



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Gestión Industrial

**GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN
UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Ing. Christian René Paredes Donis

Asesorado por el Maestro Ing. Miguel Arnoldo Lemus Gudiel

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN
UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. CHRISTIAN RENÉ PAREDES DONIS
ASESORADO POR EL MSC. ING. MIGUEL ARNOLDO LEMUS GUDIEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

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 Cruz Lorente
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. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Ericka Nathalie López Torres
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
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:

GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 16 de enero de 2021.



Ing. Christian René Paredes Donis

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.246.2023

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Ing. Christian René Paredes Donis**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial 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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★

Decana

Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc



Guatemala, febrero de 2023

LNG.EEP.OI.246.2023

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"

presentado por **Ing. Christian René Paredes Donis** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Ing. Edgar Dario Alvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala 14 de mayo 2022.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL** titulado:
“GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA” del estudiante **Christian René Paredes Donis** quien se identifica con número de carné **201212624**, del programa de **Maestría en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MA. Ing. Kenneth Lubeck Corado Esquivel
Coordinador
Maestría en Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, noviembre 2021

En mi calidad como asesor del Ingeniero **Christian René Paredes Donis** quien se identifica con número de carné 201212624 procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado:
“GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA” quien se encuentra en el programa de Maestría en Gestión Industrial en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Maestro. Miguel Arnoldo Lemus Gudiel
Asesor

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Por proveerme bendiciones y oportunidades para lograr alcanzar mis metas junto a mi familia y amigos.

Mi madre Alma Donis. Por pensar en mi futuro antes que el de ella, darme las herramientas para llegar a este punto, por su esfuerzo y dedicación como madre, por exigirme ser mejor día con día, por quererme sobre todas las cosas y circunstancias.

Mi padre Edgar Paredes. Por sus consejos y enseñanzas, por siempre ver el lado positivo de las cosas.

Mis abuelos Juan Donis y Santos de Donis. Por cuidarme cuando más lo necesité, por quererme como a un hijo o hasta más y por su humildad y sencillez.

Mi familia A mis tíos por estar siempre para mí en los buenos y malos momentos, a mis primos y prima que son como mis hermanos de toda la vida.

Mi novia

Adriana Iboy. Por ser mi compañera de vida, estar en los peores y mejores momentos, por quererme con mis virtudes y defectos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrir sus puertas y permitirme ser parte de sus pupilos y además ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería	Por la oportunidad de adquirir y expandir nuestros conocimientos, a la vez de enseñarnos a ser creativos, a pensar de una manera diferente creando emoción e interés en nuestras vidas, ya que cuando hay emoción e interés lo aprendido no se olvida y con eso podemos cambiar el mundo y asumir nuestra responsabilidad de dejar un legado.
Mis compañeros	Por ser de importante influencia a lo largo de esta especialización, entre otras cosas.
Litografía	Por abrirmel a la puerta y permitirme realizar el presente informe final.
Todos	Los que de alguna manera hicieron posible este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
JUSTIFICACIÓN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.1.1. Estudios nacionales	2
1.1.1.2. Estudios internacionales	4
1.1.1.3. Principales resultados de los estudios	6
2. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	7
2.1. Etapas de la investigación	7
2.1.1. Fase 1. Revisión documental	7
2.1.2. Fase 2. Diagnóstico	8
2.1.3. Fase 3. Metodología	8
2.1.4. Fase 4. Plan piloto	8
2.1.5. Fase 5. Resultados	8
2.1.6. Fase 6. Mejoras propuestas	9
2.1.7. Esquema de solución	9

3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1.	Descripción general del problema	11
3.2.	Descripción del problema.....	11
3.3.	Delimitación del problema	12
3.4.	Pregunta principal	12
3.4.1.	Preguntas complementarias.....	12
3.4.2.	Ubicación de área en estudio	13
4.	MARCO TEÓRICO	15
4.1.	Asignación del personal	15
4.1.1.	RRHH.....	15
4.1.2.	Personal operativo	15
4.1.3.	Supervisión.....	16
4.2.	Proceso	16
4.2.1.	Offset.....	16
4.2.2.	Conversión	16
4.2.3.	Corte inicial.....	16
4.2.4.	Impresión.....	17
4.2.5.	Troquelado	17
4.2.6.	Limpieza de material	17
4.2.7.	Pegado	17
4.2.8.	Empaque manual	17
4.2.9.	Flexográfico.....	17
4.3.	Balance de líneas.....	18
4.3.1.	Diagrama de procesos (DOP)	18
4.3.2.	Tiempo de operación.....	18
4.3.3.	Tiempo muerto	18
4.3.4.	Tiempo de ciclo	18
4.3.5.	Indicadores de producción	19
	II	
4.4.	Teoría de la producción	19

4.4.1.	Costo	19
4.4.1.1.	Costo fijo (CF).....	20
4.4.1.2.	Costo variable (CV)	20
4.4.1.3.	Costo marginal (CMg).....	20
4.4.1.4.	Costo medio (CTM)	20
4.4.1.5.	Costo total (CT)	21
4.4.2.	Producto marginal.....	21
4.4.3.	Producto medio.....	22
4.4.4.	Producto total.....	23
4.4.5.	Isocuantas	23
4.4.6.	Isocostos	24
4.5.	Empresa litográfica	25
4.5.1.	Misión	25
4.5.2.	Visión	25
4.5.3.	Metas	25
4.6.	Mejora continua	25
4.6.1.	Ciclo PDCA.....	26
4.6.1.1.	Planificar	27
4.6.1.2.	Hacer	27
4.6.1.3.	Verificar	28
4.6.1.4.	Actual.....	28
5.	MARCO METODOLÓGICO	31
5.1.	Tipo de la investigación	31
5.2.	Diseño	31
5.3.	Enfoque	31
5.4.	Variables.....	32
5.4.1.	Operacionalización de variables	32
	III	
5.5.	Población	33
5.5.1.	Criterios de inclusión	34

5.5.2.	Criterios de exclusión	34
5.6.	Muestreo	34
5.7.	Método de recolección de datos.....	35
5.8.	Técnica.....	35
5.8.1.	Observación	35
5.8.2.	Estadística descriptiva.....	35
5.8.3.	Histogramas	36
5.8.4.	Diagrama de causa y efecto.....	36
5.9.	Obstáculos (riesgos y dificultades).....	36
5.10.	Riesgo de la investigación.....	36
5.10.1.	Nivel 1 (sin riesgo).....	37
6.	ESTUDIO TÉCNICO	39
6.1.	Descripción del área de estudio	39
6.2.	Misión del área en estudio	39
6.3.	Visión del área en estudio	40
6.4.	Área de atención del estudio.....	40
6.5.	Recursos físicos y tecnológicos del área en estudio	41
7.	MARCO LEGAL	43
7.1.	Artículo 61. Obligaciones del patrono.....	43
7.2.	Artículo 62. Prohibiciones del patrono.....	44
7.3.	Artículo 63. Obligaciones de los trabajadores	45
7.4.	Artículo 64. Prohibiciones de los trabajadores	46
8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	49
9.	ARQUETIPO DE SOLUCIÓN.....	53
9.1.	Funcionalidades del sistema	53

9.2.	Diseño del sistema	53
9.3.	Arquitectura del sistema	54
9.4.	Operación del sistema	54
9.5.	Herramientas necesarias.....	55
9.6.	Detalles de la funcionalidad.....	55
10.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	57
CONCLUSIONES		59
RECOMENDACIONES.....		61
REFERENCIAS		63
APÉNDICES		67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	9
2.	Localización del área de estudio	13
3.	Ubicación de área en estudio.....	14
4.	Producto marginal	21
5.	Producto medio	22
6.	Producto total	23
7.	Isocuantas	24
8.	Ciclo PDCA	29
9.	Organigrama	40
10.	Organigrama propuesto	41
11.	Diagrama de precedencia	50
12.	Tiempo de proceso vs. Talk time	51
13.	Costos del proceso de corte inicial.....	52
14.	Mapa de proceso	54

TABLAS

I.	Descripción de variables	32
II.	Cajillas realizadas por máquina.....	49
III.	Producción y costos corte inicial	52
IV.	Factibilidad del estudio	58

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CF	Costo fijo
CMg	Costo marginal
CTM	Costo medio
CT	Costo total
CV	Costo variable
Kg	Kilogramos
m	Metros
Min	Minutos
%	Porcentaje

X

GLOSARIO

Buenas prácticas de manufactura (BPM)	Garantizan que los productos se fabriquen en las condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción. (Juárez, 2015)
Capacitación	La capacidad de las organizaciones para mantenerse actualizadas y a la vanguardia y con ello generar cambios planificados. (Oliva, 2011)
Calidad	Es el proceso de elaboración de un producto o servicio, comprende tecnología, mano de obra y administración. Este producto elaborado debe apegarse a las características de diseño para cumplir con las necesidades del proceso. (Ojeda, 2010)
Desperdicio	Es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas aplicadas en un sistema de gestión de la calidad. (Monge, 2013)
Eficacia	Nivel de consecución de metas y objetivos. (Pérez, 2017)
Eficiencia	Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados. (Caballero, 2017)

RESUMEN

La herramienta *balance de líneas* ha sido de gran ayuda para grandes resultados de utilidad dentro del sector industrial para diferentes empresas. La empresa litográfica tiene la necesidad de requerir a diferentes herramientas y técnicas para la maximización de los beneficios a través de la mejora continua, en búsqueda de estar arriba del punto de equilibrio en el mercado.

El presente diseño de investigación buscó optimizar los costos de mano de obra y energía eléctrica a través de la maximización de la productividad en los procesos litográficos. Al analizar toda la información se logró mejorar el flujo de los procesos a través del aumento en la producción del proceso de corte inicial.

Conocer el comportamiento de cada estación de procesos, es muy útil para evitar los cuellos de botella, tiempo ocio del personal, horas extraordinarias y altos costos de producción para la empresa. La mejora de la productividad es indispensable en la empresa para maximizar los beneficios de la empresa y cumplir con los pedidos requeridos por los clientes en el tiempo establecido.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se adhiere a la línea de investigación de diseño de puestos de trabajo en producción de sistemas integrados de gestión de la Maestría en Gestión Industrial. Los cursos que se relacionan con la línea de investigación son ingeniería de la productividad y valoración económica de procesos industriales, en estos se adquieren habilidades y estrategias para la mejora continua de los procesos, toma en cuenta el costo-beneficio de cada uno de estos.

La importancia para el Departamento de Producción en los procesos offset es definir la distribución correcta de su personal, esto surge por no tener establecidos los puestos correctamente, el desconocimiento de cada uno de los procesos, tiempos y comportamiento de la producción.

La necesidad que se tiene de realizar este trabajo de investigación es establecer la distribución adecuada del personal de producción de producción para aumentar la productividad para el cumplimiento de metas mensual.

La motivación del investigador que suscribe el presente trabajo comienza con el interés de implementar el conocimiento adquirido respecto al balance de líneas y teorías de la producción para la toma de decisiones, contribuy a la mejora continua de los procesos offset de la empresa litográfica, mejorando la productividad y alcanzando las metas solicitadas por gerencia.

El beneficio que se obtiene en con este trabajo de investigación es la obtención de la asignación adecuada del personal de producción, que proporcionará mejoras en la productividad, reducción de horas extraordinarias por atraso en entregas a clientes. Eliminar el desorden en la gestión del personal y reducción de tiempos muertos.

Los principales beneficiarios son: la empresa en primera instancia, específicamente el departamento de producción de litografía por el aumento en la productividad, reducción de las horas extras por atrasos en las entregas. El cliente por la seguridad en la entrega de sus pedidos a tiempo de parte de la empresa y mejores tiempos de reacción ante alguna eventualidad o urgencia. Los empleados por la facilitación y orden que tendrán en su trabajo con la asignación de actividades.

OBJETIVOS

General

Proponer la gestión de la asignación el personal en el proceso de producción utilizando el balance de líneas en una empresa litográfica en la ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Identificar las asignaciones laborales del personal en empresas litográficas.
2. Analizar los procesos que generan cuellos de botella en el área de producción.
3. Determinar los beneficios de la utilización del balance de líneas en la asignación del personal.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo propone la gestión de la asignación del personal en el proceso de producción utilizando balance de líneas en una empresa litográfica en la ciudad de Guatemala.

El capítulo 1 indica las generalidades del proyecto, los antecedentes del estudio de balance de líneas en tesis de maestría nacionales e internacionales para conocer más a fondo el tema a desarrollar.

El capítulo 2 presenta las necesidades que tiene que cubrir la empresa litográfica en mejorar el proceso con la revisión documental, diagnóstico, metodología, plan piloto, resultados y propuesta de mejoras.

El capítulo 3 muestra el planteamiento del problema a través de la descripción general, definición y delimitación de este. De igual forma presenta las preguntas de investigación, con base al problema presentado en el área litográfica.

El capítulo 4 presenta el marco teórico de las áreas, procesos, herramientas y estudios que se trabajarán en la tesis para profundizar y tener un mayor conocimiento de estos, antes de comenzar la aplicación en los siguientes capítulos.

El capítulo 5 detalla los procedimientos por seguir con la finalidad de lograr cumplir los objetivos planteados de forma válida y precisa, se abordan el tipo de investigación, diseño, enfoque, variables, población, muestreo, técnica instrumento, obstáculos y riesgo de la investigación.

El capítulo 6 presenta el estudio técnico de la investigación, el cual analiza las descripción, misión, visión y áreas de atención del estudio presentando los recursos físicos y tecnológicos que se utilizaron en la elaboración del proyecto.

El capítulo 7 muestra el marco legal, el cual establece las leyes guatemaltecas del Código de trabajo que se consideraron para la investigación, se mencionan las obligaciones y prohibiciones durante el proyecto.

En el capítulo 8 se presenta el análisis de los resultados obtenidos en el balance de líneas con los datos recopilados en la investigación y los gráficos de los comportamientos obtenidos, identificando el proceso con cuello de botella.

En el capítulo 9 se presenta el arquetipo de solución en donde se detalla la funcionalidad, diseño, arquitectura, operación y herramientas del sistema para tener un mejor control del flujo de procesos.

En el capítulo 10 se presenta la factibilidad del estudio desglosándose en recursos humanos, físicos, tecnológicos, materiales y financieros.

1. INFORMACIÓN GENERAL

En el presente capítulo se describen aspectos generales de la investigación propuesta de la gestión en la asignación del personal en el proceso de producción de una empresa litográfica.

1.1. Generalidades

El balance de líneas es una herramienta de suma importancia para obtener un mejor flujo en la línea de procesos de producción para optimizar las variables que pueden afectar la productividad, como lo son los tiempos de fabricación, entregas pausadas de producción e inventarios de producto por atraso en los procesos.

1.1.1. Antecedentes

El balance de líneas ha sido una herramienta utilizada durante los últimos años de mucha utilidad para la mejora de los procesos productivos dentro de las diferentes industrias de forma nacional e internacional al identificar y posteriormente reducir los cuellos de botella en los procesos.

1.1.1.1. Estudios nacionales

En la tesis de maestría desarrollada por Santizo (2015) titulada *Análisis del proceso y estudio de tiempos en el ingreso de materia prima en centro de empaque* indica lo siguiente: “El problema de diseño, que pretende encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, se denomina problema de balanceo de línea. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica (Santizo 2015, p.33)”:

- Cantidad. El volumen debe ser el indicado para mantener el costo en la preparación de la línea, dependiendo del *talk time* o ritmo de producción y del tiempo que tiene cada tarea.
- Equilibrio. Los tiempos en cada una de las operaciones deben ser similares o iguales.
- Continuidad. Se realizar mantenimientos preventivos en la falla de los equipos y asegurar el aprovisionamiento constante de los materiales, ensambles, piezas, etc. a través de las respectivas precauciones.

En la tesis de maestría desarrollada por Ortiz (2019) titulada Medición de productividad en el área de corte para estandarizar el rendimiento en una fábrica de muebles ubicada en Villa Canales, Guatemala indica lo siguiente:

Dentro de las líneas de producción susceptibles de un balanceo se encuentran las líneas de fabricación y las líneas de ensamble. La línea de fabricación se encuentra desarrollada para la construcción de componentes, mientras la línea de ensamble se encuentra desarrollada para juntar componentes y obtener una unidad mayor.

Las líneas de fabricación deben ser balanceadas de tal manera que la frecuencia de salida de una máquina debe ser equivalente a la frecuencia de alimentación de la máquina que realiza la operación siguiente. De igual forma debe de realizarse el balanceo sobre el trabajo realizado por un operario en una línea de ensamble. (Ortiz 2019, p.14)

En la tesis de maestría desarrollada por Estrada (2020) titulada *Optimización de la línea de elaboración de paletas de caramelo duro, basada en la teoría de restricciones en una empresa confitera, ubicada en Escuintla, Guatemala* explica que “los cuellos de botella provocan en un sistema de producción la limitación de la producción indicando que “un cuello de botella tiene la menor capacidad efectiva entre todas las operaciones del sistema” (Estrada 2020, p.24)”.

En la tesis de maestría desarrollada por Santizo (2015) titulada *Aplicación de la manufactura esbelta en una empresa productora de puertas y ventanas tipo europeas, para el aumento de la capacidad instalada* se indica lo siguiente: “El límite de las operaciones lo constituye el valor del takt time. Al implementar la manufactura esbelta, existen operaciones con tiempos en el proceso que sobrepasa el takt time. Estas operaciones son las restricciones del proceso” (Santizo 2015, p.19).

En la tesis de maestría desarrollada por Cano (2009) titulada *Aumento de la capacidad instalada de producción en una planta de engobes cerámicos* se establece lo siguiente:

Uno de los objetivos a alcanzar con la manufactura esbelta es entregar el producto en el tiempo acordado por el cliente. Esto implica marcar un ritmo al cual se debe trabajar; logrando así la entrega del producto en el plazo especificado. El takt time es entonces, la velocidad o ritmo de producción a la cual cada operación debe avanzar; que garantiza el cumplimiento al cliente en el tiempo con el que cuenta la organización para trabajar los bienes o servicios demandados. (Cano 2009, p.29)

1.1.1.2. Estudios internacionales

En la tesis de maestría elaborada por Contreras (2015) titulada *Propuesta para el diseño del sistema logístico en la empresa A.B. Confort LTDA* indica lo siguiente “El equilibrio de las líneas de fabricación permite garantizar el flujo de trabajo de manera continua, asignar cargas de trabajo para los empleados y obtener productos terminados al final de la línea de montaje. El balanceo se realiza por líneas” (Contreras 2015, p.96).

En la tesis de maestría realizada por Sanchez (2018) titulada *Rediseño del proceso productivo de la empresa industrias y negocios Piccoli S.R.L. utilizando herramientas lean para el incremento de la productividad* explica lo siguiente:

El balance de línea consiste en que se tenga un proceso uniforme, de manera que los cuellos de botella sean eliminados, la mano de obra sea utilizada al máximo, se reduzca el tiempo de inactividad y se mejore el flujo productivo. (Sanchez 2018, p.33)

En la tesis de maestría desarrollada por Muñoz (2018) titulada *Balance de línea para mejorar flujo de producción de la Línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS* explica lo siguiente:

El balance de líneas es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. (Muñoz 2018, p.13)

En la tesis de maestría elaborada por Rosero (2016) titulada *Implementación de un modelo para el mejoramiento de la capacidad de producción del envasado de la línea de fragancias juveniles de una empresa perfumería* establece lo siguiente: “Las líneas de fabricación deben ser balanceadas de tal manera que la frecuencia de salida de una máquina debe ser equivalente a la frecuencia de alimentación de la máquina que realiza la operación siguiente” (Rosero 2016, p.22).

En la tesis de maestría realizada por Vela (2019) titulada *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un laboratorio cosmético* indica lo siguiente:

El balance de línea es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de una planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de mano de obra y del equipo, y de este modo reducir o eliminar el tiempo ocioso, deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica. (Vela 2019, p.59)

1.1.1.3. Principales resultados de los estudios

El balance de líneas es una herramienta muy útil para la identificación de cuellos de botella, los cuáles afectan la productividad de los diferentes procesos de producción, el objetivo principal de dicha herramienta es encontrar la distribución ideal, conforme a la capacidad que se tiene, para obtener el flujo continuo y uniforme para que la empresa pueda satisfacer la demanda sin requerir del uso de horas extraordinarias, los cuáles reducen el margen de ganancia de la empresa.

Takt time se le llama al ritmo de la producción que deben llevar las operaciones al momento de avanzar, este puede ser calculado con base en el tiempo disponible y a las unidades demandadas.

2. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La necesidad por cubrir para la empresa litográfica consiste en encontrar una estructura de trabajo que mantenga un flujo constante dentro del proceso de producción de cajillas, la cual será útil para mejorar la productividad y reducir los cuellos de botella.

La mejora en la productividad dentro del proceso, ayudará a reducir los costos de producción por la disminución de horas extraordinarias del personal y energía eléctrica. Además de mejorar los tiempos de entrega de producción para los clientes.

2.1. Etapas de la investigación

Las etapas de la investigación se dividen en 4 fases, las cuales se describen a continuación.

2.1.1. Fase 1. Revisión documental

- En esta fase, se revisaron los datos históricos de las producciones de los diferentes procesos del área litográfica.
- Se revisó la trazabilidad de los procesos para encontrar los números de personas que realizaron las producciones.
- Se revisaron los paros del año que se han tenido en cada uno de los procesos y el motivo de estos.

2.1.2. Fase 2. Diagnóstico

- En esta fase, se identificó la situación actual de los procesos por medio del diagrama de causa y efecto.
- Se realizaron gráficos para determinar el flujo de los procesos.

2.1.3. Fase 3. Metodología

En esta fase, se estableció que la metodología se acopla mejor al proceso para aumentar la productividad es el balance de líneas para la identificación, mitigación o reducción de los cuellos de botella para la mejora de la productividad en el proceso offset.

2.1.4. Fase 4. Plan piloto

En esta fase se propusieron las nuevas disposiciones para la mejora de los procesos que provocan los cuellos de botella dentro del proceso de producción.

2.1.5. Fase 5. Resultados

- En esta fase, se compararon las producciones anteriores vs las producciones que se realizaron a partir de las mejoras propuestas en la fase 3.
- Se comparó el flujo de producción inicial vs. el flujo de producción a partir de las mejoras propuestas.

- Se compararon los paros en máquina de la producción inicial vs. los paros de producción a partir de las mejoras propuestas.

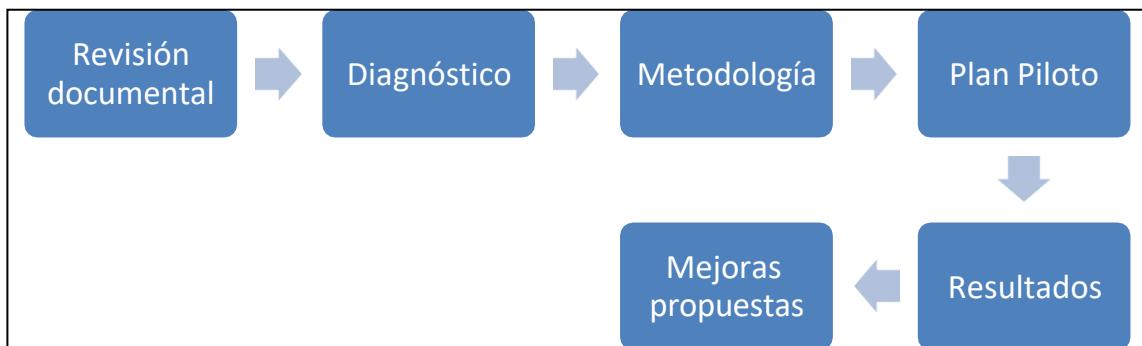
2.1.6. Fase 6. Mejoras propuestas

Se propusieron las mejoras en base a los resultados obtenidos del estudio.

2.1.7. Esquema de solución

Se presenta el cuadro de solución que se realizó en la investigación.

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describen aspectos del problema en estudio para solución de este.

3.1. Descripción general del problema

En una industria de papel y cartón que se dedica a procesos offset y flexográficos se tiene la problemática que se trabaja la distribución del personal según la necesidad, adelanto o atrasos en algunos procesos y no se tiene una base de cuál es la manera ideal y óptima de trabajo.

Las metas diarias y mensuales impuestas por la gerencia nos impulsan a mejorar la productividad y el flujo de los procesos actuales. Los cuellos de botella en los procesos generan desorganización en la asignación de tareas. Por lo que es indispensable conocer en qué procesos existen cuello de botella para después mitigarlos o reducirlos.

3.2. Descripción del problema

La mala asignación en los puestos del personal de litografía causa problemas para encontrar la manera óptima de aprovechar la mano de obra en el proceso de producción.

3.3. Delimitación del problema

Se trabajó únicamente en los procesos offset de cajillas debido a que son los más demandados en el mercado, por lo que se tiene la necesidad de aumentar el margen de ganancia a través mejora de la productividad.

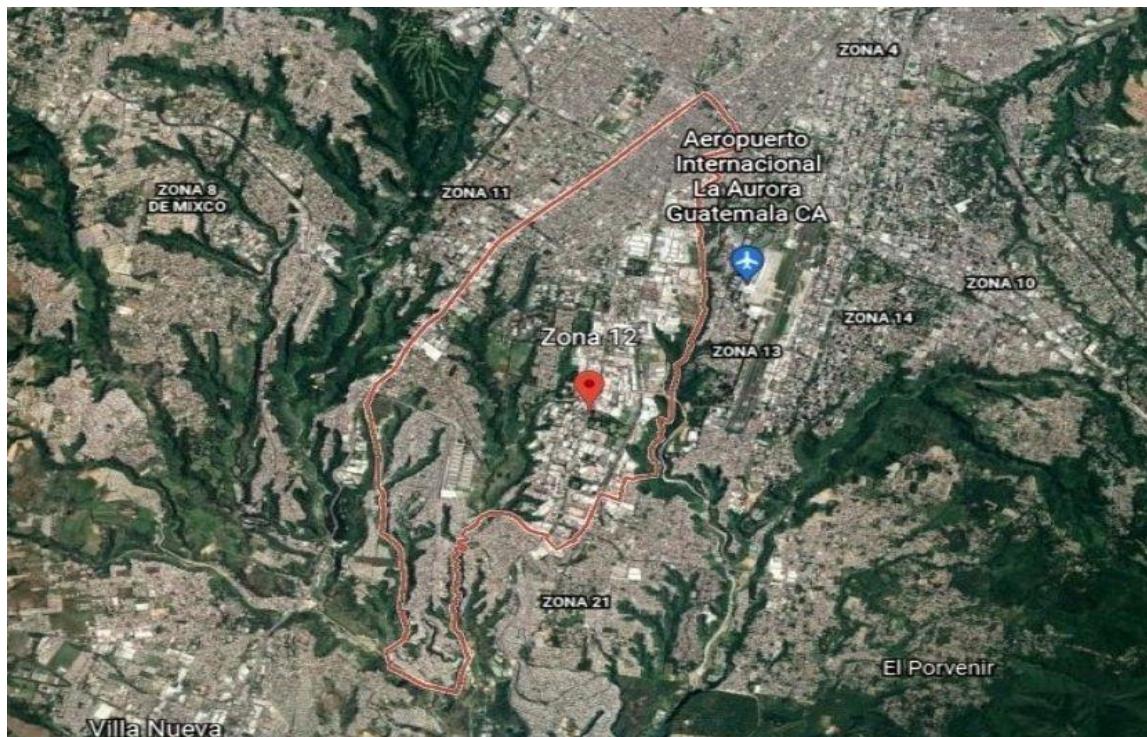
3.4. Pregunta principal

¿Cómo gestionar la asignación del personal en el proceso de producción en una empresa litográfica en la ciudad de Guatemala?

3.4.1. Preguntas complementarias

- ¿Cómo están las asignaciones laborales del personal en empresas litográficas?
- ¿Cuáles son los procesos que generan cuellos de botella en el área de producción?
- ¿Qué beneficios tiene la utilización del balance de líneas en la asignación de personal en una empresa litográfica?

Figura 2. Localización del área de estudio

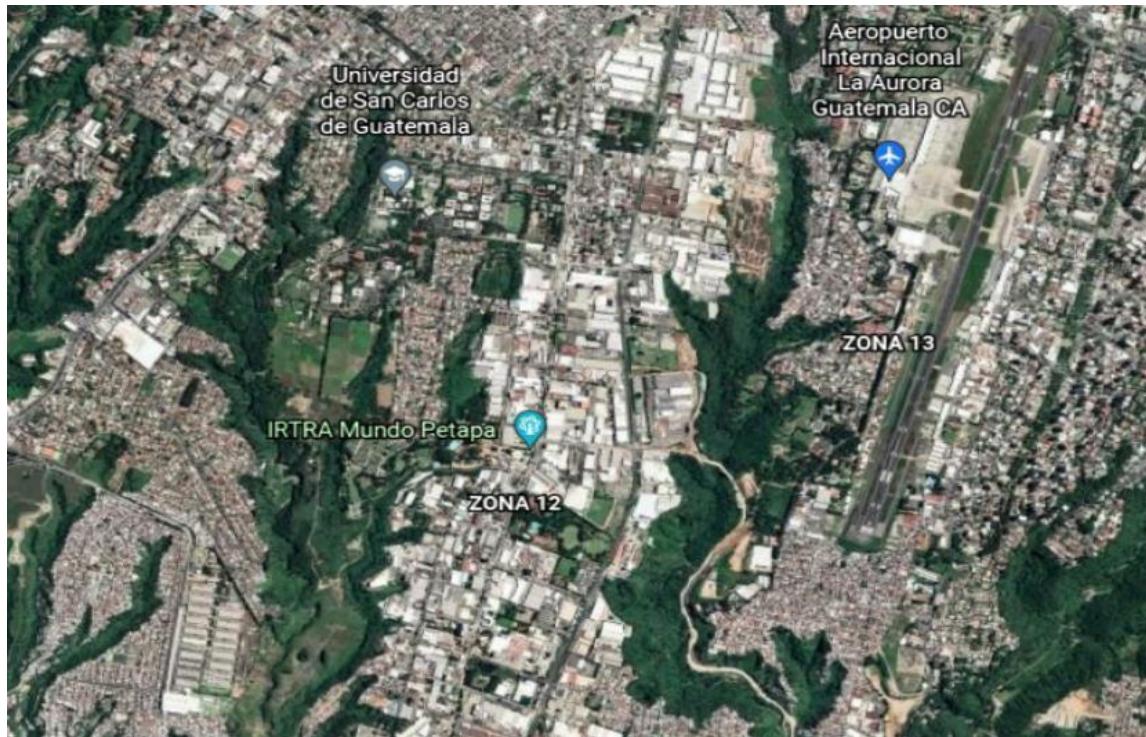


Fuente: Google Earth Pro (2021). Consultado el 08 de septiembre de 2021. Recuperado de Lansat/Copernicus 2021 INEGI.

3.4.2. Ubicación de área en estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en la zona 12, departamento de Guatemala, se encuentra a una altura de 1460 metros sobre el nivel del mar, con una latitud $14^{\circ}34'09''$ norte y una longitud $90^{\circ}32'57''$ oeste.

Figura 3. Ubicación de área en estudio



Fuente: Google Earth Pro (2021), Consultado el 08 de octubre de 2021. Recuperado de
Lansat/Copernicus 2021 INEGI

4. MARCO TEÓRICO

Este capítulo está dirigido a presentar la base teórica para dar a conocer el fundamento del conocimiento en materia del balance de líneas y teorías de la producción.

4.1. Asignación del personal

Se refiere directamente a la asignación de la ubicación física que el personal que va a tener en la planta u oficina.

4.1.1. RRHH

Sheyla Morales (2012) determina que es el departamento que vela por los procedimientos y principios que definen la mejor elección o propuesta, organización de una empresa y educación, que satisface las necesidades laborales y mejora el rendimiento de cada uno.

4.1.2. Personal operativo

Para Alonso (2009) el recurso humano de la empresa se da en base a mano de obra calificada, es decir con experiencia en el área o puesto a desenvolverse, por lo cual ayuda a mantener la eficiencia y ritmo de producción mínimo.

4.1.3. Supervisión

Para López (2009) es el encargado y responsable de las operaciones en la planta de producción y de los procesos elaborados en la industria.

4.2. Proceso

López (2009) lo define como una serie sucesiva de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto, desde su inicio hasta su estado final.

4.2.1. Offset

Son procesos individuales que dependen de un proceso anterior para poder llevar este a cabo.

Los procesos offset en la planta litográfica son los siguientes:

4.2.2. Conversión

Proceso en el que se convierte una bobina de papel o cartón a pliegos.

4.2.3. Corte inicial

Corte fino en los pliegos con medición exacta, facilita el paso de estos en las pinzas de impresión posteriormente.

4.2.4. Impresión

Imagen del producto a realizar por medio de tintas.

4.2.5. Troquelado

Corte o doblez de la cajilla según especificaciones y uso del cliente.

4.2.6. Limpieza de material

Retirar el desperdicio provocado en el troquelado.

4.2.7. Pegado

Armado de la cajilla por medio de una máquina, colocando puntos de goma donde sea requerido para que esta se funcional.

4.2.8. Empaque manual

Empaque realizado por los operarios a mano. Este proceso no lleva goma.

4.2.9. Flexográfico

Es el proceso en línea de todos los procesos offset en una planta litográfica.

4.3. Balance de líneas

Es una herramienta que identifica en qué parte del proceso existe uno o varios cuellos de botella, obteniendo atrasos en los procesos.

4.3.1. Diagrama de procesos (DOP)

Los diagramas de procesos son la representación gráfica de los procesos y son una herramienta de gran valor para analizar estos y observar los aspectos en los que se pueden realizar mejoras.

4.3.2. Tiempo de operación

Se utiliza para calcular los costes de fabricación de los artículos de producción, así como para establecer el tiempo teórico que costará realizar una operación sobre un artículo de una orden de fabricación.

4.3.3. Tiempo muerto

Es el tiempo donde la operación a realizar se detiene produciendo un cambio o variación por algún motivo. En producción los tiempos muertos deben ser eliminados o reducidos al máximo para obtener un proceso eficiente.

4.3.4. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo describe cuánto tiempo toma completar una tarea específica desde el comienzo hasta el final.

4.3.5. Indicadores de producción

El Índice de Producción Industrial (IPI) es un índice de volumen cuya finalidad es medir la evolución en el corto plazo del valor añadido en las ramas industriales. Es el cociente entre la producción de un proceso y el gasto o consumo de dicho proceso.

4.4. Teoría de la producción

Se ocupa del análisis de los determinantes de la elección de la empresa sobre las cantidades de insumos, de acuerdo con su función de producción, los precios de los insumos y el nivel de producción que se requiere.

4.4.1. Costo

García (2014), define el costo como un valor económico de los recursos que se entran a cambio de un bien o servicio solicitado. El costo luego de adquirirse tiene la función de convertirse en beneficios a corto, mediano o largo plazo para la empresa.

Para Palacios (2016) la producción de un producto u ofrecimiento de servicio tiene como fin la adquisición de una utilidad por lo que el costo lo define como un recurso indispensable y necesario en una organización.

Los costos se calculan con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo} = \text{Costo variable} + \text{Costo fijo}$$

4.4.1.1. Costo fijo (CF)

Son los costos que no tienen cambios en las producciones.

4.4.1.2. Costo variable (CV)

Son los costos que varían lo que depende de los insumos que se utilicen.

4.4.1.3. Costo marginal (CMg)

Es el incremento que sufre el costo cuando se produce o realiza una unidad más.

$$CMg = \frac{\Delta CT}{\Delta Q}$$

$$CMg = \frac{CT2 - CT1}{Q2 - Q1}$$

4.4.1.4. Costo medio (CTM)

Es la división del costo total de la empresa y su nivel de producción.

$$CTM = \frac{CT}{Q}$$

4.4.1.5. Costo total (CT)

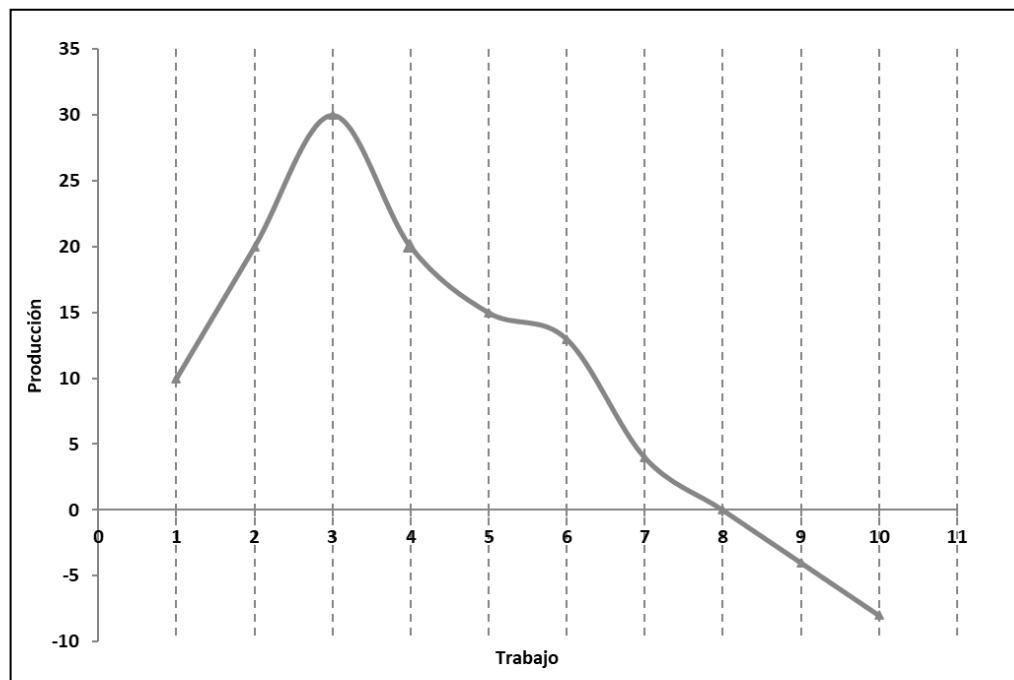
Es la división de los costos fijos y todos los costos variables.

$$CT = \frac{CF}{CV}$$

4.4.2. Producto marginal

Es el incremento del producto total, cuando sube la cantidad a utilizar en una unidad. Es similar a la ley de elasticidad e incrementar la producción al incrementar en una unidad un factor productivo.

Figura 4. Producto marginal



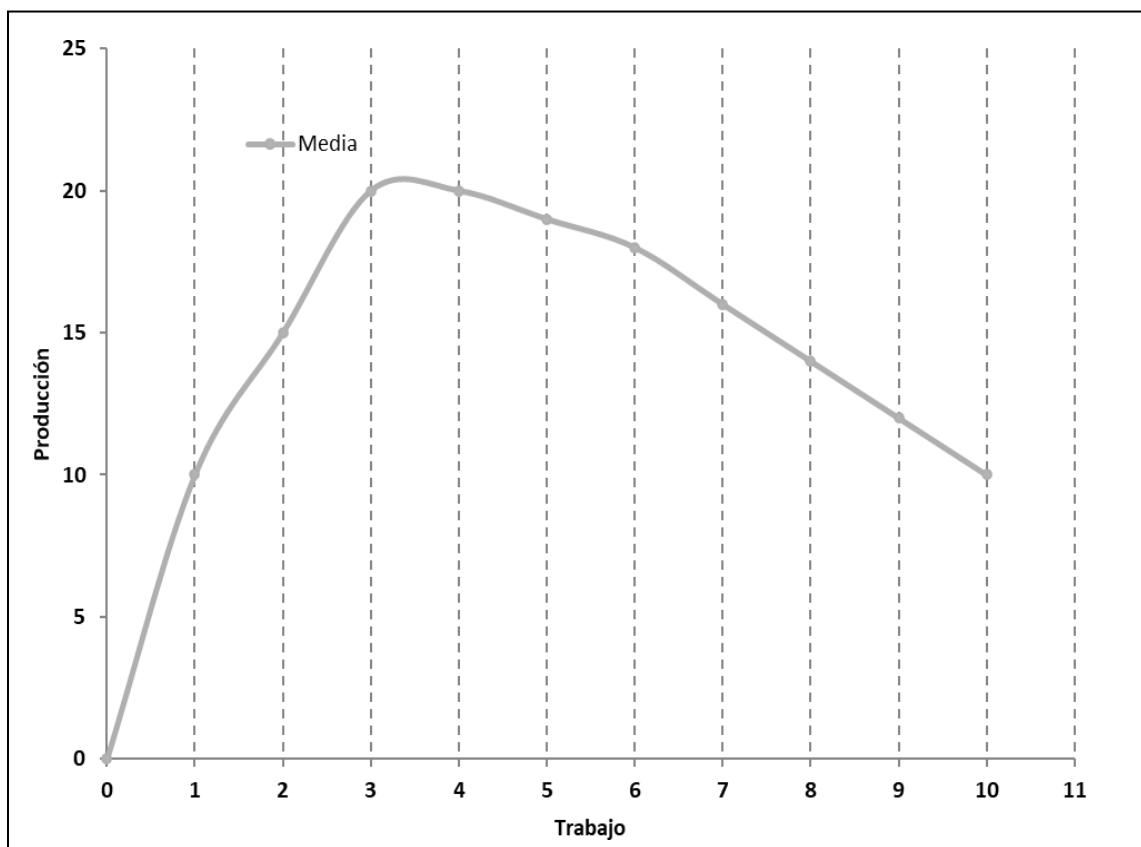
Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Producto medio

El producto medio se puede definir como el promedio de lo producido, por unidad de un factor. Es el producto de una unidad promedio del factor variable.

A continuación, se muestra a través de una gráfica el comportamiento del producto medio:

Figura 5. **Producto medio**



Fuente: elaboración propia.

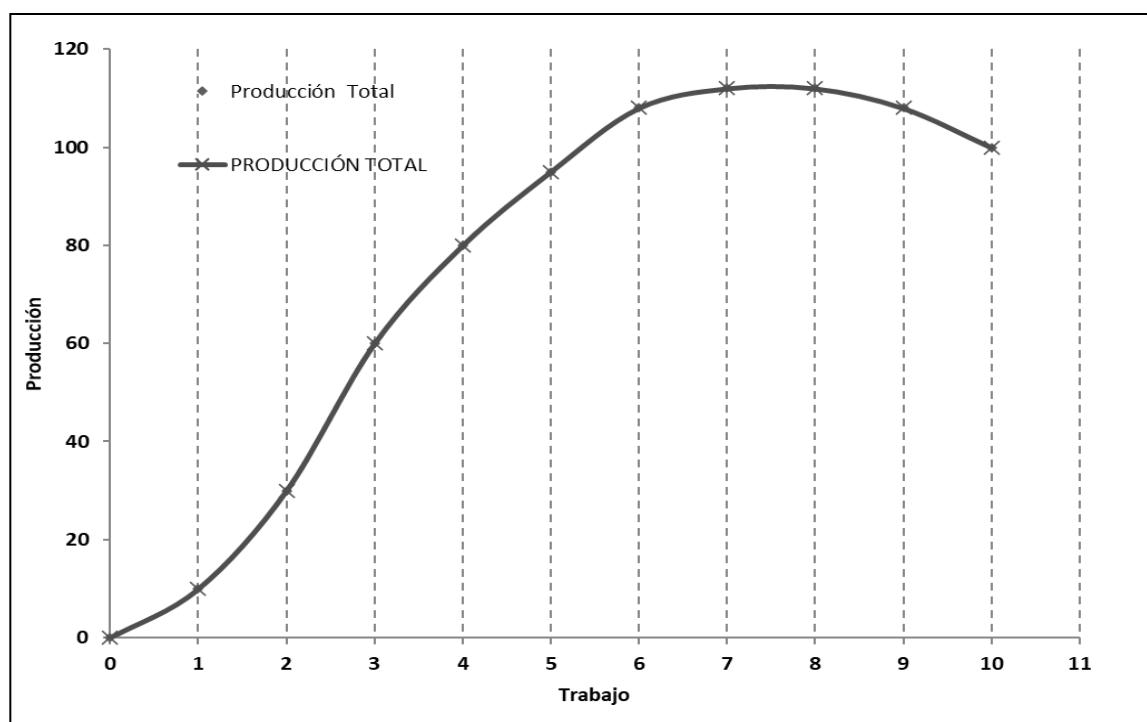
4.4.4. Producto total

El producto medio se puede definir como el promedio de lo producido, por unidad de un factor. Es el producto de una unidad promedio del factor variable.

Se define como la cantidad de unidades que se producen de un objeto o artículo considerando los factores productivos para la realización de esta.

A continuación, se muestra a través de una gráfica el comportamiento del producto total:

Figura 6. **Producto total**



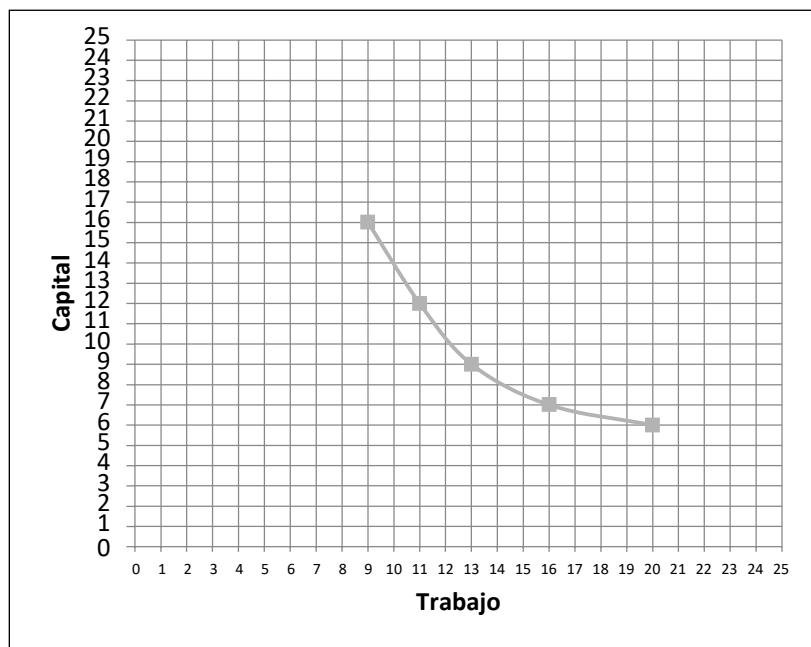
Fuente: elaboración propia.

4.4.5. Isocuantas

Es una gráfica que representa una combinación de factores para establecer la misma cantidad de producto.

A continuación, se muestra a través de una gráfica el comportamiento de isocuantas:

Figura 7. Isocuantas



Fuente: elaboración propia.

4.4.6. Isocostos

Son líneas que presentan las combinaciones de los montos de los factores que la producción puede adquirir teniendo el mismo gasto total.

4.5. Empresa litográfica

Según la definición de Morán (2008), establece que la litografía trabaja con mano de obra y tecnología especializada. Los productos impresos se suministran a entidades institucionales y comerciales. La industria litográfica utiliza las mejores materias primas certificadas y aplica en los procesos el mejoramiento continuo, para conseguir la máxima calidad en los productos.

4.5.1. Misión

Ser una de las mejores empresas exportadores de productos de cajillas con altos estándares en la calidad a nivel latinoamericano.

4.5.2. Visión

Ser el proveedor más confiable e innovador de empaques de Latinoamérica en el año 2025.

4.5.3. Metas

Cumplir los estándares de los clientes para obtener la satisfacción de parte de ellos y agregar valor a la marca.

4.6. Mejora continua

Busca mejorar la calidad de los productos y procesos por medio de la mejora constante para un bien o servicio. Esta mejora se debe realizar utilizando los menores recursos económicos posibles, para no afectar directamente los costos del producto, lo cual beneficiaría a la competencia.

Para realizar la mejora continua se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Un proceso documentado: esto permite que todas las personas que son partícipes de dicho proceso lo conozcan y todos lo apliquen de la misma manera cada vez.
- Algún tipo de sistema de medición que permita determinar si los resultados esperados de cierto proceso se están logrando (indicadores de gestión).
- Participación de todas o algunas personas relacionadas directamente con el proceso ya que son estas personas las que día a día tienen que lidiar con las virtudes y defectos de este.

4.6.1. Ciclo PDCA

El ciclo PDCA es uno de los sistemas mayormente utilizados en la implementación de mejora continua, donde el objetivo principal es la autoevaluación.

La herramienta PDCA está compuesta por cuatro etapas que se manejan de manera cíclica, posteriormente de concluir la última etapa se debe regresar a la primera, repitiendo el ciclo. De esta manera se podrán implementar nuevas mejoras de manera constante.

Las etapas que forman el ciclo PDCA son las siguientes:

4.6.1.1. Planificar

Planificar es la primera fase del ciclo PDCA, en esta fase se identifica el problema o las actividades que se plantea que necesitan una mejora, estableciendo a dónde se quiere llegar a través de los objetivos a alcanzar, se determinará como se medirá el trabajo a través de indicadores de control y se define cuáles son las estrategias y herramientas que se deben utilizar para realizar el estudio.

Dependiendo la problemática que se tenga, se podrá definir que herramienta es la adecuada, por lo que es indispensable definir esta correctamente. Entender cuáles son las causas que están generando que el proceso no sea el adecuado y el efecto que repercuta en la organización.

4.6.1.2. Hacer

Ejecutar lo que se planeó en el ciclo anterior aplicando estrategias a corto plazo. Aplicación de las herramientas que se plantearon para la solución del problema. Obtención de la retroalimentación (feedback) para la mejora en la realización posterior.

Es conveniente la realización de un plan piloto para conocer el funcionamiento a través de una prueba y así poder realizar los cambios necesarios a tiempo antes de tener que hacer cambios a grandes escalas.

La prueba piloto debe realizarse tomando en cuenta todos los riesgos que lleva el plan y los riesgos reparables e irreparables que puede tener para la organización.

4.6.1.3. Verificar

Luego de realizar la operación de la mejora, se deberá revisar si realmente el problema ha sido reducido o eliminado y comprobar si los objetivos propuestos en la investigación fueron cumplidos, esto se puede medir a través de las herramientas de control (KPI's, Check List, Diagramas de Pareto, entre otros).

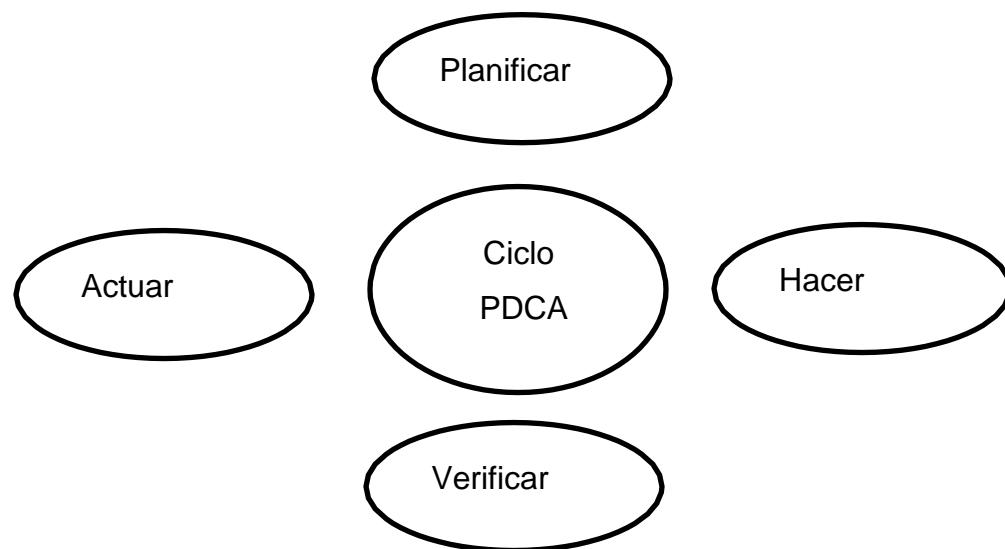
4.6.1.4. Actual

Posteriormente de la comparación entre el resultado que se obtuvo y los objetivos a alcanzar que se plantearon, se deben tomar acciones preventivas y correctivas que nos ayuden a mejorar los resultados obtenidos, entendiendo cómo se debe actuar ante el comportamiento que produjo realizar la mejora en el área o proceso.

Luego de realizar los cuatro pasos se debe analizar que otras herramientas o formas podríamos utilizar para la siguiente vez y mejorar los resultados de una manera cíclica para que nuestro proceso continuamente vaya mejorando y sea el más eficiente y de buena calidad posible.

Las etapas que forman el ciclo PDCA son las siguientes:

Figura 8. **Ciclo PDCA**



Fuente: elaboración propia.

5. MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se detallan los procedimientos a seguir con la finalidad de lograr cumplir los objetivos planteados de forma válida y precisa, se abordan el tipo, diseño y enfoque de la investigación o propuesta, se definen las variables y su operacionalización, se delimita la población en estudio, muestreo, las técnicas de recolección de datos, instrumentos, procesamiento y análisis de datos, límites de la investigación, obstáculos, descripción de aspectos éticos de la investigación, autonomía y categoría de riesgo.

5.1. Tipo de la investigación

El tipo de la investigación será descriptivo, para mostrar el comportamiento del proceso offset de una forma cuantitativa a través de la estadística descriptiva.

5.2. Diseño

El diseño de investigación es de tipo no experimental debido a que no se realizarán mediciones en laboratorio.

5.3. Enfoque

- Cuantitativo: las variables a medir son las velocidades de producción y el tiempo en cada uno de los procesos según el producto que se está elaborando.

- Cualitativo: las actitudes y competencias que debe tener el personal operativo para el puesto desempeñado.

5.4. Variables

A continuación, se muestran las variables e indicadores a medir en investigación.

5.4.1. Operacionalización de variables

A continuación, se muestran las variables e indicadores a medir en la investigación:

Tabla I. Descripción de variables

Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica	Plan de tabulación
Identificar la asignación del personal que tiene la empresa litográfica	Número de personas en planta.	Independiente cuantitativa	Paros en la producción	Teorías de producción	Producto medio, producto marginal, e Isocuantas
Analizar los procesos que generan cuellos de botella en el área de producción.	Producción	Dependiente cualitativa y cuantitativa	Eficiencia	Balance de líneas	Iteraciones
Determinar los beneficios de la utilización del balance de líneas en la asignación del personal.	Calidad del producto	Dependiente cualitativa	Menor desperdicio y reducir reclamos,	Balance de líneas y Teorías de producción	Iteraciones y Gráficos

Fuente: elaboración propia.

- Paros de máquina: determina si hubo algún atraso en los procesos offset.

(1) *Paros de máquina = 0 paros por atrasos en proceso.*

- Eficiencia de la máquina: determina de manera porcentual si se está obteniendo la producción esperada en cada máquina.

$$(2) \text{Eficiencia de máquina} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórico}}$$

- Desperdicio: controla los niveles de desperdicio en cada uno de los procesos.

$$(3) \text{Desperdicio} = \frac{\text{Desperdicio real}}{\text{Producción teórica}*0.03}$$

- Reclamos: no debe haber reclamos por ningún motivo de parte de los clientes.

(4) *Reclamos = 0 reclamos*

5.5. Población

En la investigación se utilizará toda la población, se realizará la observación del proceso, entrevistas, capacitaciones a los 35 operadores que son los encargados de cada una de las máquinas.

5.5.1. Criterios de inclusión

Se incluirán a los operadores de máquina y supervisores de los procesos de conversión, corte inicial, impresión, corte final, limpieza de material y pegado.

5.5.2. Criterios de exclusión

Se excluirán a los auxiliares de todos los procesos litográficos.

5.6. Muestreo

Se aplicó el análisis de muestreo estadístico con nivel de confianza del 95 % y con error del 5 % se calcula el tamaño de la muestra

Fórmula de muestreo:

$$n = \frac{k^2 pq n}{e^2 (N - 1) + k^2 pq}$$

En donde:

n: tamaño muestra a determinar

p: probabilidad de éxito = 0.80

q: probabilidad de fracaso = 0.20

N: tamaño de la población = 35

e: es el error muestral que se considera = 0.05

k: constante de nivel de confianza = 1.96

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.80) (0.20) (35)}{(0.05)^2 (35 - 1) + (1.96)^2 (0.80) (0.2)} = \frac{21.51}{0.6996} = 30.75$$

La muestra fue la siguiente:

- Población de colaboradores: 35
- Muestra de colaboradores: 31

5.7. Método de recolección de datos

Se realizó el estudio de balance de líneas, el cual nos ayudó a determinar los cuellos de botella que se tenían en los procesos offset de la planta litográfica. Además, se aplicó las teorías de producción para obtener el número de personas correctas que se deben utilizar para cada máquina y proceso. Se realizaron entrevistas y cuestionarios a los operadores de las máquinas para conocer mejor el proceso y llegar a ciertas conclusiones.

5.8. Técnica

A continuación, se muestran las diferentes técnicas utilizadas en el estudio:

5.8.1. Observación

Definir las velocidades reales a las que los trabajadores utilizan las máquinas.

5.8.2. Estadística descriptiva

Se calculó la media, moda y desviación estándar de los registros de producción del año por turno para obtener una mejor interpretación de datos.

5.8.3. Histogramas

Son los gráficos que representan el comportamiento de los datos obtenidos en los registros de producción.

5.8.4. Diagrama de causa y efecto

Es un diagrama que nos ayuda a desglosar las causas que generan el problema principal.

5.9. Obstáculos (riesgos y dificultades)

Escasa colaboración de los jefes de planta, supervisores y operadores y del personal que labora en el área de proceso OFFSET.

Limitaciones de tiempo debido a las actividades laborales y educativas del personal que labora en la empresa.

5.10. Riesgo de la investigación

Dado que la recolección de datos para el presente estudio se llevó a cabo mediante la realización de encuestas (considerada una técnica observacional) se clasifica en un nivel 1 de riesgo.

5.10.1. Nivel 1 (sin riesgo)

Comprende los estudios que utilizan técnicas observacionales, con las que no se realiza ninguna intervención o modificación de intervención con las variables fisiológicas, psicológicas o sociales de las personas que participan de dicho estudio, por ejemplo, encuestas, cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros documentos, que no invadan la intimidad de la persona.

6. ESTUDIO TÉCNICO

El presente capítulo se presenta la organización cronológica del proceso de solución, organizado por semanas, abarcando una duración total mínima de 6 meses de duración, desde el inicio hasta la presentación del informe final.

6.1. Descripción del área de estudio

En el área de procesos OFFSET se tiene la problemática que se trabaja la distribución del personal según la necesidad, adelanto o atrasos en algunos procesos y no se tiene una base de cuál es la manera ideal y óptima de trabajo.

Las metas diarias y mensuales impuestas por la gerencia nos impulsan a mejorar la productividad y el flujo de los procesos actuales. Los cuellos de botella en los procesos generan desorganización en la asignación de tareas. Por lo que es indispensable conocer en qué procesos existen cuello de botella para después mitigarlos o reducirlos.

6.2. Misión del área en estudio

“Entregar a los clientes productos de calidad y en el tiempo estipulado de 30 días a través de la estabilidad del proceso offset”.

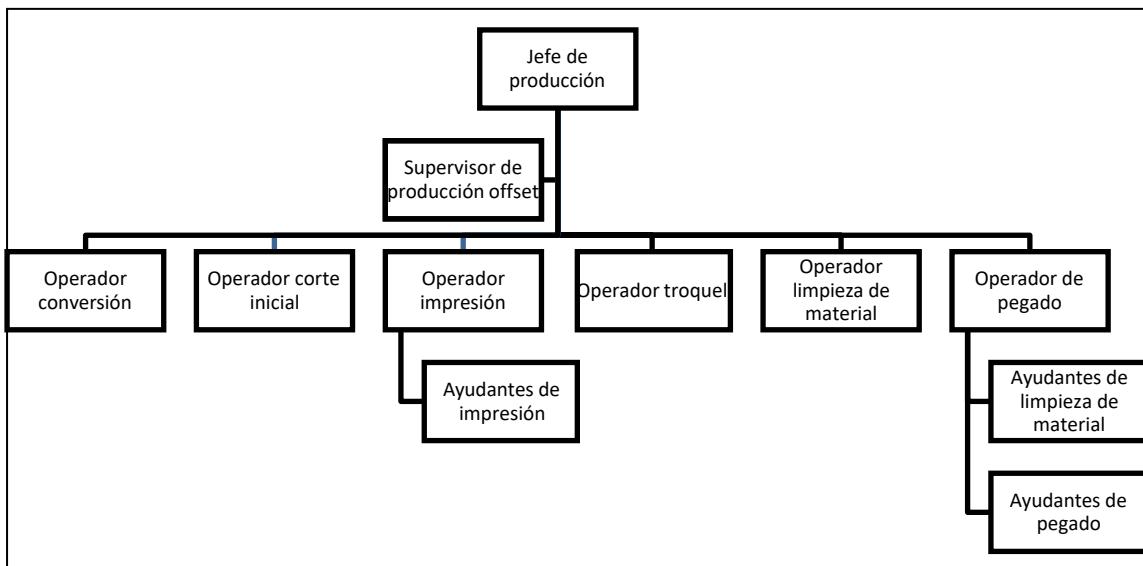
6.3. Visión del área en estudio

“Ser la empresa litográfica que entregue a los clientes productos de alta calidad y en un tiempo máximo de 20 días a través de la mejora en su maquinaria y eficiencia de los procesos offset”.

6.4. Área de atención del estudio

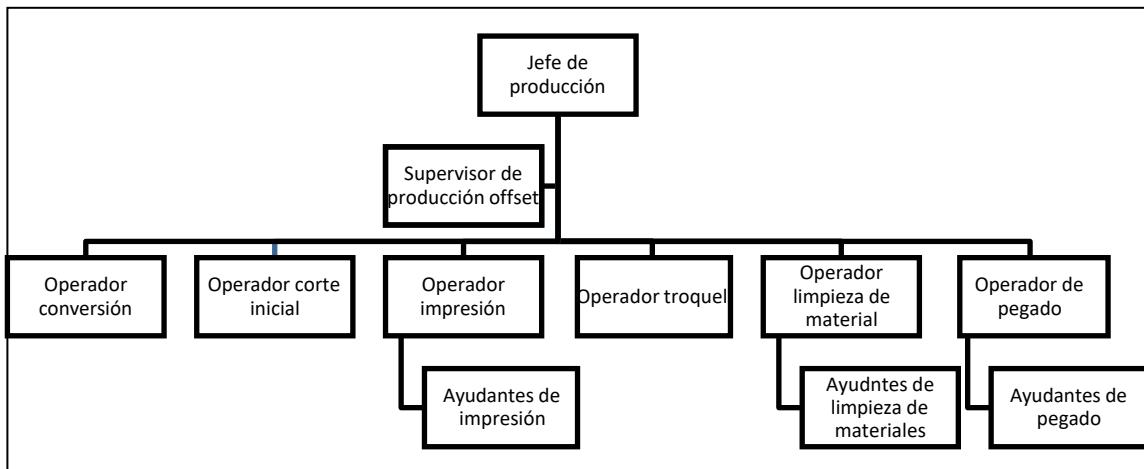
La atención del estudio se encuentra en el área de procesos OFFSET de la planta litográfica.

Figura 9. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Organigrama propuesto**



Fuente: elaboración propia.

La propuesta consiste en colocar a una de las personas que están como auxiliares de limpieza de material como operador del proceso y no dejar esta tarea al operador de pegado para un mejor control en el proceso de limpieza.

6.5. Recursos físicos y tecnológicos del área en estudio

Son los equipos que se necesitan para llevar a cabo el desarrollo de la investigación. Los recursos físicos y tecnológicos son: computadora, escritorio, silla e impresora.

7. MARCO LEGAL

A continuación, se presentan las obligaciones y prohibiciones que se deben tomar en cuenta durante la realización del proyecto expresadas en el Código de Trabajo.

7.1. Artículo 61. Obligaciones del patrono

Inciso d) Dar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para ejecutar el trabajo convenido, debiendo suministrarlos de buena calidad y reponerlos tan luego como dejen de ser eficientes, siempre que el patrono haya convenido en que aquéllos no usen herramienta propia.

Inciso e) Proporcionar local seguro para la guarda de los instrumentos y útiles del trabajador, cuando éstos necesariamente deban mantenerse en el lugar donde se presten los servicios. En este caso, el registro de herramientas debe hacerse siempre que el trabajador lo solicite.

Inciso g) Pagar al trabajador el salario correspondiente al tiempo que éste pierda cuando se vea imposibilitado para trabajar por culpa del patrono.

Inciso k) Mantener en los establecimientos comerciales o industriales donde la naturaleza del trabajo lo permita, un número

suficiente de sillas destinadas al descanso de los trabajadores durante el tiempo compatible con las funciones de estos.

Inciso ñ) Conceder licencia con goce de sueldo a los trabajadores en los siguientes casos:

1. Cuando ocurriere el fallecimiento del cónyuge o de la persona con la cual estuviese unida de hecho el trabajador, o de los padres o hijo, tres (3) días.
2. Cuando contrajera matrimonio, cinco (5) días.
3. Por nacimiento de hijo, dos (2) días.
4. Cuando el empleador autorice expresamente otros permisos o licencias y haya indicado que éstos serán también retribuidos.
5. Para responder a citaciones judiciales por el tiempo que tome la comparecencia y siempre que no exceda de medio día dentro de la jurisdicción y un día fuera del departamento de que se trate.
(Código de Trabajo, 2022, p. 49)

7.2. Artículo 62. Prohibiciones del patrono

- a. Inducir o exigir a sus trabajadores que compren sus artículos de consumo a determinados establecimientos o personas.
- b. Exigir o aceptar dinero u otra compensación de los trabajadores como gratificación para que se les admita en el trabajo o por cualquiera otra concesión o privilegio que se relacione con las condiciones de trabajo en general.
- c. Obligar o intentar obligar a los trabajadores, cualquiera que sea el medio que se adopte, a retirarse de los sindicatos o grupos legales a que pertenezcan o a ingresar a unos o a otros.
- d. Influir en sus decisiones políticas o convicciones religiosas.

- e. Retener por su sola voluntad las herramientas u objetos del trabajador sea como garantía o a título de indemnización o de cualquier otro no traslativo de propiedad.
- f. Hacer o autorizar colectas o suscripciones obligatorias entre sus trabajadores, salvo que se trate de las impuestas por la ley.
- g. Dirigir o permitir que se dirijan los trabajos en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquier otra condición anormal análoga; y h) Ejecutar cualquier otro acto que restrinja los derechos que el trabajador tiene conforme la ley.
(Código de Trabajo, 2022, p.52)

7.3. Artículo 63. Obligaciones de los trabajadores

- a. Desempeñar el servicio contratado bajo la dirección del patrono o de su representante, a cuya autoridad quedan sujetos en todo lo concerniente al trabajo.
- b. Ejecutar el trabajo con la eficiencia, cuidado y esmero apropiados y en la forma, tiempo y lugar convenidos.
- c. Restituir al patrono los materiales no usados y conservar en buen estado los instrumentos y útiles que se les faciliten para el trabajo. Es entendido que no son responsables por el deterioro normal ni por el que se ocasiona por caso fortuito, fuerza mayor, mala calidad o defectuosa construcción.
- d. Observar buenas costumbres durante el trabajo.
- e. Prestar los auxilios necesarios en caso de siniestro o riesgo inminente en que las personas o intereses del patrono o de algún compañero de trabajo estén en peligro, sin derecho a remuneración adicional.

- f. Someterse a reconocimiento médico, sea al solicitar su ingreso al trabajo o durante éste a solicitud del patrono, para comprobar que no padecen alguna incapacidad permanente o alguna enfermedad profesional, contagiosa o incurable; o a petición del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, con cualquier motivo.
- g. Guardar los secretos técnicos, comerciales o de fabricación de los productos a cuya elaboración concurren directa o indirectamente, con tanta más fidelidad cuanto más alto sea el cargo del trabajador o la responsabilidad que tenga de guardarlos por razón de la ocupación que desempeña, así como los asuntos administrativos reservados, cuya divulgación pueda causar perjuicio a la empresa.
- h. Observar rigurosamente las medidas preventivas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patronos, para seguridad y protección personal de ellos o de sus compañeros de labores, o de los lugares donde trabajan.
- i. Desocupar dentro de un término de treinta días, contados desde la fecha en que se termine el contrato de trabajo, la vivienda que les hayan facilitado los patronos, sin necesidad de los trámites del juicio de desahucio. Pasado dicho término, el juez, a requerimiento de estos últimos, ordenará el lanzamiento, debiéndose tramitar el asunto en forma de incidente. Sin embargo, si el trabajador consigue nuevo trabajo antes del vencimiento del plazo estipulado en este inciso, el juez de trabajo, en la forma indicada, ordenará el lanzamiento. (Código de Trabajo, 2022, p. 53)

7.4. Artículo 64. Prohibiciones de los trabajadores

- a) Abandonar el trabajo en horas de labor sin causa justificada o sin licencia del patrono o de sus jefes inmediatos.

- b) Hacer durante el trabajo o dentro del establecimiento, propaganda política o contraria a las instituciones democráticas creadas por la Constitución, o ejecutar cualquier acto que signifique coacción de la libertad de conciencia que la misma establece.
- c) Trabajar en estado de embriaguez o bajo la influencia de drogas estupefacientes o en cualquier otra condición anormal análoga.
- d) Usar los útiles o herramientas suministrados por el patrono para objeto distinto de aquel a que estén normalmente destinados.
- e) Portar armas de cualquier clase durante las horas de labor o dentro del establecimiento, excepto en los casos especiales autorizados debidamente por las leyes, o cuando se trate de instrumentos cortantes, o punzo cortantes, que formen parte de las herramientas o útiles propios del trabajo.
- f) La ejecución de hechos o la violación de normas de trabajo, que constituyan actos manifiestos de sabotaje contra la producción normal de la empresa. (Código de Trabajo, 2022, p. 54)

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestra la tabla con las unidades promedio realizadas por día en las diferentes máquinas:

Tabla II. **Cajillas realizadas por máquina**

No.	Operación	Máquina	Unidades promedio por día
1	Extender bobina	Convertidora	450
2	Programación de corte	Convertidora	
3	Colocación de cuchilla	Cortadora	430
4	Programación de corte	Cortadora	
5	Colocación de pliegos	Impresora	450
6	Arreglo en máquina	Impresora	
7	Arreglo de troquel	Troqueladora	450
8	Troquelado	Troqueladora	
9	Limpieza de esqueleto	Proceso manual	450
10	Arreglo de pegado	Pegadora	450
11	Pegado	Pegadora	
Total de unidades por día			450

Fuente: elaboración propia.

Talk time es el ritmo de la producción que deben llevar las operaciones al momento de avanzar, este puede ser calculado con base en el tiempo disponible y a las unidades demandadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$Talk\ time = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{piezas por día}} = \frac{36000}{450} = 80\ seg/unidad$$

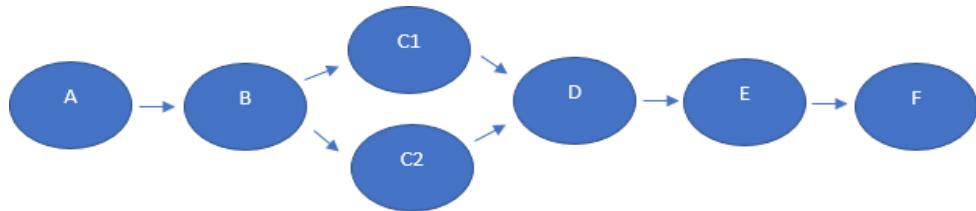
Total de tiempo del proceso = 480 seg/unidad

Con el talk time obtenido se puede calcular el número de estaciones que se necesitan, se tuvo el siguiente resultado:

$$\#estaciones = \frac{\text{Total de tiempo en el proceso}}{\text{Talk time}} = \frac{480}{80} = 6 \text{ estaciones}$$

Se confirmó que debe trabajar con 6 estaciones para el cumplimiento de la demanda de la producción establecida, las estaciones se desglosan en el siguiente diagrama de precedencia:

Figura 11. **Diagrama de precedencia**



Fuente: elaboración propia.

En donde:

A = Conversión

B = Corte inicial

C = Impresión

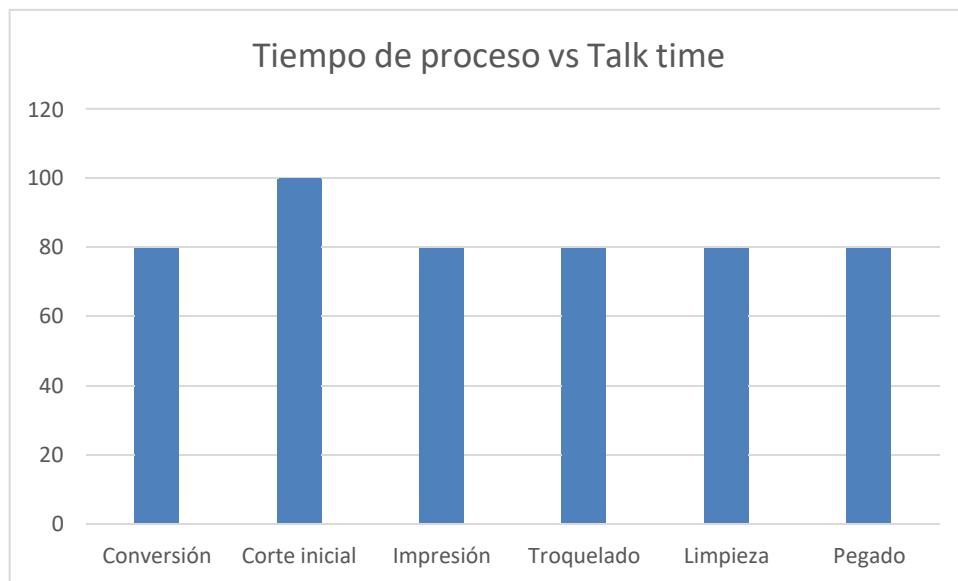
D = Troquelado

E = Limpieza de material

F = Pegado

Se realizó la toma de 35 datos en las 6 estaciones establecidas para la obtención del promedio de tiempo en cada operación, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Figura 12. **Tiempo de proceso vs. Talk time**



Fuente: elaboración propia.

Se detectó que la estación de corte inicial tiene mayor tiempo de elaboración, siendo el cuello de botella en el proceso, por lo que es la estación que se analizará para mejorar el flujo de producción.

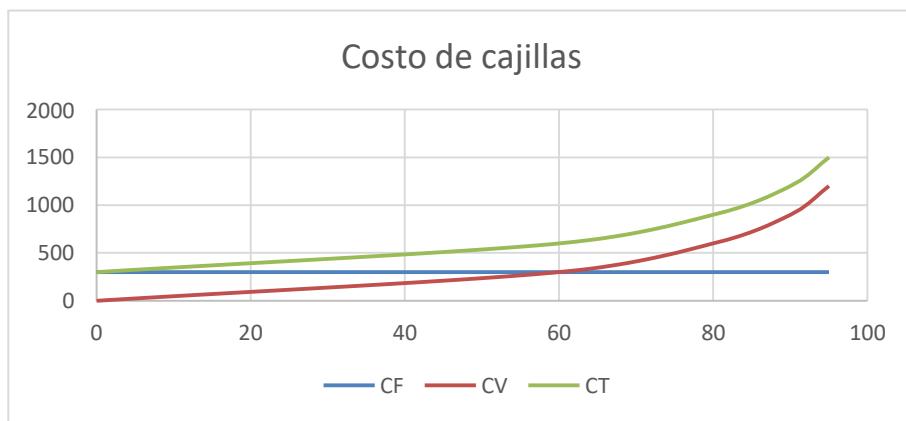
A continuación, se presentan los datos de las producciones y costos teniendo variación en el número de personas de la estación de corte inicial:

Tabla III. Producción y costos corte inicial

Trabajadores por día	Producción en miles (Cajillas por día)	Producción							
		CF	CV	CT	CFP	CVP	CTP	CMg	
A	0	300	0	300					
B	1	300	300	600	5	5	10	5	
C	2	300	600	900	4	8	11	15	
D	3	300	900	1200	3	10	13	30	
E	4	300	1200	1500	3	13	16	60	

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Costos del proceso de corte inicial



Fuente: elaboración propia.

Se encontró en los resultados que con dos personas en el proceso de corte inicial la línea de producción trabajará de manera uniforme, eliminando el cuello de botella en este proceso.

9. ARQUETIPO DE SOLUCIÓN

En el presente capítulo se detalla la funcionalidad, diseño y arquitectura de la gestión de la asignación del personal en el proceso de producción utilizando balance de líneas.

9.1. Funcionalidades del sistema

En la gestión de la asignación del personal en el proceso de producción, todas las estaciones de trabajo tienen el mismo flujo de producción continuo para la elaboración de cajillas de manera eficiente.

9.2. Diseño del sistema

El sistema de gestión de la asignación de personal consiste en realizar constantemente mediciones de las velocidades en cada una de las estaciones, para observar que el flujo de producción se esté cumpliendo correctamente.

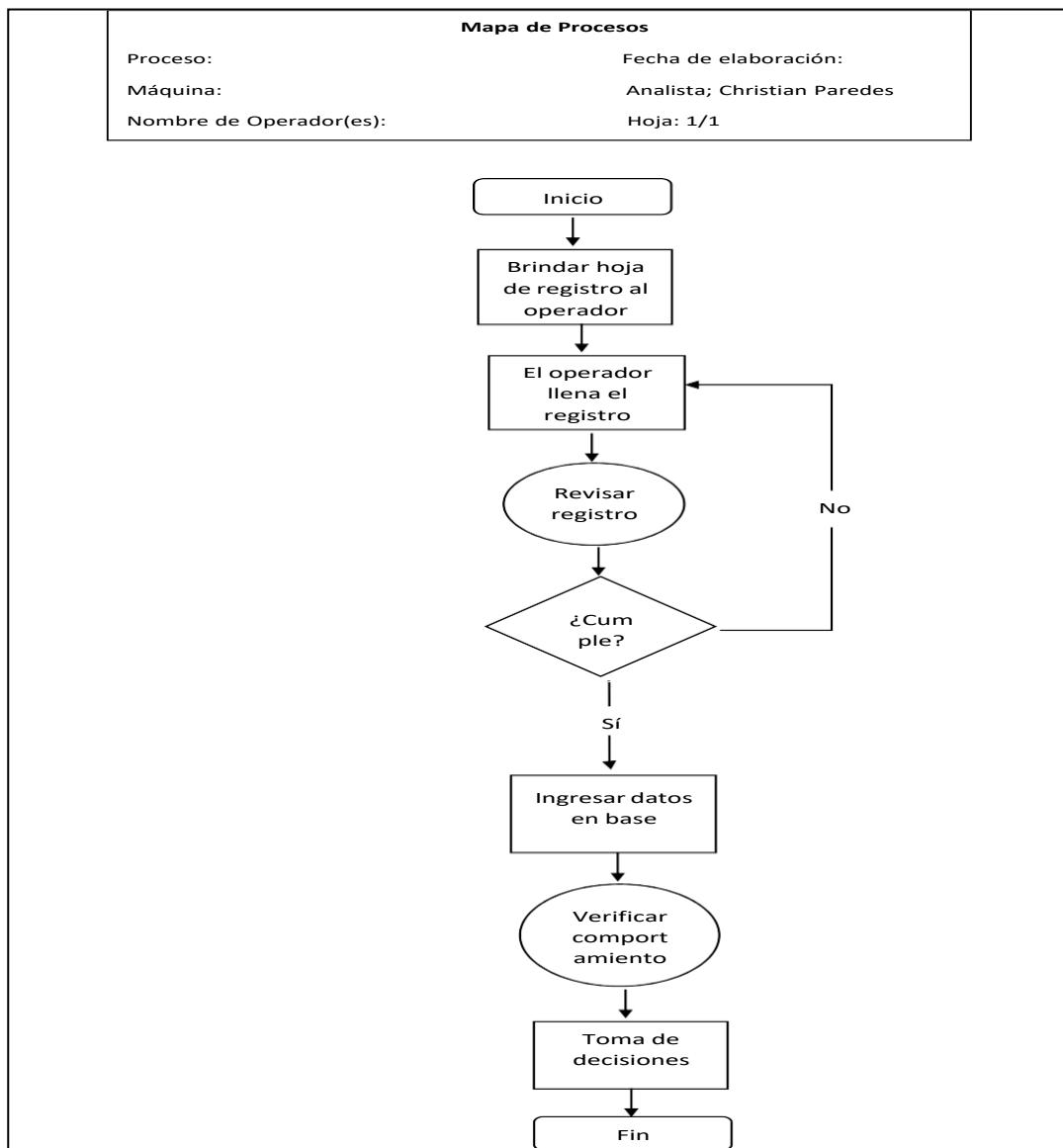
El registro se debe llenar por los operadores al final de cada turno, el supervisor debe ingresar en la base de datos la siguiente información:

- Fecha
- Nombre de operador
- Producto
- Producción en el turno
- Desperdicio
- Tiempo de paros de máquina

9.3. Arquitectura del sistema

A continuación, se presenta la arquitectura del sistema.

Figura 14. Mapa de proceso



Fuente: elaboración propia.

9.4. Operación del sistema

El auxiliar de materiales debe entregar los registros a los operadores al comienzo del turno, los operadores de máquina deben colocar los datos obtenidos al final del turno, el supervisor de producción debe revisar si los datos que se solicitan están llenos de forma legible, completos y llenados correctamente. De igual forma, debe revisar el comportamiento mediante gráficos de barras o control, estos datos son de utilidad para conocer si el ritmo de producción en los procesos está siendo uniforme en cada uno de ellos, si en caso no fuera de esta manera, se debe encontrar el problema que está atrasando la producción.

9.5. Herramientas necesarias

Las herramientas que se necesitan para la elaboración del sistema, son el contador de unidades de la máquina, la cual ya se encuentra instalada desde que esta fue comprada, una impresora para los registros y una computadora para ingresar los datos.

9.6. Detalles de la funcionalidad

Conocer el comportamiento de cada estación de procesos, es muy útil para evitar los cuellos de botella, tiempo ocio del personal, horas extraordinarias y altos costos de producción para la empresa. La mejora de la productividad es indispensable en la empresa para maximizar los beneficios de la empresa y cumplir con los pedidos requeridos por los clientes en el tiempo establecido.

10. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación cumple con todos los recursos necesarios para la realización de la misma, estos recursos se desglosan en humanos, físicos, tecnológicos, materiales y financieros. A continuación, se describen dichos recursos:

- Recurso humano:

Es el personal que ayudará que estará involucrado en la realización de la investigación.

- Recursos físicos y tecnológicas:

Son los equipos que se necesitan para llevar a cabo el desarrollo de la investigación.

- Materiales e insumos:

Serán utilizados con el fin de facilitar el aprendizaje y la documentación física de la investigación.

- Recursos financieros:

Son los activos que representan una liquidez para la investigación.

- Financiamiento:

El financiamiento se realizará de manera mixta.

Tabla IV. Factibilidad del estudio

	Cantidad	Concepto	Precio Unitario	Subtotal	Total
Recurso Humano	1	Investigador	Q7,000.00	Q7,000.00	Q10,000.00
	1	Asesor	Q3,000.00	Q3,000.00	
Recursos Físicos y tecnológicas	1	Computadora	Q6,000.00	Q6,000.00	
	1	Escritorio	Q450.00	Q450.00	
	1	Silla	Q75.00	Q75.00	Q6,825.00
	1	Impresora	Q300.00	Q300.00	
	5	Lapiceros	Q2.00	Q10.00	
Materiales e Insumos	1	Cronómetro	Q100.00	Q100.00	Q150.00
	1	Resma de hojas	Q40.00	Q40.00	
	Total			Q16,975.00	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de la gestión del personal en el proceso de producción se compone de una persona en cada convertidora, dos personas en el proceso de corte debido a que es el proceso identificado como cuello de botella, tres personas en el área de impresión, una persona por pegadora en el área de limpieza y tres personas en cada pegadora.
2. Se identificaron las actividades asignadas del personal en los diferentes procesos, en donde se definió que el proceso de corte inicial tiene el mayor número de actividades, provocando atrasos en el proceso, fatiga y estrés para el operador.
3. Se concluyó a través del análisis de los resultados obtenidos del balance de líneas, que el proceso que generaba atrasos en la producción era el proceso de corte inicial, al ser el proceso más lento y que ha tenido constantes renuncias de los empleados por la fatiga que demanda, se considera necesario la asignación de una persona para la colocación del producto en tarimas y traslado de este.
4. El equilibrio de la productividad de cada proceso de producción en el área litográfica obtenido por la identificación y mitigación del cuello de botella en el proceso de corte inicial tuvo beneficios como la reducción de horas extras, producto en proceso y energía eléctrica, además de mejorar el flujo del proceso y los tiempos de entregas con los clientes.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios de balance de líneas al momento de cambiar los procesos y/o comprar nueva maquinaria para mejorar la producción de las áreas de conversión, corte, troquelado e impresión, debido a que al momento que existan dichos cambios, el flujo de los procesos y los cuellos de botella que se presentan también pueden ser distintos.
2. Reforzar con los supervisores de producción la identificación de paros continuos en las actividades, máquina y procesos, especialmente en el área de corte inicial (proceso más lento) e impresión (proceso más complejo de arrancar), dichos cuellos de botella pueden provocar, estrés e inconformidad del personal al no sentirse capaces de elaborar a tiempo el trabajo.
3. Realizar estudios de ergonomía en todos los procesos del área litográfica, en especial el proceso de corte inicial que se observó que es el proceso más demandante y que ha tenido mayor número de renuncias.
4. Utilizar diferentes herramientas ingenieriles, para la mejora continua de todas las áreas de offset y flexografía, aumentando de la productividad, producción más limpia (Lean) y reduciendo los costos para la empresa litográfica.

REFERENCIAS

1. Chiavenato, I. (2005). *Administración de Recursos Humanos.* (5^a edición). México: Editorial Mc Graw-Hill.
2. Decreto 1441 del Congreso de la República de Guatemala. *Código de trabajo.* Diario de Centroamérica. Guatemala 16 junio de 1961.
3. Estrada (2020). *Optimización de la línea de elaboración de paletas de caramelo duro, basada en la teoría de restricciones en una empresa confitera, ubicada en Escuintla.* Guatemala: editorial Universitaria.
4. González Cojoc, C.R. (2008). *Desarrollo de un estudio de tiempos y movimientos, en las líneas de producción en una industria farmacéutica.* (Tesis de licenciatura) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
5. Hidalgo S. (2008). *La importancia del mercado en las pequeñas empresas litográficas e imprentas de la ciudad capital de Guatemala.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
6. López I. (2009). *Diseño e implementación de un sistema de control de costos y producción para una fábrica de confección de ropa de niño.* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

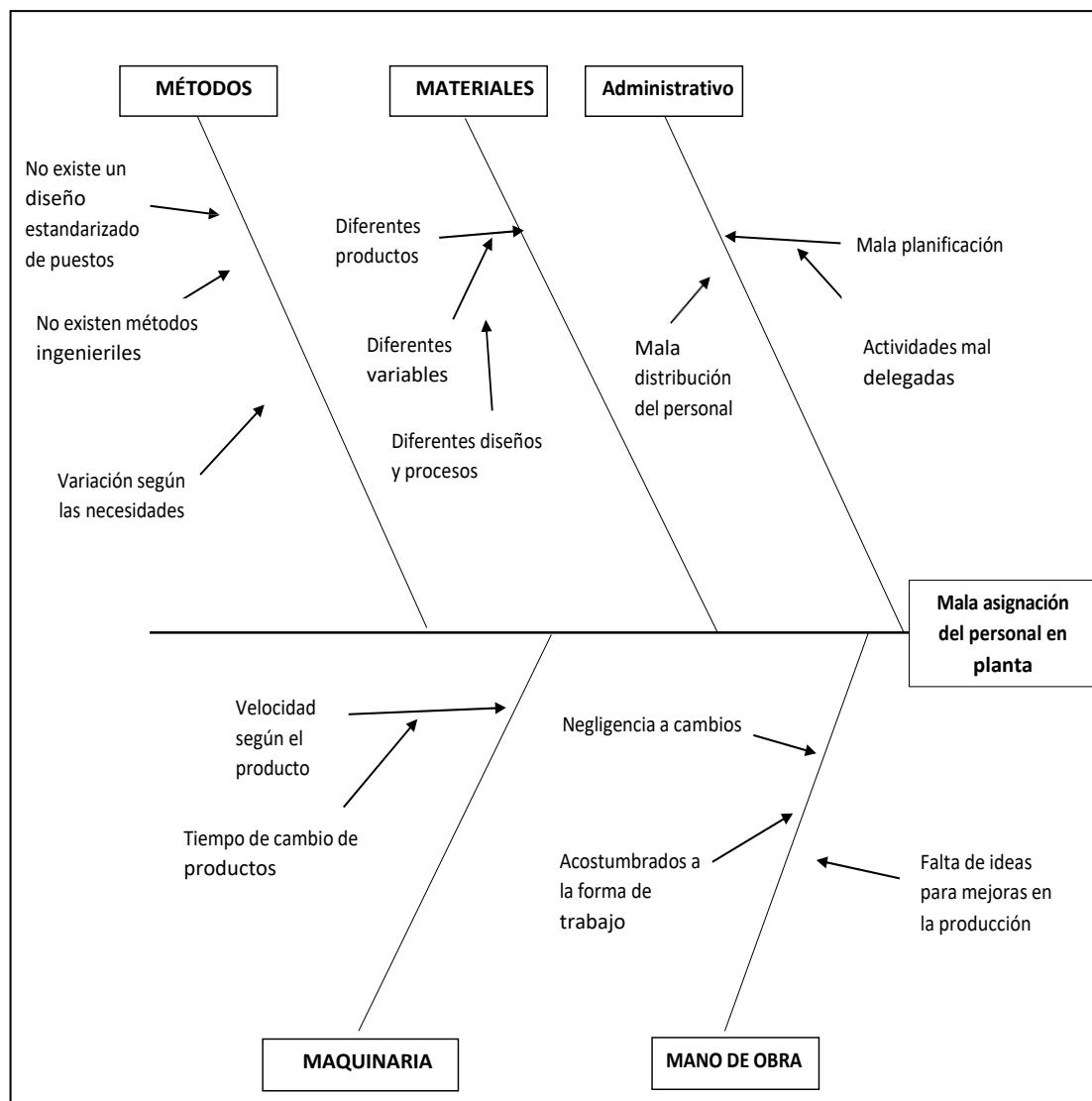
7. Martínez Molina, W.A. (2013). *Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa CINSA YUMBO.* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, Colombia.
8. Morales S. (2012). *Gestión de recursos humanos en los establecimientos privados del nivel primario en la cabecera de Totonicapán.* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
9. Muñoz, J.A. (2018). Balance de línea para mejorar flujo de producción de la línea Busstar 360 de la empresa Busscar de Colombia SAS.
10. Orozco, D.L. (mayo 2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Revista Scientia et Technica* 21, (3). 76-110
11. Sánchez A. (2018). *Rediseño del proceso productivo de la empresa industrias y negocios Piccoli S.R.L. utilizando herramientas lean para el incremento de la productividad.* (Tesis de maestría). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú.
12. Santizo G. (2015). *Análisis del proceso y estudio de tiempos en el ingreso de materia prima en centro de empaque.* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
13. Vela (2019). *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para disminuir los desperdicios en la línea de producción de shampoo en un*

laboratorio cosmético. (Tesis de maestría). Universidad Ricardo Palma. Perú.

APÉNDICES

A continuación, se presentan los anexos de la investigación.

Apéndice 1. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Matriz de coherencia**

GESTIÓN DE LA ASIGNACIÓN DEL PERSONAL EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO EL BALANCE DE LÍNEAS EN UNA EMPRESA LITOGRÁFICA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Pregunta central	Objetivo central
¿Cómo gestionar la asignación del personal en el proceso de producción en una empresa litográfica en la ciudad de Guatemala?	Proponer la gestión de la asignación del personal en el proceso de producción utilizando el balance de líneas en una empresa litográfica en la ciudad de Guatemala.
Preguntas auxiliares	Objetivos específicos
¿Cómo están las asignaciones laborales del personal en empresas litográficas?	Identificar las asignaciones laborales del personal en empresas litográficas.
¿Cuáles son los procesos que generan cuellos de botella en el área de producción?	Analizar los procesos que generan cuellos de botella en el área de producción.
¿Qué beneficios tiene la utilización del balance de líneas en la asignación de personal en una empresa litográfica?	Determinar los beneficios de la utilización del balance de líneas en la asignación de personal.

Fuente: elaboración propia.