



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

**SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA
DE PRENSAS *OFFSET* DE INDEGUA S.A.**

Carlos Alejandro Alvarado López

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA
DE PRENSAS *OFFSET* DE INDEGUA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CARLOS ALEJANDRO ALVARADO LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo Gonzáles Trejo
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Godínez Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE PRENSAS *OFFSET* DE INDEGUA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha noviembre 2020.

Carlos Alejandro Alvarado López

Guatemala, 4 de junio de 2021

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Por este medio hago constar que revisé y aprobé el proyecto de graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE PRENSAS OFFSET DE INDEGUA S.A.**, elaborado por el estudiante **Carlos Alejandro Alvarado López**, con **registro académico 201504349** y **CUI 2674301830101**, previo obtener el título de Ingeniero Mecánico Industrial.

Considero que llena satisfactoriamente los requisitos establecidos por el reglamento de trabajo de graduación de la facultad de ingeniería, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente, me es grato suscribirme.

Atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 3071
Asesor




ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.105.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE PRENSAS OFFSET DE INDEGUA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alejandro Alvarado López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Victor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2021.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.012.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE PRENSAS OFFSET DE INDEGUA S.A.**, presentado por: **Carlos Alejandro Alvarado Lopez**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272. Periodo: enero a marzo año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.048.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE PRENSAS OFFSET DE INDEGUA S.A.**, presentado por: **Carlos Alejandro Alvarado Lopez**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser el centro de mi vida y darme la sabiduría necesaria para alcanzar una meta más.
- Mis padres** Alma Judith López Álvarez de Alvarado y Mynor Alberto Alvarado López por darme la oportunidad de ser un profesional con su esfuerzo y trabajo duro. Por darme ese apoyo incondicional siempre, este logro es para ambos.
- Mi hermana** Jireh Sarai Alvarado López por su apoyo incondicional y por ser mi motivación para ser un buen ejemplo en todo aspecto de mi vida.
- Amigos** Por haber compartido todos los momentos buenos y malos de mi carrera, éxitos a cada uno en todo lo que realicen.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me formo como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por formarme con los conocimientos necesarios para ser competente en la industria actual.
Ing. Carlos Pérez	Por su apoyo, confianza y la orientación que me brindo para poder desarrollar mi trabajo de graduación.
Lic. Raúl Ovalle	Por abrirme sus puertas para poder aplicar los conocimientos adquiridos de ingeniería en INDEGUA S.A.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Historia de la prensa litográfica	1
1.2. Prensa <i>offset</i>	4
1.2.1. Funcionamiento de prensa <i>offset</i>	5
1.2.2. Sistemas y partes que componen la prensa <i>offset</i>	5
1.2.3. Proceso de impresión <i>offset</i>	7
1.2.3.1. Preimpresión.....	8
1.2.3.2. Impresión.....	8
1.2.3.3. Post-impresión.....	9
1.2.4. Materia prima utilizada en el proceso de impresión <i>offset</i>	9
1.2.4.1. Tipos de papel	10
1.2.4.2. Tipos de tintas	11
1.2.5. Cuatricromía	11
1.2.6. Full Color	12
1.2.7. Ganancia de punto o dotgain.....	12
1.2.8. Fallas comunes en la impresión <i>offset</i>	13

	1.2.8.1.	Causas y soluciones	13
1.3.		Control de producción	15
	1.3.1.	Definición.....	17
	1.3.2.	Tipos de producción	17
	1.3.2.1.	Producción intermitente.....	18
	1.3.2.2.	Producción continua.....	18
	1.3.2.3.	Producción por pedido	18
	1.3.2.4.	Planificación de producción.....	19
	1.3.2.5.	Control de inventario	19
	1.3.3.	Cadena de suministro	20
	1.3.4.	Demoras.....	20
	1.3.5.	Paros no programados.....	21
	1.3.5.1.	Tiempo muerto	21
	1.3.6.	Ajustes.....	21
1.4.		Mantenimiento.....	21
	1.4.1.	Definición.....	22
	1.4.2.	Tipos de mantenimiento	22
	1.4.2.1.	Mantenimiento preventivo	23
	1.4.2.2.	Mantenimiento predictivo.....	24
	1.4.2.3.	Mantenimiento correctivo	25
	1.4.2.4.	Mantenimiento productivo total.....	26
	1.4.3.	Plan de mantenimiento.....	26
2.		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN <i>OFFSET</i>	29
	2.1.	Descripción de maquinaria.....	29
	2.1.1.	Máquina de impresión <i>offset</i>	29
	2.1.2.	Descripción del proceso de impresión <i>offset</i>	31
	2.1.3.	Diagrama de flujo	32
	2.2.	Productos que ofrece	34

2.3.	Materia prima utilizada.....	35
2.3.1.	Tipos de papel	35
2.3.2.	Tinta.....	36
2.3.2.1.	Placas de impresión	36
2.3.2.2.	Pantone	37
2.3.3.	Otros insumos.....	37
2.3.3.1.	Limpiador de placas.....	37
2.3.3.2.	Solución fuente azul	37
2.3.3.3.	Alcohol isopropílico.....	38
2.3.3.4.	Wash	38
2.3.3.5.	Polvo anti repinte	38
2.3.3.6.	Goma arábica	38
2.4.	Sistema de control de producción	39
2.4.1.	Velocidad de impresión	39
2.4.2.	Meta de producción semanal.....	40
2.4.2.1.	Planificación de producción	41
2.4.2.2.	Almacenaje de papel en bodega	41
2.4.3.	Jornada laboral	42
2.4.3.1.	Empleados en el área de prensas	42
2.4.4.	Condiciones laborales	42
2.4.5.	Costos de producción	43
2.4.6.	Controles de gerencia para el cumplimiento de producción	44
2.5.	Tiempo de producción	44
2.6.	Tiempos de ajuste	45
2.7.	Desechos generados.....	45
3.	ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPRESIÓN <i>OFFSET</i> EN EL ÁREA DE PRENSAS	47

3.1.	Diagrama causa y efecto.....	47
3.1.1.	Demoras por mano de obra.....	48
3.1.1.1.	Capacidad instalada.....	48
3.1.1.2.	Incumplimiento de metas de trabajo.....	48
3.1.1.3.	Cantidad real producida de tirajes por día	49
3.1.1.4.	Tiempo de ajuste promedio entre cambio de placa	51
3.1.1.5.	Tiempo de ajuste promedio entre cambio de color	53
3.1.1.6.	Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto.....	54
3.1.1.7.	Tiempo destinado a corte de pliegos en guillotina	56
3.1.1.8.	Tiempo empleado en reprocesos por producto defectuoso	57
3.1.1.9.	Otras demoras.....	61
3.1.2.	Demoras por problemas mecánicos.....	61
3.1.3.	Disponibilidad.....	62
3.1.3.1.	Indicadores de gestión de equipo.....	63
3.1.3.1.1.	Disponibilidad total	63
3.1.3.1.2.	Disponibilidad por averías	64
3.1.3.1.3.	Tiempo medio entre fallas.....	65
3.1.3.1.4.	Tiempo medio entre reparaciones	66
3.1.3.2.	Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.....	67

3.1.3.3.	Tiempo empleado en mantenimiento correctivo a otros equipos.....	69
3.1.3.4.	Tiempo empleado en mantenimiento preventivo	70
3.1.3.5.	Fallas frecuentes	71
3.1.3.6.	Reprocesos provocados por fallas de la maquina	72
3.1.3.7.	Tiempos muertos falta de stock de repuestos.....	73
3.1.4.	Demoras por falta de papel y factores ambientales que lo afectan.....	73
3.1.5.	Cadena de suministros	74
3.1.5.1.	Tiempos muertos por falta de materia prima.....	74
3.1.5.2.	Proceso de solicitud de materia prima	74
3.1.6.	El clima y el papel.....	75
3.1.6.1.	Humedad del aire y su impacto en el papel.....	75
3.1.6.2.	Impacto de la temperatura de lugar de almacenaje	77
4.	SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN <i>OFFSET</i> ..	79
4.1.	Demoras por mano de obra.....	79
4.1.1.	Diagrama hombre máquina propuesto con el cambio de método de trabajo	79
4.1.2.	Planificación de la producción basada en la meta de trabajo mensual	84
4.1.2.1.	Tiempo requerido para la producción ..	85

	4.1.2.2.	Disponibilidad de tiempo de producción.....	87
	4.1.2.3.	Determinación de costos de producción.....	88
4.2.		Demoras por problemas mecánicos.....	91
	4.2.1.	Plan de mantenimiento.....	91
		4.2.1.1. Objetivos del plan de mantenimiento ...	91
		4.2.1.2. Descripción de la maquinaria	92
		4.2.1.3. Equipo auxiliar y de servicio	92
		4.2.1.3.1. Listado de herramienta	93
		4.2.1.3.2. Insumos.....	93
		4.2.1.4. Personal y capacitación	94
		4.2.1.5. Rutinas de mantenimiento.....	96
		4.2.1.5.1. Diario.....	97
		4.2.1.5.2. Semanal.....	97
		4.2.1.5.3. Mensual.....	98
		4.2.1.5.4. Anual.....	99
		4.2.1.6. Stock de repuestos.....	99
4.3.		Demoras por materia prima y factores ambientales.....	100
	4.3.1.	Planificación y control de inventario de papel basada en la meta de trabajo mensual	100
	4.3.2.	Soluciones a corrección de humedad y temperatura en el local.....	101
4.4.		Seguridad industrial.....	101
4.5.		Evaluación de impacto medioambiental.....	103
4.6.		Costos de control de la producción	105
4.7.		Costo de seguridad industrial.....	105
4.8.		Costos medioambientales	106

5.	IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO.....	107
5.1.	Cronograma de actividades.....	107
5.2.	Recursos necesarios.....	108
5.2.1.	Recursos humanos.....	109
5.2.2.	Recursos materiales.....	111
5.2.3.	Recursos financieros.....	111
5.3.	Implementación de plan de producción.....	112
5.3.1.	Ordenes de producción.....	112
5.3.2.	Bitácora diaria.....	114
5.3.3.	Evaluación de metas de producción.....	115
5.4.	Implementación de plan de mantenimiento.....	115
5.4.1.	Formato de control de mantenimiento.....	116
5.5.	Formato de control de reprocesos.....	117
5.6.	Formato de control de salidas y entradas en inventario.....	118
5.7.	Capacitación periódica.....	119
5.8.	Ventajas y beneficios.....	119
5.9.	Evaluación de resultados.....	120
5.10.	Reuniones periódicas.....	121
	CONCLUSIONES.....	123
	RECOMENDACIONES.....	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	APÉNDICES.....	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Prensa 1. Heidelberg KORD 64 Modelo 67.....	30
2.	Prensa 2. Heidelberg KORD 64. Modelo 61.....	30
3.	Disposición del sistema de cilindros <i>offset</i> en maquinaria	31
4.	Diagrama de flujo de proceso de impresión <i>offset</i>	33
5.	Libros de texto que ofrece.....	34
6.	Diagrama causa y efecto de los problemas en impresión <i>offset</i>	47
7.	Gráfico de impresiones diarias de operario 1	50
8.	Gráfico de impresiones diarias de operario 1	51
9.	Gráfico de la reincidencia de fallas en ambos equipos	71
10.	Diagrama hombre máquina método actual.	80
11.	Diagrama hombre máquina método mejorado	82

TABLAS

I.	Especificaciones de máquina KORD 64.....	29
II.	Velocidades de impresión de prensa KORD modelo 67	40
III.	Velocidades de impresión de prensa KORD modelo 61	40
IV.	Costos mensuales de producción	43
V.	Impresiones diarias de operario 1	49
VI.	Impresiones diarias operario 2	50
VII.	Tiempo de cambio de placa operario 1	52
VIII.	Tiempo de cambio de placa operario 2	52
IX.	Tiempo de cambio de color operario 1	53

X.	Tiempo de cambio de color operario 2.....	54
XI.	Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto operario 1	55
XII.	Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto operario 2	55
XIII.	Porcentajes de reprocesos en impresión de operario 1	57
XIV.	Porcentajes de reprocesos en impresión de operario 2	59
XV.	Tiempo de mantenimiento correctivo prensa 1	67
XVI.	Tiempo de mantenimiento correctivo prensa 2	67
XVII.	Operario de prensa 1	69
XVIII.	Operario de prensa 2	69
XIX.	Resumen diagrama hombre maquina método actual.	81
XX.	Resumen diagrama hombre maquina método mejorado.	83
XXI.	Demanda mensual de impresión del área de maquinas	85
XXII.	Requerimiento de producción por mes	86
XXIII.	Matriz de preanálisis	86
XXIV.	Disponibilidad de tiempo mensual de julio a diciembre.....	87
XXV.	Resumen de costos de producción.....	89
XXVI.	Matriz de asignación	90
XXVII.	Costo total de producción	90
XXVIII.	Stock de repuestos departamento de impresión <i>offset</i>	99
XXIX.	Costos de seguridad industrial.....	105
XXX.	Cronograma	107
XXXI.	Recursos financieros para implementación	112

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
hr	Hora
kg	Kilogramo
kW	Kilowatts
lt	Litro
min	Minutos
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Costo	Cantidad de dinero necesaria para la fabricación de un producto.
Código Pantone	Sistema de identificación de colores para una impresión precisa.
Decibel	Medida de sonoridad o sensación sonora que es igual a la décima parte de un bel.
Embalaje	Caja o envoltura con que se protege un objeto que se va a transportar.
Estrategia	Serie de acciones muy meditadas y encaminadas hacia un fin determinado.
Fotocomposición	Procedimiento de composición de textos que se hace directamente sobre una película.
Fotolito	Cliché fotográfico de un original sobre un soporte transparente usado como matriz de impresión en <i>offset</i> .
Gramaje	Peso en gramos de un papel por metro cuadrado.

Insumo	Es un bien intermedio con los que se pueden producir otros bienes.
Lipofílico	Capacidad de disolver lípidos, grasas, ser disuelto en ellos o absorberlos.
Miscibilidad	Propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción formando una solución uniforme.
Placa	Plancha de aluminio delgada que es procesada por medios fotomecánicos.
Porosidad	Cantidad de poros que se encuentra en una superficie.
Resma	Conjunto de quinientos pliegos de papel.
Satinado	Papel que tiene una superficie tersa y brillante.
Stock	Conjunto de mercancías que se almacenan en espera de su utilización.
Sustrato	En litografía se refiere a papel o cualquier material donde la tinta puede ser impresa.
Tiraje	Cantidad de pliegos que se imprimen en cada producción.
Volatilidad	Medida de la tendencia de una sustancia a pasar a la fase de vapor.

RESUMEN

En todas las litografías el área de impresión es la parte de mayor importancia en el proceso productivo, por lo que es necesario tener un control apropiado de la producción que se realiza en todo momento y tener la capacidad de mejorar los procesos.

La propuesta de un sistema de control del proceso de producción en el área de prensas *offset* se desarrolla por la necesidad existente en industria editorial guatemalteca de mejorar el proceso de impresión de libros de texto incrementando la producción

Se inició realizando un diagnóstico para determinar los factores que afectan al proceso retrasándolo y reduciendo su eficiencia como fallas en el equipo, método de trabajo, suministro de materias primas y el mantenimiento aplicado a las prensas. Tomando en cuenta todas las actividades que se desarrollan desde la obtención de la materia prima hasta la conformación del libro terminado.

Establecidos los puntos críticos del proceso se desarrollaron las propuestas como un plan de mantenimiento preventivo que asegura la fiabilidad del equipo, un sistema de documentación que facilita el control y registro de las actividades en el proceso, una planificación de la producción y de la solicitud de materia prima a la planta, también se propone un método de trabajo mejorado a través de diagrama de hombre maquina aumentando la productividad de los operarios. Y se establecen acciones a seguir para la implementación y seguimiento de las mejoras para su mejora continua.

OBJETIVOS

General

Establecer un sistema de control de producción de libros de texto educativo en el área de prensas *offset* de una empresa litográfica.

Específicos

1. Establecer si la capacidad instalada en el área de prensas cubre con la demanda mensual de la empresa.
2. Definir las causas que producen tiempos muertos en producción.
3. Determinar si se suministra la cantidad necesaria de materia prima a la planta y si es almacenada de forma correcta.
4. Determinar los indicadores de gestión del equipo para obtener los porcentajes de disponibilidad de la maquinaria.
5. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que garantice la fiabilidad y disponibilidad del equipo eliminando las demoras por fallas.
6. Determinar los niveles de reproceso y productos defectuosos en el proceso de impresión *offset*.

7. Crear un sistema de documentación que ayude a controlar la producción de manera más efectiva y ordenada.
8. Diseñar un método mejorado de trabajo para el incremento de la producción en el área de impresión *offset*.

INTRODUCCIÓN

Para que una empresa pueda ser competitiva y rentable en el mercado actual es muy importante que cuente con sistemas de control en todo el proceso productivo. INDEGUA S.A. es una empresa que busca la calidad de sus productos y la mejorar de su planta de producción, es una empresa dedicada a la fabricación de libros de texto y ha presentado problemas en el área de prensas *offset* donde hay incumplimiento en las metas de producción, porcentajes de reprocesos altos y fallas constantes en el equipo, generando ineficiencia en la línea de producción.

El presente proyecto pretende proporcionar mejoras a los problemas antes descritos disminuyendo las demoras y los costos de operación, desarrollando un sistema de control de producción que permita una mejor gestión de los recursos materiales y humanos con los que la empresa cuenta. Se realizó un estudio del proceso para determinar las causas que producen demoras en producción y fallos en el equipo.

Identificados los puntos críticos en el área de impresión se diseñó un sistema de control del proceso que permita a la empresa aumentar su nivel de producción, tomando en cuenta un plan de mantenimiento preventivo que garantice la fiabilidad del equipo, así como un análisis y propuesta de un método de trabajo mejorado para los operarios y una documentación adecuada. Todo orientado a reducir los atrasos en producción incrementando su productividad, facilitar el control de los procesos además de asegurar la salud de los colaboradores y proponer alternativas para el manejo de los residuos, y la forma de darle seguimiento a las mejoras.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Historia de la prensa litográfica

La evolución de la imprenta desde el método sencillo del sello hasta el proceso de imprimir en prensa, parece que se produjo de forma independiente en diferentes épocas y en distintos lugares del mundo. Los libros que se copiaban a mano, con tinta aplicada con pluma o pincel, constituyen una característica notable de las civilizaciones egipcia, griega y romana. Estos manuscritos también se confeccionaban en los monasterios medievales y tenían gran valor. En la antigua Roma, los editores de libros comerciales lanzaron ediciones de hasta 5.000 ejemplares de ciertos manuscritos coloreados, como los epigramas, composición poética satírica, del poeta romano Marcial.

La primera fundición de tipos móviles de metal se realizó en Europa hacia mediados del siglo XV. Se imprimía sobre papel con una prensa. El invento no parece guardar relación alguna, con otros anteriores del Extremo Oriente: ambas técnicas se diferencian mucho en cuanto a los detalles. Mientras que los impresores orientales utilizaban tintas solubles en agua, los occidentales emplearon desde un principio tintas diluidas en aceites. En Oriente, las impresiones se conseguían sencillamente oprimiendo el papel con un trozo de madera contra el bloque entintado.

Los primeros impresores occidentales en el valle del Rin provincia de Alemania, utilizaban prensas mecánicas de madera cuyo diseño recordaba el de las prensas de vino. Los impresores occidentales desarrollaron una técnica de

fundición de tipos de tal precisión que se mantenían unidos por simple presión aplicada a los extremos del soporte de la página.

El desarrollo de un método que permitiera fundir letras con dimensiones precisas constituye la contribución principal del invento occidental. Los fundamentos de la imprenta ya habían sido utilizados por los artesanos textiles europeos para estampar los tejidos, al menos un siglo antes de que se inventase la impresión sobre papel. El arte de la fabricación de papel, que llegó a Occidente durante el siglo XII, se extendió por toda Europa durante los siglos XIII y XIV. Durante el renacimiento, el auge de una clase media próspera e ilustrada aumentó la demanda de materiales escritos.

La máquina que se utiliza para transferir la tinta desde la plancha de impresión a la página impresa se denomina prensa. Las primeras prensas de imprimir, como las del siglo XVI e incluso anteriores, eran de tornillo, pensadas para transmitir una cierta presión al elemento impresor o molde, que se colocaba hacia arriba sobre una superficie plana. El papel, por lo general humedecido, se presionaba contra los tipos con ayuda de la superficie móvil o platina. Las partes superiores de la imprenta frecuentemente iban sujetas al techo y una vez que el molde se había entintado, la platina se iba atornillando hacia abajo contra el mismo.

La prensa iba equipada con raíles o carriles que permitían expulsar el molde, volviendo a su posición original, de modo que no fuera necesario levantar mucho la platina. Hacia 1800 hicieron su aparición las prensas de hierro, y por aquellas mismas fechas se sustituyeron los tornillos por palancas para hacer descender la platina. Las palancas eran bastante complicadas; primero tenían que hacer bajar la platina lo máximo posible, y al final tenían que conseguir el contacto aplicando una presión considerable.

Aunque las mejores prensas manuales de la época sólo producían unas 300 impresiones a la hora, las prensas de hierro permitían utilizar moldes mucho más grandes que los de madera, por lo que de cada impresión se podía obtener un número mucho mayor de páginas. La impresión de libros utilizaba cuatro, ocho, dieciséis y más páginas por pliego.

Durante el siglo XIX, las mejoras incluyeron el desarrollo de la prensa accionada por vapor; la prensa de cilindro, que utiliza un rodillo giratorio para prensar el papel contra una superficie plana; la rotativa, en la que tanto el papel como la plancha curva de impresión van montados sobre rodillos y la prensa de doble impresión, que imprime simultáneamente por ambas caras del papel.

El sistema de impresión *offset* nace accidentalmente mediante el proceso litográfico. El prensista, operador, alguna vez incidentalmente no colocó el papel en la prensa de imprimir y luego al pasar el rodillo de hule, observó como el hule recogía la tinta de la piedra. Posteriormente al colocar una nueva hoja de papel y pasar el rodillo de hule para presionar la hoja contra la piedra, descubre que la tinta que había tomado el rodillo quedaba impresa en la parte posterior del papel. Así es como se llega al descubrimiento de que se puede mojar e inmediatamente entintar la piedra, para, seguidamente, con un rodillo de hule, tomar la tinta y depositarla en el papel, presionando ligeramente el rodillo contra este substrato.

Las máquinas de imprimir *offset* son el resultado de la litografía a escala menor, este tipo de maquinaria está basada en el proceso de rotación por medio de fuerza motriz, combinando el movimiento de rotación, fuerza de succión de compresor, la distribución del agua para la humectación; la correcta aplicación de tinta, da como resultado el ajuste preciso de impresión.

1.2. Prensa *offset*

Se denomina *offset* al procedimiento que reproduce indirectamente una imagen sobre el papel mediante la plancha adaptada a un cilindro o rotativa. Las formas o moldes de impresión se obtienen por reporte metalográfico o por transporte fotomecánico y hoy en día computarizado.

Las máquinas de imprimir *offset* son el resultado de la litografía a escala menor, este tipo de maquinaria está basada en el proceso de rotación por medio de fuerza motriz, combinando el movimiento de rotación, fuerza de succión de compresor, la distribución del agua para la humectación; la correcta aplicación de la tinta, da como resultado el ajuste preciso de impresión.

Existen en el mercado varias marcas y modelos, las más reconocidas son de tipo alemán, como GTO, japonesas como Ryoby y norteamericanas como la AB Dick. Existen máquinas de una cabeza, éstas tienen como característica la impresión de un color a la vez, es decir, para poder imprimir dos, tres o cuatro colores, se debe limpiar la máquina, esperar que seque el primer color en el material impreso, aplicar la segunda tinta en la máquina y volver a imprimir. Este tipo de máquina tiene la característica de tener una sola batería de cilindros y además una sola fuente de humectación y de tinta.

Las máquinas de dos o más cabezas tienen la característica que de una sola vez, el material entra a la máquina *offset*. Este puede ser impreso con dos, tres o cuatro colores. Esto depende de la cantidad de cabezas que la máquina *offset* posea

1.2.1. Funcionamiento de prensa *offset*

El sistema de impresión *offset* está compuesto por una serie de rodillos y cilindros que transfieren la imagen al papel. Este sistema se denomina *offset* porque reproduce la imagen de forma indirecta: primero, unos rodillos mojadores bañan las zonas de no imagen, zonas hidrófilas, del cilindro de ilustración con una solución que repele la tinta. Por eso, los siguientes rodillos, los entintadores, solo aplican la tinta oleosa en las zonas de la imagen con compuesto hidrófobo y con la forma del motivo a imprimir, previamente grabado en el cilindro de ilustración. El rodillo de ilustración no transfiere la tinta directamente al papel, sino que entinta al cilindro *offset* y éste al papel. Para cada color, se prepara un conjunto de rodillos y cilindros como este.

1.2.2. Sistemas y partes que componen la prensa *offset*

- **Batería de entintaje:** este sistema tiene como función el distribuir la tinta desde la fuente hasta los rodillos de forma, la fuente en donde se aplica la tinta directamente del recipiente y se calibra su dosificación por medio de reguladores que éstos a su vez entintan el cilindro de placa, el cual entinta el cilindro de *blanket*, este último es el que tiene contacto con el material que es impreso.
- **Los rodillos de forma:** tienen una función muy importante en la calidad de la impresión en el *offset*, ya que éstos forman parte también de la batería de entintaje y son los encargados de la base de entintaje para la impresión del tiraje, entre menos rodillos de forma tenga la máquina *offset*, menor será la capacidad de ésta de poder reproducir colores sólidos sin errores, tales como: disolvencias injustificadas, bajo color en los tonos, puntos inoportunos, todo esto dentro de la impresión en sólidos.

- El sistema de batería de humectación: tiene como función la humectación de los rodillos que llevan la tinta, ya que la humectación de éstos debe ser esencial y equilibrada, para que no permita que el papel se pegue a los rodillos o éstos no se saturen de tinta. El sistema de humectación tiene la capacidad de tomar el agua de la fuente y transportarla a la placa, para limpiar bien las áreas de no-imagen. El proceso de humectación se inicia con el recipiente de agua que la dosifica por goteo hacia la fuente de humectación y a su vez a los rodillos.
- Los chupadores, ventosas o succionadores: tiene como función el atrapar al papel por medio de la succión de aire de un compresor, que, por medio de una conexión de mangueras, éstos toman el papel desde la plataforma donde está hacia la mesa de registro, dispositivos de sincronía de medida de entrada de papel en caso de que la máquina no tenga mesa de registro los chupadores llevan el papel directo a los cilindros de impresión.
- Cilindro de lámina o porta placa: sujeta la lámina en su posición correcta y recibe agua y tinta de los sistemas periféricos o baterías de rodillos. Esta pieza, es en la cual se sujeta la placa, esta placa contiene en si el origen de las imágenes o textos a imprimir en el material, la placa sujeta al cilindro se entinta y ésta a su vez entinta el *blanket* el cual tendrá contacto con el material.
- Cilindrón o cilindro de contra: este cilindro recibe el papel del sistema de alimentación, y lo sitúa en contacto con el cilindro de *blanket*, ejerciendo una presión controlada para lograr que la tinta se transfiera del *blanket* al sustrato correctamente. Finalmente, este cilindro entrega el papel al sistema de salida, también sujeta al papel en su posición correcta.

- Cilindro de *blanket*: sujeta la mantilla o *blanket*, pieza de tela recubierta de caucho donde se imprime la tinta que ara contacto con el papel, en su posición correcta y recoge la tinta del área de imagen de la lámina y la transporta al papel o material a imprimir.
- Cilindro de la numeradora: esta pieza trabaja, por medio de la misma rotación de los rodillos, por cada rotación completa y el contacto del material impreso, este cilindro activa la numeradora, la cual lleva el conteo de las impresiones se lleva.
- Velocímetro: este es el dispositivo que controla e indica la velocidad de impresión de la máquina, la velocidad varía según el tipo de máquina, esta puede oscilar desde 3 000 hojas por hora hasta la velocidad de 15 000 hojas por hora.
- Recibidor de cadena: está compuesto por una cadena con pinzas, la cual tiene una doble función, la primera consiste en tomar el papel impreso que viene del cilindro de *blanket* y el cilindro de contra, con sus pinzas y depositarlo en su respectiva plataforma uno a uno.

1.2.3. Proceso de impresión *offset*

El proceso de impresión *offset* consiste en aplicar diversas tintas sobre una placa metálica que contiene grabada una película fotosensible, luego esta pasa por un sistema de cilindros que reciben la imagen sobre una mantilla y la transfiere al papel.

1.2.3.1. Preimpresión

Se inicia mediante una fase de diseño de la imagen a imprimir, fotocomposición, para, posteriormente, pasar la denominada fase de fotomecánica donde se genera un negativo para la preparación de la plancha de impresión. Para la realización de este negativo, se utiliza una película fotosensible que, tras una exposición con luz UV, debe pasar por distintos baños donde se produce el revelado, la fijación, el lavado y el secado para obtener la película con imagen, fotolito, que posteriormente, se trasladará a la plancha de impresión.

El traslado de la imagen desde el fotolito a la plancha implica la modificación de sus características superficiales de modo que, en la etapa de impresión, la tinta se transfiera a zonas con imagen y sea repelida de las zonas sin imagen.

Dicho proceso de modificación superficial de la plancha de impresión se consigue, por el revelado tradicional, mediante la combinación de luz ultravioleta y varios reactivos para el revelado, lavado, corrección y engomado.

1.2.3.2. Impresión

La etapa de impresión consiste en transmitir la imagen desde la plancha al sustrato, papel y cartón. En las prensas de impresión planas o de bobinas. Para ello, el aporte de la solución de remojo y la tinta a la plancha con imagen, junto con el principio de inmiscibilidad grasa-agua, hace que la tinta se retenga en las partes lipofílicas de la plancha y sea repelida en las partes hidrofílicas, repulsión fortalecida por la acción de la solución de remojo.

Cuando la plancha ha cogido la tinta la transmite al rodillo porta cauchó o mantilla, el cual imprime la imagen sobre el papel o soporte que circula encima del cilindro de impresión. La etapa de impresión finaliza con una etapa de secado y fijación de las tintas sobre el sustrato que depende del tipo de tinta utilizado. Así, nos encontramos con tintas de secado por calor, tintas convencionales *Heat-Set*, tintas de secado sin calor, tintas convencionales *Cold-Set*, tintas de secado por radiación, tintas Ultravioletas-tintas UV, y tintas de curado por radiación de electrones tintas EB.

1.2.3.3. Post-impresión

Consiste en la limpieza de rodillos entintadores, tinteros, planchas de impresión, cilindros de impresión y cubetas. Que han sido impregnadas por el uso de tintas y barnices con disolventes.

La limpieza de las prensas se efectúa cuando acaba la impresión o cuando hay un cambio de color porque los cilindros, la cubeta y las válvulas quedan impregnados de tintas inservibles. La limpieza de estas piezas se realiza de forma automática o manual con trapos y trozos de tela impregnados con disolventes orgánicos o con detergentes y con agua, en el caso de tintas en base acuosa. La frecuencia de la limpieza está en función de varios factores, como la cantidad de tinta secada, la cantidad de fibras e hilos de papel acumulados, los cambios de producción y la calidad y tipo de tinta.

1.2.4. Materia prima utilizada en el proceso de impresión *offset*

Las principales materias primas utilizadas en el proceso de impresión *offset* son diversos tipos de papel dependiendo del trabajo a realizar. Las tintas que

tienen mucha importancia en el acabado final de la impresión y los químicos utilizados para la formulación del agua y limpieza de las placas.

1.2.4.1. Tipos de papel

Papel estucado brillante: papel muy habitual en revistas, catálogos, calendarios, carteles y folletos. Se caracteriza por contar con una capa superficial de estuco que mantiene la tinta en la superficie. Los colores quedan intensos y bonitos.

- Papel estucado semimate: junto con el estucado brillante, es uno de los tipos de papel para impresión comercial más habituales. Con características y usos similares al estucado brillante, pero con menor brillo, al no haber pasado tanto tiempo en el proceso de calandrado en el momento de su fabricación.
- Papel *offset* blanco: en este tipo de papel *offset* no se ha añadido capa de estuco, por lo que este soporte mantiene su porosidad natural. Es adecuado para escribir sobre él, por lo que es el tipo de papel elegido de forma preferente en el caso de las agendas, el papel de carta y factura y los sobres y bolsas. Suele utilizarse también para imprimir el interior de libros en los que predomina el texto sobre la imagen.
- Papel *offset* ahuesado: tiene un tono ligeramente amarillento muy apreciado en determinadas aplicaciones, como la edición de libros y la papelería corporativa.
- Papel *texcote*: un tipo de papel grueso de superficie brillante, muy utilizado en empaques de todo tipo de productos.

1.2.4.2. Tipos de tintas

Tintas *cold-set* son tintas de impresión *offset* para impresión desde bobina. Estas tintas se secan tan solo al penetrar en el sustrato a imprimir, por lo que el proceso no requiere dispositivos auxiliares de secado y también evita emisiones. Las tintas *cold-set* se usan principalmente para la impresión de periódicos.

Las tintas de impresión *heat-set* se usan en la impresión *offset* con bobinas. Se secan en hornos, al evaporarse el contenido de aceite mineral, a unas temperaturas de 120 a 150 °C. Es un método que se utiliza para imprimir revistas y catálogos.

La tinta Ultravioleta ofrece el más alto rendimiento y un increíble impacto visual. Combina las propiedades de rodadura de las mejores tintas para papel con los beneficios de secado instantáneo característicos del proceso de curado UV. Está diseñada para ofrecer una capacidad de impresión excelente sobre una amplia gama de papeles y cartones.

1.2.5. Cuatricromía

Se designa con este término de cuatricromía, a la impresión *offset* de originales a todo color, o a cuatro colores, esto es, la superposición de los tres colores básicos, cian, magenta, amarillo y el negro, que se utiliza para añadir mayor detalle y densidad a las zonas oscuras.

En consecuencia, todo original en color, sea fotografía o ilustración, que quiera ser reproducido en color, debe ser separado en cuatro películas llamadas fotolitos, separación del color, color key, representando cada una un color diferente.

Como el proceso de impresión en cuatro colores es complejo, requiere cuatro pasadas por máquina, una para cada color, y costos es imprescindible la separación de los colores, color key, su aplicación queda restringida a aquellos trabajos que requieran necesariamente un acabado de alta calidad y, además, se vayan a editar en cantidades suficientes, varios miles de ejemplares, para que compensen los elevados costos y el tiempo de su preparación.

1.2.6. Full Color

En el argot de las artes gráficas se les conoce así a las impresiones a cuatro colores básicos, negro, rojo, azul y amarillo. Estas impresiones al combinar los colores también combinan sus porcentajes los cuales crean un efecto de tonalidades. En las artes gráficas al color azul, se le conoce con el nombre de cian, al color rojo se le llama magenta.

1.2.7. Ganancia de punto o *dotgain*

La ganancia de punto es un término utilizado en máquinas de impresión *offset* para indicar la diferencia de punto que resulta entre el punto de trama escogido original y el que la máquina *offset* reproduce en su proceso químico-físico cuando imprime.

Es el efecto que se produce cuando la tinta de una máquina cae encima del punto de la plancha y se traspasa al papel, y esta transferencia nunca sucede de forma perfecta, siempre hay un engorde del punto. O sea, que, si en plancha hemos insolado una trama con un 50 %, seguramente, en la máquina, esta trama aumentará al 64 %.

Este fenómeno sucede siempre, en todas las máquinas de impresión *offset*, en todas las planchas y en todas las lineaturas de trama escogidas. Es un efecto físico que se produce porque cuando la tinta se deposita sobre un punto, esta no bordea de forma perfecta el punto, siempre se expande un poco hacia fuera.

El sistema de impresión *offset* funciona a base de rodillos y presiones, además de un equilibrio químico muy bien controlado entre el agua, la tinta y el alcohol. Todos estos elementos, cuando se ponen en acción, son los que provocan este efecto.

1.2.8. Fallas comunes en la impresión *offset*

No todos los problemas producidos en la impresión *offset* están relacionados con la máquina, aunque si hay muchos de ellos ocasionados por ajustes incorrectos de los elementos principales, elementos como el paso del papel, la colocación de las guías, la batería de entintado o mojado y el cuerpo impresor, todos ellos se deben de regular perfectamente para asegurar una correcta impresión.

1.2.8.1. Causas y soluciones

Título del problema: aplastamiento en alguna zona de la mantilla del caucho.

- Posibles causas: trozos de papel, hojas dobladas, trozos de hojas enrolladas o cuerpos extraños recargamiento del papel caracolillos por una mala manipulación del papel a la hora de guillotinarlo o de ponerlo en la pila.

- Posibles soluciones: cambiar el papel, cambiar la mantilla o caucho, manipular adecuadamente el papel.

Título del problema: curvaturas en el extremo posterior del papel.

- Posibles causas: fondos de tinta en el extremo posterior del papel, carga de tinta importante.
- Posibles soluciones: cambiar la ubicación de los fondos de tinta, preferiblemente a la entrada, cambiar el papel por uno más fuerte, intentar reducir tinta aumentando la pigmentación o colocando cojines, utilizar el alisa pliegos para intentar modificar esta curvatura.

Título del problema: el papel se adhiere a la mantilla.

- Posibles causas: papel delgado o satinado para demasiada tinta, mantilla desgastada, defectuosa, tinta con mucho tiro, o mucha cantidad de tinta que hace que el papel se suelte de las pinzas, pinzas desgastadas o mal niveladas.
- Posibles soluciones: cambiar el papel por uno más adecuado, cambiar el caucho o mantilla, suavizar la tinta o poner menos cantidad si el trabajo lo permite, cambiar las pinzas.

Título del problema: secado demasiado lento.

- Posibles causas: baja absorción del papel, solución de mojado demasiado ácida, demasiada tinta, PH demasiado bajo de la superficie del papel, papel ácido.

- Posibles soluciones: cambiar el papel, utilizar tintas oxidativas, estabilizar la solución de mojado, pH correcto entre 4,8 y 5,2, podemos subir el pH del agua añadiendo agua del grifo, o quitar o bajar los aditivos.

Título del problema: repinte

- Posibles causas: incompatibilidad entre papel y tinta o exceso de tinta.
- Posibles soluciones: cambiar el papel o la tinta, reducir tinta si se puede, aumentar la cantidad de polvos antimaculantes si el trabajo lo permite o aditivos de secado hacer pilas de salida de menos altura.

Título del problema: las hojas se adhieren entre sí en la entrada

- Posibles causas: papel descuadrado, mal cortado, con rebabas, excesiva humedad, alimentador mal ajustado, electricidad estática.
- Posibles soluciones: asegurarse de tener un buen papel, bien cortado, escuadrado y cambiar la cuchilla de la guillotina si es necesario, ajustar correctamente el alimentador.

1.3. Control de producción

Los sistemas de control de producción tienen básicamente tres objetivos: lograr que los pedidos de artículos se entreguen en los plazos y las cantidades solicitadas, evitar que el coste de estos mismos productos supere la estimación inicial y crear un método para identificar los fallos y solucionarlos en tiempo real.

El objeto de todo proceso industrial será la obtención de un producto final, de unas características determinadas de forma que cumpla con las especificaciones y niveles de calidad exigidos por el mercado, cada día más restrictivos.

Esta constancia en las propiedades del producto sólo será posible gracias a un control exhaustivo de las condiciones de operación, ya que tanto la alimentación al proceso como las condiciones del entorno son variables en el tiempo.

La misión del sistema de control de proceso será corregir las desviaciones surgidas en las variables de proceso respecto de unos valores determinados, que se consideran óptimos para conseguir las propiedades requeridas en el producto producido.

El sistema de control nos permitirá una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste.

Las principales características que se deben buscar en un sistema de control serán:

- Mantener el sistema estable, independiente de perturbaciones y desajustes.
- Conseguir las condiciones de operación objetivo de forma rápida y continua.
- Trabajar correctamente bajo un amplio abanico de condiciones operativas.
- Manejar las restricciones de equipo y proceso de forma precisa.

La implantación de un adecuado sistema de control de proceso, que se adapte a las necesidades de nuestro sistema, significará una sensible mejora de la operación. Principalmente los beneficios obtenidos serán:

- Incremento de la productividad
- Mejora de los rendimientos
- Mejora de la calidad
- Control medioambiental
- Seguridad operativa
- Optimización de la operación del proceso
- Fácil acceso a los datos del proceso

1.3.1. Definición

El control es el proceso que permite verificar que las actividades se están desarrollando según lo programado, lo que conducirá al logro de los objetivos empresariales. También permite la detección de posibles desviaciones entre los resultados reales y los previstos.

Actualmente, el objeto de llevar a cabo un control de la organización es la colaboración de los empleados, buscando la mejora continua y el aumento de la calidad. La dirección de la empresa debe respaldar la función de control, para evitar consecuencias indeseables y favorecer la solución de los problemas que originan las posibles desviaciones.

1.3.2. Tipos de producción

El proceso de producción es el conjunto de actividades en el que interaccionan personas, maquinas, materias primas y diversos procedimientos,

el objetivo principal es transformar las materias primas en productos listos para el consumo humano. Dependiendo del producto y las ventas de la empresa existen tres tipos de producción.

1.3.2.1. Producción intermitente

La producción intermitente se orienta a fabricar lotes pequeños, pero con la capacidad de fabricar variedades o gamas. Los operadores poseen las capacidades y habilidades para fabricar varios productos. Las máquinas se distribuyen en áreas agrupadas en grupos similares; y los trabajos o productos siguen rutas diferentes.

1.3.2.2. Producción continua

La producción continua produce grandes cantidades de productos estándar sobre líneas que siguen la secuencia de operaciones requeridas para la fabricación del producto. A lo largo de la línea se encuentran los operadores, herramientas y equipos. Uno de los puntos más importantes de las líneas de producción es mantener la producción estable o constante, es por ello que se deben balancear las líneas. Si las líneas de producción no están balanceadas aparecen cuellos de botella. La capacidad de una línea de producción está determinada por el cuello de botella.

1.3.2.3. Producción por pedido

En este esquema, el proceso de fabricación genera un producto específico o personalizado para un cliente. Por lo tanto, requiere una alta dosis de planificación para adaptarse a las necesidades del comprador.

Conocido por sus siglas en inglés MTP, *make to order*, este tipo de sistema de producción es el más puntual.

1.3.2.4. Planificación de producción

La planificación de la producción consiste en establecer un plan de trabajo dependiendo de la cantidad de pedidos o de las ventas esperadas. Esta planificación se hace teniendo en cuenta:

- Materiales disponibles o sus plazos de entrega.
- Número de trabajadores.
- Capacidad de producción de las máquinas y los empleados

Con la planificación, las empresas pueden comenzar la producción de nuevos productos de forma lógica y ordenada.

También, gracias a esta planificación se puede calcular cuando se pueden hacer pedidos de materiales y la programación del transporte de los productos.

1.3.2.5. Control de inventario

El control de inventario es el proceso por el cual una empresa administra las mercancías que mantiene en almacén. Esto, con el objetivo de recopilar información de la entrada y salida de los productos, buscando además el ahorro de costes.

Es decir, el control de inventario permite, entre otros fines, llevar el registro de las existencias de la compañía. Así, con base en dichos datos pueden tomarse

decisiones, para que la empresa mantenga en lo posible el menor stock inmovilizado, lo cual implica un coste de almacenamiento.

Cabe recordar que con inventario se suele hacer referencia a la materia prima, los bienes intermedios y los bienes finales que ofrece la firma a sus clientes.

1.3.3. Cadena de suministro

Una cadena de suministro es el conjunto de actividades, instalaciones y medios de distribución necesarios para llevar a cabo el proceso de venta de un producto en su totalidad. Esto es, desde la búsqueda de materias primas, su posterior transformación y hasta la fabricación, transporte y entrega al consumidor final.

En otras palabras, la cadena de suministro es una función estratégica y logística que involucra todas las operaciones que son indispensables para que una mercancía logre llegar al cliente final en óptimas condiciones.

1.3.4. Demoras

Ocurren cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Son los retrasos o interrupciones que sufre el proceso. Las demoras son la principal causa del incumplimiento de fechas de entrega, el origen del trabajo en tiempo extra y el incremento del costo de las órdenes de producción.

1.3.5. Paros no programados

Los paros no programados se presentan cuando ocurren problemas u errores que no estaban contemplados dentro del proceso de producción que provocan el paro de línea, una sección de la línea de producción se detiene, interrumpiendo así el proceso productivo. Esto se puede ser debido a la maquinaria, materia prima o al personal.

1.3.5.1. Tiempo muerto

En la actividad fabril se denomina tiempo muerto a aquél durante el cual el obrero no hace ninguna tarea, no por pereza, sino porque no tiene los elementos necesarios para llevarla a cabo.

1.3.6. Ajustes

La unión, adaptación o acomodación de una cosa respecto de otra que está estrechamente vinculada a la primera y que de este modo permite el correcto funcionamiento.

1.4. Mantenimiento

Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo estratégicamente para evitar o corregir las fallas que se pueden presentar en las instalaciones o los diversos equipos usados en el proceso productivo.

1.4.1. Definición

El mantenimiento es el control constante de las instalaciones, en el caso de una planta, o de los componentes, en el caso de un producto, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general. Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

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

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

1.4.2. Tipos de mantenimiento

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño,

introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad y diseño sin mantenimiento.

1.4.2.1. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, entre otras. Encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado.

En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de aprovechar para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.

- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso

1.4.2.2. Mantenimiento predictivo

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo, monitorización, de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo. El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado.

Por ejemplo, estos parámetros pueden ser: la temperatura, la presión, la velocidad lineal, la velocidad angular, la resistencia eléctrica, los ruidos y vibraciones, la rigidez dieléctrica, la viscosidad, el contenido de humedad, de impurezas y de cenizas en aceites aislantes, el espesor de chapas, el nivel de un fluido y fluido.

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos. Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento.

1.4.2.3. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo. Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectados a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

1.4.2.4. Mantenimiento productivo total

Este sistema está basado en la concepción japonesa del mantenimiento al primer nivel, en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como reglaje, inspección y sustitución de pequeñas cosas facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- Mantenimiento: para mantener siempre las instalaciones en buen estado.
- Productivo: está enfocado a aumentar la productividad.
- Total: implica a la totalidad del personal, no solo al servicio de mantenimiento.

Este sistema coloca a todos los integrantes de la organización en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

1.4.3. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un documento que resume los procedimientos, los recursos y la planificación de las tareas de mantenimiento de un bien. La definición del plan es parte de un enfoque de estrategia de mantenimiento, una vez terminada la fase de análisis, auditoría, del equipo, de la política de mantenimiento de la compañía y de los objetivos de producción o de servicio.

Ya sea que se trate de un mantenimiento preventivo o correctivo, de un servicio programado o de una reparación de emergencia, una intervención puede convertirse en un verdadero desafío, ya sea gestionada de manera interna o externa.

El plan de mantenimiento ayuda a establecer una base sólida y a: mejorar la fiabilidad y el rendimiento de los equipos, reducir las averías, reducir los costos de mantenimiento, evitar cualquier pérdida de producción, tiempo y dinero, mantener una calidad de servicio, contractual o reglamentaria, garantizar la seguridad del personal, optimizar la gestión de inventario y la compra de repuestos, permitir la coordinación de las obras y el buen acuerdo entre el cliente y el proveedor de servicios, garantizar la satisfacción del cliente, seguir la evolución del equipo y sintetizar las instrucciones.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPRESIÓN *OFFSET*

2.1. Descripción de maquinaria

La maquinaria usada en el proceso de impresión en la empresa es de fabricación alemana, estas operan sobre un correcto sistema de lubricación, su operación se da por medio de la rotación continua y a alta velocidad.

2.1.1. Máquina de impresión *offset*

El área de impresión cuenta con dos prensas *offset* marca Heidelberg Einfarben que cuentan con una sola cabeza lo cual solo permite imprimir un color a la vez, es decir, si se quiere imprimir a dos colores o full color debe limpiarse todo el sistema de rodillos y colocar la nueva tinta.

Tabla I. **Especificaciones de máquina KORD 64**

Nombre	Heidelberg KORD
Fabricante	Heidelberg
Modelo	KORD 64 (K-line)
Colores	1
Tamaño máximo de papel	46 x 64 cm
Área máxima de impresión	45 x 64 cm
Velocidad máxima	6 000 pliegos por hora
Peso	2 650 kg
Tamaño de placa	55 x 65 cm
Tamaño de mantilla	52,5 x 67,7 cm

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Figura 1. **Prensa 1. Heidelberg KORD 64 Modelo 67**



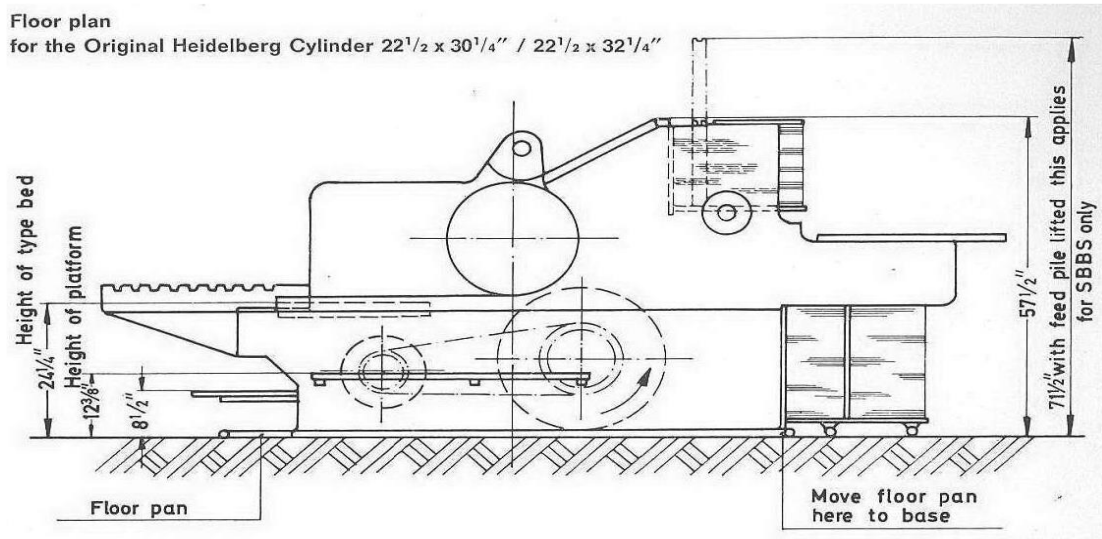
Fuente: elaboración propia. Área de prensas *offset*, INDEGUA S.A.

Figura 2. **Prensa 2. Heidelberg KORD 64. Modelo 61**



Fuente: elaboración propia. Área de prensas *offset*, INDEGUA S.A.

Figura 3. **Disposición del sistema de cilindros *offset* en maquinaria**



Fuente: Heidelberg. *Manual de operación original Heidelberg*. P12.

2.1.2. Descripción del proceso de impresión *offset*

- El departamento de diseño realiza el arte del libro, lo revisa y luego envía el archivo en digital para que se realice la impresión de placas y sherpas.
- Se reciben la materia prima, las placas de impresión y se verifican que estén según lo acordado, estas deben incluir sherpas que son hojas donde se muestra cómo queda el trabajo terminado, estas sherpas le sirven de guía al operario de la prensa para lograr el tono adecuado en cada trabajo.
- El operario corta las resmas de papel que utilizara para obtener el mismo en el tamaño de pliego prensa que admite la máquina.
- Se coloca la tinta base en la máquina.

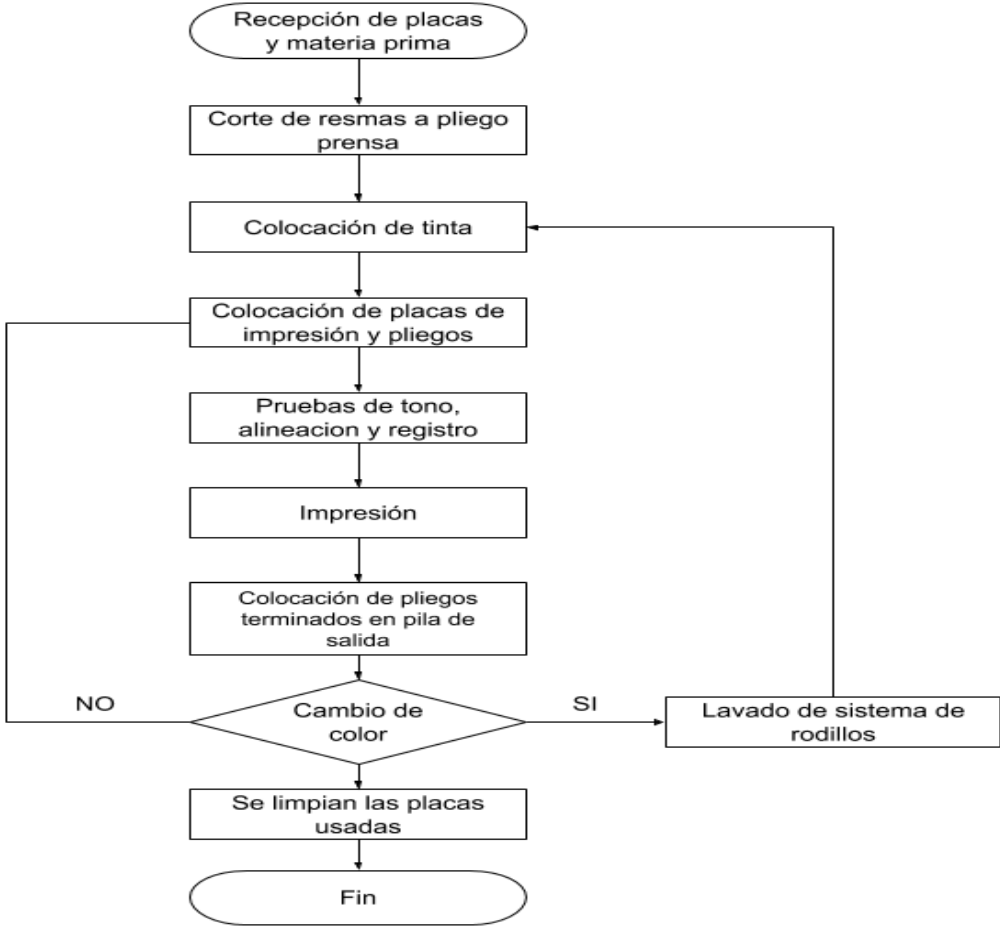
- Se pone en posición la placa de impresión, las prensas *offset* funcionan con tres cilindros, uno donde se monta la placa, este la sujeta en su posición para evitar variaciones en la impresión, un segundo rodillo a donde se transfiere la imagen de la placa hacia la mantilla o caucho y a su vez este es el encargado de transferirlo al papel.
- El operario realiza pruebas de tono, registro y alineación.
- Luego inicia la impresión en esta parte el prensista debe estar atento a cualquier variación de tono o de alineación en los pliegos impresos por lo que debe extraer cada cierto tiempo una impresión y verificar estos parámetros, si es necesario se corrigen con ajustes en la máquina.
- Los pliegos terminados se colocan en una pila de papel de salida y se limpia las placas con goma y limpiador de placa para preservarlas en buen estado.
- Se repite el proceso con los colores que sean necesarios.
- Es necesario lavar el sistema de rodillos cada vez que se cambia de color, utilizando wash.
- Se limpian las placas con líquidos especiales luego de usarlas para ser almacenadas.

2.1.3. Diagrama de flujo

En el diagrama de flujo se representa gráficamente todos los pasos que se llevan a cabo en el proceso de impresión *offset* para facilitar su comprensión a

todos los involucrados y que cada uno realice las actividades que le corresponden.

Figura 4. Diagrama de flujo de proceso de impresión *offset*



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.2. Productos que ofrece

La Industria Editorial Guatemalteca, INDEGUA S.A, elabora una amplia gama de libros de texto de nivel primaria y básica, que están estructurados de acuerdo a las últimas reformas del currículo nacional base en más de nueve materias diferentes, además de contar con recursos educativos adicionales para mejorar el proceso de aprendizaje.

Figura 5. Libros de texto que ofrece



Fuente: *Indegua*. <http://indegua.com/>. Consulta: 25 de octubre 2020.

En menor cantidad realizan trabajos de documentos comerciales como facturas, comandas, recibos, formularios de impresión, tickets de parqueo, entre otros. Los mismos son trabajados solo bajo pedido y cantidades pequeñas para no afectar significativamente a la producción de libros.

2.3. Materia prima utilizada

En los libros que fabrica la empresa solo utilizan dos tipos de papel texcote que es utilizado para las pastas de los libros y papel bond de 75 gramos para los interiores. En ocasiones imprimen documentos como facturas, recibos entre otros donde se utiliza el papel sensibilizado.

2.3.1. Tipos de papel

Texcote: este papel se utiliza para la impresión de todas las pastas de los libros, tiene la característica que una de sus caras es de acabado mate y la otra tiene brillo, la impresión en este papel requiere una reducción de la velocidad en la prensa *offset* para evitar defectos, así como un tiempo de secado mayor y la utilización de polvo anti repinte. Para el colocar las pastas en el libro final es necesario enviar el texcote ya impreso a una empresa que se encarga de aplicar un barniz ultravioleta que protege y da más brillo al material.

Papel bond: utilizado para impresiones de los interiores de los libros, los mismos pueden ser a full color, a dos colores o bien a un solo color. Se utilizan resmas de 75 gramos para libros y de 60 gramos cuando se imprime interior de cuadernos. Tiene un bajo costo y es fácil de trabajar, pero se ve afectado muchas veces por factores como la humedad.

Sensibilizado: este tipo de papel se puede encontrar en diferentes colores siendo los más comunes blanco, amarillo, rosado y celeste. Es utilizado para la impresión de formularios comerciales como facturas, recibos y comandas. Tiene la característica de contar con un sistema de imagen químico que es el que transfiere la copia de una hoja a otra.

2.3.2. Tinta

Las tintas litográficas son de gran importancia ya que la calidad del trabajo final depende de las propiedades de los pigmentos químicos u orgánicos de las mismas.

Las tintas Europrint utilizadas en la empresa para todas las páginas del interior de los libros ya sean a *full* color o a dos colores, esta tinta proporciona altos niveles de calidad de impresión en la mayoría de sustratos proporcionando niveles excepcionales de brillo. Proporcionan un gran rendimiento en impresión a altas velocidades como lo son las maquinas *offset*. Tiene una penetración ultra rápida y secado por absorción y oxidación rápido, lo que reduce el uso de polvo anti repinte. Adecuada para la impresión de tiro y retiro en línea, y sobre los pliegos impresos pueden aplicarse barnices de aceite, base de agua y de curado por uv.

2.3.2.1. Placas de impresión

Las placas de impresión son el elemento que transmite la tinta a la mantilla solo en las áreas donde es necesario aplicar cada color sobre el sustrato de papel.

Existen placas de tiraje largo hechas de metal y tiene una vida útil más extendido lo que permite realizar el mismo trabajo de impresión sin necesidad de solicitar nuevas placas. Las placas de tiraje corto llamadas también masters las cuales están hechas de papel especial. Las placas deben estar en perfectas condiciones al realizar la impresión ya que cualquier defecto que estas presenten se verá reflejado en el trabajo final, reduciendo así la calidad de la impresión

2.3.2.2. Pantone

Los Pantone son guías estandarizadas utilizadas por el operario cuando la impresión del libro requiere un color preparado que no es posible obtenerlo con las tintas básicas, negro, cian, magenta y amarillo, estas guías le ayudan al prensista a colocar los porcentajes correctos de las tintas básicas y obtener el tono requerido para el trabajo.

2.3.3. Otros insumos

Existen químicos que son utilizados en el proceso de impresión *offset*, para la formulación correcta del agua a emplear y para la limpieza correcta de las placas luego de ser utilizadas.

2.3.3.1. Limpiador de placas

Utilizado para agilizar el limpiado de las planchas *offset* ya que deja las planchas como en su estado original luego de ser utilizadas.

No es abrasivo con la imagen de la placa, se debe aplicar directamente sobre la misma, luego con un trapo o esponja se extiende por toda la zona a limpiar, luego se engoma la plancha con goma arábica.

2.3.3.2. Solución fuente azul

Es un aditivo para soluciones de mojado es ideal para nivelar y mantener constantes los valores de PH del agua de humectación, y mantiene las áreas de no imagen de la placa libres de tinta y sensibles al agua. Se mezclan dos onzas líquidas por cada galón de agua.

2.3.3.3. Alcohol isopropílico

Regulador de la conductividad para reducir la tensión superficial en las soluciones de mojado; permite mayor limpieza de la plancha y mayor homogeneidad en la película, entonaciones más rápidas y mayor volatilidad. El alcohol isopropílico puro brinda más brillo en la impresión y colabora al secado de la tinta.

2.3.3.4. Wash

Es una solución de lavado para mantillas y rodillos, miscible con agua y de gran eficacia. Al mezclarse con agua, elimina rápidamente la tinta y el polvillo del papel y deja la superficie de mantillas y rodillos listas para absorber la tinta, sirve tanto para sistemas de lavado automático como para una aplicación manual.

2.3.3.5. Polvo anti repinte

Forma una separación entre las hojas impresas en la pila de salida de la máquina impresora, esta separación permite que quede aire atrapado entre las hojas impresas, el cual acelera la acción de los secantes componentes de la tinta permitiendo un secado más rápido.

2.3.3.6. Goma arábica

Es una goma vegetal que se extrae de algunas variantes africanas de la acacia. En la industria litográfica es utilizada para evitar la oxidación durante el procesado de las planchas de impresión *offset*, lo que permite el almacenaje de las mismas por más tiempo.

2.4. Sistema de control de producción

Un sistema de control de producción son todas las acciones integradas que buscan garantizar los plazos de entrega, con condiciones de calidad y con los menores costos posibles, asignando estratégicamente las cargas de trabajo en cada área.

2.4.1. Velocidad de impresión

La velocidad de impresión de las prensas *offset* con las que cuenta la empresa oscila desde los 1 500 a 6 000 pliegos por hora.

Por la condición actual de las máquinas y la falta de mantenimiento nunca operan a la máxima velocidad, ya que esto reduce la calidad de la impresión y provoca fallos en el funcionamiento que requieren mantenimiento correctivo.

La velocidad también depende del trabajo y tipo de papel que se utiliza debido a que unos absorben más tinta que otros y requieren más atención en los ajustes.

La velocidad de cada máquina fue tomada 3 veces al día para estimar la velocidad promedio a la que trabajan en pliegos prensa por hora, nunca se utilizan las máquinas al máximo de su capacidad de impresión que es 6 000 pliegos prensa por hora, ya que esto compromete la calidad del producto.

Tabla II. **Velocidades de impresión de prensa KORD modelo 67**

Velocidad prensa 1 pliegos por hora										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Corrida 1	5 760	5 640	5 580	5 760	5 640	5 760	5 700	5 580	5 340	5 400
Corrida 2	5 580	5 640	5 520	5 760	5 640	5 580	5 340	5 580	5 580	5 580
Corrida 3	5 580	5 640	5 460	5 460	5 640	5 340	5 340	5 640	5 580	5 580
Promedio	5 640	5 640	5 520	5 660	5 640	5 560	5 460	5 600	5 500	5 520

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla III. **Velocidades de impresión de prensa KORD modelo 61**

Velocidad prensa 2 pliegos por hora										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Corrida 1	5 100	5 100	4 800	4 260	5 340	5 100	5 100	5 220	5 340	5 340
Corrida 2	4 920	5 100	4 800	4 980	5 340	5 100	5 280	5 220	5 340	5 340
Corrida 3	5 100	5 100	4 800	5 220	5 340	5 100	5 400	5 100	5 100	5 340
Promedio	5 040	5 100	4 800	4 820	5 340	5 100	5 260	5 180	5 260	5 340

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.4.2. **Meta de producción semanal**

Cada operario de las prensas *offset* trabaja bajo un meta laboral establecido en común acuerdo con el dueño de la empresa, establecida en 120 000 tiros o impresiones a la semana, para poder cumplir con la demanda. Actualmente no existe ninguna forma para registrar y controlar que se cumplan la meta, los operarios solo imprimen sin apuntar la cantidad de impresiones que realizan diario, lo que genera que la mayoría de semanas no se acerquen a lo establecido, retrasando así la producción de nuevos productos y todos los procesos siguientes, lo que provoca un cuello de botella en la línea de producción.

2.4.2.1. Planificación de producción

Actualmente en la empresa no hay ninguna planificación de producción, todos los trabajos que se procesan de acuerdo a los días hábiles con los que se cuenta con el operario, no se calcula el tiempo de duración que conlleva cada trabajo, por lo que la producción no se basa en el tiempo de duración de todo el proceso de impresión. No se utiliza ningún formato de orden de producción para especificar las instrucciones al prensista, todo es de forma verbal por lo que a veces se generan confusiones en cantidad pedida de pliegos impresos u orden de trabajos a realizar por lo que existen problemas con las fechas establecidas de entrega de los pedidos y prioridad de cada uno de los mismos.

2.4.2.2. Almacenaje de papel en bodega

En la bodega donde se almacena el papel no se cuenta con un espacio aislado que proteja en su totalidad al papel de la temperatura y humedad, las resmas son almacenadas y embaladas con un plástico para protegerlo de estos factores.

No se lleva ningún tipo de control de movimientos de inventario por lo que su registro es poco eficiente, ya que no existe una correcta rotación de inventarios, y las fechas para hacer los pedidos no se tienen establecidas ya que dependen de un conteo de materia prima que no se hace de forma ordenada.

En el ingreso de materia prima a la planta de producción no se lleva ningún control de ningún tipo con respecto a los materiales que se tienen en existencia y fechas establecidas para solicitar más a bodega. Ya que la bodega actualmente no se encuentra en la misma ubicación de la planta de producción esta falta de control del inventario en la planta provoca paros no programados en la producción

de hasta un día laboral por falta de materia prima, perjudicando los tiempos de entrega de producto final y retrasando al resto de departamentos.

2.4.3. Jornada laboral

La planta de producción de la empresa labora en una jornada diurna, iniciando labores a las 7:00 A.M. y finaliza a las 4:00 P.M. de lunes a viernes y los días sábado de 7:00 A.M. a 12:00 P.M.

2.4.3.1. Empleados en el área de prensas

La impresión de todos los productos fabricados en la empresa está a cargo de dos prensistas los cuales son el primer control de calidad, debido a que deben monitorear constantemente que los pliegos impresos cumplan con el tono requerido, la alineación de las guías y otros defectos de impresión relacionados con la alimentación de agua y tinta para la impresión, de no ser así se realizan ajustes en la máquina para lograr el resultado final.

2.4.4. Condiciones laborales

El área de prensas presenta un tamaño reducido lo que dificulta en muchas ocasiones el manejo de los pliegos tanto impresos como en blanco, lo que provoca movimientos innecesarios de materia prima que retrasan el proceso de producción.

Cuenta con techo de lámina y cielo falso eso sumado al calor que genera la maquinaria en funcionamiento general que la temperatura del área en algunas horas del día sea excesiva afectando el rendimiento de los trabajadores.

2.4.5. Costos de producción

La transformación de materias primas en productos finales involucra costos durante el proceso productivo estos son insumos, salarios de colaboradores, energía eléctrica y servicios primarios. Los costos de producción del proceso de impresión en el área de prensas incluyen el papel utilizado que suelen ser de diferente gramaje, químicos como wash, solución fuente azul, alcohol isopropílico, goma arábica, limpiador de placas, la mano de obra de dos operarios, energía eléctrica y agua potable, las tintas y placas de impresión. Y entre los insumos varios se incluye materiales que no se compran mes a mes

Tabla IV. Costos mensuales de producción

25 de agosto al 25 de septiembre			
Descripción	Precio unitario	Cantidad	Costo total
Papel 75 gramos	Q 175,00	108	Q 18 900,00
Papel 60 gramos	Q 165,00	50	Q 8 250,00
Texcote	Q 595,00	20	Q 11 900,00
Placas	Q 50,00	215	Q 10 750,00
Químicos	Q 250,00	10	Q 2 500,00
Tintas	Q 65,00	33	Q 2 145,00
Mano de obra	Q 4 250,00	2	Q 8 500,00
Energía eléctrica	Q 1 800,00	1	Q 1 800,00
Agua	Q 200,00	1	Q 200,00
Varios	Q 2 000,00	1	Q 2 000,00
Total			Q 66 945,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.4.6. Controles de gerencia para el cumplimiento de producción

La empresa no cuenta con un jefe de producción a tiempo completo en la planta de producción, el responsable se encarga de hacer diversas tareas en las que es necesario retirarse de la planta lo que le impide estar en su totalidad en la planta. La función de encargado es realizada por la jefa de encuadernación cuando no se encuentra presente el jefe de producción.

Los controles de calidad recaen en la participación de todo el personal ya que la empresa no cuenta con un departamento responsable de todo este control, desde los prensistas encargados de corregir cualquier defecto al momento de la impresión, hasta el área de encuadernado que es un segundo filtro verificando que los materiales que recibe y traslada a la siguiente área se encuentren en buenas condiciones y evitar que los trabajos salgan de la planta con defectos.

2.5. Tiempo de producción

El tiempo de producción se refiere a los minutos en que la maquinaria se encuentra en marcha y está imprimiendo los pliegos, en su mayoría son tirajes largos ya que se desea sacar un lote de libros completo.

Este tiempo varía en función del material que se está imprimiendo, la velocidad seleccionada por el operario para la máquina y los ajustes necesarios para corregir y evitar fallos en la impresión.

2.6. Tiempos de ajuste

Los tiempos de ajuste se pueden dividir en dos tipos. El primero cuando el operario solo debe cambiar las placas de impresión, retirar pliegos impresos y colocar los nuevos, además, de hacer la verificación de alineación, registro, alimentación de agua y graduación de la fuente de tinta para lograr el tono esperado. Y el segundo que involucra todos los ajustes mencionados anteriormente y adicional a eso es necesario lavar la fuente de alimentación de tinta para aplicar un nuevo color, lo que lleva más tiempo en el ajuste de la máquina.

Estos ajustes muy importantes en el proceso ya que representan el primer control de calidad de los pliegos impresos y donde aún es posible corregir la gran mayoría de defectos que estos puedan presentar y evitar el desperdicio de materia prima por pliegos mal impresos. El operario constantemente debe verificar los parámetros para que el lote de impresión no presente variaciones.

2.7. Desechos generados

Los desechos generados en el área de prensas son en su mayoría de papel bond y texcote que no cumple con la calidad requerida, luego de su procesamiento en la maquina *offset*. Estos desperdicios son vendidos a una recicladora semanalmente lo que genera otra fuente de ingresos y el ahorro de tiempo en procesar ese material para ser desechado ya que la empresa que lo compra se hace responsable de esas tareas. Un colaborador es el encargado de controlar el peso de la totalidad de los desechos.

En el proceso de ajustes, pruebas antes de la impresión, la preparación de los rodillos y sistema de humectación, generan diversos defectos en la impresión

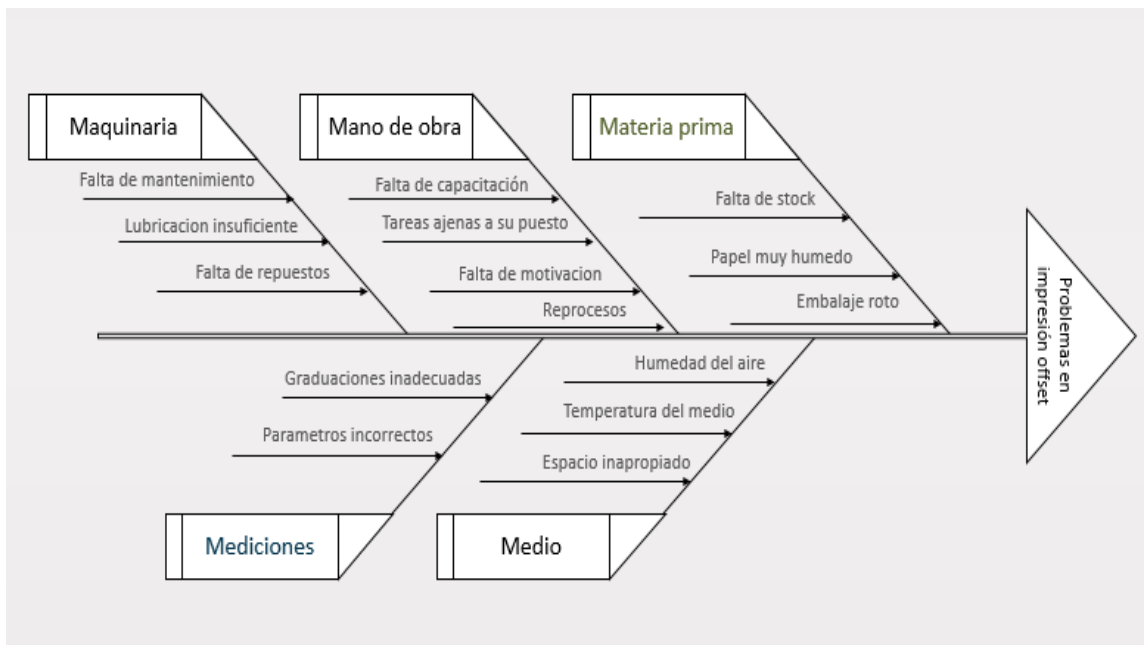
que provocan que los primeros pliegos no cumplan con los requerimientos de calidad. A estos se suman todos los defectos que surgen durante la impresión y no son controlados con tiempo generando la totalidad del desperdicio.

3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE IMPRESIÓN *OFFSET* EN EL ÁREA DE PRENSAS

3.1. Diagrama causa y efecto

Es la representación de las varias causas que pueden ocurrir en un sistema y que contribuyen a que se produzca un problema. También suele llamarse diagrama de espina de pescado debido a su forma. Esta representación gráfica ayuda a facilitar la generación de ideas para darle solución al problema.

Figura 6. **Diagrama causa y efecto de los problemas en impresión *offset***



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Power Point.

El diagrama de la figura 6. Presenta algunas de las causas que se presentan y causan problemas en el proceso de impresión *offset* en donde influyen todos los factores desde maquinaria, operarios y su conocimiento de los equipos y la materia prima que utilizan para la producción de los libros.

La mayoría de estos problemas ocasionan demoras en la producción, las causas de estos deben ser detectadas y eliminadas, ya que provocan el incumplimiento de metas de los operarios y atrasos en el resto de áreas de la línea de producción e inclusive pérdida de clientes por no cumplir con los plazos de entrega.

3.1.1. Demoras por mano de obra

Estos retrasos en la producción son provocados por actitudes del personal, métodos incorrectos al llevar a cabo su trabajo y falta de capacitación, lo que dificulta el cumplimiento de las metas de producción fijadas por la empresa.

3.1.1.1. Capacidad instalada

La empresa cuenta con dos máquinas que tienen una velocidad máxima de trabajo de 6 000 pliegos prensa por hora por lo que su capacidad instalada en una jornada diurna, tomando en cuenta los ajustes y cambios de color es de 60 000 impresiones por día entre ambas máquinas.

3.1.1.2. Incumplimiento de metas de trabajo

Cada operario debe cumplir una meta de trabajo mensual de 480 000 tirajes sin importar que libro se esté produciendo o la cantidad de unidades totales que se requieren.

3.1.1.3. Cantidad real producida de tirajes por día

La cantidad de impresiones o tirajes que realiza cada operario diariamente se ve afectado por factores como las fallas que presenta el equipo, existencia de materia prima y la cantidad de cambios de color que realizan.

Las condiciones de almacenaje del papel también pueden producir que la cantidad de impresiones diarias se reduzca debido a que el papel se atasca al ingresar en la prensa.

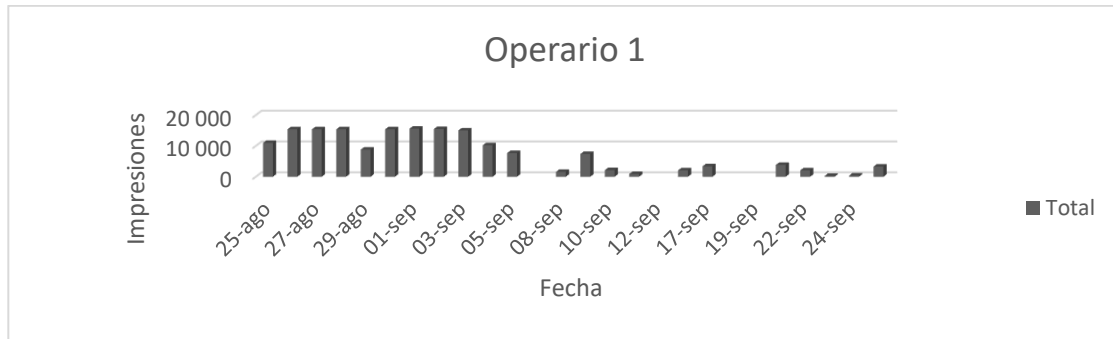
Tabla V. **Impresiones diarias de operario 1**

Fecha	Impresiones	Fecha	Impresiones	Fecha	Impresiones
25-ago	11 000	04-sep	10 230	17-sep	3 400
26-ago	15 400	05-sep	7 700	18-sep	0
27-ago	15 400	07-sep	0	19-sep	0
28-ago	15 400	08-sep	1 600	21-sep	3 850
29-ago	8 800	09-sep	7 390	22-sep	2 100
31-ago	15 400	10-sep	2 150	23-sep	300
01-sep	15 600	11-sep	900	24-sep	400
02-sep	15 500	12-sep	0	25-sep	3 300
03-sep	15 020	14-sep	2 100		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 1 logro una producción de 172 940 impresiones en el mes, lo que equivale a un 36 % de la producción mensual que debe alcanzar.

Figura 7. **Gráfico de impresiones diarias de operario 1**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

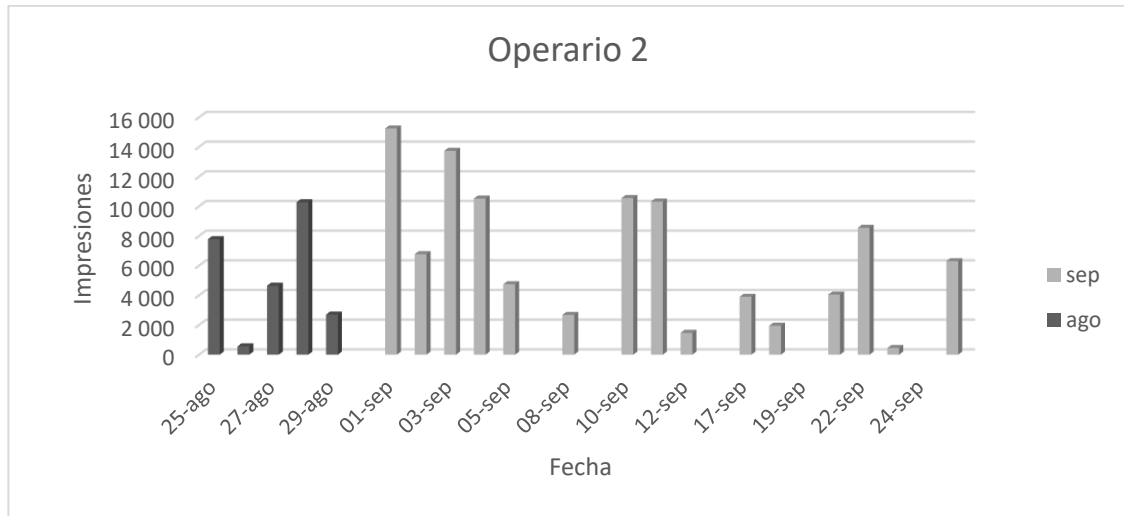
Tabla VI. **Impresiones diarias operario 2**

Fecha	Impresiones	Fecha	Impresiones	Fecha	Impresiones
25-ago	7 783	04-sep	10 518	17-sep	3 900
26-ago	561	05-sep	4 746	18-sep	1 950
27-ago	4 645	07-sep	0	19-sep	0
28-ago	10 271	08-sep	2 679	21-sep	4 050
29-ago	2 705	09-sep	0	22-sep	8 550
31-ago	0	10-sep	10 551	23-sep	450
01-sep	15 244	11-sep	10 317	24-sep	0
02-sep	6 772	12-sep	1 473	25-sep	6 300
03-sep	13 735	14-sep	0		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 2 logro una producción de 127 200 impresiones en el mes, lo que equivale a un 26,5 % de la producción mensual que debe alcanzar.

Figura 8. **Gráfico de impresiones diarias de operario 1**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.1.1.4. **Tiempo de ajuste promedio entre cambio de placa**

Luego de cada tiraje el operario debe cambiar la placa de impresión lo que involucra limpiar la placa con un químico para evitar que quede tinta en la misma y pueda afectar una próxima impresión, para poder almacenarla de forma correcta se debe aplicar goma arábica la cual protege la pantalla de la placa para evitar rayones o daños que afecten la calidad de la impresión. Dependiendo del tiempo que se almacenara la placa existen dos tipos de goma arábica una para un almacenaje corto y otra para periodos de tiempo largos. El operario debe colocar la nueva placa a utilizar y realizar pruebas. Por último, se retira el papel impreso y coloca nuevo papel en la mesa de entrada.

Se presenta una tabla con tiempos tomados de cada operario cambiando la placa de impresión y realizando el procedimiento descrito anteriormente.

Tabla VII. **Tiempo de cambio de placa operario 1**

Operario 1. Ajuste sin cambio de color			
No. corrida	Tiempo (min)	No. corrida	Tiempo (min)
1	10	11	15
2	14	12	19
3	20	13	33
4	20	14	18
5	14	15	7
6	26	16	9
7	17	17	20
8	16	18	18
9	9	19	11
10	26	20	17

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 1 tiene un tiempo promedio de 16,95 minutos para hacer el ajuste de cambio de placa sin cambiar el color a utilizar.

Tabla VIII. **Tiempo de cambio de placa operario 2**

Operario 2. Ajuste sin cambio de color			
No. corrida	Tiempo (min)	No. corrida	Tiempo (min)
1	37	11	10
2	10	12	12
3	12	13	22
4	8	14	13
5	33	15	10
6	22	16	12
7	12	17	17
8	11	18	38
9	12	19	14
10	20	20	18

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 1 tiene un tiempo promedio de 17,15 minutos para hacer el ajuste de cambio de placa sin cambiar el color a utilizar.

3.1.1.5. Tiempo de ajuste promedio entre cambio de color

El ajuste entre cambio de color incluye el mismo proceso de cambio de placa y papel, pero adicionalmente el operario debe retirar la tinta sobrante de la fuente y colocarla nuevamente en su recipiente. Luego el operario lava la batería de rodillos poniendo en marcha la máquina y aplicando *wash* para poder limpiar todos los rodillos y que no queden residuos de tinta que afecten al tono del siguiente color a aplicar. Por último, se coloca el nuevo color en la fuente y se realizan pruebas.

Tabla IX. Tiempo de cambio de color operario 1

Operario 1. Ajuste con cambio de color			
No. corrida	Tiempo (min)	No. corrida	Tiempo (min)
1	48	11	30
2	50	12	46
3	40	13	38
4	19	14	20
5	29	15	30
6	35	16	33
7	36	17	42
8	32	18	46
9	35	19	51
10	28	20	25

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 1 tiene un tiempo promedio de 35,65 minutos para hacer el ajuste de cambio de placa incluyendo el cambio de color a utilizar.

Tabla X. **Tiempo de cambio de color operario 2**

Operario 2. Ajuste con cambio de color			
No. corrida	Tiempo (min)	No. corrida	Tiempo (min)
1	44	11	21
2	31	12	35
3	46	13	30
4	26	14	27
5	46	15	39
6	32	16	28
7	40	17	32
8	34	18	40
9	22	19	37
10	38	20	23

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El operario 2 tiene un tiempo promedio de 33,55 minutos para hacer el ajuste de cambio de placa incluyendo el cambio de color a utilizar. Estos tiempos de ajuste tienen mucha variación debido a que los operarios no cuentan con una persona que los supervise por lo que se detienen a conversar, revisar su teléfono celular o inclusive descansar.

3.1.1.6. Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto

Los operarios son ocupados algunas veces en tareas que no contribuyen directamente con la impresión, tareas como entregar pedidos a clientes lo que

les absorbe un día completo de trabajo, cargar o descargar materia prima, mover maquinaria, reparaciones a otras máquinas y trabajos maquilados para otra empresa que no está contemplada entre la producción de la empresa. Estas tareas impiden que el operario pueda cumplir la meta de producción fijada por la empresa, retrasando el proceso de producción y provocando paros en las siguientes áreas de la línea.

Tabla XI. Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto operario 1

Descripción de paro	Suma de minutos
Descarga materia prima	8:23:00
Entrega de producto terminado	14:31:00
Mantenimiento a otro equipo	0:15:00
Maquilado	11:07:00
Movilización de maquinaria	0:44:00
Total, general	35:00:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XII. Tiempos muertos por tareas ajenas a su puesto operario 2

Descripción de paro	Suma de minutos
Ausencia	29:15:00
Descarga de materia prima	9:59:00
Entrega de producto terminado	7:00:00
Movilización de maquinaria	0:44:00
Tiempo perdido	9:55:00

Continuación de la Tabla XII.

Total, general	56:53:00
----------------	----------

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.1.1.7. Tiempo destinado a corte de pliegos en guillotina

Cada operario es encargado realizar el cálculo y los cortes de las resmas de papel que necesitara en cada trabajo.

El papel de fábrica ingresa a la planta con las siguientes dimensiones 22" x 34", por lo que el operario procede a cortar a tamaño de pliego prensa que es 22" x 17", lo que significa que de cada resma de papel el operario obtiene mil pliegos prensa para realizar su trabajo.

El corte representa un tiempo importante que evita muchas veces que se alcancen las metas propuestas.

El corte de papel representa en promedio 10 horas laborales al mes para cada operario a esto se le debe de sumar que muchas veces no se hace correctamente el cálculo de los pliegos que se necesitan por lo que existe mucho papel que queda como sobrante de cada trabajo que no se reutiliza y solo se acumula debido a que cada vez que se corta papel existe una variación por milímetros en cada escuadra y representa pérdidas para la empresa.

3.1.1.8. Tiempo empleado en reprocesos por producto defectuoso

Los reprocesos representan una pérdida de tiempo y dinero grande a la empresa ya que en la mayoría de tirajes no sale la cantidad de libros que se necesitan producir para cubrir la demanda.

En cada tiraje de impresión se da una denominada ventaja de 200 pliegos más de la cantidad real que se necesita, estos pliegos se utilizan para que el operario realice pruebas de color, agua, alineación y registro, y así pueda asegurar el resto de pliegos en óptimas condiciones, adicional a las pruebas el operario debe extraer un pliego de la pila de salida de la máquina y verificar que los parámetros no hayan cambiado mientras la maquina está en marcha.

El operario de la maquina Kord es el primer control de calidad en la línea de producción debe asegurar la cantidad mínima de pliegos para cumplir con los pedidos de ventas.

Al no existir supervisión directa sobre los operarios al estar imprimiendo no verifican constantemente que los parámetros se estén respetando generando altos porcentajes de reprocesos en un mismo producto.

Tabla XIII. **Porcentajes de reprocesos en impresión de operario 1**

# Páginas	Hojas impresas	Libros armados	Restante hojas	Total, hojas buenas	Total, hojas	% de hojas	# Páginas	Hojas impresas	Libros armados	Restante hojas	Total, hojas buenas	Total, hojas	% de hojas
Portada	2 200	1 500	215	1 715	485	22 %	53,54	2 200	1 500	420	1 920	280	13 %
índice	2 200	1 500	250	1 750	450	20 %	55,56	2 200	1 500	320	1 820	380	17 %

Continuación de la Tabla XIII.

5,6	2 200	1 500	0	1 500	700	32 %	57,58	2 200	1 500	450	1 950	250	11 %
7,8	2 200	1 500	350	1 850	350	16 %	59,60	2 200	1 500	335	1 835	365	17 %
9,10	2 200	1 500	330	1 830	370	17 %	61,62	2 200	1 500	655	2 155	45	2 %
11,12	2 200	1 500	355	1 855	345	16 %	63,64	2 200	1 500	665	2 165	35	2 %
13,14	2 200	1 500	500	2 000	200	9 %	65,66	2 200	1 500	600	2 100	100	5 %
15,16	2 200	1 500	500	2 000	200	9 %	67,68	2 200	1 500	500	2 000	200	9 %
17,18	2 200	1 500	485	1 985	215	10 %	69,70	2 200	1 500	700	2 200	0	0 %
19,20	2 200	1 500	560	2 060	140	6 %	71,72	2 200	1 500	680	2 180	20	1 %
21,22	2 200	1 500	615	2 115	85	4 %	73,74	2 200	1 500	320	1 820	380	17 %
23,24	2 200	1 500	600	2 100	100	5 %	75,76	2 200	1 500	105	1 605	595	27 %
25,26	2 200	1 500	400	1 900	300	14 %	77,78	2 200	1 500	190	1 690	510	23 %
27,28	2 200	1 500	135	1 635	565	26 %	79,80	2 200	1 500	460	1 960	240	11 %
29,30	2 200	1 500	355	1 855	345	16 %	81,82	2 200	1 500	650	2 150	50	2 %
31,32	2 200	1 500	505	2 005	195	9 %	83,84	2 200	1 500	630	2 130	70	3 %
33,34	2 200	1 500	100	1 600	600	27 %	85,86	2 200	1 500	660	2 160	40	2 %
35,36	2 200	1 500	15	1 515	685	31 %	87,88	2 200	1 500	500	2 000	200	9 %
37,38	2 200	1 500	100	1 600	600	27 %	89,90	2 200	1 500	420	1 920	280	13 %
39,40	2 200	1 500	395	1 895	305	14 %	91,92	2 200	1 500	400	1 900	300	14 %
41,42	2 200	1 500	125	1 625	575	26 %	93,94	2 200	1 500	405	1 905	295	13 %
43,44	2 200	1 500	80	1 580	620	28 %	95,96	2 200	1 500	490	1 990	210	10 %
45,46	2 200	1 500	245	1 745	455	21 %	97,98	2 200	1 500	550	2 050	150	7 %
47,48	2 200	1 500	250	1 750	450	20 %	99,10 0	2 200	1 500	470	1 970	230	10 %
49,50	2 200	1 500	325	1 825	375	17 %	101,1 02	2 200	1 500	410	1 910	290	13 %
51,52	2 200	1 500	320	1 820	380	17 %							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XIV. **Porcentajes de reprocesos en impresión de operario 2**

# Páginas	Hojas impresas	Libros armados	Restante hojas buenas	Total, hojas buenas	Total, hojas malas	% de hojas malas	# Páginas	Hojas impresas	Libros armados	Restante hojas buenas	Total, hojas buenas	Total, hojas malas	% de hojas malas
Portada	2 200	1 500	55	1 555	645	29 %	87,88	2 200	1 500	85	1 585	615	28 %
índice	2 200	1 500	44	1 544	656	30 %	89,90	2 200	1 500	70	1 570	630	29 %
5,6	2 200	1 500	0	1 500	700	32 %	91,92	2 200	1 500	155	1 655	545	25 %
7,8	2 200	1 500	80	1 580	620	28 %	93,94	2 200	1 500	145	1 645	555	25 %
9,10	2 200	1 500	72	1 572	628	29 %	95,96	2 200	1 500	130	1 630	570	26 %
11,12	2 200	1 500	73	1 573	627	29 %	97,98	2 200	1 500	110	1 610	590	27 %
13,14	2 200	1 500	81	1 581	619	28 %	99,100	2 200	1 500	165	1 665	535	24 %
15,16	2 200	1 500	62	1 562	638	29 %	101,102	2 200	1 500	139	1 639	561	26 %
17,18	2 200	1 500	415	1 915	285	13 %	103,104	2 200	1 500	200	1 700	500	23 %
19,20	2 200	1 500	225	1 725	475	22 %	105,106	2 200	1 500	5	1 505	695	32 %
21,22	2 200	1 500	430	1 930	270	12 %	107,108	2 200	1 500	105	1 605	595	27 %
23,24	2 200	1 500	13	1 513	687	31 %	109,110	2 200	1 500	280	1 780	420	19 %
25,26	2 200	1 500	515	2 015	185	8 %	111,112	2 200	1 500	170	1 670	530	24 %
27,28	2 200	1 500	5	1 505	695	32 %	113,114	2 200	1 500	35	1 535	665	30 %
29,30	2 200	1 500	680	2 180	20	1 %	115,116	2 200	1 500	25	1 525	675	31 %
31,32	2 200	1 500	597	2 097	103	5 %	117,118	2 200	1 500	82	1 582	618	28 %
33,34	2 200	1 500	41	1 541	659	30 %	119,120	2 200	1 500	51	1 551	649	30 %
35,36	2 200	1 500	280	1 780	420	19 %	121,122	2 200	1 500	0	1 500	700	32 %
37,38	2 200	1 500	265	1 765	435	20 %	123,124	2 200	1 500	12	1 512	688	31 %
39,40	2 200	1 500	245	1 745	455	21 %	125,126	2 200	1 500	160	1 660	540	25 %
41,42	2 200	1 500	33	1 533	667	30 %	127,128	2 200	1 500	140	1 640	560	25 %
43,44	2 200	1 500	210	1 710	490	22 %	129,130	2 200	1 500	115	1 615	585	27 %
45,46	2 200	1 500	215	1 715	485	22 %	131,132	2 200	1 500	83	1 583	617	28 %
47,48	2 200	1 500	168	1 668	532	24 %	133,134	2 200	1 500	147	1 647	553	25 %
49,50	2 200	1 500	35	1 535	665	30 %	135,136	2 200	1 500	160	1 660	540	25 %
51,52	2 200	1 500	113	1 613	587	27 %	137,138	2 200	1 500	95	1 595	605	28 %
53,54	2 200	1 500	60	1 560	640	29 %	139,140	2 200	1 500	140	1 640	560	25 %
55,56	2 200	1 500	95	1 595	605	28 %	141,142	2 200	1 500	175	1 675	525	24 %
57,58	2 200	1 500	45	1 545	655	30 %	143,144	2 200	1 500	195	1 695	505	23 %
59,60	2 200	1 500	20	1 520	680	31 %	145,146	2 200	1 500	0	1 500	700	32 %
61,62	2 200	1 500	20	1 520	680	31 %	147,148	2 200	1 500	267	1 767	433	20 %
63,64	2 200	1 500	55	1 555	645	29 %	149,150	2 200	1 500	305	1 805	395	18 %
65,66	2 200	1 500	75	1 575	625	28 %	151,152	2 200	1 500	330	1 830	370	17 %
67,68	2 200	1 500	85	1 585	615	28 %	153,154	2 200	1 500	247	1 747	453	21 %
69,70	2 200	1 500	65	1 565	635	29 %	155,156	2 200	1 500	194	1 694	506	23 %
71,72	2 200	1 500	57	1 557	643	29 %	157,158	2 200	1 500	245	1 745	455	21 %
73,74	2 200	1 500	260	1 760	440	20 %	159,160	2 200	1 500	200	1 700	500	23 %
75,76	2 200	1 500	225	1 725	475	22 %	161,162	2 200	1 500	80	1 580	620	28 %
77,78	2 200	1 500	225	1 725	475	22 %	163,164	2 200	1 500	46	1 546	654	30 %
79,80	2 200	1 500	220	1 720	480	22 %	165,166	2 200	1 500	26	1 526	674	31 %

Continuación de la Tabla XIV.

81,82	2 200	1 500	130	1 630	570	26 %	167,168	2 200	1 500	25	1 525	675	31 %
83,84	2 200	1 500	70	1 570	630	29 %	169,170	2 200	1 500	240	1 740	460	21 %
85,86	2 200	1 500	145	1 645	555	25 %							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la tabla XIII se observa la producción del libro 1, el cual se compone de 102 páginas. Antes de iniciar la producción se le indico al operario que se necesitan producir 2 000 libros, por lo que se realizan tirajes de 2 200 que incluyen 200 pliegos de ventaja margen suficiente para que el operario pueda realizar todas las pruebas y ajustes necesarios. Luego de la impresión y todo el proceso de armado del libro se obtuvieron 1 500 libros, debido que la pagina 5 y 6 se agotó representando el porcentaje más alto de hojas defectuosas después de la impresión con un 32 %. Con una hoja que no cumpla con 2 000 impresiones buenas no se pueden armar la totalidad de los libros.

En la tabla XIV se presenta la producción del libro 2 que fue impresa por el operario 2, el cual se compone de 170 páginas, de igual forma se realizó un tiraje de 2 200 para producir 2 000 libros de los cuales solo fue posible armar 1 500, este libro presenta mayor porcentaje de hojas defectuosas, ya que 52 de las de las 85 hojas que lo componen tienen más del 25 % de hojas defectuosas. El porcentaje de hojas malas no debería superar el 8 % para poder cumplir con la demanda de libros requerida.

De las hojas impresas de todo el libro de la tabla XIII, las hojas malas representan un 14 % de la impresión total. En la tabla XIV, las hojas malas representan un 25 % de la impresión total. Estos altos porcentajes de hojas defectuosas generan varios problemas como no cumplir con la demanda del cliente, perdidas de dinero en materia prima y salarios de empleados, tiempo y

materiales de reprocesos, pérdida de clientes por falta de stock y mala calidad en el producto final.

Las hojas defectuosas se producen por varios factores como mal ajuste de los parámetros de la máquina de parte de los operarios, la falta de verificación de los mismos una vez en marcha la impresión, falta de mantenimiento en la maquinaria que provoca el mal funcionamiento de algunos sistemas como el del agua, el sistema de rodillos de forma que son los que permiten que el tono se mantenga, el sistema de aire que permite la alimentación del papel.

Estos porcentajes no se reportan a ningún jefe superior por lo que no existe una llamada de atención para el operario para que mejore la calidad de la impresión y optimice los recursos utilizados para cada libro. La falta de supervisión provoca que el operario se relaje al realizar su trabajo y no preste la atención debida al proceso de impresión en su máquina.

3.1.1.9. Otras demoras

Otras demoras que afectan el cumplimiento de metas y rendimiento de los operarios se dan en los horarios de comidas que normalmente toman de 10 a 30 minutos más de lo debido. También los atrasos por placas en mal estado, placas con hongo o bien placas rayadas, que se deben limpiar o volverlas a pedir al proveedor por un mal montaje.

3.1.2. Demoras por problemas mecánicos

Las demoras por problemas se presentan con frecuencia todas las semanas desde cojinetes desgastados por falta de lubricación, hasta piezas que seden

ante la carga que soportan, así como problemas menores que requieren ajuste de piezas.

3.1.3. Disponibilidad

La disponibilidad de una maquina en un indicador que nos ayuda a evaluar el rendimiento en un momento determinado, durante un periodo determinado, en función de ciertos criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte de los equipos.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo total} - \text{tiempo detenido})}{\text{Tiempo total}}$$

Disponibilidad prensa 1

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(200 \text{ horas} - 161,5 \text{ horas})}{200 \text{ horas}} * 100 = 19 \%$$

La disponibilidad de la prensa 1 es de un 19 % del tiempo disponible total en el mes lo que genera grandes problemas en el cumplimiento de las metas de producción.

Disponibilidad prensa 2

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(200 \text{ horas} - 166 \text{ horas})}{200 \text{ horas}} * 100 = 17 \%$$

La disponibilidad de la prensa 2 es de un 17 % del tiempo disponible total en el mes con aun más interrupciones del operario que la prensa 1.

El tiempo de uso de ambas maquinas se ve afectado por mal fallo en la maquina por falta de mantenimiento, excesivo tiempo en ajustes de parte de los operarios, ausencias, falta de materia prima y tareas ajenas a su puesto de trabajo.

3.1.3.1. Indicadores de gestión de equipo

Los indicadores de gestión de equipo son el conjunto de métricas e información que ayuda a evaluar el desempeño de las maquinas a lo largo del tiempo y definir las acciones para la mejora continua, estos indicadores valoran si las operaciones están cumpliendo los objetivos del mantenimiento, como la reducción de costos y el tiempo que permanece inactiva la maquinaria.

3.1.3.1.1. Disponibilidad total

Es la disponibilidad real que tiene la planta de producción con todas las prensas *offset* con las que se cuenta.

$$Disponibilidad\ total = \frac{\Sigma\ disponibilidad\ de\ equipos\ significativos}{numero\ de\ equipos\ significativos}$$

$$Disponibilidad\ total = \frac{0,1925 + 0,17}{2} = 18,12\ \%$$

La disponibilidad total con la que cuenta la empresa de sus dos máquinas para impresión de pliegos es del 18,12 % situación que genera un descontrol en la línea de producción provocando cuellos de botella y atrasos de materia prima a otras áreas.

3.1.3.1.2. Disponibilidad por averías

Este indicador indica el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra en condiciones óptimas para utilizarse, tomando en cuenta solo la sumatoria del tiempo por paradas imprevistas o fallas en el mismo.

$$\text{Disponibilidad por averías} = \frac{(\text{Tiempo total} - \text{tiempo de parada por avería})}{\text{Tiempo total}}$$

- Disponibilidad prensa 1

$$\text{Disponibilidad por averías} = \frac{(200 \text{ horas} - 22 \text{ horas})}{200 \text{ horas}} * 100 = 89 \%$$

La disponibilidad de la prensa 1 por averías y mantenimientos correctivos es del 89 %.

- Disponibilidad prensa 2

$$\text{Disponibilidad por averías} = \frac{(200 \text{ horas} - 17 \text{ horas})}{200 \text{ horas}} * 100 = 91,5 \%$$

La disponibilidad de la prensa 2 con respecto a averías y mantenimientos correctivos es de un 91,5 %.

3.1.3.1.3. Tiempo medio entre fallas

Este indicador nos permite conocer la frecuencia con la que suceden las averías en el equipo, que generan un paro parcial o total de la operación del mismo hasta solucionar el problema.

- Tiempo medio entre fallas para la prensa 1.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total analizado}}{\textit{Cantidad de averías}}$$

$$MTBF = \frac{200 \textit{ horas}}{30 \textit{ averías}} = 6,6 \textit{ horas}$$

La prensa 1 presenta una avería aproximadamente cada 6 horas y media de operación entre las cuales se encuentran cojinetes pulverizados por la acción de los rodillos y la falta de lubricación, graduaciones a rodillos, reparación de bomba de aire de alimentación de papel.

- Tiempo medio entre fallas para la prensa 2

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total analizado}}{\textit{Cantidad de averías}}$$

$$MTBF = \frac{200 \textit{ horas}}{27 \textit{ averías}} = 7,4 \textit{ horas}$$

La prensa 2 presenta una avería aproximadamente cada 7 horas y media de operación entre las cuales se encuentran reparación de la guía de empuje,

reparación por rotura de un candado de los rodillos de tinta que fue necesario llevarlo al torno, cambio de rodillo con puntas desgastadas, cojinetes pulverizados por la acción de los rodillos y falta de lubricación.

3.1.3.1.4. Tiempo medio entre reparaciones

Este indicador nos permite conocer la importancia de las averías que se presentan en las prensas *offset* considerando el tiempo medio hasta su solución.

- Tiempo medio de reparación 1.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de paro por avería}}{\textit{Cantidad de averías}}$$
$$MTTR = \frac{22 \textit{ horas}}{30 \textit{ averías}} = 0,73 \textit{ horas}$$

El tiempo medio de reparación de la prensa 1 es de 0,73 de hora lo que equivale a 45 min.

- Tiempo medio de reparación 2.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de paro por avería}}{\textit{Cantidad de averías}}$$
$$MTTR = \frac{17 \textit{ horas}}{27 \textit{ averías}} = 0,63 \textit{ horas}$$

El tiempo medio de reparación de la prensa 2 es de 0,63 de hora lo que equivale a 38 minutos.

3.1.3.2. Tiempo empleado en mantenimiento correctivo

Debido a la falta de mantenimiento preventivo al equipo, los operarios invierten parte del tiempo en reparar las averías cuando estas se presentan. En las siguientes tablas se muestran los tiempos utilizados para reparar cada falla.

Tabla XV. **Tiempo de mantenimiento correctivo prensa 1**

Tipo de avería	Suma de minutos
Bomba de aire	7:00:00
Cambio de empaque	2:51:00
Cojinete desgastado	4:50:00
Escuadra de empuje	0:27:00
Graduación de rodillos	1:08:00
Mantilla dañada	0:37:00
Pasador de compuerta	0:11:00
Rectificación de rodillo	0:04:00
Rodillo dañado	3:35:00
Sistema de polvo anti repinte	1:18:00
Total, general	22:01:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVI. **Tiempo de mantenimiento correctivo prensa 2**

Tipo de avería	Suma de minutos
Bomba de aire	3:10:00
Cojinete desgastado	3:06:00
Corrección a mesa de alimentación	2:35:00
Escuadra de operación	0:39:00
Graduación de rodillos	2:59:00
Graduación de sistema de agua	1:30:00
Mantilla dañada	0:38:00
Reparación de pin de rodillo	0:21:00

Continuación de la Tabla XVI.

Reparación de tope	0:53:00
Sistema de aire	1:10:00
Total, general	17:01:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La avería principal de la prensa 1 se presenta en la bomba de aire que afecta al sistema de alimentación del papel, la falta de mantenimiento ocasiona que las tuberías se tapen y no suministre la presión correcta para levantar solo un pliego de papel y alimente doble provocando el paro del equipo o bien que no ingrese ningún pliego. La bomba de aire contiene un filtro el cual nunca se limpia ni se cambia tapando las tuberías. Parte del sistema de aire lleva el polvo anti repinte por otra tubería, si el equipo no recibe el mantenimiento correcto este polvo se solidifica dentro de la tubería haciendo imposible el paso del mismo.

Los cojinetes desgastados están presentes entre las averías de ambas prensas como un problema constante, son provocados por la falta de lubricación de las partes, al no contar con una grasera a presión la única forma de acceder a los mismos es desarmando toda la batería de rodillos que aproximadamente toma 1 hora, el desgaste de los cojinetes provoca además otro problema que es el daño de las puntas de los rodillos desgastándolos hasta el punto que provocan oscilaciones y vibraciones que hacen imposible mantener el tono constante de los trabajos, ya que, la superficie de contacto no es constante y precisa.

Al desgastarse las puntas de los rodillos por la fricción provocada por los cojinetes en mal estado generan que los rodillos pierdan la graduación, la graduación es de gran importancia ya que los espacios entre cada rodillo ya está establecido, si esta distancia no es la correcta provoca que los pliegos salgan

lavados, con piojos, se conoce así a manchas circulares que pueden estar presente en la impresión, repintados, que es cuando el rodillo permite el paso de tinta en exceso, o bajos de tono que es cuando el rodillo no permite el paso de tinta correcto.

3.1.3.3. Tiempo empleado en mantenimiento correctivo a otros equipos

Los operarios deben atender el mantenimiento correctivo cuando otros equipos de la planta presentan una avería, dejando sus labores aun cuando las prensas *offset* se encuentren en condiciones óptimas para operar.

Tabla XVII. Operario de prensa 1

Maquina	Suma de minutos
Ab Dick	0:45:00
Grapadora	0:46:00
Guillotina	2:30:00
Minerva	0:25:00
Total, general	4:26:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVIII. Operario de prensa 2

Maquina	Suma de minutos
Ab Dick	2:04:00
Grapadora	1:04:00
Guillotina	3:34:00

Continuación de la Tabla XVIII.

Minerva	1:03:00
Total, general	7:45:00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En las tablas XVII y XVIII se muestran los tiempos que los operarios de las prensas *offset* son ocupados en mantenimientos correctivos a otros equipos de la planta, ya que actualmente no se cuenta con un mecánico al servicio completo de la empresa, ni con un departamento de mantenimiento.

Los operarios realizan estos arreglos cuando no son fallas que requieran la atención de un experto, realizar estos mantenimientos a los operarios les quita tiempo útil de impresión lo que les impide cumplir con la meta de producción.

Es de vital importancia que todo el equipo esté funcionando en perfecto estado para evitar paros mayores en la producción por lo que se asigna a los operarios realizar estas reparaciones al resto de maquinaria.

3.1.3.4. Tiempo empleado en mantenimiento preventivo

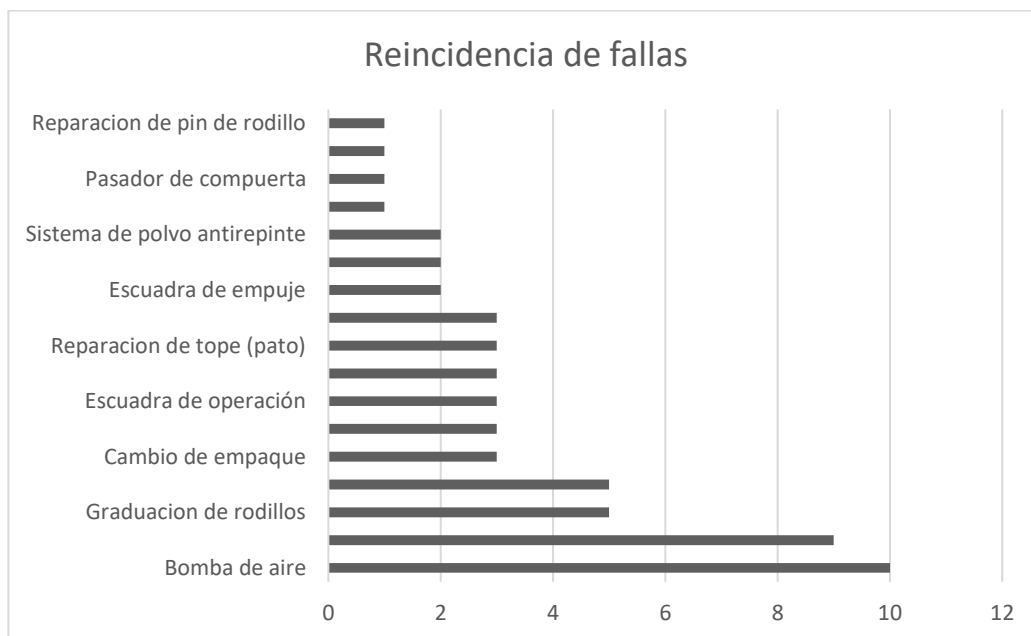
En la empresa actualmente no se realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo, por lo que no se emplea nada de tiempo a la semana para realizarlo. Los operarios no tienen las herramientas necesarias para poder realizar mantenimiento como graseras y aceiteras a presión, compresor, llaves Allen, desarmadores, entre otros.

La capacitación de los operarios no es adecuada, y falta un plan claro y efectivo de mantenimiento preventivo para evitar las averías comunes.

3.1.3.5. Fallas frecuentes

Cuando el equipo no ha tenido un correcto mantenimiento y solo se realizan pequeñas reparaciones para que siga en funcionamiento, las fallas se presentan de forma repetitiva, debido a que no se elimina el problema de raíz.

Figura 9. **Gráfico de la reincidencia de fallas en ambos equipos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En la figura 8 se observa la cantidad de fallas que presentaron ambas prensas durante un mes, lo que suman un total de 57 fallas siendo las más frecuentes la bomba de aire y el sistema de aire en general, los cojinetes desgastados, graduación de rodillos y la mantilla de caucho dañada.

Esto le representa a la empresa además del tiempo muerto en producción, gastos en repuestos e insumos necesarios para la solución de cada problema, daño a largo plazo del equipo al realizar solo arreglos superficiales para continuar con las operaciones, y reprocesos debido a que la impresión no sale en óptimas condiciones y el área de encuadernación saca todas las hojas con defectos.

3.1.3.6. Reprocesos provocados por fallas de la máquina

Un 75 % de los reprocesos que actualmente tienen en la empresa son debido a los fallos que presenta la maquinaria esto se puede determinar debido a los defectos que presenta la impresión como repinte, lavado de pliegos que se debe al sistema del agua, pliegos sin impresión debido a que el sistema del aire alimenta doble los pliegos, piojos, tinta salpicada en los pliegos, estos problemas que en ocasiones son no se pueden corregir debido a piezas en mal estado que la empresa no cambia o no les da la importancia debida y el colaborador debe seguir operando el equipo sin excusas hasta que se presente un fallo total de la pieza o del equipo.

El otro 25 % de los reprocesos se le atribuye a falta de atención del colaborador al utilizar la máquina, debido a la velocidad que imprimen un descuido de minutos puede representar una cantidad significativa de pliegos defectuosos que ya no tienen solución.

El problema más frecuente que se observa al momento de la impresión es que los rodillos de forma que son los que le dan el tono requerido a la impresión, pierden la medida correcta del diámetro con el que deben operar, estos rodillos tienen un recubrimiento de caucho que con la acción entre uno y otro hacen que este caucho ceda y disminuya su diámetro. La disminución del diámetro no

representa que la maquina ya no pueda operar, por tal razón no se cambian con frecuencia, pero ocasionan otro problema en la impresión final que es una imagen con franjas de color más opaco o más fuerte, cuando se debe observar una sola película de imagen constante y uniforme.

3.1.3.7. Tiempos muertos falta de stock de repuestos

Existen demoras por falta de stock de repuestos que representan perdidas grandes a la producción, actualmente no se maneja un listado de repuestos críticos que se deben tener en planta, muchos de los cuales no tienen un valor elevado en el mercado, pero él no contar con ellos en la planta provocan paros de horas en la producción en lo que el empleado realiza la compra o una persona fuera del área de producción lo hace.

3.1.4. Demoras por falta de papel y factores ambientales que lo afectan

El papel es la materia prima más importante para este tipo de empresas que se dedican a la impresión tipo *offset*, si el papel no se suministra en las condiciones y cantidades necesarias a la planta se generan demoras en la impresión y por lo tanto el incumplimiento en las metas de producción de los operarios.

Las condiciones de almacenamiento y traslado del papel tienen gran importancia en el proceso de impresión *offset*, si los parámetros de temperatura y la humedad no son los adecuados genera problemas en la impresión.

3.1.5. Cadena de suministros

La cadena de suministro o también llamada de abastecimiento es todo el conjunto de elementos que permiten que la empresa cuente con la organización necesaria para llevar a cabo el desarrollo de los libros que se producen. Estos elementos empiezan desde la obtención de materias primas que es la parte importante del análisis en el proceso de impresión *offset*.

3.1.5.1. Tiempos muertos por falta de materia prima

Los tiempos muertos por falta de materia prima se refiere a donde el operario queda sin que pueda realizar ningún trabajo debido a que falta papel o tinta. El problema es generado por que la ubicación de la bodega no es la misma de la planta de producción por lo cual los operarios no cuentan con las materias primas a disposición todo el tiempo. En el mes de trabajo observado se presentaron 20 horas con 47 minutos las cuales el operario estuvo sin ninguna tarea asignada, tiempo que le fue cancelado en su totalidad, además de provocar el atraso en la producción.

3.1.5.2. Proceso de solicitud de materia prima

El proceso de solicitud de materia prima de la planta de producción a bodega actualmente se realiza sin hacer la programación con anticipación los productos que se necesitara durante el mes, por lo que no se garantiza que siempre se cuente con existencia tanto de papel, tintas y químicos generando atrasos en ocasiones por la falta de alguno de los mismos. El operario informa al jefe inmediato la falta de algún producto el día que este se termina, por lo que el tiempo que duren los atrasos depende totalmente de tiempo que a los

proveedores les tome reabastecer la bodega y la empresa la traslade a la planta de producción.

A esto se suma el problema del transporte de bodega a la planta ya que no se cuenta con un colaborador que tenga tiempo a disposición a cualquier hora del día para abastecer de materia prima, este traslado lo realiza un vendedor de la empresa, y los operarios deben adecuarse al día y a la hora que este tenga un espacio disponible para poder hacer el abastecimiento a la planta.

3.1.6. El clima y el papel

El clima puede convertirse en un problema de impresión provocando doble imagen, que el registro falle al cambiar de color, la formación de curvas y arrugas en los pliegos, por lo que es muy importante controlar estos parámetros desde el almacenaje hasta su uso final.

3.1.6.1. Humedad del aire y su impacto en el papel

La humedad del aire del lugar donde está ubicado el papel en bodega o en la planta de producción es un factor muy importante para lograr una impresión óptima.

Si la humedad no se controla se pueden presentar pliegos con bordes ondulados o deformados por un abombamiento los cuales generan un problema en la impresión *offset*, debido a que el contacto en toda el área de la superficie entre el cilindro de la mantilla y el cilindro de contrapresión provoca una deformación de los pliegos en la zona de impresión, provocando problemas como la formación de arrugas, el remosqueo esto es que el punto de trama se extiende y adquiere forma ovalada, esto afecta a la nitidez y la definición de la imagen.

También genera la falta de registro en la impresión, esta genera que la imagen se vea movida ya que no cae sobre la guía la impresión si no tiene pequeños desviamientos entre un pliego y otro.

La falta de registro genera más problemas cuando se trata de pliegos que deben ir impresos en full color, lo que significa que cada pliego pasa 8 veces en la prensa con diferentes colores, cuatro de un lado del pliego y cuatro del otro lado del pliego, y cada vez que el pliego pasa por la prensa la impresión debe caer exactamente sobre las guías a esto es a lo que se le conoce como que la impresión tenga registro, y es uno de los parámetros más importantes que el operario debe controlar durante la operación.

Cuando el papel es apilado en torres y la humedad de la misma es menor a la humedad ambiental se producen los bordes ondulados en los pliegos, esto significa que el papel está demasiado seco y está sometido a un entorno de humedad superior o bien cuando un papel con humedad normal se somete a un ambiente excesivamente húmedo.

Durante todo el año las condiciones del papel y su ingreso en las prensas *offset* suelen variar debido a las condiciones del clima no es lo mismo imprimir en la estación de verano, que en la de invierno, esto aplica en el área de prensas como en el área que la empresa tiene destinado como bodega, que son lugares que no tienen un sistema para climatizar los ambientes.

Los operarios tienen que lidiar con ese problema en el papel debido a que cuando se descarga las resmas para el almacenaje en bodega, se rompe el embalaje que trae de fábrica, esto también se da durante el traslado de la bodega de la empresa a la planta que está a una distancia de 8 km por lo que el papel requiere de doble transporte hasta llegar al lugar de la impresión, este segundo

transporte no se realiza con los cuidados necesarios y cuando los operarios reciben las resmas ya no se encuentra aisladas por completo de la humedad del ambiente por su embalaje original.

Otro problema con el que lidian los operarios se presenta cuando el papel desprende su humedad hacia los lados provocando que este se abombe.

El abombamiento se produce cuando en una pila de papel con humedad normal está expuesto al aire del ambiente excesivamente seco, este provoca que el agua de los bordes del pliego se evapore por lo que se contraen con respecto al centro del pliego.

En algunas ocasiones la empresa utiliza plástico para embalar las resmas de papel luego de que el proveedor las deja en bodega, pero es una acción que no se realiza con frecuencia por lo que no se puede considerar como una acción real que utiliza la empresa para mitigar el efecto negativo de la humedad sobre el papel.

Es importante aclarar que además de la humedad del ambiente, el papel absorbe humedad también del sistema de agua y de la tinta que son parámetros que el operario debe controlar ya en la operación del equipo.

3.1.6.2. Impacto de la temperatura de lugar de almacenaje

La temperatura en la bodega de la empresa es un factor que se debe tomar en cuenta ya que la humedad relativa del mismo depende directamente de la temperatura.

La bodega donde se almacena el papel no cuenta con una puerta, ni ventanas que logren que el lugar se mantenga aislado de las condiciones climáticas ya que al lado existe un patio amplio donde el impacto del clima si puede actuar directamente sobre las resmas de papel que al comprarse por mayor el papel se almacena por periodos de tiempo largo.

4. SISTEMA DE CONTROL DEL PROCESO DE IMPRESIÓN *OFFSET*

La reducción de las demoras que se presentan actualmente en la empresa mejoraría el proceso de producción, agilizando y mejorando la calidad y la cantidad de la impresión, esto ayudaría a cumplir con todos los pedidos realizados por ventas, manteniendo clientes importantes que establecen fechas fijas para recibir pedidos.

4.1. Demoras por mano de obra

En la impresión *offset* cada operario imprime según su experiencia o la forma en la que fue instruido a hacerlo por lo que los métodos usados en diversas imprentas tienen mucha variación entre cada operario y de esto depende la eficiencia del trabajo del mismo.

4.1.1. Diagrama hombre máquina propuesto con el cambio de método de trabajo

El método de trabajo que actualmente utilizan los operarios de las prensas kord 64 consiste en tomar dos grupos de papel cada uno compuesto de 2 300 pliegos que la maquina tarda en imprimirlo aproximadamente 30 minutos a la velocidad promedio de 5 200 pliegos por hora y tomando en cuenta que existen paros por detección de pliegos dobles o corrección de parámetros, cada pliego de papel tiene dos caras donde se imprime a los cual se le denominan a la parte superior el tiro del pliego y a la parte inferior el retiro del pliego, el operario prepara la máquina para aplicar la tinta cian, la cual se le aplica al tiro del pliego, luego el

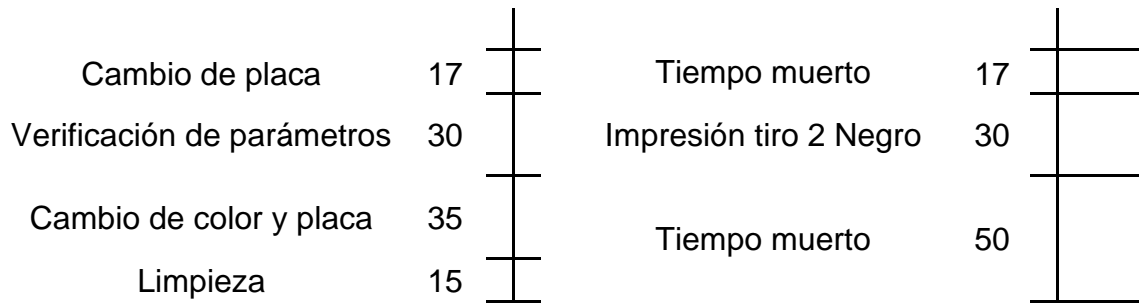
operario lava y cambia de color lo que le lleva en promedio 35 minutos y repite el proceso con los 3 colores restantes.

Figura 10. **Diagrama hombre máquina método actual.**

Empresa: Indegua S.A.	Hoja: 1/1
Proceso: Impresión <i>offset</i>	Fecha:
Analista: Carlos Alvarado	Método: Actual

Hombre		Máquina	
Proceso	Min	Proceso	Min
Preparar la máquina	15	Tiempo muerto	15
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 cian	30
Cambio de placa	17	Tiempo muerto	17
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 2 cian	30
Cambio de color y placa	35	Tiempo muerto	35
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 magenta	30
Cambio de placa	17	Tiempo muerto	17
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 2 magenta	30
Cambio de color y placa	35	Tiempo muerto	35
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 Amarillo	30
Cambio de placa	17	Tiempo muerto	17
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 2 Amarillo	30
Cambio de color y placa	35	Tiempo muerto	35
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 Negro	30

Continuación de la Figura 10.



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XIX. **Resumen diagrama hombre máquina método actual.**

Tiempos	Hombre	Maquina
Productivo	478 min	240 min
Muerto	0	238 min
Ocio	0	0
Total	478 min	478 min

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

En el proceso de impresión actual cada operario pueden alcanzar las 18 400 impresiones por día, en la mayoría de ocasiones cantidad que ninguno de los operarios produce actualmente, este método lleva un tiempo total de 7,96 horas cubriendo la jornada laboral, el operario no presenta tiempos de ocio en el diagrama, debido a que durante todo el tiempo de impresión debe estar verificando que los parámetros de alineación, fuente de agua y tonalidad, se mantengan constantes para todos los pliegos a imprimir y en su defecto corregir cualquier falla.

La prensa kord 64 tiene un porcentaje de utilización de 50,20 % la mitad del tiempo diario disponible, esto debido a que existen 4 cambios de color durante el proceso generando más tiempo que la maquinaria no está en operación y se genera desperdicio de tinta ya que cuando se lava la batería de rodillos para cambiar de color es imposible recuperar en su totalidad la tinta sobrante la cual es disuelta con *wash*, esto también genera un consumo más alto en los químicos a utilizar para cada lavado.

Siguiendo este método de trabajo es muy difícil que el operario pueda cumplir la meta fijada en 120 000 impresiones a la semana, aun descartando que se presenten otros atrasos por fallas en el equipo o cualquier otra demora.

Figura 11. **Diagrama hombre máquina método mejorado**

Empresa: Indegua S.A.	Hoja: 1/1
Proceso: Impresión <i>offset</i>	Fecha:
Analista: Carlos Alvarado	Método: Mejorado

Hombre		Máquina	
Proceso	Min	Proceso	Min
Preparar la máquina	15	Tiempo muerto	15
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 2 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 3 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 4 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 5 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10

Continuación de la Figura 11.

Verificación de parámetros	30	Impresión retiro 1 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión retiro 2 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión retiro 3 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión retiro 4 cian	30
Cambio de placa	10	Tiempo muerto	10
Verificación de parámetros	30	Impresión retiro 5 cian	30
Cambio de color y placa	35	Tiempo muerto	35
Verificación de parámetros	30	Impresión tiro 1 magenta	30
Limpieza	15	Tiempo muerto	15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XX. **Resumen diagrama hombre máquina método mejorado.**

Tiempos	Hombre	Maquina
Productivo	485 min	330 min
Muerto	0	155 min
Ocio	0	0
Total	485 min	485 min

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El método mejorado el operario alcanza una producción diaria de 25 300 impresiones por día en 8,08 horas cumpliendo con la jornada laboral, al igual que

con el método actual el operario no presenta tiempos de ocio, debido a que debe verificar constantemente que todos los parámetros se encuentren en lo permitido.

El porcentaje de utilización de la prensa es de 68,04 % aumentando en un 17,84 % al método actual de trabajo.

El tiempo de cambio de placa se puede reducir a 10 minutos ya que se eliminan limpiezas por cambio de color e incrementando la supervisión sobre los operarios se evitan otras demoras que actualmente se presentan como la utilización de celular o paros por pláticas entre operarios.

La producción semanal de cada operario laborando en la jornada diurna sería aproximadamente de 135 000 impresiones cumpliendo con la meta establecida por la empresa y la producción total del mes 540 000 impresiones, esto considerando que no existe ningún tipo de demoras por tareas ajenas a su puesto o tiempo empleado en mantenimiento correctivo por fallas que se presenten durante el proceso de impresión.

4.1.2. Planificación de la producción basada en la meta de trabajo mensual

La planificación de la producción ayudara a controlar de mejor forma el proceso de impresión *offset* gestionando de forma óptima los recursos materiales y humanos con los que cuenta actualmente la empresa. Los tiempos por operario se tomarán del método mejorado de trabajo propuesto anteriormente.

La planificación de la producción se realizará basada en la meta fijada por la empresa para cada operario de las prensas kord lo que nos da una demanda fija pronosticada para cada mes de 480 000 impresiones por operario.

Para medir la capacidad de la planta se hará según un modelo de producción continua ya que esta se basa en producir todos los meses los mismos productos en este caso impresiones de libros que no es un producto final para el consumidor, pero si es el producto con el que trabaja el resto de áreas de la empresa. La disponibilidad de tiempo se tomará del segundo semestre del año 2021.

Tabla XXI. Demanda mensual de impresión del área de máquinas

Mes	Demanda (impresiones)
Julio	960 000
Agosto	960 000
Septiembre	960 000
Octubre	960 000
Noviembre	960 000
Diciembre	960 000

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

La tabla anterior muestra la demanda basada en la meta de producción establecida por la empresa para ambos operarios.

4.1.2.1. Tiempo requerido para la producción

Aplicando el método de trabajo mejorado que se propuso en la sección anterior cada operario alcanza 25 300 impresiones por día considerando que no existe ninguna interrupción adicional imprevista.

El ritmo de producción de cada operario es:

$$\text{Ritmo de producción} = \frac{25\,300 \text{ impresiones}}{8 \text{ horas}} = 3\,162 \text{ imp/hora}$$

El ritmo de producción de ambos operarios es de 6 325 impresiones por hora.

Calculando los requerimientos del tiempo necesario para cumplir con la producción cada mes:

Tabla XXII. **Requerimiento de producción por mes**

Mes		Horas
Julio	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152
Agosto	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152
Septiembre	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152
Octubre	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152
Noviembre	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152
Diciembre	(960 000 imp) (1 hr/6 325 imp)	152

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Se requieren 152 horas de trabajo al mes para cumplir con la meta de producción de cada operario.

Tabla XXIII. **Matriz de preanálisis**

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Tiempo disponible	201	196	188	185	188	196	1154

Continuación de la Tabla XXIII.

Requerimiento	152	152	152	152	152	152	912
Diferencia	49	44	36	33	36	44	242
Acumulado	49	93	129	162	198	242	
Plan	Jornada diurna	Jornada diurna	Jornada diurna	Jornada diurna	Jornada diurna	Jornada diurna	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Comparando el tiempo normal que la empresa tiene disponible contra los tiempos requeridos para el cumplimiento de la meta establecida por la empresa, se puede dar cuenta que, si es posible cumplir con la producción sin necesidad de hacer horas extra ni veladas, y aun la empresa cuenta con 242 horas disponibles que incrementarían la cantidad producida.

4.1.2.2. Disponibilidad de tiempo de producción

La disponibilidad de tiempo es la cantidad total del tiempo con el que se cuenta durante los diferentes meses del año en análisis, se realizara basado en una jornada de trabajo diurna normal que esta está conformada por cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para los efectos exclusivos del pago de salario.

Tabla XXIV. **Disponibilidad de tiempo mensual de julio a diciembre.**

Mes	Hora normal	Hora extra
Julio	201	88

Continuación de la Tabla XXIV.

Agosto	196	88
Septiembre	188	84
Octubre	185	80
Noviembre	188	80
Diciembre	196	88

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Para el cálculo de la disponibilidad del tiempo mensual con el que cuenta la empresa se consideraron los asuetos oficiales siguientes:

- 15 de septiembre: Día de la Independencia
- 20 de octubre: Día de la Revolución
- 1 de noviembre: Día de Todos los Santos
- 25 de diciembre: Navidad

4.1.2.3. Determinación de costos de producción

- Mano de obra: incluye a los dos operarios de las prensas kord.

Mano de obra (hora normal) = $(Q\ 4\ 500 + Q\ 4\ 000) / 240\ hr = Q\ 35,41 / hr.$

Mano de obra (hora extraordinaria) = $Q\ 35,41 / hr * 1,5 = Q\ 53,11 / hr.$

- Materia prima:

Los costos de materia prima presentados a continuación fueron proporcionados por la gerencia de la empresa.

Papel = $(1\ resma / 1\ 000\ pliegos\ prensa) (Q\ 175 / 1\ resma) = Q\ 0,17 / pliego.$

El pliego pasa 4 veces en la maquina por lo que este costo se divide en 4 para obtener el precio real por impresión. $Q0,17/4 = Q 0,0425/ \text{pliego}$

Tinta = $(1 \text{ kg}/ 4 600 \text{ pliegos}) (Q45/ 1 \text{ kg}) = Q 0,0097 /\text{pliego}.$

Wash= $(1 \text{ gal}/4 600 \text{ pliegos}) (Q 70/ 1 \text{ gal}) = Q 0,015 /\text{pliego}.$

Solución fuente azul = $(1 \text{ gal}/4 600 \text{ pliegos}) (Q 60/ 1 \text{ gal}) = Q 0,013/\text{pliego}.$

Total, costo de materia prima por pliego = $Q 0,0802/ \text{pliego}$

Costo de materia prima por hora= $(Q 0,0802/\text{pliego}) (6 325 \text{ pliegos} / \text{hr})$

Costo de materia prima por hora= $Q507,26/ \text{hr}$

- Energía eléctrica:

El consumo promedio de 10 kW por hora se obtuvo de facturas pasadas.

Costo energía eléctrica= $(10 \text{ kW}) *(Q1,3036/\text{kW-hr}) = Q13,03/\text{hr}$

Tabla XXV. **Resumen de costos de producción.**

Elementos	Hora normal	Hora extra
Mano de obra	Q 35,41	Q 53,11
Materia Prima	Q 507,26	Q 507,26
Energía eléctrica	Q 13,03	Q 13,03
Total	Q 555,70	Q 573,40

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXVI. **Matriz de asignación**

Requerimiento		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
		TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE	TN	TE
		201	88	196	88	188	84	185	80	188	80	196	88
Julio	152	201 507,2 6	88 507,2 6										
		152	0										
Agosto	152	49		196 507,2 6	88 507,2 6								
				152	0								
Septiembre	152	49	88	44	88	188 507,2 6	84 507,2 6						
						152	0						
Octubre	152	49	88	44	88	36	84	185 507,2 6	80 507,2 6				
								152	0				
Noviembre	152	49	88	44	88	36	84	33		188 507,2 6	80 507,2 6		
										152	0		
Diciembre	152	49	88	44	88	36	84	33	80	36	80	196 507,2 6	88 507,2 6
												152	0
Horas disponibles		49		44		36		33		36		44	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XXVII. **Costo total de producción**

Julio	152(507,26) +49(35,41)	Q 78 838,61
Agosto	152(507,26) +44(35,41)	Q 78 661,56
Septiembre	152(507,26) +36(35,41)	Q 78 378,28
Octubre	152(507,26) +33(35,41)	Q 78 272,05
Noviembre	152(507,26) +36(35,41)	Q 78 378,28

Continuación de la Tabla XXVII.

Diciembre	152(507,26) +44(35,41)	Q 78 661,56
	Costo total de producción	Q 471 190,34

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El costo total de producción para el segundo semestre del año es de Q471 190,34. Con el método mejorado es posible alcanzar la meta de producción fijada por la empresa además se cuentan con horas a favor cada mes para incrementar la cantidad producida.

4.2. Demoras por problemas mecánicos

Las demoras que se presenten por problemas mecánicos se propone reducirlas con la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo que garantice la vida útil del equipo y su correcto funcionamiento.

4.2.1. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento mejora la seguridad al operar el equipo, asegurando la continuidad de la operación del equipo, y reduce los costos en repuestos y tiempos muertos por fallos en las máquinas.

4.2.1.1. Objetivos del plan de mantenimiento

- Asegurar que el equipo cumpla con un 90 % de la disponibilidad del tiempo mensual.
- Reducir los reprocesos provocados por mal funcionamiento de la máquina.
- Eliminar en un 80 % el tiempo utilizado en mantenimientos correctivos.

- Asegurar la vida útil de la maquinaria y su buen funcionamiento.

4.2.1.2. Descripción de la maquinaria

Prensa Heidelberg KORD 64 de fabricación alemana, modelo K-line. Máquina de un solo color, con un tamaño máximo de papel de 46 cm x 64 cm, y área máxima de impresión de 45 cm x 64 cm.

Las placas que utiliza son de aluminio debido a su ligereza y resistencia a la oxidación con un tamaño de 55 cm x 65 cm. Utiliza una mantilla de 52,5 cm x 67,7 cm.

Cuenta con ajuste de presión en el rodillo de la mantilla, graduaciones individuales de la batería de rodillos de forma. Un sistema de lubricación central activado manualmente por medio de una palanca. Una perilla para el ajuste de la velocidad que oscila entre 3 500 pliegos por hora hasta 6 000 pliegos por hora.

4.2.1.3. Equipo auxiliar y de servicio

La herramienta y equipo con la que cuenta la empresa y los operarios de las prensas *offset* es muy escasa y no es la adecuada, la poca herramienta con la que se cuenta está en muy mal estado y los operarios deben improvisar con lo que pueden.

Los operarios carecen de herramienta propia para realizar el mantenimiento correctivo generando pérdidas de tiempo de producción buscando soluciones para las reparaciones o esperando que se les lleve la herramienta y repuestos necesarios.

4.2.1.3.1. Listado de herramienta

- 2 juegos de llaves Allen en sistema inglés.
- 2 juegos de llaves Allen en sistema métrico.
- 2 desarmadores Phillips.
- 2 desarmadores de castigadera de 6 mm.
- 1 cinta métrica.
- 2 linternas.
- 1 juego de rache y copas.
- 1 barreno y puntas de desarmador.
- 1 extractor de cojinetes.
- 1 compresor de 24 lt y 2 caballos de fuerza.
- 1 grasera a presión.
- 1 aceitera.
- 1 calibrador vernier.
- 2 cangrejos.
- 2 pinzas.
- Juego de llaves de cola y corona.

4.2.1.3.2. Insumos

Para llevar a cabo el mantenimiento es necesario que la empresa cuente con un stock de insumos que se utilizan no solo en los mantenimientos sino también en el proceso de impresión diariamente, en ocasiones algunas de las demoras en producción se producen cuando estos insumos se agotan y se debe esperar que el operario informe al dueño y este haga la gestión de pedir el producto.

Los insumos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento son:

- Wash.
- Guaípe.
- Thiner.
- Alcohol isopropílico.
- Marcadores utilizados para marcar posición de piezas.

Estos insumos son utilizados especialmente para la limpieza de la máquina, del sistema de rodillos, sistema de aire y engranajes y tornillos en general.

Se debe contar con grasa tipo industrial de alto rendimiento como la grasa tipo EP2 la cual tiene buena resistencia ante la degradación térmica, estructural y oxidativa dando así una vida prolongada y protección a los cojinetes, tiene una buena resistencia a entornos que sufren lavados por agua y rociado, lo cual se presenta en los engranajes del sistema de agua ya que se mantiene siempre un entorno húmedo, tiene un excelente comportamiento anti desgaste y bajo sometido a presiones extremas, da la protección necesaria incluso en condiciones de vibraciones y cargas de choque presentadas en los candados de los rodillos de tinta y de forma, reduciendo los tiempos muertos por imprevistos.

4.2.1.4. Personal y capacitación

El mantenimiento actual del equipo se reduce a una limpieza de la prensa donde el operario toma una vez cada 15 días un tiempo para sacudir y limpiar la prensa con un compresor que en ocasiones no funciona de forma correcta y hacer graduaciones a la batería de los rodillos.

Al no existir un departamento de mantenimiento en la empresa el personal que realiza los mantenimientos serán los operarios de las prensas, ellos se

encargarán de mantenimientos preventivos y fallas menores por la capacitación con la que actualmente cuentan que la han adquirido solo por la experiencia operando la máquina.

Actualmente no se tiene una rutina establecida para el mantenimiento por lo que las máquinas operan en ocasiones sin la lubricación mínima necesaria debido a que los operarios no se preocupan por hacerlo o bien no existen insumos en la empresa como aceites, grasas y graseras a presión que son necesarios para alcanzar lugares difíciles de engrasar sin la necesidad de desarmar algunas partes del equipo.

Este problema de operar sin la lubricación necesaria es lo que ocasiona una falla muy común como el desgaste de los cojinetes hasta perder las agujas y quedar completamente pulverizados por la acción de los rodillos sobre ellos y operar en seco.

Las prensas kord trabajan sobre una lubricación constante es vital que todas las partes se encuentren funcionando con suficiente aceite y grasa y el operario debe entre sus atribuciones tener el control de que esto se cumpla.

Debe capacitarse al personal con competencias que le ayuden a realizar su labor de forma más profesional, el operario debe ser capaz de establecer la programación y ejecución de los mantenimientos preventivos para que el equipo pueda alcanzar la disponibilidad requerida, confiabilidad en la impresión y su óptimo funcionamiento diario.

Es necesario que los operarios sean capacitados con cursos del funcionamiento eléctrico, e hidráulico de la maquinaria debido a que cuando se presentan fallas menores de este tipo se improvisa con la posible solución o se

hacen arreglos solo para continuar operando el equipo, en ocasiones produciéndose la reincidencia de las fallas sin realmente atacar la raíz del problema y evitar que exista reincidencia en el problema.

Los operarios deben ser capaces de asegurar que el mantenimiento de la confiabilidad de operación necesaria para el equipo, asegurar el funcionamiento de la instalación aplicando las acciones con enfoque preventivo para evitar paros en la línea de producción que generan otros problemas que pueden ser evitados.

4.2.1.5. Rutinas de mantenimiento

El mantenimiento deben realizarlo los operarios ya con la capacitación adecuada y con las herramientas necesarias y en buen estado.

Antes de iniciar el mantenimiento en el equipo el operario debe desconectar de la fuente de energía la maquinaria para evitar accidentes debido a altas tensiones o arranques imprevistos de la maquinaria que pueda provocar que el operario pueda salir lesionado de alguna parte del cuerpo.

Debe de limpiar toda la superficie de la máquina y no colocar ningún tipo de herramienta suelta sobre ella que se pueda caer entre los rodillos de presión o de forma ya que al arrancar el equipo este puede provocar un desprendimiento de las cadenas o una rotura de los pines de acero de presión que se consideran una falla mayor en implica el desmontaje de la caja completa de la máquina.

El operario debe colocar un rotulo donde se lea claramente que el equipo está en mantenimiento para que el segundo operario no accione la prensa y se pueda provocar un accidente con el equipo o con el operario.

Las prensas kord cuentan con una caja central de engranajes y diversos puntos de lubricación repartidos en todo el equipo con un código de color pintados de verde, amarillo y rojo, los cuales facilitan la lubricación del equipo al operario.

4.2.1.5.1. Diario

El operario debe asegurarse diariamente que el sistema que suministra agua a la prensa se encuentre trabajando de forma correcta, el sistema de aire debe alimentar papel de forma correcta y el sistema de rodillos de tinta reparta de forma uniforme sobre la superficie de los rodillos la misma, cada una de estos chequeos no le lleva al operario mucho tiempo ya que se realiza con una rápida inspección.

El operario debe aceitar todos los puntos de lubricación marcados en rojo con la lata de aceite o la aceitera a presión, de igual forma los puntos rojos donde indique el equipo que requiere grasa debe hacerlo con la ayuda del compresor y la grasera a presión.

Mientras la prensa se encuentra en funcionamiento se debe accionar la manija de bola roja que se encuentra en la bomba del sistema de lubricación central dos veces en la dirección que muestra la flecha en el equipo, es importante que se haga en cuando el equipo está en marcha ya que debe superar la contrapresión.

4.2.1.5.2. Semanal

El operario debe lubricar todos los puntos marcados con color amarillo con la ayuda de la aceitera y la grasera a presión junto con el compresor. Se debe engrasar todos los puntos de los candados de los rodillos donde se ubican los cojinetes de agujas.

Se debe verificar las graduaciones del sistema que suministra el agua a la impresión, y de los rodillos de forma que suelen tener ligeras variaciones debido a las vibraciones que se provocan cuando está en funcionamiento el equipo.

Esta verificación la realiza el operario con unas marcas que realiza con los rodillos sobre una placa que ya no tenga al algún uso, debe ajustarlo hasta que los cuatro rodillos marquen una línea uniforme a lo ancho de toda la superficie de impresión de aproximadamente de 4 milímetros.

4.2.1.5.3. Mensual

Luego de un mes de funcionamiento es necesario extraer los rodillos de forma y verificar que mantengan el diámetro indicado, cuando alguno de estos rodillos pierde el diámetro necesario, aparecen franjas de otra tonalidad en la impresión y la graduación se pierde con facilidad.

Revisar la bomba de aire y la flauta que alimenta de aire a la pila de papel de entrada en ocasiones el polvo anti repinte obstaculiza la tubería y se solidifica, perjudicando el flujo de aire necesario para la alimentación de papel.

Semestralmente lubricar los puntos marcados en verde, los cojinetes ubicados debajo de la mesa de alimentación de papel con la ayuda de la grasera a presión.

El motor debe ser limpiado y engrasado semestralmente, se debe realizar una limpieza del filtro de aire de la bomba y el sistema de alimentación de polvo anti repinte.

4.2.1.5.4. Anual

El mantenimiento anual de las prensas kord es un servicio mayor que lo recomendable es que lo realice un mecánico calificado, este involucra una revisión a profundidad de todos los sistemas desmontando por completo la concha de la prensa, todos los rodillos, las pinzas de alimentación, cambio de aceite de la caja de engranajes y revisión a detalle del funcionamiento en general del equipo, por lo regular toma cinco días realizar el servicio mayor.

4.2.1.6. Stock de repuestos

Actualmente no existe un historial de los repuestos que son necesarios para cubrir las fallas que se presentan durante la operación, por lo que se consideró para el siguiente listado los repuestos necesarios para cubrir con el plan de mantenimiento propuesto y la experiencia adquirida de los prensistas con la operación de las máquinas y sus fallas frecuentes. Se debe instruir a los operarios en que realicen una recopilación de datos para tener un histórico de los verdaderos requerimientos para reducir los paros por falta de stock.

Tabla XXVIII. **Stock de repuestos departamento de impresión *offset***

Departamento: impresión <i>offset</i>		
Nombre	Motivo de desgaste	Cantidad mínima
<i>Wash</i>	Limpieza de la maquina	5 galones
Wippe	Limpieza de la maquina	10 bolas
Aceite	Mantenimiento preventivo	2 galones
Grasa	Mantenimiento preventivo	2 tubos
Cojinete 1516	Vibración de rodillos de tinta	6 unidades
Cojinete 1512	Desgaste en los rodillos de agua	6 unidades
Ventosas	Aspiración de pliegos de papel	25 unidades
Tornillos M5	Desgaste por operación	20 unidades

Continuación de tabla XXVIII

Tornillos M6	Desgaste por operación	20 unidades
Mantillas de caucho	Desgaste por operación	3 unidades
Rodillos de forma	Desgaste por operación	4 unidades
Abrazaderas 1/2 pulgada	Se cambian al desmontar mangueras	6 unidades
Topes (patos)	Se doblan por el contacto con pliegos	2 unidades
Thiner	Limpieza de la maquina	1 galón
Gasolina	Limpieza de la maquina	1 galón
Lija 120	Desgaste de pinzas	1 pliego

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.3. Demoras por materia prima y factores ambientales

Estas demoras son provocadas por la falta de planificación y control de inventario al no tener una fecha establecida para la solicitud de nueva materia prima pueden suceder dos escenarios; la bodega se queda sin materia prima o bien existe materia prima almacenada por mucho tiempo lo que puede impactar la calidad del papel.

4.3.1. Planificación y control de inventario de papel basada en la meta de trabajo mensual

Las demoras en el proceso de impresión por falta de materias prima se pueden eliminar por completo ya que en actualmente es el operario el que comunica al gerente general cuando la existencia del papel está a punto de agotarse, por lo que no existe un tiempo prudente para que se haga la solicitud a las papeleras y estas puedan surtir a la bodega la materia prima.

La compra de materia prima deberá ser planificada con base en el libro que se esté produciendo ya que entra en juego la cantidad de hojas que tenga, los

colores por tiro, algunos libros llevan hojas en full color y hojas a dos colores. Y también hay libros que van por completo en full color lo que requiere más pasadas en la presa y por consiguiente más ese papel tarda más tiempo en ser procesado. Con la cantidad establecida del tiraje que logra cada operario a la semana se puede asegurar una correcta planificación y control del inventario de papel en la planta y evitar que se produzcan paros en la producción por falta de materia prima.

4.3.2. Soluciones a corrección de humedad y temperatura en el local

Se puede adecuar el espacio utilizado para el almacenaje de papel con un sistema de humectación, la mayoría de estos sistemas trabajan de forma automática y no necesitan mantenimiento, lo que facilita su uso para cualquier usuario. Estos sistemas garantizan un clima óptimo para las bodegas o salas de impresión de la imprenta en especialmente en los meses con índices de humedad relativa muy baja.

La cantidad de humedad deseada se puede ajustar directamente en el aparato, con la ayuda del aire comprimido los humedecedores dispersan una niebla de agua a través de su boquilla. Su coste de operación es bajo y consumen muy poca energía.

4.4. Seguridad industrial

El equipo de protección personal de los operarios debe ser lo siguiente:

- Calzado industrial: es un calzado que tienen punta de acero el cual protege al operario de cualquier pieza pesada que pueda caer provocando

accidentes, sirven para la movilización de tarimas pesadas con pliegos de papel, tintas y químicos usados.

- Protectores auditivos: cuando la máquina está en operación genera un ruido que llega a ser molesto y estresante, una exposición a largo plazo a este ruido puede provocar problemas auditivos como sordera o pérdida progresiva de la audición.
- Guantes: es un implemento de mucha importancia para proteger de cualquier corte o lesión por contacto con alguna pieza, el operario también debe manipular constantemente los químicos que sirven para la operación de la maquinaria y las tintas por lo que es necesario proteger las manos de cualquier lesión.
- Mascarilla: debe utilizarla al realizar los mantenimientos preventivos por el polvo que se acumula en las piezas de la máquina y el polvo anti repinte con el que opera la máquina. Además, por la situación actual que vive el mundo derivado del COVID 19 el uso de mascarilla es de carácter obligatorio.

Este es el equipo de protección personal con el que debe contar cada operario del área de impresión *offset* si alguno no cuenta con algún implemento debe notificarlo a gerencia de lo contrario no podrá realizar la operación de la prensa.

Adicional se debe contar con otros equipos de seguridad industrial:

- Tres extintores ubicados dos en el área de las prensas y uno en área de guillotina, debido a que se trabaja con materia prima como papel que es altamente inflamable y una chispa puede generar un accidente mayor.

- Dos botiquines equipados con la medicina básica para atender emergencias como cortes, golpes, picaduras de insectos, alergias y enfermedades comunes.
- Dos juegos de equipo de señalización cuando la máquina se encuentre en mantenimiento ya sea preventivo o correctivo esto evitara que cualquier otra persona arranque el equipo mientras el mantenimiento aún se esté ejecutando.
- Se deben rotular de forma correctas las rutas de evacuación, extintores, salidas de emergencia, peligros por altos voltajes y puntos de reunión y los lugares donde se deba usar el equipo de protección personal de forma obligatoria.

4.5. Evaluación de impacto medioambiental

En el proceso de impresión *offset* se generan residuos sólidos y líquidos como el papel defectuoso que en ocasiones es almacenado en tarimas o desechado y placas defectuosas o ya descontinuadas que solo se acumulan en un patio externo de la planta. Los residuos líquidos se generan en el lavado del equipo, al mezclarse el wash con la tinta que aún queda en la fuente y los rodillos, estos residuos líquidos se almacenan en galones plásticos.

También el ruido que generan las dos prensas en funcionamiento en ocasiones se produce por mecanismos mal lubricados, cojinetes desgastados o mangueras con roturas, además del ruido por la operación normal de la prensa que genera mala comunicación en ocasiones entre operarios, estrés y problemas de sordera parcial al estar expuestos por periodos de tiempo largos esto se ve más con operarios que tienen años operando el equipo.

La organización mundial de la salud recomienda que el nivel más alto permitido de exposición al ruido en el lugar de trabajo sea de 85 decibeles durante un máximo de 8 horas al día, las dos máquinas en funcionamiento generan en promedio 80 decibeles por lo que los operarios deben de usar protección auditiva y la empresa debe cuidar no sobrepasar los 100 decibeles que puedan afectar a áreas aledañas a la planta contaminando así el aire.

Entre los desechos sólidos que en su mayoría es papel se encuentran pliegos ya impresos, hojas defectuosas, papel que en ocasiones es mal cortado sin haber tenido ningún proceso de impresión, embalaje de las resmas de papel, pliegos de papel Kraft que se utiliza para empacar paquetes y texcote que sirve para las pastas de los libros, esta cantidad de desechos la empresa debe tratar de disminuir su cantidad o bien eliminar los mismos, y de no ser posible optar por el reciclaje.

Una propuesta para los desechos sólidos que genera la empresa es de optar siempre por el reciclaje del papel, pero para esto debe clasificar por tipos ya que no todo el papel que generan como desperdicio puede ser reciclado, se deben colocar toneles correctamente identificados para que los operarios y el resto de colaboradores ayuden a la clasificación de los desechos por tipo, facilitando la venta para que el reciclaje sea posible.

Los embalajes de las resmas no es posible reutilizarse al tener algunos adhesivos en ellos, lo que se debe buscar otro uso para su reutilización.

La empresa también puede optar por comprar papeles reciclados para incluir en sus productos, reduciendo así la deforestación en el país, el consumo de la energía, agua y todos los materiales que se necesitan para su fabricación.

4.6. Costos de control de la producción

Estos costos son en los que incurre la empresa para tener el control sobre la planificación, medición y control de los procesos que se involucran en la impresión de los libros entre estos la planificación de producción que debe hacerse con anticipación para no estar improvisando sobre la marcha, solicitud de materia prima para asegurar la existencia en stock, estas planificaciones dependerán del título que se esté produciendo.

4.7. Costo de seguridad industrial

Se presentan los costos estimados de la implementación del equipo de seguridad para los operarios, la utilización de este equipo reduce las opciones de que se presente un accidente laboral que conlleve costos mayores para la empresa.

Tabla XXIX. Costos de seguridad industrial

Descripción	Cantidad	Precio estimado	Total
Calzado industrial	2	Q 335,00	Q 670,00
Protectores auditivos	4	Q 10,00	Q 40,00
Guantes	4	Q 10,00	Q 40,00
Mascarilla	4	Q 25,00	Q 100,00
Extintores	3	Q 1 495,00	Q 4 485,00
Botiquines	2	Q 600,00	Q 1 200,00
Equipo de señalización	2	Q 250,00	Q 500,00
<u>Total</u>			<u>Q 7 035,00</u>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

4.8. Costos medioambientales

Los costos medioambientales se dan cuando los esfuerzos económicos de la empresa están orientados a prevenir las afecciones de los recursos naturales y de su calidad de vida, estos representan la medida y valoración que la empresa le da a la conservación de los recursos naturales no renovables, actividades destinadas a prevenir, reducir o restaurar los daños medioambientales que son consecuencia de la producción de sus productos.

Entre los gastos medioambientales de la empresa se encuentran la compra de recipientes para la clasificación de los desechos producidos como cada tipo de papel que no pueden ser reciclados de igual forma, las placas defectuosas o discontinuadas luego de su utilización deben ser desechadas de forma correcta para que se les dé un segundo uso.

La empresa debe hacer un esfuerzo para desechar los residuos de los químicos utilizados al lavar la maquinaria, actualmente solo se acumulan en galones plásticos dentro de la planta, existen tratamientos para la su eliminación, como tratamientos fisicoquímicos, inyección profunda o instalaciones diseñadas para la disposición final de residuos peligrosos en rellenos especiales.

5. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO

5.1. Cronograma de actividades

Con el fin de lograr una correcta implementación de la propuesta de mejora se establece un cronograma de actividades detallando las herramientas a utilizar y los responsables de cada actividad en busca de comprometer a los directivos con el equipo de trabajo y lograr las metas establecidas.

Tabla XXX. **Cronograma**

Actividades	Herramientas a utilizar	Responsables	Semana							
			1	2	3	4	5	6	7	
Contratación y capacitación de gerente de producción.	Capacitaciones	Gerencia general								
Capacitación de operarios recalcando la importancia que tienen en el proceso de producción.	Capacitaciones	Gerente de producción								
Presentación de método de trabajo mejorado a operarios.	Diagrama hombre-maquina	Gerente de producción								
Compra de recursos físicos necesarios.		Gerencia general								
Implementación de documentos para control de producción.	Orden de producción	Gerente de producción								
Capacitación sobre uso de bitácora diaria a operarios.	Bitácora de producción	Gerente de producción								
Implementación de plan de mantenimiento preventivo.	Plan de mantenimiento	Operarios								
Instalación de sistema de humectación en bodega.		Gerencia General								

Continuación de la Tabla XXX.

Capacitación técnica a operarios.	Capacitaciones	Gerente de producción							
Planificación mensual de la producción.	Plan de producción	Gerente de producción							
Planificación mensual de materia prima.	Plan de producción	Gerente de producción							
Explicación de las demoras y su corrección a operarios.	Diagrama causa y efecto	Gerente de producción							
Implementación de equipo de protección personal.	Equipo de protección	Gerente y operarios							
Evaluación de rendimiento de operarios (meta de producción)	Bitácora de producción	Gerente de producción							
Reunión de seguimiento gerencia general y producción	Reportes	Gerencia							
Capacitación técnica a operarios.	Capacitaciones	Gerente de producción							
Calcular nuevamente los indicadores de equipo.	Indicadores de equipo	Gerente de producción							
Evaluación de reprocesos y defectos.	Formato de reprocesos	Gerente de producción							
Evaluación de resultados mensuales.	Informes	Gerencia							
Evaluar y plantear nuevas metas alcanzando la mejora continua.	Diagramas y observación	Gerente de producción							

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

5.2. Recursos necesarios

Para implementar las mejoras la empresa debe contar con 3 tipos de recursos principalmente que son el factor humano, contar con un buen equipo de colaboradores facilita la implementación, los recursos materiales como herramienta son de gran importancia al realizar los manteniendo al equipo, y por ultimo tener recursos financieros para poder solventar los costos de la implementación.

5.2.1. Recursos humanos

Es el recurso más importante con el que cuenta la empresa, cada uno de los miembros del equipo que conforma la empresa cumplen diversas funciones que son importantes en el proceso productivos de la empresa, desde la gerencia que debe involucrarse mucho más en todos los aspectos que se dan en la planta hasta cada operario, deben entender que todas las decisiones o acciones que tomen afectan a la empresa y directamente a cada miembro de la misma, por lo que se debe crear la conciencia en cada persona que deben de realizar con excelencia cada una de las tareas asignadas.

Para que el proyecto pueda tener éxito y los cambios se vean reflejados tangiblemente, todo empieza con la gerencia general que se debe encargarse de trazar metas y las estrategias que debe seguir cada miembro del equipo para lograrlas. Es necesario que la empresa cuente con un gerente de producción directamente en la planta debido a que la gerencia general le es imposible estar al tanto de cada detalle y problemas que se generan en producción, a esto se suma que la falta de supervisión directa sobre el personal de planta reduce la productividad de cada miembro al no rendir cuentas directamente a nadie del trabajo que realizan diariamente.

El gerente de producción es el responsable de asignar las tareas a cada colaborador planificándolo con tiempo de anticipación y no improvisando sobre la marcha, ya que esto genera la incertidumbre en el personal al no saber el orden de trabajo que se tiene. Debe reunirse constantemente con la gerencia general para estudiar que las metas y los objetivos trazados sean los correctos y que las estrategias para lograrlas sean las óptimas.

El gerente debe encargarse de contar con los recursos necesarios en todo momento para la operación de la planta, medir la producción de cada colaborador para poder controlar el proceso, cumpliendo las metas en impresión y reduciendo los reprocesos y desperdicios generados actualmente.

El gerente debe programar capacitaciones para los prensistas para que ellos tengan los conocimientos necesarios para llevar a cabo los mantenimientos planteados en el programa de mantenimiento preventivo. Además, debe retroalimentar a los operarios semanalmente por medio de informes sobre los resultados de los nuevos métodos implementados, como el nuevo método de trabajo, la reducción de reprocesos y fallas en el equipo. Esta retroalimentación permitirá que se tomen acciones sobre nuevos problemas que surjan o bien problemas que aún no se le dé una solución e impidan el alcance de ellos objetivos.

Se deben generar reportes completos mensuales para que la gerencia general esté informada del cumplimiento de las metas, la comunicación es de suma importancia para que se pueda llevar a cabo el proyecto y mejorar las operaciones, debe mantenerse una línea jerárquica para informar los operarios reportan a gerente de producción y este a la gerencia general.

El personal que involucra estas mejoras es la gerencia general, un gerente de producción y los operarios de las prensas, la empresa solo debe contratar a una persona calificada para el puesto de gerente de producción y capacitar en algunas áreas a los prensistas. El gerente de producción será el responsable de planificar, hacer, verificar y actuar no solo este proyecto, si no cualquier otra mejora que requiera la planta de producción, asignar los recursos económicos y físicos a donde el considere necesario y ser el puente de comunicación entre los operarios y la gerencia general.

Debe ser capaz de comunicar con claridad la información basada en metas reales de trabajo y mantener al personal con la actitud para cooperar en la obtención de resultados.

5.2.2. Recursos materiales

Los recursos materiales necesarios para implementar las mejoras son algunos equipos que no se tienen actualmente en la empresa como la herramienta detallada en el plan de mantenimiento es un recurso con el cual los operarios no cuentan lo que dificulta su trabajo.

Son necesarios también talonarios de documentos que ayudaran al control del proyecto como ordenes de producción, control de reprocesos, control de movimientos de inventario, control de mantenimiento, bitácoras diarias, que se presentan en el anexo de este documento.

La empresa ya cuenta con algunos recursos y únicamente es necesario adecuar los usos que se les dan actualmente, como un espacio para la oficina de gerencia que actualmente se tiene como una pequeña bodega. Lo que representa un punto a favor de la propuesta ya que no es necesario invertir demasiados recursos para ponerla en marcha.

5.2.3. Recursos financieros

Los recursos necesarios con los que no cuenta la empresa para implementar la propuesta se calcularon con base en registros de costo de servicios realizados con anterioridad a la maquinaria y cotizaciones en línea que se realizaron sobre herramienta e insumos.

Tabla XXXI. **Recursos financieros para implementación**

	Costo mensual	Costo anual
Costos en recursos humanos		
Gerente de producción	Q 5 500,00	Q 77 000,00
Capacitaciones al personal	Q 300,00	Q 3 600,00
Mecánico Servicios mayores		Q 9 500,00
Costos en recursos físicos		
Herramienta listada en plan de mantenimiento		Q 12 000,00
Formatos para registro de información	Q 500,00	Q 6 000,00
Insumos de plan de mantenimiento	Q 400,00	Q 4 800,00
Stock de repuestos		Q 8 500,00
Total	Q 6 700,00	Q 121 400,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

El total de la implementación para un año es de Q121 400,00 siendo el costo más grande la contratación de una persona a cargo de la gerencia de producción.

5.3. Implementación de plan de producción

Una correcta implementación del plan de producción da la empresa un panorama claro sobre el proceso facilitando la toma de decisiones, eliminación de actividades innecesarias y la reducción de tiempos y costos.

5.3.1. Ordenes de producción

Para poder controlar de mejor forma la producción en el área de prensas se debe de implementar un formato de orden de producción la cual nos ayudara a

gestionar la transformación de la materia prima en los libros terminados, la utilidad de las ordenes es dirigir el trabajo por las distintas fases no solo en el área de impresión si no en todo el proceso,

Las órdenes deben contener algunos datos importantes como:

- Fecha de inicio de producción
- Fecha estimada de finalización
- Operario asignado
- Cantidad de resmas de papel
- Colores a imprimir, código Pantone.
- Nombre del trabajo
- Cantidad de tiros y retiros
- Kilos de tinta
- Observaciones

Estos son los aspectos más importantes con el que debe contar la orden de producción queda a criterio del gerente es necesario añadir algún otro dato que sea útil para un mejor control. Estas órdenes ayudan a la planificación de la fabricación futura del mismo libro, controlar de forma eficiente la producción actual, la planificación del tiempo necesario para imprimir el libro y dar un seguimiento a los pliegos impresos cuando estos pasan a los siguientes pasos del proceso. En ocasiones encuadernación reporta errores cometidos en impresión que impiden que se fabrique la cantidad requerida de algún libro y al no existir actualmente ninguna orden de producción no se pueden deducir responsabilidades o investigar las razones de estos errores.

La orden de producción también da una ayuda a la planificación de pedir materia prima a la planta al saber con exactitud cuanta materia prima es

necesaria para cada trabajo y evitar quedarse sin inventario en algún momento y esto ocasione que la producción se detenga.

Los objetivos de la implementación de órdenes de producción son garantizar que la producción pueda cumplir con la demanda que tiene la empresa en todo momento, que varía según cada título del libro, asegurar que la cantidad de materiales necesarios diariamente para la producción se encuentren disponibles en durante todo el proceso productivo evitando retrasos y la posibilidad de modificar la producción en función de los atrasos o avances que se produzcan con el fin de cumplir con los pedidos de ventas.

5.3.2. Bitácora diaria

La implementación de una bitácora diaria de trabajo ayudara a tener un conteo real de la cantidad de impresiones que realiza cada operario en su jornada de trabajo, en este formato cada operario puede registrar los avances que se tienen cantidad de tiros realizados, colores empleados, observaciones, nombre del trabajo que está realizando.

La bitácora facilitará al gerente de producción tareas como supervisar y verificar la cantidad de impresiones diarias, ya que al finalizar el día debe asegurarse que todas las tareas que el operario reporta en su bitácora si se hayan llevado a cabo, firmando al final del día cada hoja. También facilita el establecer una base de datos de impresiones realizadas por el operario por día, semana y mes, de esta forma cuantificar de forma certera y real la cantidad que este produce, a través de esta base de datos se puede medir si cada uno de los operarios alcanza la meta mensual establecida por la empresa y en su defecto revisar que días se redujo la cantidad producida e ir a la bitácora para determinar las causas y poder darles una solución para que las mismas no se repitan.

5.3.3. Evaluación de metas de producción

Las metas establecidas inicialmente para la producción en el área de prensas deberán ser evaluadas periódicamente en función de los resultados obtenidos y la búsqueda de la mejora continua.

Lo que se busca con la implementación de las mejoras son las siguientes metas:

- Alcanzar la meta de producción mensual para cada colaborador.
- Reducir a menos del 5 % las hojas malas en impresión.
- Eliminar los tiempos muertos debido a falta de material o fallas del equipo.
- Aumentar la disponibilidad del equipo al 95 %.

Para alcanzar la meta de producción al mes de cada colaborador es necesario implementar el método de trabajo mejorado propuesto en el diagrama hombre máquina, y las metas de la reducción del porcentaje de hojas malas, eliminación de tiempos muertos por fallas en el equipo y el aumento de la disponibilidad la estrategia para lograrlas será la implementación correcta del plan de mantenimiento preventivo, y la eliminación de tiempos muertos por falta de materia prima se lograra con la planificación basado en la meta de producción para cada semana.

5.4. Implementación de plan de mantenimiento

Para que el plan de mantenimiento preventivo sea correctamente implementado se describió con detalles las características de las prensas kord 64 para que los operarios conozcan las especificaciones generales del equipo que operan diariamente. Se debe aclarar a cada operario la importancia que tiene

el equipo para la empresa e indicar cuales serían las consecuencias si se encontrara detenido por tiempos largos o permanentemente. Para la empresa las prensas *offset* son el corazón de producción ya que no hay forma de llevar a cabo la impresión de los libros si no se contara con el equipo.

Se debe proporcionar a cada operario una copia del plan de mantenimiento donde se definen los procedimientos que deben seguir para un correcto mantenimiento, los insumos necesarios, equipo de protección y el protocolo que deben seguir para el mantenimiento. Se debe establecer los tiempos en que es necesario realizar cada acción es el punto más importante y se debe hacer basándose en las indicaciones del fabricante y de ser necesario realizar correcciones basados en la experiencia técnica adquirida de los operarios.

La implementación del plan debe realizarse con mucha constancia ya que es la mejor forma de asegurar que el mantenimiento realmente funcione y no se tenga la necesidad de implementar un mantenimiento correctivo que deje al equipo fuera de funcionamiento por periodos largos.

5.4.1. Formato de control de mantenimiento

Es un documento que aportara información importante para establecer un registro e histórico de los periodos en que se realizó mantenimiento al equipo ya sea preventivo o correctivo, en el cual se pueden detallar las actividades desarrolladas por el operario en cada intervención, insumos utilizados y si hubo la necesidad de cambiar alguna pieza del equipo.

Este formato también ayuda a establecer el stock de repuestos necesarios para evitar paros por falta stock, brindando información más exacta de la

frecuencia de cambio de cada pieza y las fallas frecuentes que se presenten buscando una solución eficiente para eliminarlas o reducirlas.

5.5. Formato de control de reprocesos

Este documento será de uso especial del área de encuadernación que es el área donde se revisan las impresiones ya en hojas individuales y donde realmente se detectan la totalidad de errores, se realiza un proceso de revisión de hoja por hoja verificando que no le falte algún color en la impresión o tenga algún otro defecto, de ser el caso las hojas se sacan y al finalizar se realiza un conteo de la cantidad de hojas buenas y malas, este proceso se realiza con cada hoja del libro. Al tener el conteo de todas se utiliza la hoja que menos buenas se obtuvo y esta es la guía para armar los lotes de libros.

Si encuadernación no llega a la demanda solicitada debe llenar el formato detallando las hojas faltantes para poder armar la cantidad de libros requeridos por ventas y cuál fue el error que presento cada hoja, solicitando a los operarios que procedan a reimprimir dichos pliegos, el formato ayudara a que se le haga ver a cada operario los defectos que se presentaron y se encarguen de hacer las correcciones necesarias para que no se presenten nuevamente, además de tener un control de la materia prima, mano de obra e insumos requeridos para la reimpresión que sumara al costo de producción del libro.

El objetivo al implementar las mejoras es reducir o eliminar los reprocesos que se presentan en la impresión *offset* en la empresa actualmente y evitar los costos en los que se incurre por esos reprocesos.

5.6. Formato de control de salidas y entradas en inventario

El objetivo de este documento es tener un control de los movimientos del inventario con la máxima precisión, tener un correcto orden y administración del inventario de materia prima es uno de los factores importantes para que la empresa alcance su máximo desempeño, evitando demoras por falta de materia prima en planta y asegurando mantener en un estado óptimo la existencia de insumos.

Este formato de control de entradas y salidas de inventario ayudara a la empresa a tener un conteo o visibilidad confiable de la existencia de materia prima, además de reducir costos al no cargar con excesos, o bien faltantes de algunos productos por lo cual se tenga que detener la impresión aumentando las pérdidas de la empresa y los costos de fabricación de los libros al necesitar más tiempo de mano de obra de lo normal por tener que esperar que ingrese la materia prima a la planta.

Este formato también es útil para el cálculo del costo de producción de cada libro porque permite saber con exactitud cuántas resmas de papel, cuantos kilos de tinta y la cantidad de químicos se necesitan para la fabricación de cada libro, actualmente nadie lleva un control de la cantidad de materia que se necesita para producir cada producto, solo se compra materia prima para tener en bodega la mayoría del tiempo, pero en ocasiones se presenta la falta de algún insumo no por falta de recursos para adquirirlos, si no que ninguna persona se percató de que no hay existencia hasta que el operario lo solicita a gerencia, deteniendo la producción hasta que se le haga llegar la materia prima.

5.7. Capacitación periódica

La industria en la actualidad está en constante cambio y modernización por lo que es importante que para que la empresa pueda implementar capacitaciones que ayudan a fomentar el interés de los colaboradores, desarrollan y explotan sus capacidades para que realicen su trabajo con excelencia, aumentando su rendimiento y minimizando errores y riesgos al operar el equipo.

Las capacitaciones también aumentan el nivel de compromiso con la empresa y la autoestima del empleado, al sentir que la empresa está confiando en su trabajo e invierte en logre una mayor superación personal y laboral, estas capacitaciones pueden incluir cursos técnicos que facilitaran los mantenimientos del equipo cuando se presente alguna falla, por ejemplo, cursos de mecánica y electricidad.

También capacitaciones sobre producción más limpia, optimización de los procesos o inclusive motivacionales, todo esto es una inversión donde la empresa obtendrá resultados a futuro.

5.8. Ventajas y beneficios

Todas las empresas están siempre en busca la mejora continua en todas sus áreas con un fin en común que es reducir costos y aumentar utilidades. Al implementar las mejoras propuestas en este proyecto la empresa puede obtener:

- Mejora en el proceso de impresión *offset* aumentando la productividad de sus operarios con el incremento de impresiones por día.
- Reducción de pagos de horas extra y veladas que de momento son necesarias para poder cumplir con la demanda actual de ventas.

- Reducción de tiempos muertos en producción por falta de materia prima.
- Aumento de la disponibilidad de las prensas *offset* al implementar un plan de mantenimiento preventivo el cual asegura extender la vida útil del equipo.
- Disminuir la cantidad de reprocesos que se tienen actualmente asegurando la cantidad de pliegos buenos para el cumplimiento de la demanda y evitar pagos de materia prima y mano de obra por reprocesos.
- Asegurar la calidad en la impresión con el óptimo funcionamiento de las prensas al aplicarse un correcto mantenimiento preventivo y con la capacitación adecuada de los operarios.

Implementando las mejoras la empresa logra establecer un sistema de trabajo en el área de impresión *offset* más eficiente reduciendo los tiempos muertos que son uno de los mayores problemas a los que se enfrenta actualmente la empresa, disminuir sus reprocesos y lograr cumplir con sus pedidos sin la necesidad de tener que pagar horas extra, veladas que representan un gasto no presupuestado todos los años.

5.9. Evaluación de resultados

La evaluación de resultados es una parte muy importante en toda mejora o proyecto a implementar ya que estos son los que determinan el éxito o fracaso del mismo. La evaluación debe ser constante y objetiva, si alguno de los resultados esperados no se está cumpliendo se debe revisar la estrategia que se está tomando para alcanzarlo y asegurarse de que el operario la está siguiendo de la forma correcta si aun con esto no se logra el resultado, se debe analizar y actualizar la estrategia para alcanzar cada objetivo propuesto.

5.10. Reuniones periódicas

Se deben programar reuniones por lo menos una vez al mes en donde se encuentre el gerente de producción y gerencia general donde se puedan presentar informes detallados del cumplimiento de los objetivos establecidos.

Estas reuniones deben tener el fin de siempre buscar la mejora continúa buscando solución a los problemas actuales que se presentan en impresión al ser esta área una de las más importantes de la empresa y a lo que está enfocado este proyecto, servirán para corregir las estrategias que se estén utilizando para que se cumplan tanto el programa de mantenimiento preventivo del equipo asegurando la disponibilidad de los equipos, así como el cumplimiento de las metas fijadas para cada operario en cuanto a cantidad y calidad de impresión.

CONCLUSIONES

1. Se calculó que la planta si está capacitada para producir la meta mensual fijada por gerencia para cada operario ya que requiere solo de 152 horas hábiles al mes para alcanzar este nivel de producción lo que representa en promedio un 79 % del tiempo disponible con el que se cuenta mensualmente.
2. Se determinó que los tiempos muertos en el proceso de impresión *offset* son provocados por factores como falta de materia prima y las condiciones en las que se almacena, fallas en la maquinaria y la realización de mantenimientos correctivos por operarios que no cuentan con la herramienta ni la capacitación adecuada. La entrega de los productos terminados en bodega y descarga de materia prima representan un 43 % de los paros por tareas ajenas a su puesto, además de un método de trabajo donde se producen excesivos ajustes, cambios de tinta y reprocesos de impresiones defectuosas.
3. El suministro de materia prima en especial el papel no se realiza de forma adecuada por lo que existen paros en la producción por la falta de papel. No se planifica la cantidad de papel que se consume semanalmente. El almacenaje no se realiza de forma adecuada debido a que el embalaje se rompe durante el transporte y la bodega no se encuentra aislada a las condiciones del medio ambiente.

4. La disponibilidad del equipo debido a las averías que se presentan durante un mes de trabajo para la prensa 1 es de 89 % y para la prensa 2 se obtuvo una disponibilidad de 91,5 %, los mantenimientos correctivos que los operarios realizan al equipo reducen el tiempo disponible con el que cuenta la empresa para la impresión de los libros.
5. La aplicación de un plan de mantenimiento al equipo de impresión reducirá las demoras que se producen en el área de impresión garantizando además la fiabilidad del equipo aumentando la vida útil. Se establecen las rutinas que debe seguir el operario para evitar que se produzcan fallas que detengan la producción.
6. El operario 1 presenta un 14 % de hojas defectuosas de la impresión total de un libro y el operario 2 presenta un 25 % de hojas defectuosas, cada operario debe volver a imprimir en su totalidad las hojas malas para poder cumplir con los pedidos de ventas.
7. La implementación de un sistema de documentación de los procesos dará un amplio control de la producción y una mejor gestión de los recursos tanto humanos como materiales, se obtiene el beneficio de establecer un orden en cada pedido realizado, poder establecer responsabilidades sobre las impresiones defectuosas y calcular los niveles de impresión de cada operario.
8. Aplicar el método de trabajo mejorado para los operarios de las prensas *offset* reduce el desperdicio de químicos y tintas al evitar varios lavados por cambio de color, ajustes excesivos y aumenta la cantidad de impresiones de cada operario alcanzando la meta fijada de 480 000 impresiones al mes con tiempo disponible.

RECOMENDACIONES

1. Aprovechar en su totalidad el tiempo disponible mensual para aumentar el volumen de producción estableciendo nuevas metas e incentivos para el operario que logre alcanzarlas.
2. Implementar las mejoras propuestas para reducir los tiempos muertos que se presentan en el área de impresión *offset*, aumentando la productividad de los operarios. Evitar asignar tareas a los operarios que detengan considerablemente el proceso de impresión.
3. Elaborar una planificación semanal de la materia prima necesaria para la producción con base en la cantidad de libros que se está fabricando y los colores que se le apliquen por tiro, esto permitirá realizar los pedidos al proveedor con el tiempo necesario para evitar paros en la producción por falta de papel. Implementar el sistema de humectación en la bodega donde se almacena el papel para tener un control sobre los parámetros de humedad y temperatura.
4. Medir mensualmente los indicadores de gestión de equipo para asegurar que el plan de mantenimiento se esté aplicando correctamente evidenciándose en el aumento de la disponibilidad debido a averías.
5. Velar por que las rutinas de mantenimiento preventivo sean realizadas de forma constante y correcta por los operarios, utilizándola herramienta e insumos correctos. Capacitar constantemente a los operarios en áreas

técnicas como electricidad, neumática y mecánica para que realicen los mantenimientos de forma más eficiente.

6. Incentivar a los operarios para lograr la reducción del porcentaje de hojas defectuosas, recalcando la importancia de verificar los parámetros constantemente durante la impresión para reducir costos de producción y poder cumplir con los pedidos de ventas.
7. Utilizar la información recopilada por medio del sistema de documentación de los procesos para determinar indicadores, generar informes, medir los niveles de producción y verificar la obtención de las metas propuestas.
8. Supervisar constantemente que los operarios sigan el método de trabajo propuesto, comprobar la reducción de los tiempos de ajuste y el consumo de químicos y tintas al no existir lavados innecesarios por cambio de tinta.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARILLAS PEREZ, Rolando. *Sistema de producción más limpia y plan de mantenimiento preventivo en una industria litográfica ubicada en ciudad Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 139 p.
2. CEVAGRAF, S.C.C.L. *La impresión y sus secretos*. España: CEVAGRAF, S.C.C.L., 2014. 172 p.
3. EVERETT, Adam Jr. Ronald J, Ebert. *Administración de las producción y operaciones*. 4ta ed. México: Pearson pretice hall. 1991. 688 p.
4. GRIMALDI, Jon. SIMONDS, Rollin H. *La seguridad industrial su administración*. 2da ed. México: Alfaomega. 1991. 751 p.
5. HEIDELBERG. *Manual de operación Original Heidelberg Cylinder*. Alemania. 1967. 137 p.
6. LIMA MALDONADO, Lester Alejandro. *Reducción de paros y averías para la optimización en la productividad de las máquinas de impresión offset Prinmaster PM74 Y Pressetek DI34X en la empresa Ipress*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 115 p.

7. PALACIOS ACERO, Luis Carlos. *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos*. 2da ed. México: ECOE ediciones, 2016. 372 p.
8. RODRIGUEZ, Philip. *El proceso básico de impresión offset*. 1ra ed. Guatemala. 109 p.
9. ROJAS CANCINOS, Omar Alejandro. *Estandarización de tiempos, estudio de costos y diseño de un programa de mantenimiento preventivo en el área de impresión litográfica, Comercializador De Calidad S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 185 p.
10. SAPPI Europa S.A. *El Clima y el papel*. 1ra ed. Bruselas Belgica: Sappi. 22 p.
11. SAPPI Europa S.A. *La química en la imprenta tinta y papel*. 1ra ed. Bruselas Belgica: Sappi. 24 p.
12. TORRES, Sergio. *Control de la producción*. 6ta ed. Guatemala: Editorial c.c. Dapal, 2016. 208 p.

Apéndice 4. **Orden de producción.**

Logo	Orden de producción	No. 000000
Fecha de inicio:	Fecha de finalización:	
Nombre de libro:		
Cantidad:	Resmas a utilizar:	
Tipo de material:	Colores de impresión:	
Operario asignado:	Cantidad de tiros y retiros:	
Insumos utilizados tintas y químicos:	Observaciones:	
Firma de gerente de producción:	Firma de aprobación de arte:	
<p>Todo trabajo debe estar firmado y autorizado por el gerente de producción y por el gerente de diseño para la aprobación del arte.</p>		

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 5. **Solicitud de reproceso.**

Logo	Solicitud de reproceso		No.
Fecha de solicitud:		# orden de producción:	
Tamaño del lote:		Operario:	
Descripción:		Fecha de impresión:	
Descripción del defecto detectado			
Defecto	% Defectuoso	Tipo de defecto	
Observaciones		Firma de autorización	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

