vibraciones	Daño del papel para la impresión	1	1	2	2	Ajustar los topes según el ancho de papel a utilizar

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
14	Cilindro transporta papel	Sujetar el papel proveniente de la bandeja de entrada y llevarlo para la impresión	Suelta el papel durante el giro o el cilindro atrapa al papel en otro lugar y no donde corresponde	Mordazas del cilindro flojas o máquina fuera de tiempo si atrapa el papel en otro lugar	Dstrucción del papel de impresión	2	3	1	6	Revisar el ajuste de las mordazas y también la perilla de control de tiempo si la máquina atrapa el papel en otro lugar regular la distancia que está desincronizada
15	Cilindro de impresión	Aprisionar el papel contra la placa entintada para realizar la impresión	El papel se pega en el cilindro y la impresión es muy débil	Desgaste en su exterior o está con grasa o muy sucia	destrucción del papel o la impresión no se pega en el papel	3	4	2	24	Cambiar la pelpa de impresión si ésta tiene rasgaduras o imperfecciones y si la tinta no se pega en el papel limpiar su exterior con Tiñer para quitar la suciedad y la grasa

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
16	Cilindro porta placa de impresión	Sujetar la placa de poliéster para la impresión	Suelta la placa de impresión al girar	Ajuste de la placa de poliéster muy leve	Destrucción de la placa de poliéster	2	1	1	2	Regular el ajuste de la placa de poliéster con la perilla que se encuentra dentro del cilindro y si la placa es muy pequeña aplicar pegamento en barra en la superficie del cilindro y sobre la placa de poliéster
17	Batería de Tinta	Almacenar y regular la cantidad de tinta de impresión que se transportará por los rodillos fijos	Existencia de tinta insuficiente sobre el rodillo	desgaste del rodillo de la batería debido a su uso	Los rodillos fijos carecen de tinta	2	2	1	4	Cambiar el rodillo dañado superficialmente cuando este presente desgaste exterior
18	Rodillos fijos	Transportar la tinta de impresión desde la batería de tinta hasta la placa de poliéster para su posterior impresión en el papel	Existencia de tinta insuficiente sobre los rodillos	desgaste de algún rodillo debido a su uso	La plancha de impresión carece de tinta	3	2	4	24	Cambiar el rodillo destruido superficialmente cuando este no contenga la tinta en su exterior

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
19	Rodillos de mojado	Limpia el exceso de tinta de la placa de poliéster y del cilindro sujetador de la placa	Desgaste en su exterior y existencia de baja limpieza de tinta en la placa de poliéster y el cilindro que sujeta a la placa	Tela de los rodillos muy lisa	Baja limpieza de tinta e impresión con sombras o fondos	4	3	3	36	Cambiar la tela del rodillo cuando este presente desgaste
20	Cadena	Transportar las pinzas lleva papel hasta la bandeja de salida	Demasiada vibración en las pinzas	Cadena floja o desgastada	Las mordazas de la pinza se aflojen	1	1	3	3	Verificar el ajuste de la cadena en el perno de tensión y si está desgastada cambiar de cadena
21	Pinza de descarga	Transportar el papel impreso desde el cilindro lleva papel hasta la bandeja de salida	Suelta el papel durante el transporte	Resortes desgastados o falta de ajuste en los tornillos	problemas para imprimir desperdicio de papel innecesario	2	1	2	4	Revisar mensualmente el ajuste de los tornillos de la pinza
22	Bandeja de salida	Almacenar en la máquina el papel impreso	El papel impreso se cae al suelo	Bandeja no regulada al tamaño del papel impreso	El papel impreso se mancha debido a la tinta húmeda	1	1	1	1	Revisar que los separadores de la bandeja estén regulados de acuerdo al tamaño del papel impreso

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
23	Rodamientos	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento	Eje con demasiada holgura y sonido fuerte de fricción cuando gira	Rodamiento sin lubricación o desgastado	Problemas al trabajar debido a mucho ruido o imprecisión en la impresión	2	2	3	12	Lubricar los rodamientos y si están desgastados cambiarlos
24	Perilla de velocidad	Variar la velocidad de impresión de la máquina	Perilla dura para manipularla	Existencia de suciedad en su alrededor	Esfuerzo innecesario del operador para manipular la regulación de la velocidad	1	1	1	1	Realizar limpieza total cada año para reducir la acumulación de polvos.
25	Bomba de aire	Producir la presión de aire	Pérdida de presión de aire al momento de atrapar el papel	Filtro sucio o dañado	Presión insuficiente de aire para elevar el papel	1	2	2	4	Realizar limpieza del filtro máximo cada año para reducir la acumulación de polvos.
26	Cañerías de aire	Transportar el aire desde la bomba hasta las pinzas eleva papel	Fuga de aire por otros lugares	Cañería rota debido al uso	Pérdida de presión en los agujeros de la pinza eleva papel	2	1	1	2	Realizar la limpieza cada año y cambiar las cañerías si están deterioradas

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 2			
MÁQUINA/EQUIPO: Impresora Offset				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-02				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
27	Boquilla de soplado	Soplar aire a presión proveniente de la bomba para elevar el papel	Inexistencia de aire en los alrededores de la bandeja de entrada	Existencia de suciedad y polvo en el interior de la boquilla	El papel no se eleva y no llega a la Pinza	2	2	1	4	Realizar la limpieza con aire a presión cada año
28	Perillas de aire	Regular la presión de succión y soplado de aire	Perillas atascadas o rotas	Existencia de suciedad y polvo o manipulación forzada en la operación	Problemas para regular la presión de aire	1	2	1	2	Realizar la limpieza cada año y no forzar su operación
IPR PROMEDIO								6,607		

Fuente: Autor

Tabla 31: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Prensa Tipográfica

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión				REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro					HOJA N° 3	
MÁQUINA/EQUIPO: Prensa Tipográfica					FECHA: 25/03/2018			CÓDIGO: IMIN-03		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Plato tintero	Contener la tinta de impresión	La tinta no se pega	Existencia de grasa, polvo o suciedad	Dstrucción de la tinta de impresión	3	1	2	6	Limpiar el Plato tintero antes de empezar a usar la máquina
2	Gira plato	Hacer girar el plato tintero mientras avanza la impresión	Plato tintero no gira	Gira plato atascado por suciedad o grasa	Rodillos móviles con insuficiente tinta	3	1	2	6	Revisar que no exista suciedad o alguna obstrucción en el gira plato
3	Rodillos móviles	Entintar la plancha de impresión transportando la tinta desde el plato tintero y hacer que la numeradora avance cuando se realiza también la numeración de los documentos impresos	Desgaste en su exterior y existe bajo suministro de tinta a la plancha de impresión	Cumplió su vida útil de trabajo	Plancha de impresión se queda sin tinta	4	5	2	40	Cambiar el rodillo cuando este presente desgaste exterior
4	Cama de impresión	Sujetar el papel para la impresión	Impresión de baja calidad	Cama de impresión sucia	Deficiente calidad de impresión	3	1	2	6	Se recomienda limpiar la cama de impresión o cambiarla si está rota

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión				REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro					HOJA N° 3	
MÁQUINA/EQUIPO: Prensa Tipográfica					FECHA: 25/03/2018			CÓDIGO: IMIN-03		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
5	Plancha de impresión	Contener el diseño de lo que se va a imprimir en el papel	Desgaste en la plancha de impresión	Operación brusca o cumplió su vida útil de trabajo	Problemas en la impresión y es de muy bajo contraste	2	2	1	4	Se recomienda no golpearla
6	Sujetador de plancha	Sujetar la plancha de impresión para que no se mueva durante la impresión	La plancha de impresión se suelta durante el uso de la máquina	Resorte desgastado	Dstrucción de la cama de impresión	1	3	2	6	Realizar limpieza y lubricación de rodamientos cada año para reducir la acumulación de polvos.
7	Perillas reguladoras de presión	Subir o bajar la presión de impresión en la hoja	Impresión muy Irregular	Perillas flojas	Impresión de baja calidad	1	2	2	4	Ajustar en donde la impresión esté con baja calidad
8	Brazo de impresión	Producir el movimiento de la máquina para realizar la impresión de los documentos aprisionando la cama de impresión contra la plancha de impresión	Demasiada resistencia para bajar y subir el Brazo de Impresión	Exceso de suciedad y falta de lubricación	Esfuerzo excesivo en el operador de la máquina	1	1	1	1	Limpiar y lubricar si presenta necesidad de hacer exceso de esfuerzo

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de impresión				REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 3		
MÁQUINA/EQUIPO: Prensa Tipográfica					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMIN-03			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
9	Rodamientos	Permitir la rotación del eje de los rodillos con precisión y con un mínimo rozamiento	Eje con demasiada holgura y sonido fuerte de fricción cuando gira	Rodamiento sin lubricación o desgastado	Problemas al trabajar debido a mucho ruido o imprecisión en la impresión	2	2	3	12	Lubricar los rodamientos y si están desgastados cambiarlos
						IPR PROMEDIO			9,444	

Fuente: Autor

Tabla 32: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Guillotina

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Corte			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 4			
MÁQUINA/EQUIPO: Guillotina					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMCE-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Volante	Subir o bajar la barra apisonadora	Volante se vuelve duro al girar	Existencia polvo o suciedad y falta de lubricación	Aplicación de esfuerzo innecesario por el operador	3	1	2	6	Revisar que no exista suciedad o alguna obstrucción
2	Barra Apisonadora	Apisonar el papel contra la mesa para que no se mueva durante el corte	Barra se mueve durante el corte	Pernos de sujeción flojos	Dstrucción del material para impresión	1	1	2	2	Revisar que los pernos de sujeción estén ajustados
3	Barra de espacio	Alejar o acercar el papel antes de realizar el apisonamiento para el corte	Barra de sujeción se mueve o se suelta durante su operación	Pernos de sujeción flojos	Problemas para posicionar el papel para el corte	1	1	2	2	Revisar que los pernos de sujeción estén ajustados
4	Perilla de espacio	Hacer girar el tornillo para mover a la barra de espacio	Perilla se vuelve duro al girar o se bloquea	Existencia polvo o suciedad y falta de lubricación	Aplicación de esfuerzo innecesario por el operador	1	1	2	2	Revisar que no exista suciedad o alguna obstrucción y realizar la lubricación respectiva

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Corte			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro					HOJA N° 4		
MÁQUINA/EQUIPO: Guillotina				FECHA: 25/03/2018			CÓDIGO: IMCE-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
5	Tornillo sin fin	Mover la barra de espacio	Tornillo sin fin sin movimiento	Perno de acople con la perilla de espacio floja	Pérdida de tiempo de producción	2	2	1	4	Se recomienda revisar el ajuste del perno de acople
6	Cuchilla	Cortar el papel según el tamaño que se desee para la impresión	Necesidad de aplicar mayor fuerza en la palanca de corte	Filo de cuchilla desgastada	Esfuerzo para cortar el papel	3	4	3	36	Realizar el cambio de cuchilla o llevarla a sacar filo cada seis meses
7	Palanca de corte	Subir o bajar la cuchilla para realizar el proceso de corte	Existencia de mucho juego	Pernos flojos o bocines desgastados	Problemas en la operación	2	1	2	4	Ajustar pernos de sujeción
8	Mesa	Mantener el papel para el proceso de corte	Inestabilidad en los soportes de la mesa	Piso muy irregular o apoyos desgastados	Demasiado error en el corte por movimientos innecesarios	1	1	1	1	Verificar que la mesa esté fija
					IPR PROMEDIO	7,125				

Fuente: Autor

Tabla 33: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Perforadora de Agujas

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Terminado			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 5			
MÁQUINA/EQUIPO: Perforadora de Agujas				FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMTO-01				
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Barra de espacio	Alejar o acercar el papel antes de realizar el proceso de perforado	Barra de sujeción se mueve o se suelta durante su operación	Perillas de sujeción flojas	Problemas para posicionar el papel para el corte	1	1	2	2	Revisar que las perillas de sujeción estén ajustados
2	Soporte para agujas	Sujetar las agujas de perforación	Agujas se caen	Tornillos de sujeción flojos	Perforación con muchas irregularidades	2	1	2	4	Revisar que los tornillos de sujeción estén ajustados
3	Agujas	Cortar el papel	Papel perforaciones con sin realizar	Agujas rotas o inexistentes	Perforación incompleta	3	2	2	12	Revisar que las agujas estén completas y en buen estado
4	Palanca de perforación	Subir o bajar las agujas para realizar el proceso de perforado	Existencia de mucho juego o endurecida al usar	Perno de sujeción flojo o bocín desgastado	Problemas en la operación	1	1	2	2	Ajustar perno de sujeción y lubricar el bocín
5	Resorte de retorno	Ayudar a que la palanca de perforación regrese a su posición inicial	Palanca se atasca y no retorna totalmente a su posición inicial	Resorte desgastado	Obstrucción con las agujas la entrada de papel	2	2	1	4	Cambiar resorte desgastado

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Terminado			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro					HOJA N° 5		
MÁQUINA/EQUIPO: Perforadora de Agujas				FECHA: 25/03/2018			CÓDIGO: IMTO-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
6	Mesa	Mantener el papel para el proceso de perforado	Inestabilidad en los soportes de la mesa	Piso muy irregular o apoyos flojos	Error en el corte por movimientos innecesarios	1	1	1	1	Verificar que la mesa esté fija y que los apoyos estén ajustados
IPR PROMEDIO						4,167				

Fuente: Autor

Tabla 34: Análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de la Encuadernadora

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Diseño			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 6			
MÁQUINA/EQUIPO: Encuadernadora					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMTO-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
1	Llaves de ajuste para block	Realizar el ajuste y posicionamiento de la barra Aprisionadora	Perilla dura para manipularla	Existencia de suciedad en su alrededor	Esfuerzo innecesario del operador para manipular el giro de la perilla	2	1	3	6	Realizar limpieza total cada año para reducir la acumulación de suciedad
2	Barra Aprisionadora	Aprisionar el papel contra la mesa	La barra no ejerce presión sobre el papel	Rosca de las perillas aislada o existencia de suciedad en la rosca de las perillas	Las hojas para encuadernado se mueven de la mesa	1	1	2	2	Se recomienda no manipular las perillas de forma brusca y mantenerlas libre de suciedad y lubricadas
3	Espaldar de enblocadora	Realizar el apoyo para encuadernar o enblocar los documentos	Espaldar roto o presenta dificultad para girarlo	Fue sometido a golpes o existe escasez de limpieza y lubricación	Esfuerzo innecesario del operador para mover el espaldar de enblocadora	1	1	2	2	No golpear su superficie y realizar su limpieza y lubricación

MATRIZ AMFE										
SECCIÓN: Área de Diseño			REALIZADO POR: Autor REVISADO POR: Ing. Mg. Christian Castro				HOJA N° 6			
MÁQUINA/EQUIPO: Encuadernadora					FECHA: 25/03/2018		CÓDIGO: IMTO-02			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
						F	G	D	IPR	
4	Ejes de enblocadora	Permitir el movimiento del espaldar de la enblocadora	dificultad para mover el espaldar	Existencia de óxido y suciedad en el alrededor del bocín	Esfuerzo innecesario para mover el espaldar de enblocadora	2	1	1	2	Realizar limpieza y lubricación de los bocines
5	Gancho	Sujetar el espaldar de enblocadora para impedir su movimiento	Giro del gancho bloqueado o presenta resistencia para manipularlo	Existencia de óxido y suciedad en el alrededor del bocín	Esfuerzo innecesario para mover el gancho	1	1	1	1	Realizar limpieza y lubricación del bocín
6	Mesa	Mantener el papel para el proceso de encuadernado durante la aplicación de la presión	Inestabilidad en los soportes de la mesa	Piso muy irregular o apoyos flojos	Error en el corte por movimientos innecesarios	1	1	1	1	Verificar que la mesa esté fija y que los apoyos estén ajustados
7	Estructura	Soportar todos los elementos de la placa caliente de alambre espiral	Inestabilidad en los soportes	Piso muy irregular	Riesgo de quemadura en el operador	1	1	1	1	Ubicar en un lugar fijo sin imperfecciones en la superficie
IPR PROMEDIO									2,143	

Fuente: Autor

3.2.7. Análisis de criticidad, matriz de criticidad de la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”

En el análisis de criticidad se incluye criterios de ponderación como la frecuencia de la falla, la consecuencia, flexibilidad, tiempo operacional, su costo de reparación e impacto en la satisfacción del cliente, en lo ambiental y en la seguridad personal para lo cual se procedió a tomar los valores de la siguiente tabla para analizar los valores de criticidad de cada elemento de cada máquina analizada.

Tabla 35: Puntuación de factores de trabajo para determinación de valores de criticidad de los elementos de máquinas

Análisis de criticidad de los fallos y su riesgo	
VALORACIONES	
FRECUENCIA DE FALLAS	Valor
Parámetro mayor a 4 fallas/año	4
Promedio 2 – 4 fallas/año	3
Buena 1 – 2 fallas/año	2
Excelente menores de 1 falla/año	1
IMPACTO OPERACIONAL	Valor
Parada inmediata total	10
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos	6
Impacta en niveles de producción o calidad	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	Valor
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	Valor
Mayor o igual a 1200USD	2
Inferior a 1200 USD	1
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	Valor
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1

Fuente: [12]

Según el principio de Pareto adaptado a la gestión de calidad por Joseph M. Juran (1904-2008). Aproximadamente el 80% de las variaciones que se dan en un proceso, están originadas por el 20% de las causas de variación presentes en dicho proceso [25]. Por lo tanto si resolvemos el 20% de las causas de variación, podremos eliminar el 80% de la variación existente en el proceso.

Por lo tanto tomando como referencia el principio de Pareto para determinar si el elemento es crítico, semi-crítico y no crítico en la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”, se categorizó con el valor de 20% de variación al valor de criticidad promedio calculado para cada máquina. Y para identificar visualmente se los diferencia con un fondo diferente mostrado a continuación con un resumen de cómo esta categorizado que elementos son Crítico, Semi-crítico y no crítico.

- Son denominados elementos críticos aquellos que tengan su valor de criticidad igual o mayor al valor de criticidad calculado por la fórmula

$$\text{Crítico} = \text{Criticidad promedio} * 20\% + \text{Criticidad promedio}$$

- Son denominados elementos semi-críticos aquellos que tengan su valor de criticidad igual o mayor al valor de criticidad calculado por la fórmula

$$\text{Semi-crítico} = \text{Criticidad promedio} - \text{Criticidad promedio} * 20\%$$

- Son denominados elementos no críticos aquellos que tengan su valor de criticidad menor al valor de criticidad calculado por la fórmula

$$\text{No crítico} = \text{Criticidad promedio} - \text{Criticidad promedio} * 20\%$$

Tabla 36: Cálculo de Criticidad de la Impresora Tipográfica

MATRIZ DE CRITICIDAD								
Responsable del proceso: Carlos Morales				Máquina: Impresora Tipográfica				
Elaborado por: Carlos Morales				Fecha de elaboración: 26/04/2018				
Revisado por: Ing. Christian Castro				Fecha de Revisión:				
Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costos de mantenimiento	Impacto SAH	Frecuencia de falla	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización
Interruptor principal	10	1	1	2	1	13	13	CRÍTICO
Interruptor de la máquina	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Cable	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Motor Eléctrico	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Banda	6	1	1	4	1	11	11	CRÍTICO
Brazo de embrague	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
Palanca Salva papel de impresión	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
Cama de impresión	6	1	1	1	2	8	16	CRÍTICO
Plancha de impresión	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
Batería de Tinta	4	1	1	3	2	8	16	CRÍTICO
Rodillos fijos	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Rodillos móviles	6	1	1	4	2	11	22	CRÍTICO
Pinza de arrastre de papel	1	1	1	2	1	4	4	NO CRÍTICO
Bandeja de entrada	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
Bandeja de salida	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
Rodamientos	4	1	1	4	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Perilla de velocidad	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
Bomba de aire	4	2	1	1	2	10	20	CRÍTICO
Cañerías de aire	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
Flauta atrapa papel	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO

MATRIZ DE CRITICIDAD									
Responsable del proceso: Carlos Morales					Máquina: Impresora Tipográfica				
Elaborado por: Carlos Morales					Fecha de elaboración: 26/04/2018				
Revisado por: Ing. Christian Castro					Fecha de Revisión:				
Componentes	Impacto operacional	Flexibilidad	Costos de mantenimiento	Impacto SAH	Frecuencia de falla	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización	
Perillas de aire	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO	
							Promedio	8,52	
							igual o mayor a	10	CRÍTICO
							igual o mayor a	7	SEMI-CRÍTICO
							igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

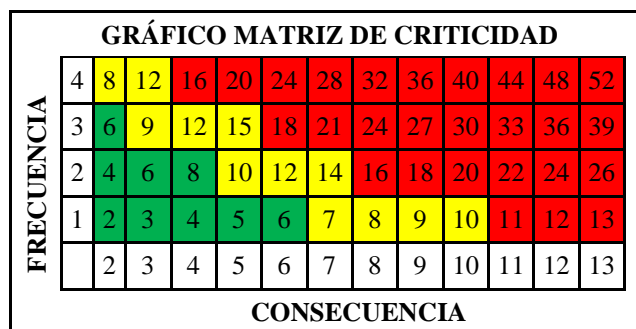


Figura 14: Matriz de Criticidad de la Impresora Tipográfica
Fuente: Autor

Tabla 37: Cálculo de Criticidad de la Impresora Offset

MATRIZ DE CRITICIDAD								
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Impresora Offset			
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018			
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:				
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización
Interruptor principal	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Interruptor del motor de	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Interruptor del motor de la	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Cable	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Motor eléctrico de impresión	6	2	1	2	1	15	15	CRÍTICO
Motor eléctrico de la bomba	6	2	1	1	1	14	14	CRÍTICO
Banda	2	1	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO
Palanca de Impresión	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Palanca de mojado	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Bandeja de entrada	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
Pinzas eleva papel	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Rodillos de arrastre de papel	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Barra de Sincronización	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Cilindro transporta papel	4	1	1	4	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Cilindro de impresión	4	2	1	4	2	13	26	CRÍTICO
Cilindro porta placa de	2	1	1	4	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Batería de Tinta	2	2	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO
Rodillos fijos	4	2	1	4	2	13	26	CRÍTICO
Rodillos de mojado	4	1	1	4	2	9	18	CRÍTICO
Cadena	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
Pinza de descarga	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
Bandeja de salida	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
Rodamientos	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO

MATRIZ DE CRITICIDAD									
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Impresora Offset				
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018				
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:					
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización	
Perilla de velocidad	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO	
Bomba de aire	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO	
Cañerías de aire	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO	
Boquilla de soplado	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Perillas de aire	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
							Promedio	8,50	
							igual o mayor a	10	CRÍTICO
							igual o mayor a	7	SEMI-CRÍTICO
							igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

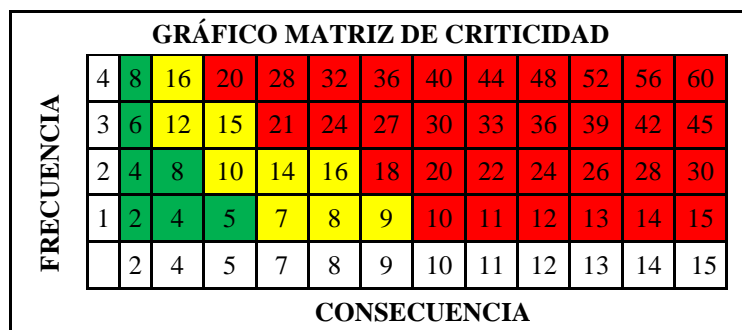


Figura 15: Matriz de Criticidad de la Impresora Offset
Fuente: Autor

Tabla 38: Cálculo de Criticidad de la Prensa Tipográfica

MATRIZ DE CRITICIDAD									
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Prensa Tipográfica				
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018				
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:					
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización	
Plato tintero	4	2	1	2	1	11	11	CRÍTICO	
Gira plato	2	1	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO	
Rodillos móviles	6	1	1	4	2	11	22	CRÍTICO	
Cama de impresión	4	1	1	2	2	7	14	CRÍTICO	
Plancha de impresión	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Sujetador de plancha	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Perillas reguladoras de	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Brazo de impresión	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Rodamientos	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO	
							Promedio	8,22	
							igual o mayor a	10	CRÍTICO
							igual o mayor a	7	SEMI-CRÍTICO
							igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

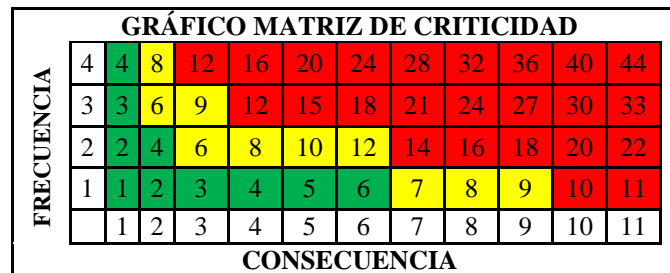


Figura 16: Matriz de Criticidad de la Prensa Tipográfica
Fuente: Autor

Tabla 39: Cálculo de Criticidad de la Guillotina

MATRIZ DE CRITICIDAD									
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Guillotina				
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018				
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:					
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización	
Volante	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO	
Barra Apisonadora	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO	
Barra de espacio	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO	
Perilla de espacio	2	1	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO	
Tornillo sin fin	1	1	1	2	1	4	4	NO CRÍTICO	
Cuchilla	10	1	1	4	2	15	30	CRÍTICO	
Palanca de corte	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO	
Mesa	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO	
							Promedio	8,38	
							igual o mayor a	10	CRÍTICO
							igual o mayor a	7	SEMI-CRÍTICO
							igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

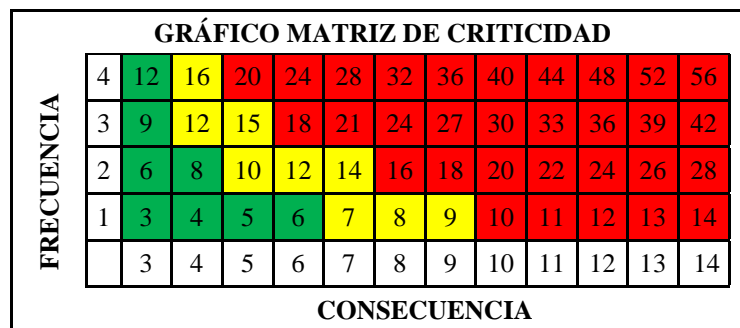


Figura 17: Matriz de Criticidad de la Guillotina

Fuente: Autor

Tabla 40: Cálculo de Criticidad de la Perforadora de Agujas

MATRIZ DE CRITICIDAD								
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Perforadora de Agujas			
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018			
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:				
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización
Barra de espacio	4	1	1	2	1	7	7	NO CRÍTICO
Soporte para agujas	2	1	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO
Agujas	10	1	1	4	2	15	30	CRÍTICO
Palanca de perforación	6	1	1	2	1	9	9	SEMI-CRÍTICO
Resorte de retorno	4	2	1	2	1	11	11	SEMI-CRÍTICO
Mesa	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
						Promedio	10,83	
						igual o mayor a	13	CRÍTICO
						igual o mayor a	9	SEMI-CRÍTICO
						igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

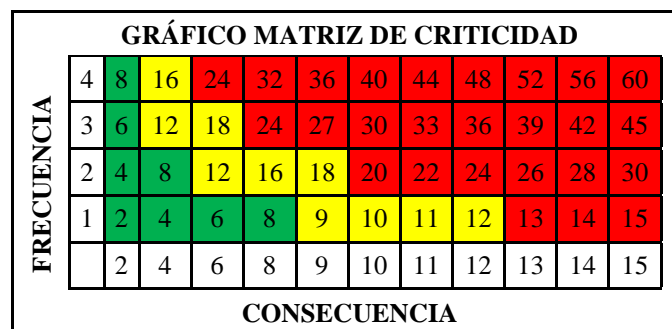


Figura 18: Matriz de Criticidad de la Perforadora de Agujas

Fuente: Autor

Tabla 41: Cálculo de Criticidad de la Encuadernadora

MATRIZ DE CRITICIDAD									
Responsable del proceso:	Carlos Morales			Máquina:	Encuadernadora				
Elaborado por:	Carlos Morales			Fecha de elaboración:	26/04/2018				
Revisado por:	Ing. Christian Castro			Fecha de Revisión:					
Componentes	Impacto	Flexibilidad	Costos de	Impacto	Frecuencia de	Consecuencia	Criticidad	Jerarquización	
Llaves de ajuste para	8	1	1	2	1	11	11	CRÍTICO	
Barra Aprisionadora	4	1	1	1	1	6	6	SEMI-CRÍTICO	
Espaldar de enbloadora	4	1	1	1	1	6	6	SEMI-CRÍTICO	
Ejes de enbloadora	4	1	1	2	1	7	7	SEMI-CRÍTICO	
Gancho	4	1	1	1	1	6	6	SEMI-CRÍTICO	
Mesa	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
Estructura	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO	
							Promedio	6,29	
							igual o mayor a	8	CRÍTICO
							igual o mayor a	5	SEMI-CRÍTICO
							igual o mayor a	0	NO CRÍTICO

Fuente: Autor
SAH= seguridad ambiente e higiene

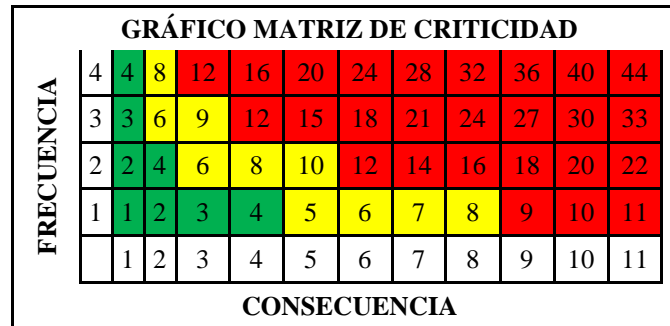


Figura 19: Matriz de Criticidad de la Encuadernadora

Fuente: Autor

Inicio del Plan de mantenimiento programado para la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”

GAMAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO
IMPRESA “MORALES”
Frecuencia: Seguir lo especificado para cada máquina

A continuación en las Gamas de mantenimiento se detalla las actividades de mantenimiento que se debe realizar para cada máquina estas actividades fueron generadas a partir de los estudios realizados en el presente proyecto.

3.2.8. Gamas de mantenimiento de la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales”

Tabla 42: Gama de mantenimiento de la Impresora Tipográfica

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES"			
Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Impresora Tipográfica	Serie:	21898
Marca:	Grafo Press	Modelo:	GPA
Procedencia:	Czechoslovakia	Código:	IMIN-01
Área:	Impresión		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste del perno de regulación de la bandeja de entrada			1
Revisión del ajuste del perno de regulación de la bandeja de salida			1
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			15
Actividad Semanal			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste de los tornillos de las pinzas de arrastre			2
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Revisión y limpieza del interruptor principal			5
Revisión del cable de alimentación, cambiarlo si está deteriorado			1
Revisión del funcionamiento del brazo de embrague, limpieza y lubricación			5
Revisión y limpieza de la palanca salva papel			5
Revisión y limpieza de la perilla de velocidad de impresión			1

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES"			
Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Impresora Tipográfica	Serie:	21898
Marca:	Grafo Press	Modelo:	GPA
Procedencia:	Czechoslovakia	Código:	IMIN-01
Área:	Impresión		
Revisión y limpieza de la flauta atrapa papel			5
Revisión y limpieza de perillas de regulación de aire			2
Actividad Semestral			Duración (Minutos)
Cambio de la cama de impresión			30
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Cambio del interruptor de la máquina			30
Revisión del motor eléctrico, limpieza profunda y lubricación de partes			90
Revisión de la banda, cambiarlo si está deteriorado			15
Cambio del rodillo distribuidor de tinta			15
Cambio de rodillos fijos desgastados			15
Cambio de rodillos móviles desgastados			15
Revisión, limpieza y lubricación de rodamientos, cambiar si es necesario			30
Revisión y limpieza del filtro de la bomba de aire			30
Revisión y limpieza de cañerías de aire, cambiarlo si está con fugas			15
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			60
Realizó Verificó Validó	Nombre	Fecha	Firma
	Carlos Morales	04/10/2018	
	Ing. Mg. Christian Castro		
	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

Tabla 43: Gama de mantenimiento de la Impresora Offset

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Impresora Offset	Serie:	714534
Marca:	Multilith	Modelo:	1250
Procedencia:	USA	Código:	IMIN-02
Área:	Impresión		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Taponos auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste del perno de presión antes de accionar la palanca de impresión			1
Revisión del ajuste del perno de regulación de la bandeja de entrada			1
Revisión de la separación entre rodillos de arrastre según en papel a trabajar			1
Revisión de la separación y ajuste de los topes según el ancho del papel a utilizar			1
Revisión del ajuste de la placa de poliéster en el cilindro regulando la perilla de ajuste			1
Revisión de la separación de los topes de la bandeja de salida según el tamaño papel			1
Revisión y limpieza de perillas de regulación de aire			1
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			15
Actividad Semanal			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste del tornillo de la palanca de mojado			1
Revisión y limpieza de las pinzas eleva papel			1
Revisión del ajuste de las mordazas del cilindro que transporta el papel			5
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Revisión y limpieza del interruptor principal			1
Revisión y limpieza del interruptor del motor de impresión			1
Revisión y limpieza del interruptor del motor de la bomba			1
Revisión del ajuste del perno de tensión de la cadena			5
Revisión del ajuste de las abrazaderas de las cañerías, cambiarlo si está con fugas			1
Actividad Semestral			Duración (Minutos)
Cambiar la pelpa del cilindro de impresión			30
Cambio de la tela de los rodillos de mojado			30
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Revisión del cable de alimentación, cambiarlo si está deteriorado			5
Revisión del motor de impresión, limpieza profunda y lubricación de partes			30
Revisión del motor de la bomba, limpieza profunda y lubricación de partes			30

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Impresora Offset	Serie:	714534
Marca:	Multilith	Modelo:	1250
Procedencia:	USA	Código:	IMIN-02
Área:	Impresión		
Revisión de la banda, cambiarlo si está deteriorado			15
Cambio del rodillo distribuidor de la batería de tinta			30
Cambio de rodillos fijos de impresión desgastados			15
Revisión, limpieza y lubricación de rodamientos, cambiar si es necesario			30
Revisión del ajuste del tornillo de velocidad de la máquina, hacer limpieza			30
Revisión y limpieza del filtro de la bomba de aire			5
Revisión y limpieza de cañerías de aire, cambiarlo si está con fugas			5
Revisión y limpieza de las boquillas de soplado			1
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			30
	Nombre	Fecha	Firma
Realizó	Carlos Morales	04/10/2018	
Verificó	Ing. Mg. Christian Castro		
Validó	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

Tabla 44: Gama de mantenimiento de la Prensa Tipográfica

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Prensa Tipográfica	Serie:	621
Marca:	Master Press	Modelo:	406
Procedencia:	Colombia	Código:	IMIN-03
Área:	Impresión		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Revisión del giro y limpieza del plato tintero antes poner tinta de impresión			1
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			5
Actividad Semanal			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste de la pinza que gira el Plato			1
Revisión del ajuste de los pernos de la barra sujetadora de la cama de impresión			1
Revisión del ajuste de las perillas reguladoras de presión de impresión			1
Revisión, limpieza y lubricación del brazo de impresión			5
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste del perno de la pinza sujetadora de la plancha de impresión			1
Actividad Semestral			Duración (Minutos)
Cambio de la cama de impresión			30
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Cambio de rodillos móviles de impresión desgastados			30
Revisión, limpieza y lubricación de rodamientos, cambiar si es necesario			5
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			15
Realizó Verificó Validó	Nombre	Fecha	Firma
	Carlos Morales	04/10/2018	
	Ing. Mg. Christian Castro		
	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

Tabla 45: Gama de mantenimiento de la Guillotina

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRENTA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Guillotina	Serie:	17368
Marca:	4 wheel drive	Modelo:	
Procedencia:	Ecuador	Código:	IMCE-01
Área:	Corte		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			2
Actividad Semanal			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste de los pernos de la palanca de corte			2
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Limpieza y lubricación del tornillo del volante			2
Revisión del ajuste de los pernos de la barra apisonadora			1
Revisión del ajuste de los pernos de sujeción de la barra de espacio			1
Revisión del ajuste del perno de acople del tornillo sin fin			1
Actividad Semestral			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste del perno de la perilla de espacio, realizar limpieza y lubricación			2
Cambio de la cuchilla de corte			30
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			15
Realizó Verificó Validó	Nombre	Fecha	Firma
	Carlos Morales	04/10/2018	
	Ing. Mg. Christian Castro		
	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

Tabla 46: Gama de mantenimiento de la Perforadora de Agujas

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRENTA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Perforadora de Agujas	Serie:	
Marca:		Modelo:	
Procedencia:	Ecuador	Código:	IMTO-01
Área:	Terminado		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Tapones auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste de las perillas de sujeción de la barra de espacio			1
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			5
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Revisión del ajuste de los tornillos del soporte de agujas			2
Revisión del ajuste de las tuercas de sujeción de la palanca de perforación			1
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Revisión que las agujas estén completas			5
Cambio de agujas			30
Revisión y limpieza del resorte de retorno de la palanca de perforación			1
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			5
Realizó Verificó Validó	Nombre	Fecha	Firma
	Carlos Morales	04/10/2018	
	Ing. Mg. Christian Castro		
	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

Tabla 47: Gama de mantenimiento de la Encuadernadora

GAMA DE MANTENIMIENTO			
IMPRESA "MORALES" Av. Los Andes y Cayambe			
Máquina/equipo:	Encuadernadora	Serie:	
Marca:		Modelo:	
Procedencia:	Ecuador	Código:	IMTO-02
Área:	Terminado		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Zapatos de seguridad, Taponos auditivos, Mascarilla, Guantes de protección, Gafas de seguridad, Mandil		Multímetro, Caja de herramientas, Kit de limpieza y lubricación	
Actividad Diaria			Duración (Minutos)
Revisión y limpieza de Llaves de ajuste para block			1
Limpieza básica de toda la máquina después del uso			2
Actividad Mensual			Duración (Minutos)
Revisión y limpieza de las roscas de la barra apisonadora			1
Revisión, limpieza y lubricación del espaldar de emblocadora			1
Revisión, limpieza y lubricación de los bocines de los ejes de emblocadora			2
Revisión, limpieza y lubricación del bocín del gancho			1
Revisión del ajuste de los apoyos de la estructura			5
Actividad Anual			Duración (Minutos)
Limpieza general de toda la máquina y lubricación de partes			5
Realizó Verificó Validó	Nombre	Fecha	Firma
	Carlos Morales	04/10/2018	
	Ing. Mg. Christian Castro		
	Ing. Mg. Christian Castro		

Fuente: Autor

3.3. Utilización de Software específico

Se elaboró un software para la empresa el cual contiene los documentos que se hicieron para el estudio y mediante esos datos se propuso el plan de mantenimiento mediante la programación de diferentes actividades según las necesidades de cada máquina especificada en las Gamas de mantenimiento para el cual se usó el software Microsoft Excel porque es de mayor uso dentro de la empresa.

3.3.1. Manual de programación

El manual de programación nos proporciona información de que pasos se debe seguir si se quiere agregar una nueva máquina o un nuevo usuario al sistema.

Pasos para agregar nueva maquinaria al software

1. Validar el usuario administrador con su respectiva contraseña y a continuación dar clic en ingresar.



Figura 20: Validación de datos para ingresar
Fuente: Autor

2. Ir al documento llamado Usuarios2 y escribir el nombre de la máquina a ser agregada después de la lista de las otras máquinas

NÚMERO	Máquinas	AGREGAR MÁQUINA	Principal	Usuarios1	Usuarios2	Cambiar Nombre Hojas	BITÁCORA IMPRESORA TIPOGRÁFICA	BITÁCORA IMPRESORA OFFSET	BITÁCORA PRENSA TIPOGRÁFICA	BIT...
1	1	IMPRESORA TIPOGRÁFICA	IT	NO	NO	NO	SI	NO	NO	
2	2	IMPRESORA OFFSET	IO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	
3	3	PRENSA TIPOGRÁFICA	PT	NO	NO	NO	NO	NO	SI	
4	4	GUILLOTINA	G	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
5	5	PERFORADORA DE AGUIJAS	PA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
6	6	ENCUADERNADORA	E	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
7	7	OFFSET CHIEF 15								

Figura 21: Descripción del nombre de la máquina a ser agregada
Fuente: Autor

3. A continuación dar clic sobre el botón agregar máquina y se abre una ventana el cual pide que busque el archivo que contiene las plantillas de la información elaborada de las otras máquinas llamado “Plantillas Nueva Máquina” selecciona y da clic en abrir

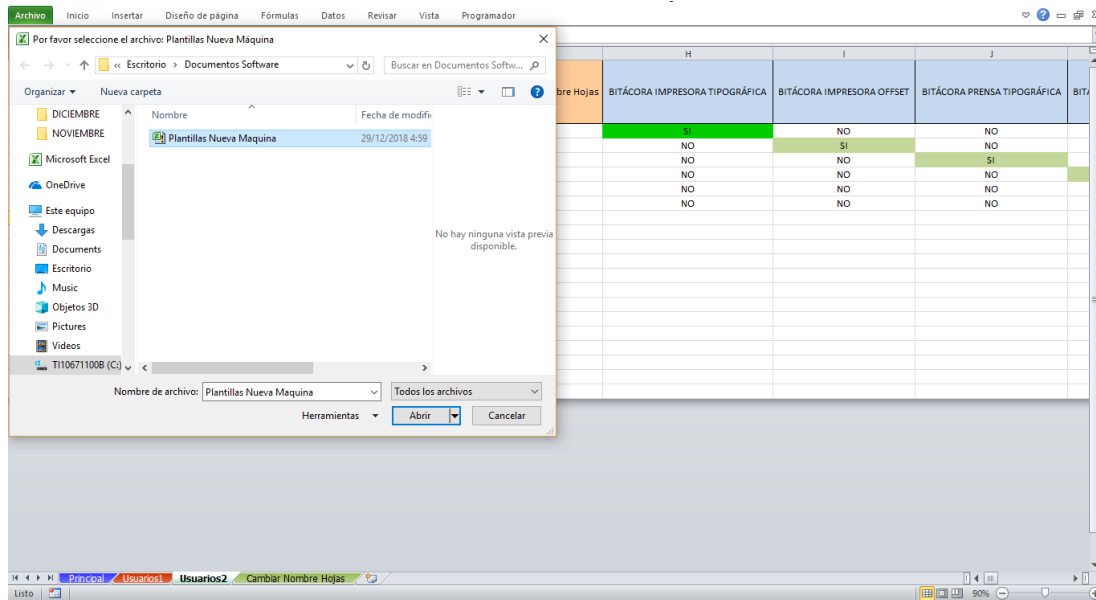


Figura 22: Selección del archivo que contiene los formatos de los documentos de las máquinas existentes
Fuente: Autor

4. A continuación se abre una ventana que contiene los archivos de la plantilla que pueden ser agregados para elaborar información de la nueva máquina,

seleccionamos *TODAS si queremos agregar todas las plantillas o seleccionamos que archivo deseamos crear y después damos clic en el botón IMPORTAR.

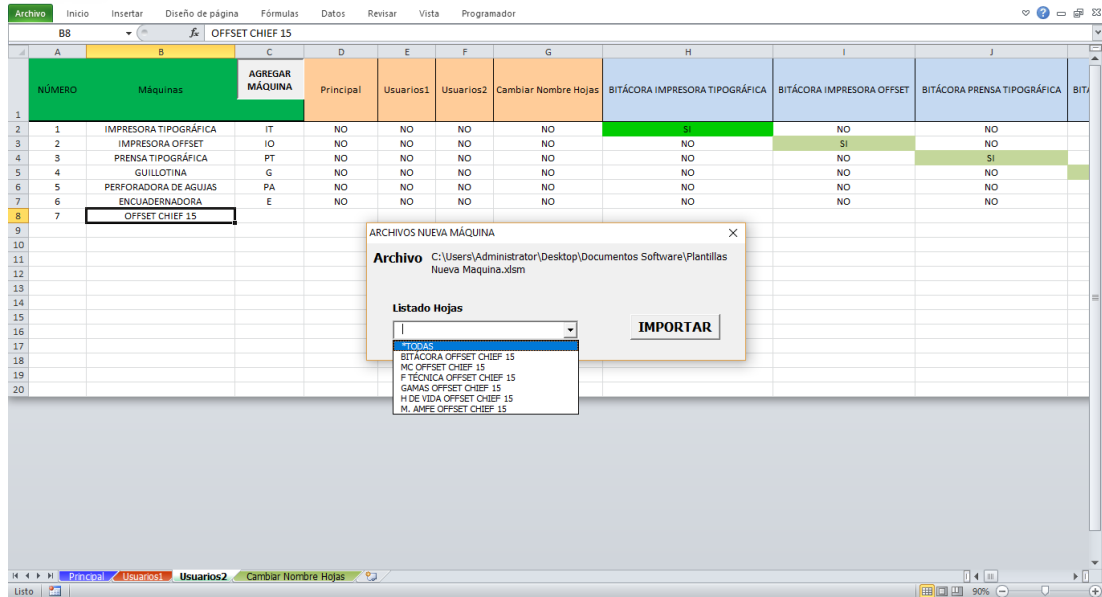


Figura 23: Decisión de que archivos se creará para la nueva máquina
 Fuente: Autor

- Ahora ya tenemos la información de las plantillas seleccionadas para poder cambiar la información de la plantilla con la información de la nueva máquina. Ahora realizamos el cambio de nombre de los documentos que deseamos para lo cual podemos hacer directamente en el nombre del documento creado se recomienda al nombre dado por defecto agregarle el nombre de la máquina, si desea continuar guardamos el archivo para que se actualice la información de la nueva máquina a crearse y poder darle los permisos al igual que la información de la maquinaria existente.

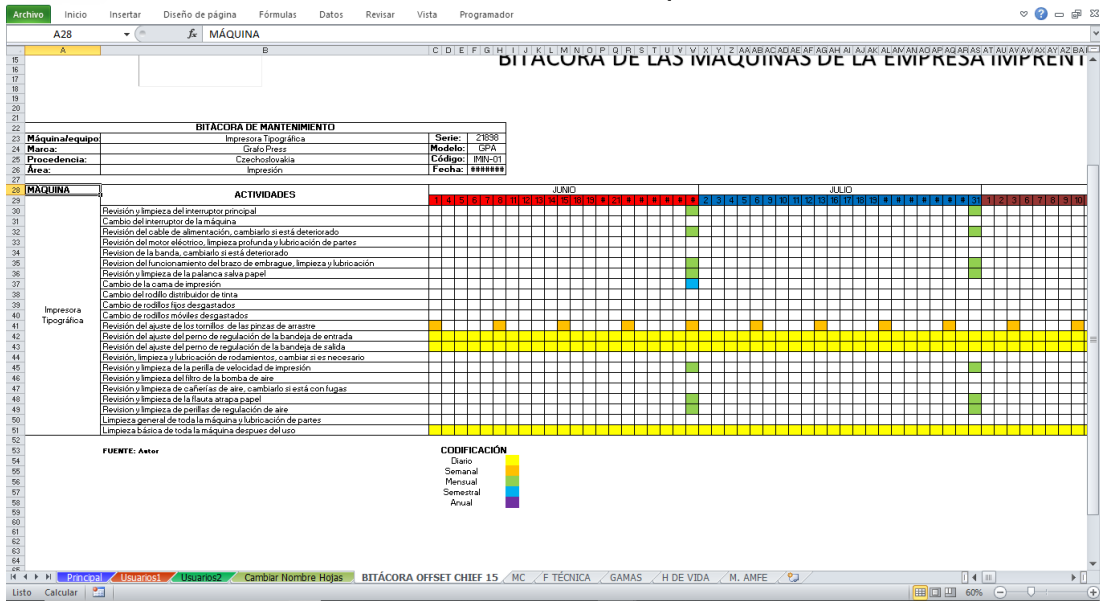


Figura 24: Edición de nombres de los documentos creados agregándole el nombre de la máquina
Fuente: Autor

- Ahora damos los permisos poniendo SI o NO debajo del nombre del documento de la máquina si se desconfigura los permisos de la maquinaria anterior seleccionamos todos los permisos anteriores y movemos hacia la derecha el número de archivos creados y escribimos debajo de los archivos creados los permisos SI o NO según corresponda.

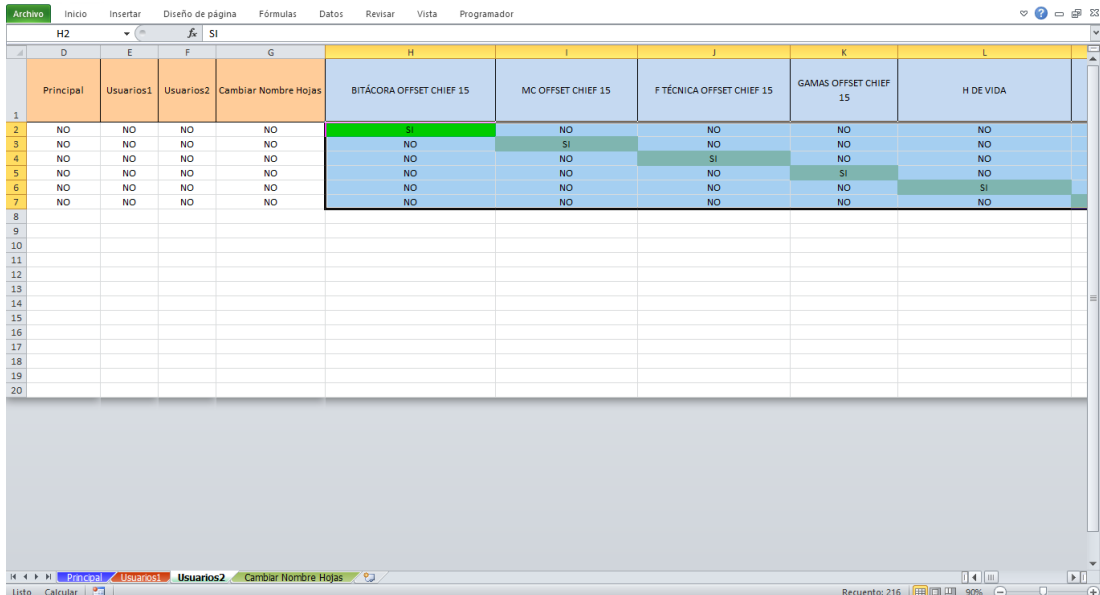


Figura 25: Selección de los permisos y moviéndolos donde corresponde
Fuente: Autor

NÚMERO	Máquinas	AGREGAR MÁQUINA	Principal	Usuarios1	Usuarios2	Cambiar Nombre Hojas	BITÁCORA OFFSET CHEF IS	MC OFFSET CHEF IS	F TÉCNICA OFFSET CHEF IS	GAMAS OFFSET CHEF IS	H.DE VIDA	M.AMFE	BITÁCORA IMPRESORA TIPOGRÁFICA
1													
2	1 IMPRESORA	IT	NO	NO	NO	NO	NO						
3	2 IMPRESORA OFFSET	IO	NO	NO	NO	NO	NO						
4	3 PRENSA TIPOGRÁFICA	PT	NO	NO	NO	NO	NO						
5	4 GUILLOTINA	G	NO	NO	NO	NO	NO						
6	5 PERFORADORA DE	PA	NO	NO	NO	NO	NO						
7	6 ENCUADERNADORA	E	NO	NO	NO	NO	NO						
8	7 OFFSET CHEF IS	O	NO	NO	NO	NO	NO						

Figura 26: Asignación de permisos a los documentos de la nueva máquina
Fuente: Autor

NÚMERO	Máquinas	AGREGAR MÁQUINA	Principal	Usuarios1	Usuarios2	Cambiar Nombre Hojas	BITÁCORA OFFSET CHEF IS	MC OFFSET CHEF IS	F TÉCNICA OFFSET CHEF IS	GAMAS OFFSET CHEF IS	H.DE VIDA	M.AMFE	BITÁCORA IMPRESORA TIPOGRÁFICA
1													
2	1 IMPRESORA	IT	NO	NO	NO	NO	NO						
3	2 IMPRESORA OFFSET	IO	NO	NO	NO	NO	NO						
4	3 PRENSA TIPOGRÁFICA	PT	NO	NO	NO	NO	NO						
5	4 GUILLOTINA	G	NO	NO	NO	NO	NO						
6	5 PERFORADORA DE	PA	NO	NO	NO	NO	NO						
7	6 ENCUADERNADORA	E	NO	NO	NO	NO	NO						
8	7 OFFSET CHEF IS	O	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO

Figura 27: Finalización de la Asignación de los permisos concedidos a los documentos
Fuente: Autor

- En caso de que deseemos cambiar el nombre de los documentos también lo podemos hacer desde el documento llamado Cambiar Nombre Hojas, para lo cual debemos escribir el nombre que deseemos asignar en la columna C de documento el cual será mostrado en la columna A al realizar el cambio dando clic sobre el botón Cambiar Nombre a Hojas.

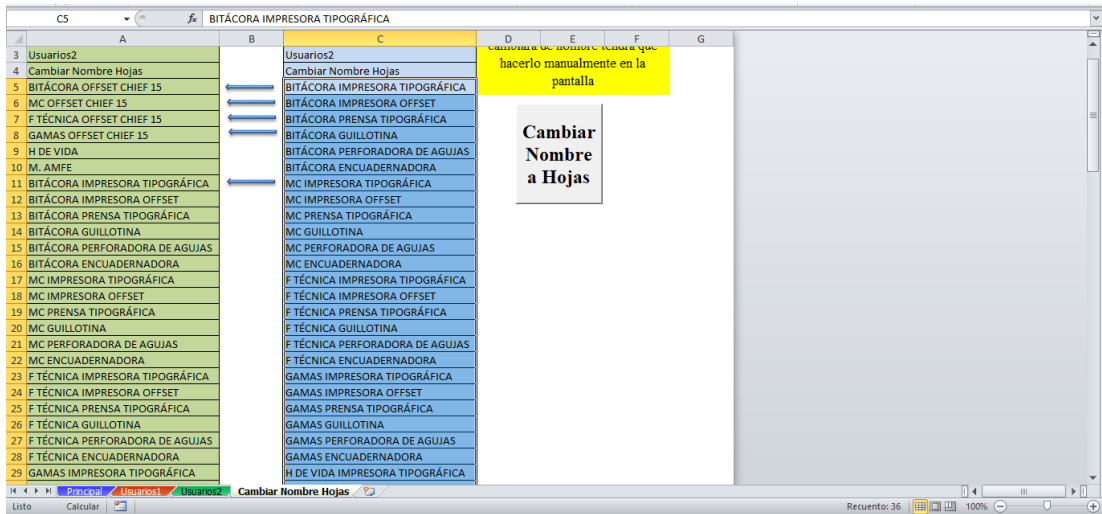


Figura 28: Selección de los nombres de las hojas a cambiar de nombre para moverlos hacia abajo donde está su nombre original
Fuente: Autor

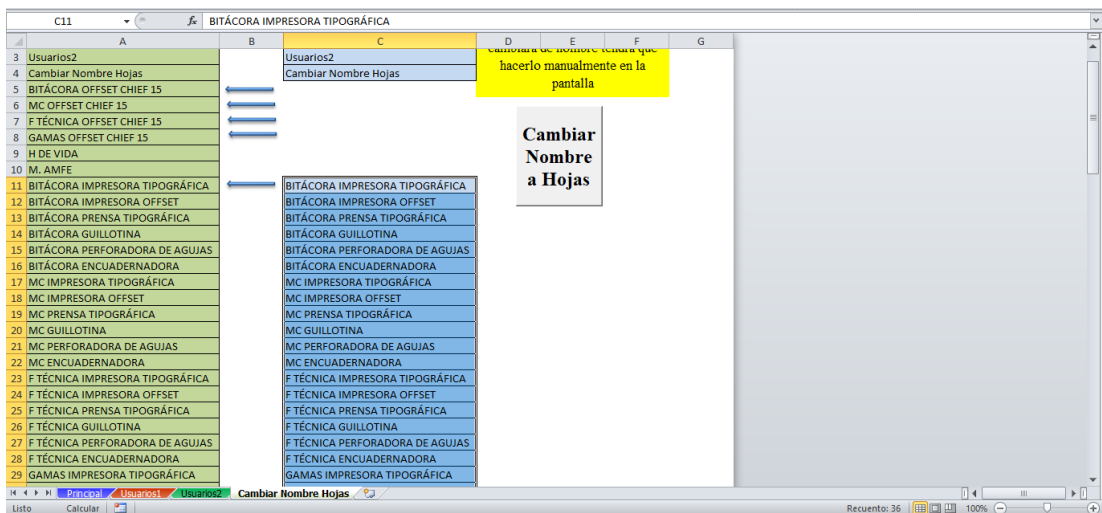


Figura 29: Muestra hasta donde corresponde mover los nombres de las hojas existentes según el número de hojas creadas
Fuente: Autor

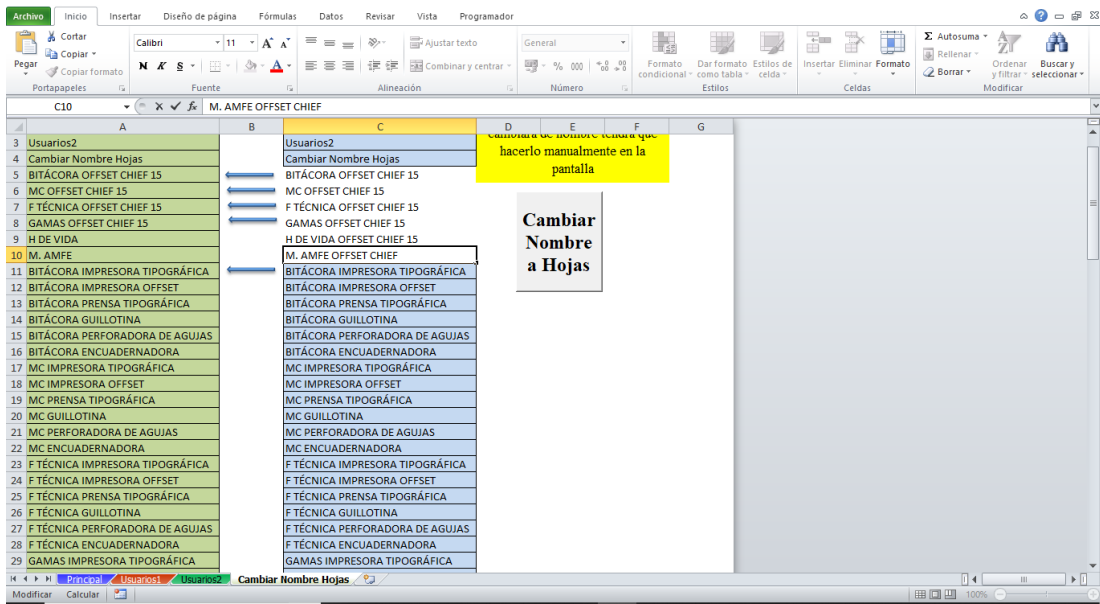


Figura 30: Descripción de los nombres a ser cambiados
Fuente: Autor

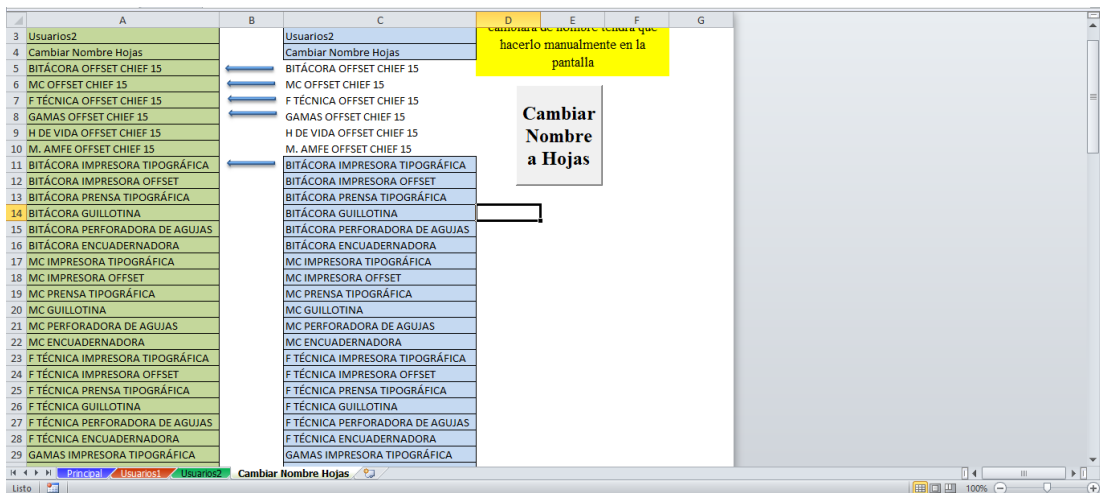


Figura 31: Actualización de los nombres asignados después de dar clic en el botón Cambiar Nombre a Hojas y haber guardado el documento
Fuente: Autor

8. Ahora exploraremos cada archivo nuevo modificándolo con la información de la nueva máquina.

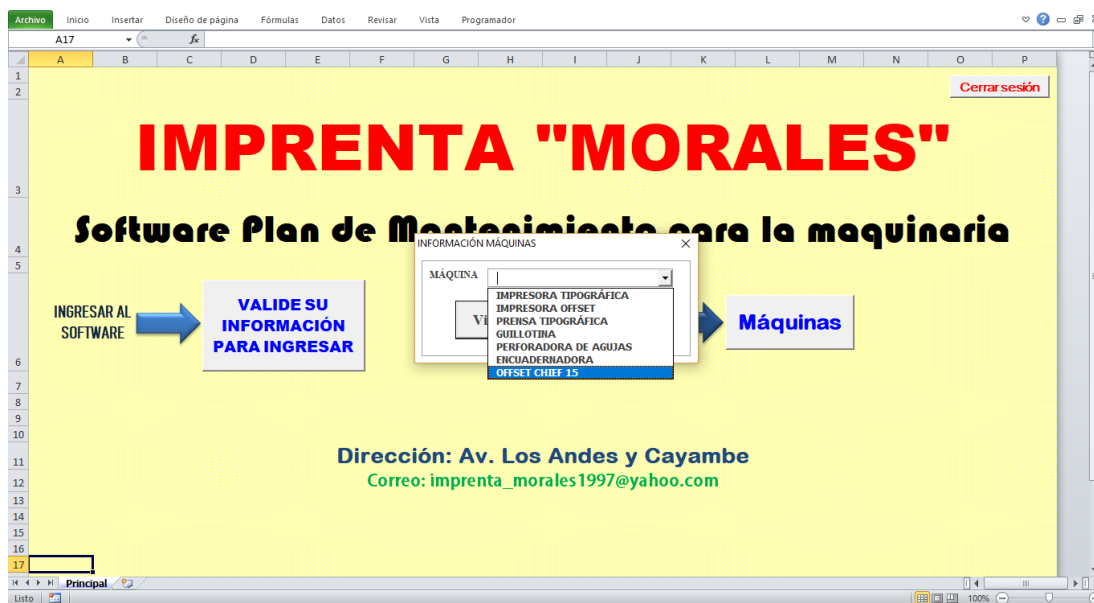


Figura 32: Búsqueda de la nueva máquina en el sistema
Fuente: Autor



Figura 33: Exploración de los documentos creados de la nueva máquina
Fuente: Autor

Pasos para agregar nuevo usuario al software

1. Validar el usuario administrador con su respectiva contraseña ya que es quién puede crear un nuevo usuario en el sistema

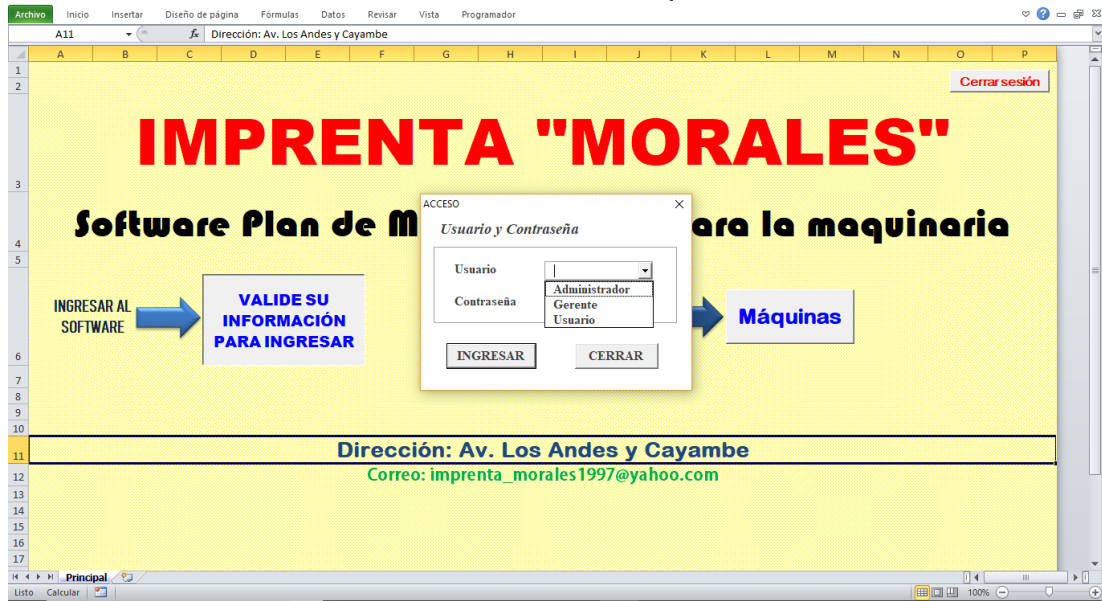


Figura 34: Validación del usuario autorizado para realizar esta acción
Fuente: Autor

2. Ir al documento llamado Usuarios1 y escribir el nombre del usuario y contraseña a ser agregado después de la lista de los otros usuarios.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	AGREGAR USUARIO	Usuarios	Contraseña	Modificar Estructura del contenido	Acceso a hojas cuando inicia	Principal	Usuarios1	Usuarios2	Cambiar Nombre Hojas	BITÁCORA OFFSET CHIEF 15	MC OFFSET CHIEF 15	F TÉCNICA OFFSET CHIEF 15	GAMAS OFFSET CHIEF 15	H DE VIDA OFFSET CHIEF 15	M. AMFE OFFSET CHIEF 15
1															
2	Administrador	Administrador	123	SI	4	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3	Gerente	Gerente	456	SI	Nada	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4	Usuario	Usuario	789	NO	Nada	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5	ejemplo	Usuario1	aaa												
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															

Figura 35: Creación del nuevo usuario y su contraseña
Fuente: Autor

3. Ahora damos los permisos a cada hoja escribiendo SI o NO como en los usuarios anteriores y luego damos clic en guardar el documento para que se actualice.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Usuarios	Contraseña	Modificar Estructura del contenido	Acceso a hojas cuando inicia	Principal	Usuarios1	Usuarios2	Cambiar Nombre Hojas	BITÁCORA OFFSET CHIEF 15	MC OFFSET CHIEF 15	F TÉCNICA OFFSET CHIEF 15	GAMAS OFFSET CHIEF 15	H DE VIDA OFFSET CHIEF 15	M. AMFE OFFSET CHIEF 15	BITÁCORA IMPRESORA TIPOGRÁFICA
2	Administrador	123	SI	4	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3	Gerente	456	SI	Nada	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4	Usuario	789	NO	Nada	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5	Usuario1	aaa	NO	Nada	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Figura 36: Asignación de permisos a documentos al validar el usuario y contraseña
Fuente: Autor

4. Verificamos que el usuario a sido creado validando su ingreso en la hoja principal.

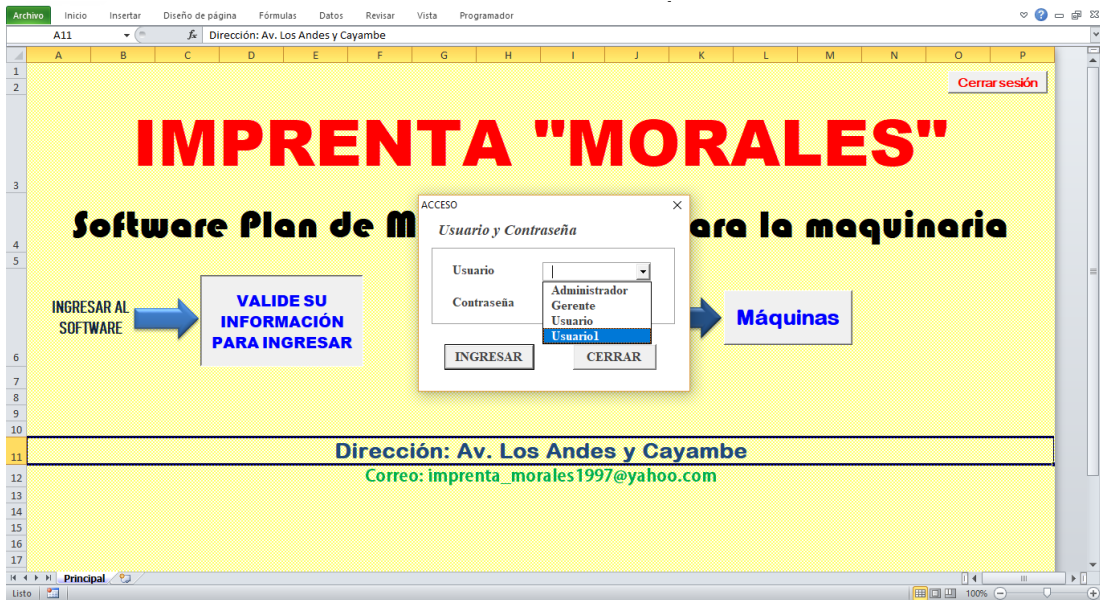


Figura 37: Verificación de que el usuario creado existe en el sistema
Fuente: Autor

3.3.2. Manual de usuario

El manual de usuario inicialmente consta de tres usuarios como son: Administrador, Gerente y Usuario para poder explorar la información del software obligatoriamente se tiene que validar un usuario de lo contrario solo podrá ver la pantalla principal del software sin acceso a nada.

El usuario Administrador es aquel que tiene acceso a todo el contenido del software, puede modificar todo el contenido existente en el software creado, además es quien puede agregar o quitar usuarios, cambiar o no sus contraseñas, además de establecer a cada usuario que información puede ver además de la información de cada máquina y también es el que tiene el acceso para agregar nuevas máquinas con su respectiva documentación similar a la elaborada para cada máquina existente en la empresa, en el caso de que la empresa adquiera nueva maquinaria en el futuro para que sea visualizada en el software conjuntamente con la información elaborada de las otras máquinas.

El usuario Gerente es aquel que tiene acceso a modificar todo el contenido que tiene cada máquina.

El usuario llamado Usuario también tiene acceso al contenido de cada máquina pero solo puede ver y no tiene acceso a editar nada del contenido existe en el software pero si puede generar información de las actividades de mantenimiento realizadas según lo propuesto en la gama de mantenimiento de cada máquina además puede imprimir la gama con la información que genere de cada actividad de mantenimiento que se realiza en cada maquinaria y que puede ser impresa para mantener su registro.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El diagnóstico del estado actual de la maquinaria permitió determinar que la maquinaria existente en la planta de producción de la empresa carecía de un inventario y por lo tanto fue difícil identificar a cada uno de ellos dentro de la empresa para lo cual se elaboró un inventario dando una codificación a cada máquina según su función principal y área al que pertenece la misma.
- La elaboración de la ficha técnica de cada elemento existente dentro de la planta permitió identificar las características y requerimientos que necesita cada máquina o equipo para ser instalado en un lugar específico que cumpla con sus necesidades para su buen funcionamiento.
- La ficha de hoja de vida de cada máquina permitió conocer que cambios o reparaciones se han realizado según su historial de funcionamiento y con estos registros se pudo determinar datos de disponibilidad y fiabilidad que posee la máquina durante su etapa actual de producción dentro de la planta.
- El análisis de fallos y modo de fallo realizado mediante AMFE facilitó la identificación de que elementos son los que presentan mayor probabilidad de sufrir un fallo o avería durante el funcionamiento de las máquinas con mayor uso diario en la empresa tales como: en la Impresora Tipográfica los elementos con mayor probabilidad de fallo son: los rodillos móviles y la cama de impresión y en la Impresora Offset los elementos con mayor probabilidad de fallo son: Los rodillos de mojado y el cilindro de impresión.
- En el análisis de criticidad se obtuvo con mayor precisión qué máquinas son las que deben tener mayor supervisión para evitar que se presente una avería innecesaria durante la operación de la máquina y debido a que son las más utilizadas en el proceso de producción se debe supervisar a la máquina Impresora Tipográfica e Impresora Offset ya que estas máquinas tienen un mayor número de elementos críticos.
- Los fallos y averías históricas detalladas en las hojas de vida de cada máquina

no inciden con alto impacto en la disponibilidad de las máquinas ya que el valor mínimo de disponibilidad es mayor al 90%.

- Con la implementación de las gamas de mantenimiento no se esperará a que los componentes de las máquinas presenten síntomas de fallos para dar mantenimiento ya que con las actividades de mantenimiento propuestas se puede llevar un control de las máquinas para evitar fallos prematuros por inexistencia de mantenimiento.
- La curva de la bañera de cada máquina permitió determinar que las máquinas presentan fallos infantiles o iniciales y normales o aleatorios ya que sus gráficas tienen semejanza a estas etapas de la curva de la bañera.

4.2. Recomendaciones

- Para localizar con mayor facilidad un equipo, máquina o elemento del mismo es aconsejable que todo lo que se encuentre dentro de la planta sea debidamente codificado y llevar registrado en un inventario de la empresa.
- Es aconsejable llevar registrado en una bitácora todos los eventos que le suceden a una máquina para de esta forma poder elaborar un programa de mantenimiento predictivo para así predecir posibles fallos futuros.
- Se debe aplicar las actividades de mantenimiento según lo propuesto en las gamas para evitar paradas innecesarias por mantenimiento lo que aumenta los tiempos de entrega en la producción y eleva los costos de mantenimiento.

Bibliografía

- [1] H. Herrera Sánchez, “Mantenimiento Industrial” [Libro], Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, 2000.
- [2] J. Galeano Monsalve, “Elaboración de un plan de mantenimiento para la empresa Gráficas Buda S.A.S.”, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
- [3] J. E. Aguaiza, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de producción de la empresa electrificaciones del Ecuador S.A. “ELECDOR” ”, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2016.
- [4] J. G. Tirado, “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de la carrocería de los autobuses interprovinciales basado en el sistema de mantenimiento productivo total para la empresa carrocerías Pérez”, Ambato, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [5] M. G. Vasco, “Implementación de un Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre”, Píllaro, Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [6] C. O. Carrión, “Análisis del estado actual de máquinas, equipos y sistemas y su influencia en la fiabilidad en la florícola la Rosaleda S.A. en la provincia de Cotopaxi”, Cotopaxi, Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [7] Terminología para mantenimiento, UNE-EN 13306, 2011
- [8] J. Díaz Navarro, Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior Algeciras Universidad de Cádiz, 2004.
- [9] J. Denia, Procesos y gestión del mantenimiento y calidad, España, CS Mecatrónica Industrial, 2010, pp. 24.
- [10] Bestratén, M., Orriols, R. M., & Mata, C. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO. MTASE.
- [11] F. C. Gómez de león, “Tecnología del Mantenimiento industrial”, Murcia, Servicio de publicaciones, Universidad de Murcia, 1998. pp. 24-25.
- [12] C. Parra, A. Crespo, “Ingeniería de Mantenimiento, Fiabilidad aplicada a la gestión de activos. Desarrollo y aplicación de un Modelo de gestión de

mantenimiento (MGM)”, Sevilla: INGEMAN. 2012.

- [13] P. Silva Ardila, “Mantenimiento en la práctica. Barranquilla”, Ing. Pedro Eliseo Silva Ardila 2009.
- [14] García Palencia, O. Gestión del mantenimiento. Bogotá: ediciones de la U. 2012.
- [15] J. Tamborero del Pino, (1999). NTP 316: Fiabilidad de componentes: la distribución exponencial
- [16] B.S. Dillon, Engineering Maintenance A Modern Approach, Washington, D. C., CRC Press LLC, 2002. pp. 55-73.
- [17] A. Ros Moreno, Manteniendo Industrial I, Murcia, Addison Wesley Iberoamérica, 2010, pp. 56-58.
- [18] S. Nakajima, Introducción al TPM, Japón, Institute for Plant Maintenance, 2005, pp. 10-13.
- [19] «queaprendemos hoy,» [En línea]. Available: <http://queaprendemos hoy.com/que-es-el-mtbf/>. [Último acceso: mayo 2018].
- [20] Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos. ISO 14224, 1999.
- [21] ADAST grafopress GPC, Catálogo de piezas
- [22] Catálogo de refacciones Multilith [En línea]. Available: http://www.egomexico.com/images/Productos/PRP/Catalogo_refacciones_Multilith.pdf [Último acceso: Septiembre 2018].
- [23] Muestrario de refacciones Multilith [En línea]. Available: <http://www.equiposgraficos.com> [Último acceso: Septiembre 2018].
- [24] Rey Machinery [En línea]. Available: <http://www.multilith-multilith.cl/catalogo-multigraphic/> [Último acceso: Septiembre 2018].
- [25] Jesús García Jiménez, “Gestión de calidad en el sector gráfico”, Ediciones CPG, Editorial Aral. P244.