



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

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA  
DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA  
EMPRESA *SIGMAQ LITZADIK***

**Arlin Alexa Meléndez Donis**

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, enero de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA  
DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA  
EMPRESA *SIGMAQ LITZADIK***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ARLIN ALEXA MELÉNDEZ DONIS**  
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2021

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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
EXAMINADORA	Inga. Andrea Cristina Vivar Ortega
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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:

### **ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA EMPRESA *SIGMAQ LITZADIK***

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 8 de octubre de 2017.

**Arlin Alexa Meléndez Donis**

Guatemala, julio 2019

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

Estimado Ingeniero, a través de la presente me dirijo a usted para informar que he asesorado el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Arlin Alexa Melendez Donis**, que se identifica con el número de **DPI 2534012590101**, carné **2013-14648**, en el tema titulado:

**ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA EMPRESA SIGMAQ LITZADIK**

Habiendo dado el seguimiento correspondiente, considero que el trabajo de graduación cumple con los objetivos, por tal razón **LO DOY APROBADO**, solicitando darle el trámite correspondiente.

Sin más que agregar, me despido de usted.

Atentamente,

*Ing. Renaldo Giron Alvarado*  
COLEGIADO 5977

Ing. Renaldo Giron Alvarado  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5977

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

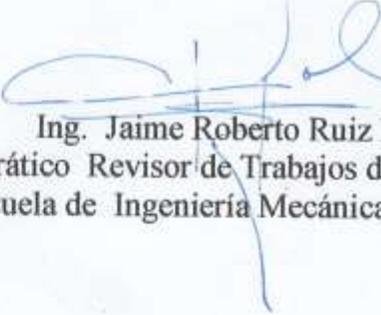


FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.139.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA EMPRESA SIGMAQ LITZADIK**, presentado por la estudiante universitaria **Arlin Alexa Melendez Donis**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz *Ingeniero Industrial*  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación *Colegiado 5182*  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2019.

/mgp



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

REF.DIR.EMI.075A.020

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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA EMPRESA SIGMAQ LITZADIK**, presentado por la estudiante universitaria **Arlin Alexa Melendez Donis**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por: Cesar Ernesto Urquiza Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación Colegio de Ingenieros de Guatemala  
Colegiado 4,272

**Ing. César Ernesto Urquiza Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

Guatemala, octubre de 2020.

/mgp

DTG. 012.2021.

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: **ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO, DE CAJAS PLEGADIZAS DE CARTÓN, EN LA EMPRESA SIGMAQ LITZADIK**, presentado por la estudiante universitaria: **Arlin Alexa Meléndez Donis**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Inga. Anabela Cordova Estrada ★  
Decana

Guatemala, enero 2021.

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser el inspirador de mis metas, darme fuerza, brindarme vida, salud e inteligencia para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.
- Mis padres** Bertha Donis y Edbi Meléndez, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.
- Mi hermana** Shirley Meléndez, por estar siempre presente acompañándome y por el apoyo moral que me brinda a lo largo de esta etapa y de nuestras vidas.
- Mis compañeros** Por compartir momentos memorables a lo largo de la carrera, y aquellos que me brindaron amistad incondicional.
- Mis amigos** Por todos aquellos que estuvieron en los momentos bueno y malos, en especial a los que estuvieron en los momentos que más los necesitaba. Gracias por su amistad y confianza.

**Mi familia**

Por el apoyo y las palabras de ánimo, exhortando a los más jóvenes para que se tracen metas y se esfuercen al máximo para alcanzarlas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de  
San Carlos de  
Guatemala**

Casa formadora que me dio la oportunidad de forjarme a nivel profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Fuente de conocimientos que me preparó en el camino de la vida, por todas las experiencias adquiridas que colaboraron con mi crecimiento personal y profesional.

**Mi asesor**

Ing. Renaldo Girón Alvarado, en la orientación, preparación y por todo el tiempo que dedicó a realizar este material.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Historia de la empresa.....	1
1.2. Ubicación.....	2
1.3. Visión.....	3
1.4. Misión .....	4
1.5. Valores .....	5
1.6. Principios de calidad.....	5
1.6.1. Políticas de calidad.....	7
1.7. Actividades y servicios.....	8
1.8. Productos .....	10
1.8.1. Etiquetas.....	10
1.8.2. Cajetillas .....	11
1.8.3. Cajas de regalo.....	12
1.8.4. Cajas plegadizas .....	13
1.8.5. Papel de regalo.....	14
1.8.6. Bolsas de papel .....	15
1.9. Estructura organizacional .....	16
1.9.1. Organigrama de la empresa .....	17

1.9.2.	Descripción de la estructura organizacional .....	18
1.10.	Certificaciones.....	19
1.10.1.	Recertificación ISO 9001-2008.....	20
1.10.2.	Medición INDICARSE 2014.....	22
2.	MARCO TEÓRICO .....	25
2.1.	Productividad .....	25
2.1.1.	Indicadores importantes .....	28
2.1.2.	Eficacia y eficiencia .....	29
2.2.	Ingeniería de métodos.....	31
2.2.1.	Estándares .....	32
2.2.2.	Técnicas de los estándares.....	32
2.3.	Estudio de los métodos de trabajo .....	33
2.3.1.	Estudio de métodos.....	34
2.3.2.	Simplificación del trabajo.....	34
2.3.3.	Procedimiento del estudio de métodos .....	35
2.4.	Herramientas para la solución de problemas .....	38
2.4.1.	Herramientas exploratorias .....	38
2.4.1.1.	Análisis de Pareto .....	39
2.4.1.2.	Diagrama de causa-efecto .....	40
2.4.2.	Herramientas de registro y análisis .....	41
2.4.2.1.	Diagrama de proceso .....	42
2.4.2.2.	Diagrama de flujo del proceso.....	44
2.4.2.3.	Diagrama de recorrido.....	46
2.5.	Estudio de movimientos .....	48
2.5.1.	Principios de economía de movimientos .....	48
2.5.2.	Estandarización de operaciones .....	49
2.6.	Estudio de tiempos.....	50
2.6.1.	Importancia y usos .....	51

	2.6.2.	Técnicas para el estudio de tiempos .....	52
2.7.		Medición del trabajo .....	53
	2.7.1.	Objetivos de la medición del trabajo .....	54
	2.7.2.	Aplicaciones de la medición del trabajo .....	54
	2.7.3.	Procedimiento para la medición del trabajo .....	55
2.8.		Aplicación del nuevo método de trabajo .....	56
	2.8.1.	Implementación de los nuevos métodos de trabajo.....	57
		2.8.1.1. Consideraciones al aplicar un nuevo método.....	58
		2.8.1.2. Resistencia al cambio .....	59
	2.8.2.	Capacitación del trabajador .....	61
3.		ANÁLISIS DEL PROCESO DE TROQUELADO Y DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA.....	63
	3.1.	Departamento de troqueles .....	63
		3.1.1. Descripción .....	63
	3.2.	Las operaciones en troqueles.....	65
		3.2.1. El troquelado.....	65
		3.2.2. El realzado.....	66
		3.2.3. El estampado.....	67
	3.3.	Descripción de la maquinaria .....	68
	3.4.	Diagrama de flujo del proceso .....	76
	3.5.	Diagrama de operaciones del proceso .....	79
	3.6.	Diagrama de recorrido del proceso .....	81
	3.7.	Guía para la preparación de un trabajo .....	83
		3.7.1. Preparación para el paso de pliegos .....	83
		3.7.2. Preparación del alimentador del troquel .....	85
		3.7.3. Preparación de la estación de troquelado .....	87

3.8.	Procesos complementarios del troquelado .....	90
3.8.1.	Diseño .....	90
3.8.2.	Impresión.....	91
3.8.3.	Moldes.....	92
3.8.4.	Pegadoras .....	93
3.8.5.	Revisión y empaque .....	94
3.9.	Análisis de movimientos de los operarios .....	95
3.10.	Determinación de la eficiencia del tiempo en el proceso.....	96
3.10.1.	Determinación del tiempo de preparación .....	96
3.10.2.	Determinación de la velocidad de operación.....	97
3.11.	Descripción de problemas frecuentes en el área de troquelado .....	97
3.12.	Identificar demoras innecesarias ajenas al área .....	99
3.13.	Identificar causas de las principales demoras.....	100
3.14.	Análisis de las causas que generan las demoras .....	102
3.15.	Resultados .....	104
3.15.1.	Interpretación de resultados.....	104
4.	MEJORA EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO .....	107
4.1.	Redefinición de normas de ejecución de tareas y actividades .....	107
4.1.1.	Mejora en el método de trabajo.....	107
4.1.2.	Correcciones de elementos.....	109
4.1.2.1.	Mejora del proceso.....	111
4.2.	Reducción de problemas por falta de material .....	112
4.2.1.	Tiempo estimado para redistribución del área.....	113
4.2.2.	Recursos necesarios.....	115
4.3.	Reducción de material defectuoso .....	116
4.3.1.	Prueba de roce.....	116

4.4.	Administración, planificación y programación.....	116
4.4.1.	Orden de producción .....	116
4.4.2.	Programación de trabajo .....	117
4.4.3.	Aprobación del cliente .....	118
4.5.	Nuevo método de supervisión .....	121
4.5.1.	Mejora del procedimiento para aprobación en máquina.....	121
4.6.	Elaboración de actividades fuera de máquina .....	122
4.6.1.	Cuadrage (ajustes) .....	122
4.6.2.	Desmontaje.....	123
4.7.	Reemplazo de piezas desgastadas.....	123
4.8.	Mantenimiento adecuado .....	123
4.8.1.	Visitas e inspecciones .....	123
4.8.2.	Tiempo estándar para labores de mantenimiento preventivo .....	124
4.9.	Estudio financiero .....	127
4.9.1.	Análisis de costos .....	127
4.9.1.1.	Costos de implementación.....	129
5.	EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO .....	131
5.1.	Evaluación de resultados.....	131
5.1.1.	Resultados obtenidos .....	131
5.1.2.	Interpretación.....	135
5.2.	Auditorías .....	136
5.2.1.	Internas.....	136
5.2.2.	Externas .....	138
5.3.	Ventajas y beneficios.....	139
5.3.1.	Reducción de paros.....	139
5.3.2.	Reducción de tiempos muertos .....	139

5.4.	Seguimiento a indicadores .....	139
5.5.	Seguimiento a actividades .....	140
5.6.	Sensibilización de los operarios .....	141
5.7.	Capacitaciones y reuniones .....	142
5.8.	Mejora continua.....	144
CONCLUSIONES.....		145
RECOMENDACIONES .....		147
BIBLIOGRAFÍA.....		149

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación actual de la empresa .....	3
2.	Etiquetas para bebidas.....	11
3.	Cajetilla de cigarros marca Pall Mall .....	12
4.	Cajas de regalo .....	13
5.	Cajas plegadizas para crema dental .....	14
6.	Papel de regalo .....	15
7.	Bolsa de papel .....	16
8.	Organigrama general de la empresa.....	17
9.	Herramientas de la productividad.....	27
10.	Estudio de tiempos y simplificación del trabajo .....	35
11.	Ejemplo de diagrama de Pareto .....	39
12.	Ejemplo de diagrama de causa-efecto de Ishikawa .....	41
13.	Ejemplo de diagrama de operaciones .....	43
14.	Ejemplo de diagrama de flujo de proceso .....	45
15.	Ejemplo de diagrama de recorrido .....	47
16.	Ciclo de la estandarización .....	50
17.	Medición del trabajo .....	56
18.	Estructura organizacional.....	64
19.	Estampado .....	68
20.	Troqueladora plana para cartón y papel.....	69
21.	Prensa estampadora .....	70
22.	Máquina cortadora .....	71
23.	Máquina punteadora .....	72

24.	Máquina dobladora .....	73
25.	Esmeril portátil .....	73
26.	Cilindro de montaje .....	74
27.	Extractor de plecas .....	75
28.	<i>Router</i> .....	75
29.	Martillo de bola elastomérico .....	76
30.	Diagrama de flujo de troquelado de pliegos.....	77
31.	Diagrama de flujo de troquelado de pliegos de cartón.....	80
32.	Diagrama de recorrido del proceso.....	82
33.	Pliegos .....	85
34.	Alimentador del troquel .....	87
35.	Preparación de troquelado.....	90
36.	Diseño.....	91
37.	Impresión .....	92
38.	Moldes .....	93
39.	Área de pegadoras .....	94
40.	Revisión y empaque .....	95
41.	Diagrama de Pareto de los problemas frecuentes en el área de troquelado.....	98
42.	Diagrama de Pareto de demoras innecesarias ajenas al área .....	100
43.	Diagrama de Pareto de causas de las principales demoras .....	102
44.	Mejora en el método de trabajo .....	109
45.	Área de clasificación de troqueles .....	111
46.	Área de operaciones.....	115
47.	Programación de trabajo.....	118
48.	Gráfico C, datos iniciales al estudio.....	133
49.	Gráfico C, después de la mejora.....	135

## TABLAS

I.	Rangos y puntaje .....	31
II.	Estándar de tiempo .....	51
III.	Lecturas de regreso a cero .....	52
IV.	Problemas frecuentes en el área de troquelado.....	97
V.	Demoras innecesarias ajenas al área .....	99
VI.	Causas de las principales demoras .....	101
VII.	Problemática identificada en el área de troquelado .....	105
VIII.	Pasos para mejora del método de trabajo.....	108
IX.	Pasos para correcciones de elementos .....	110
X.	Tiempo para redistribución de área.....	113
XI.	Orden de producción.....	117
XII.	Aprobación del cliente .....	120
XIII.	Frecuencia de mantenimiento de máquina troqueladora .....	126
XIV.	Costo beneficio VPN .....	129
XV.	Costo de implementación .....	130
XVI.	Datos iniciales .....	132
XVII.	Datos obtenidos después de la mejora .....	134
XVIII.	Control de auditoría interna.....	137
XIX.	Auditoría externa.....	138
XX.	Indicadores.....	140
XXI.	Seguimiento de actividades .....	141
XXII.	Programa de capacitación.....	143



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área en m <sup>2</sup>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>US</b>	Dólar estadounidense
<b>h</b>	Hora
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>min</b>	Minuto
<b>Min</b>	Minutos
<b>%</b>	Porcentaje
<b>“</b>	Pulgada
<b>Q.</b>	Quetzales
<b>-</b>	Resta
<b>=</b>	Signo igual que
<b>+</b>	Suma
<b>T</b>	Tonelada
<b>u</b>	Unidad



## GLOSARIO

<b>Abastecimiento</b>	A acción o efecto de proveer de artículos necesarios.
<b>Adhesivo</b>	Compuesto que se emplea para pegar ciertos materiales.
<b>Almacenamiento</b>	Se refiere a asegurar la calidad de los productos para que cumplan su función, estableciendo las condiciones logísticas, físicas, higiénicas y de infraestructura necesarias para su resguardo.
<b>Calidad</b>	Nivel en que un grupo de características esenciales cumple con los requerimientos.
<b>Capacitación</b>	Es toda actividad efectuada en una empresa, respondiendo a las necesidades, que busca optimar las habilidades, la actitud, conocimiento o conductas del personal.
<b>Cartón corrugado</b>	Estructura conformada por un papel ondulado reforzado por fuera por dos capas de papel pegadas con adhesivo.
<b>Conformidad</b>	Cumplimiento de una exigencia.

<b>Contra molde</b>	Plancha metálica estructurada por tiras de hendido que conforman las sisas.
<b>Control</b>	Parte de la gestión de la calidad dirigida al cumplimiento de los requisitos de la calidad.
<b>Corrugado</b>	Se le denomina corrugado a la parte media o central de la lámina, y se presenta en forma de ondas.
<b>Costos</b>	Se refiere al importe o cifra que representa un servicio o producto en relación a la inversión de materia prima, mano de obra, capacitación y tiempo que se haya empleado para el desarrollo del mismo.
<b>CTP</b>	Los equipos de preimpresión llamados CTP ( <i>computer to plate</i> ) reproducen la separación de color directamente sobre una plancha <i>offset</i> mediante la acción del haz de luz de un láser. Existen dos tipos de tecnología ampliamente difundidas, termales y violetas.
<b>Defecto</b>	Sucede en una máquina e impide el correcto funcionamiento, y el producto es elaborado en condiciones no óptimas.
<b>Eficacia</b>	Extensión en que se efectúan las tareas planificadas y se alcanzan los resultados proyectados.

<b>Eficiencia</b>	Es la relación del resultado logrado y los recursos aplicados.
<b>Embalaje</b>	Así se les denomina a las cajas de cartón flexible que se utilizan para empaçar materiales.
<b>Fibra virgen</b>	Son los materiales que vienen elaborados con materia prima directamente de la naturaleza, en otras palabras, que no han sido reciclados.
<b>Foil</b>	Aplicación especial de materiales para resaltar el área de impresión.
<b>Flojedad</b>	Así se le denomina al enlace estructural de piel de poca resistencia en el tensado. Se origina por defectos de curtido o cueros antiguos.
<b>Gestión de calidad</b>	Es el grupo de normas convenientes a una empresa, vinculadas entre sí y a partir de las cuales la compañía pueda administrar organizadamente la calidad empresarial de servicios y productos.
<b>Hendido</b>	Son los canales en relieve que permiten el dobléz de las aristas de los empaques de los productos.
<b>Hormigón</b>	Nombre que recibe el concreto.
<b>Litografía</b>	Proceso de realizar estampas adhesivas en ciertas superficies.

<b>Máquina desbastadora</b>	Se emplea para desgastar contornos de las piezas con el objetivo de reducir el grosor de las mismas para que sea más práctica la costura.
<b>Máquina troqueladora</b>	Máquina que se emplea para realizar el corte de piezas sobre las superficies.
<b>Mejora continua</b>	Es la acción recurrente para ampliar la capacidad para cumplir requerimientos estipulados.
<b>Molde</b>	Es el elemento de madera elaborado por suajes que especifica la manera del embalaje.
<b>Normas ISO</b>	Son normas de la International Standard Organization.
<b>Organización</b>	Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad.
<b>Papel kraft</b>	Papel sin aclarar empleado en la industria de los envoltorios.
<b>Polietileno</b>	Son los materiales plásticos fabricados con etileno.
<b>Proceso</b>	Es la serie sucesiva de operaciones de manufactura que hacen avanzar la producción, desde su inicio hasta su estado final.

<b>Registro</b>	Documentación que presenta los resultados obtenidos, los cuales proporcionan evidencias de las actividades efectuadas.
<b>RSE</b>	Para la Fundación Hondureña de Responsabilidad Social Empresarial (FUNDAHRSE), es una cultura de negocios basada en principios éticos y firme cumplimiento de la ley, respetuosa de las personas, familias, comunidades y medio ambiente, que contribuye a la competitividad de las empresas, bienestar general y desarrollo sostenible del país.
<b>Reparación</b>	Es la solución de una falla o avería que afecta a la maquinaria o equipo para que esté en estado operativo.
<b>Seguridad</b>	Es el proceso de asegurar el equipo para el buen funcionamiento de la empresa, en función de prevenir acciones que afecten al personal y a la industria.
<b>Sisas</b>	Son las aberturas elaboradas en los pliegos de cartón para que se ajusten a la forma de las cajas al instante de armarlas.
<b>Suaje</b>	Es un molde de troquel.



## RESUMEN

El presente estudio de ingeniería denominado: Análisis de las causas que afectan el rendimiento del área de troquelado, de cajas plegadizas de cartón, en la empresa *SigmaQ Litozadik*. plantea como objetivo elaborar un análisis de las causas principales que afectan el rendimiento del área de troquelado de cajas plegadizas de cartón. Es imprescindible mencionar que la fabricación, el diseño y la comercialización de diferentes clases de empaque requieren que sus procesos fluyan sin contratiempo alguno y que las áreas que posee el sistema no presenten problemas que perjudiquen la producción extendiéndola.

El departamento de troquelado es uno de los pilares esenciales del proceso que posee la empresa, pues es aquí en donde se debe tener un control mayor de la calidad de los empaques. Por lo tanto, el proceso y el rendimiento del área se ven afectados por varias variables, actividades o eventos que ocurren frecuentemente, entre ellas se puede mencionar los materiales defectuosos, el tiempo que se lleva el operario en la preparación del troquel y hasta la velocidad en la que se troquela. Estudiando detalladamente datos históricos de los doce meses anteriores se podrán determinar las causas que ocasionan estos inconvenientes en el área de troquelado de cajas plegadizas de cartón.

En el área de troquelado de cajas plegadizas de la empresa SigmaQ Litozadik existe un problema de demoras que provocan que se prolongue el proceso, repercutiendo en la productividad y el rendimiento del área, las clases de demoras son diferentes y suceden con frecuencia, por lo que es necesario realizar un análisis a fondo en el área y lograr determinar las causas principales.

Para SigmaQ Litozadik es importante la satisfacción de sus clientes y vela día con día por la mejora continua de sus procesos, al tener un proceso en línea para la fabricación de sus plegadizos. Tener problemas en una de sus áreas provoca un estancamiento en el proceso general, lo cual es relevante en pérdida de tiempo innecesaria y altos costos de fabricación. Alcanzando a identificar las causas, a través de un estudio de viabilidad y costos, se podrá plantear soluciones tomando un plan de acción que beneficie el área con un mayor rendimiento y que el proceso fluya de manera continua y sin retraso alguno.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar un análisis de las causas principales que afectan el rendimiento del área de troquelado de cajas plegadizas de cartón en la empresa SigmaQ Litozadik.

### **Específicos**

1. Analizar los movimientos que realizan los operarios llevando a cabo el proceso de troquelado de cajas plegadizas para eliminar los movimientos innecesarios y minimizar la cantidad de trabajo.
2. Determinar la eficiencia del tiempo en el proceso de troquelado de cajas plegadizas para minimizar y eliminar el tiempo improductivo durante el cual no se genera valor agregado.
3. Describir los problemas más frecuentes en relación al área de troquelado de cajas plegadizas, tomando un plan de acción que beneficie al área.
4. Identificar demoras innecesarias que provocan retrasos respecto a actividades ajenas al área para plantear soluciones con el fin de disminuirlas.
5. Redefinir las normas de ejecución preestablecidas por la empresa con el fin de disminuir el tiempo que invierte el operario en realizar las tareas.



## INTRODUCCIÓN

SigmaQ Litozadik es una de las empresas más relevantes a nivel regional que provee plegadizos y etiquetas de calidad mundial para múltiples industrias. Posee un equipo de diseño y preprensa que aplica las últimas tendencias de empaque para crear soluciones únicas que destacan la marca.

El área de troquelado ocupa un papel esencial en el proceso de la fabricación de plegadizos. En el departamento objeto de estudio se lleva un control y se verifica que se cumplan los estándares de calidad requeridos por los clientes. No obstante, siempre surgen problemas internos y también ajenos al proceso que generan demoras en el área afectando el rendimiento.

En este trabajo se realizará un análisis de las causas principales que provocan que el proceso se extienda más de lo estipulado en los tiempos estandarizados por la empresa. Determinando las causas se podrá disminuir las demoras que repercuten o retrasan la producción, con el fin de evitar insatisfacción en los clientes, lo cual implica sanciones e inclusive pérdida de buenas relaciones comerciales.



# **1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Historia de la empresa**

SigmaQ Litozadik es una empresa industrial enfocada en el diseño, fabricación y comercialización de cajas plegadizas de cartón, etiquetas de papel, promocionales e impresos comerciales. Antes se llamaba Litografía Zadik S.A. Fue fundada el 8 de febrero de 1926, por los señores Byron Zadik, Gines Arimany, José Cofiño y Milton Koenisberg, bajo el nombre de Empresa Arte Offset de Guatemala. Estuvo ubicada en la 9a calle 10-23 zona 1 de la Ciudad Capital de Guatemala.

En 1930, la empresa cambió de razón social a Litografía Byron Zadik y Cia., nombre con el cual operó hasta 1952, con el fallecimiento de su fundador Byron Zadik su hijo Julio Zadik Bachmann toma la dirección de la empresa. Sigma surgió en 1969, como una fusión de varias empresas productoras de diversas líneas de empaque: Cartonera Centroamericana, Industrias Gráficas de El Salvador, Rotoflex S.A. y Yarhi S.A., que era la distribuidora de los productos de estas industrias. Sus ventas se enfocaron en la región centroamericana.

En 1970 se integran a Sigma. Su mercado era Guatemala y Centroamérica, sus productos en ese momento consistían en cajas plegadizas, etiquetas, afiches, libros, útiles escolares y otros. En 1976 se trasladan a la ubicación actual, el mercado creció en Guatemala, Centroamérica, México, el Caribe y EE. UU. Los productos que ofrecen son empaque: cajas plegadizas, etiquetas y papel de regalo.

En el mismo año de 1970 se cambia la razón social a Litografía Byron Zadik, S.A. Durante los treinta y seis años que se ha mantenido en esas instalaciones, la empresa ha sufrido muchos cambios en el equipo, maquinaria, en la infraestructura y hasta en la estructura, pues no ha dejado de crecer. Se ha introducido nuevas técnicas, equipos, maquinaria sofisticada controlada por computadores y el personal elevó el nivel de conocimiento a través de capacitación.

Para 1976 la empresa es trasladada a la dirección en la que se encuentra ubicada actualmente: planta industrial 3a avenida 7-80 zona 3, colonia El Rosario, Mixco, Guatemala, tiene capacidad para realizar los procesos siguientes: diseño gráfico, estructural, impresión *offset* multicolor, barnizado acuoso, barnizado ultra violeta, troquelado, realzado, estampado, pegado y guillotinado, laminado con *film* y empalmado sobre cartones y papeles de fibra virgen, reciclados, recubiertos de polietileno y metalizados.

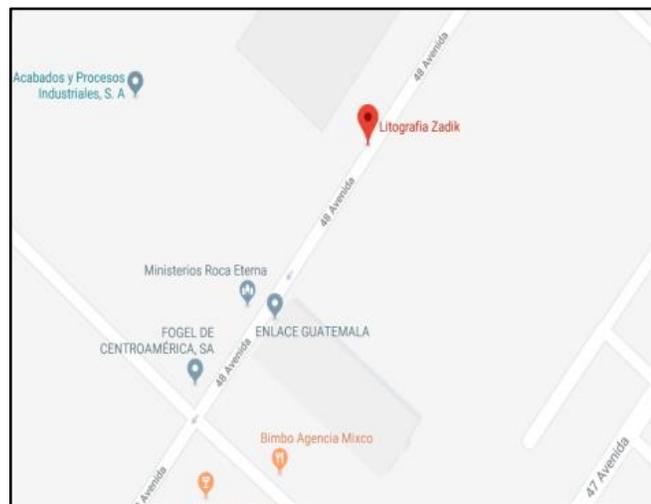
Actualmente, SigmaQ Litozadik cuenta con trece fábricas, distribuidas en: Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras y Nicaragua, de las trece fábricas, cinco se dedican a fabricar cajas de corrugado; dos fabrican empaques flexibles; dos empaques plegadizos e impresos; dos producen envases rígidos y dos producen estuches y exhibiciones, cuenta con departamentos de distribución y venta, seis de negocios en Centroamérica y Panamá, y cuatro representantes comerciales en EE. UU., México, el Caribe y Sudamérica

## **1.2. Ubicación**

La empresa objeto de estudio es la industria de cartón corrugado SigmaQ Litozadik, que se encuentra ubicada geográficamente en la 3a Av. 7-80, zona 3,

Mixco, Colonia El Rosario, Guatemala, C.A. En la siguiente figura se visualiza su ubicación:

Figura 1. **Ubicación actual de la empresa**



Fuente: Ubicación de la empresa. google/maps.com. Consulta: 15 de agosto de 2019.

### 1.3. **Visión**

Para la empresa SigmaQ Litozadik de Guatemala es muy importante que todos los que laboran en ella tengan conocimiento de la misión y la visión, y de esta manera alcanzar un compromiso mayor de su parte, que se identifiquen con la empresa para hacer de una forma más fuerte el trabajo. La visión es: “mantener niveles de crecimiento y ganancias sostenibles, impulsados por un profundo entendimiento de las necesidades cambiantes de nuestros clientes y por los estándares más altos de innovación, flexibilidad y eficiencia de costos.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SigmaQ Litozadik. *Visión* <https://sigmaq.com/sobre-sigmaq/>.

## 1.4. Misión

La misión es la razón de ser de la empresa, la causa por la cual existe. De igual forma es la determinación de las funciones básicas que la empresa va a desempeñar en un entorno establecido. En la misión se debe definir la necesidad de satisfacer los clientes a alcanzar los productos y servicios a ofertar. La empresa SigmaQ Litozadik Guatemala considera su misión como:

Mantener el liderazgo en Centroamérica en el negocio de cajas plegadizas y mejorar continuamente nuestra competitividad en el mercado mundial, como una organización ágil orientada hacia la rentabilidad y satisfacción del cliente. Para lograrlo se debe ofrecer:

- A los clientes: la satisfacción total de sus necesidades, de acuerdo a los requerimientos establecidos, a través de la innovación constante en los procesos, productos y servicios.
- A los proveedores: una relación de largo plazo fundamentada en la comunicación estrecha y trabajo en equipo.
- A los empleados: la oportunidad de un continuo desarrollo personal, en un ambiente participativo, saludable y seguro.
- A los accionistas: un constante aumento de su patrimonio.
- A la comunidad: el compromiso de ser buenos ciudadanos y de contribuir a mejorar la calidad de vida, sentido social de los guatemaltecos.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> SigmaQ Litozadik. *Misión*. <https://sigmaq.com/sobre-sigmaq/>.

La misión será alcanzada a través de la integridad de todos los negocios que se hacen, tanto a lo interno como externo, los cuales deben basarse en la equidad, confianza y cooperación mutua.

## **1.5. Valores**

Los valores de la empresa son los pilares más importantes de cualquier organización, para que las empresas logren posicionarse en el mercado y sean competitivas deben basar sus estrategias y decisiones en criterios responsables que beneficien a los clientes. Con ellos en realidad se define a sí misma, porque son los valores de sus miembros, y especialmente los de sus dirigentes.

- Experiencia: actuamos con el respaldo de una gran corporación de alcance mundial, líder en recursos y conocimientos, y con la capacidad de enfrentar exitosamente los retos más difíciles.
- Creatividad: creemos que cada cliente y cada situación es un mundo propio, y como tal, deben ser tratados de forma única y particular, para brindar soluciones que enfrenten y resuelvan mejor todo lo que hacemos.
- Optimismo: estamos convencidos que nada constructivo es imposible de alcanzar y que las grandes hazañas se hacen de sueños, porque la imaginación es y siempre será la base del conocimiento.
- Ética: nos obligamos a que en todo, sea en lo laboral, social, personal y en lo ambiental, debemos actuar con absoluta honestidad legal y moral, siguiendo solamente lo que es correcto, sin salidas fáciles o convenientes.<sup>3</sup>

## **1.6. Principios de calidad**

Los principios de calidad de una empresa generalmente están enfocados hacia los siguientes factores:

- Enfoque al cliente: las organizaciones dependen de sus clientes, por lo tanto, deben comprender y satisfacer sus necesidades actuales y futuras, y esforzarse en exceder sus expectativas.
- Liderazgo: los líderes establecen el propósito y orientación de la entidad, crean y mantienen un ambiente interno, en el cual el personal se involucra en el logro de los objetivos de la empresa.

---

<sup>3</sup> KOONTZ, Harold & WEIHRICH, Heinz. *Administración. Una perspectiva global y empresarial.* p. 9.

- Participación del personal: el personal, a todo nivel, es la esencia de una organización y su total compromiso fomenta la posibilidad que sus habilidades se usen en beneficio de la entidad.
- Enfoque basado en procesos: un resultado deseado se alcanza eficientemente cuando las actividades y los recursos se gestionan como un proceso.
- Enfoque de sistema para la gestión: comprender, identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- Mejora continua: la mejora continua del desempeño global de la organización debe ser un objetivo permanente de esta.
- Enfoque sobre hechos para las decisiones: las decisiones eficaces se basan en el análisis de la información o de los datos.
- Relaciones beneficiosas con el proveedor: la relación mutuamente beneficiosa con los proveedores aumenta la capacidad de ambos para crear valor.<sup>4</sup>

La empresa SigmaQ Litozadik tiene vocación por la calidad, está presente en su organización, imagen, relaciones, métodos y procesos; caracteriza a sus productos y servicios para beneficio de sus clientes. Sigma asegura su calidad de la siguiente manera:

- Manteniendo el sistema de calidad enfocado hacia el cliente, quien es el juez final de la calidad.
- Asegurándose de que todos los miembros del personal entiendan la filosofía de calidad, sus implicaciones y sus herramientas.
- Suministrando los medios necesarios para que su personal tenga a su disposición los recursos para aplicar la calidad con éxito en todas sus áreas.
- Estableciendo progresivamente metas y estándares más altos de calidad a través de su recorrido.

---

<sup>4</sup> KOONTZ, Harold & WEIHRICH, Heinz. *Administración. Una perspectiva global y empresarial*. p. 10.

- Inculcando un respeto a la medición y a las normas de calidad a todo nivel, estableciendo un conjunto de índices corporativos y viendo que cada unidad mida su rendimiento de calidad en sus procesos.

Asegurándose de que todos los miembros del personal estén comprometidos con el concepto, bajo el liderazgo de sus gerentes, quienes son los garantes del sistema.

### **1.6.1. Políticas de calidad**

Por lo general, las empresas de éxito y generadoras de utilidades planean sus decisiones y operaciones. Una de las bases de la prevención es el establecimiento de políticas que han de regir las operaciones futuras, tales como las que se muestran a continuación:

- Definir si las ventas son por pedido o sobre existencias en los almacenes, para establecer las políticas adecuadas de producción y almacenamiento de los productos.
- Establecer la política de niveles de existencia de acuerdo con bajas y altas en periodos de producción.
- Determinar dónde se almacenan las mercancías (en bodega, en la fábrica o en centros de distribución, en distintas áreas de la ciudad o del país).
- Definir, según las posibilidades económicas de la empresa, las políticas de fijación de límites para compras adelantadas por riesgo de escasez de materiales o por conocimientos de futuras alzas de precios.
- Establecer políticas de sistemas de abastecimiento y producción, mediante pronósticos de ventas, o niveles paralelos para un periodo.<sup>5</sup>

“Para la empresa objeto de estudio SigmaQ Litozadik todo el personal está comprometido a lograr la completa satisfacción del cliente, a través del mejoramiento continuo de la calidad del trabajo, productos y servicios.”<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> KOONTZ, Harold & WEIHRICH, Heinz. *Administración. Una perspectiva global y empresarial.* p. 15.

<sup>6</sup> *Ibíd.*

Se entiende por calidad la suma de:

- Calidad en el trabajo: valorar los conocimientos, la creatividad, la disposición, el compromiso y el entusiasmo de cada trabajador y su desarrollo personal.
- Calidad en los productos: entender los requerimientos del cliente, satisfacerlos la primera vez y siempre, sin errores y eficientemente.
- Calidad en el servicio: honrar los compromisos y responder a las emergencias y problemas de los clientes con eficiencia y cortesía.

### **1.7. Actividades y servicios**

Actualmente la empresa tiene capacidad para efectuar diversidad de procesos de producción litográficos. Entre estos se encuentran los procesos siguientes: diseño gráfico, diseño estructural, impresión *offset*, multicolor, que van desde la aplicación de barnices acuosos, brillantes y mate, hasta barnices ultra violeta de alto brillo, estampado con equipo de transferencia térmica, troquelado, realzado, pegado y guillotinado sobre cartones y papeles de fibra virgen; reciclados, recubiertos de polietileno y metalizados.

También se proporcionan productos de alta calidad para cualquier empresa que requiera empaques de papel o cartón para sus productos, cumpliendo con las especificaciones de los clientes, realizando el servicio de diseño gráfico y estructural del empaque para que se adecúe a las necesidades del producto. Procediendo luego a las actividades de impresión del diseño, troquelado, estampado, realzado, pegado, hasta entregar cajas plegadizas para empaques listas para uso del cliente. Además, se ofrecen servicios de

fabricación de etiquetas, afiches o postales de cualquier tamaño, folletos, volantes, dependiendo de lo que el cliente requiera. Algunos de los servicios que se ofrecen de fabricación de empaque y materiales impresos de las distintas industrias son:

- Alimenticia
  - Etiquetas de papel para alimentos enlatados, jugos y envasados.
  - Cajas plegadizas para chicles, galletas, harinas, postres, entre otros.
  
- Tabaco
  - Etiquetas de papel para cigarrillos
  - Etiquetas o cajillas duras
  
- Licorera
  - Etiquetas de papel en proceso *offset* y estampadas
  - Estuches o cajas plegadizas para botellas de distintos tamaños
  
- Marketing
  - Afiches o postales de distintos tamaños.
  - Folletos de distintos cuerpos, volantes, postales y afiches, entre otros.

## **1.8. Productos**

El objetivo esencial de la empresa SigmaQ Litozadik consiste en atender y proveer soluciones de empaque de cartón corrugado que protejan el producto y permitan exhibirlo y llamar la atención del cliente en cualquiera de los segmentos de mercado:

- Alimentos
- Bebidas
- Agroindustria
- Cuidado personal y del hogar
- Industria
- Maquila y confección

Por lo tanto, el negocio de la impresión en Guatemala esencialmente es para las industrias licoreras, tabacaleras, alimenticias y productos de salud e higiene. Es importante mencionar que las impresiones son efectuadas en distintos sustratos, como lo solicite y requiera el cliente, en empaques alimenticios no se utilizan tintas tóxicas, ni que emitan olores permanentes.

### **1.8.1. Etiquetas**

“Las etiquetas desarrollan diversas funciones. La más básica es identificar el producto o la marca, describir ciertos aspectos del producto: quién lo ha fabricado, el lugar de fabricación, la fecha en que fue fabricado, su contenido, cómo se utiliza y cómo se debe usar de manera segura. Por último, la etiqueta puede promover el producto con gráficos interactivos”.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> KOONTZ, Harold & WEIHRICH, Heinz. *Administración. Una perspectiva global y empresarial*. p. 32.

Generalmente las etiquetas no es necesario que lleven todo el proceso, únicamente ingresan a impresión, realizado y corte final, seguidamente se separan los pliegos y quedan individuales. El material que por lo general se utiliza para etiquetas es papel *couché*. Además, el barniz y la tinta que se usa son previamente probados porque ocurre que los adhesivos que el consumidor aplica resultan no pegar en el recubrimiento de barniz.

Figura 2. **Etiquetas para bebidas**

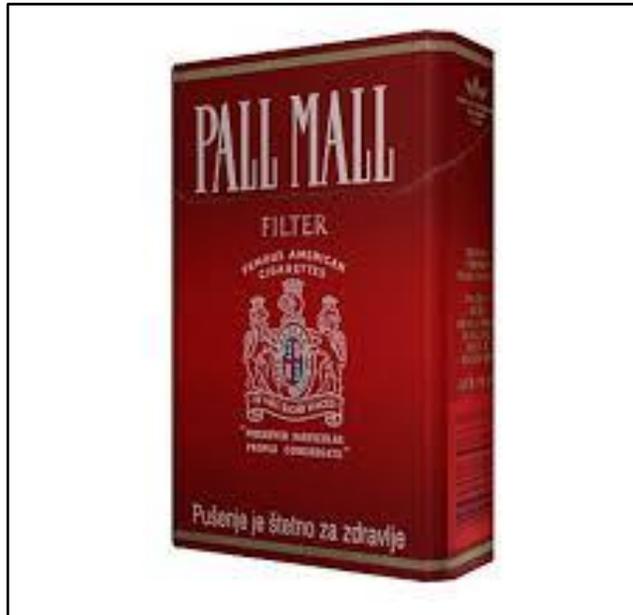


Fuente: Sigma Q. *Etiquetas para bebidas*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **1.8.2. Cajetillas**

La industria tabacalera es conocida como de los clientes más relevantes, porque la demanda que mantienen es continua y en aumento. Los empaques para esta industria son modificados constantemente para diversificar el mercado. Las cajetillas además del proceso de impresión y troquelado llevan realizado o estampado. Este producto no es para el proceso de pegado, únicamente se empacan en bloques y se envían a su destino.

Figura 3. **Cajetilla de cigarros marca Pall Mall**



Fuente: Sigma Q. *Cigarros Pall Mall*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **1.8.3. Cajas de regalo**

Son un producto de empaque, el proceso de este consiste en la impresión si la caja requiere, también se imprimen los colores del diseño, troquelado, se realizan los cortes y pegado necesarios para obtener la forma de los requerimientos solicitados por los clientes, una vez que se tienen las cajas con todos sus cortes e impresiones se pasa al proceso de pegado de embalados.

Figura 4. **Cajas de regalo**



Fuente: Sigma Q. *Cajas de regalo*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

#### **1.8.4. Cajas plegadizas**

Estas cajas son unas de las que representan el mayor de los ingresos para la litografía, estas cumplen todo el proceso de impresión, troquelado, estampado o realzado y pegado. Llevan el nombre de plegadizas, ya que se entregan al cliente plegadas o de manera plana, para ser armadas rápidamente y ocupar menor volumen en su transporte. Las unidades se envían en corrugados. El método que use el cliente para el llenado determina qué clase de material se debe usar.

Figura 5. **Cajas plegadizas para crema dental**



Fuente: Sigma Q. *Cajas para crema dental*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **1.8.5. Papel de regalo**

La empresa objeto de estudio imprime diseños de papel de regalo para distintas ocasiones, este producto es el que menor porcentaje de ingresos representa para la empresa. Los diseños por lo general son proporcionados por el cliente y la producción es medida por resmas. Cabe mencionar que para efectuar las placas de papel de regalo se usan negativos como el proceso de fotografías y no CTP como en el caso de las otras mercaderías.

Figura 6. **Papel de regalo**



Fuente: Sigma Q. *Papel de regalo*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **1.8.6. Bolsas de papel**

La impresión de las bolsas de papel de lujo se hace en *offset* sobre pliegos de papel. El proceso involucra las áreas de plastificado de manera opcional, los pliegos de papel ya impresos se pueden plastificar con una laminación en brillo o en mate, troquelado. Con la máquina troqueladora se sellan las líneas, más adelante y de forma manual se confeccionará la bolsa de papel, ensamblaje, utilizando un adhesivo, cinta Tessa de doble cara, se pega siguiendo las líneas del troquel. Se añade cartón de refuerzo en la base y las solapas.

Figura 7. **Bolsa de papel**



Fuente: Sigma Q. *Bolsa de papel*. [www.sigmaq.com](http://www.sigmaq.com). Consulta: 15 de agosto de 2019.

## 1.9. **Estructura organizacional**

Generalmente una empresa es un grupo humano que está constituido para realizar tareas comunes y en función de lograr objetivos y metas planteadas, partiendo en algunos casos de recursos limitados resulta necesaria la construcción de un esquema o modelo, que permita la interrelación e interacción de los factores.

“La estructura es la herramienta que permite a la organización lograr los objetivos deseados con base en alcanzar una disposición específica de los recursos, también facilita la realización de las actividades y la coordinación del funcionamiento”.<sup>8</sup>

---

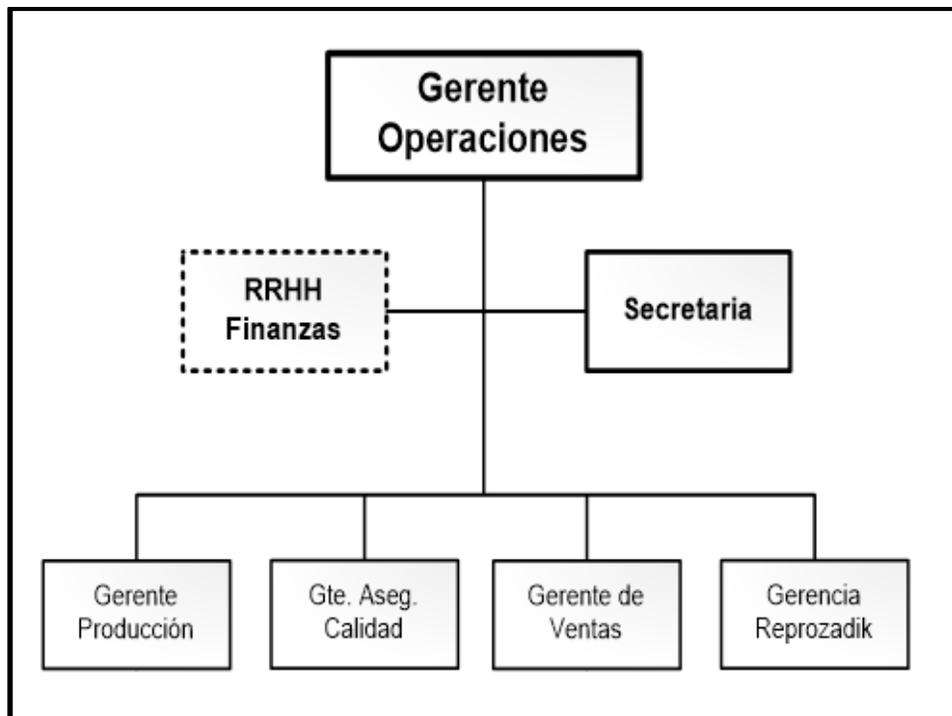
<sup>8</sup> GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad*. p. 157.

La estructura organizacional de la empresa SigmaQ Litozadik se presenta en los siguientes apartados a través del organigrama de la misma y descripción organizacional.

### 1.9.1. Organigrama de la empresa

Se presenta el organigrama SigmaQ Litozadik, en el cual se muestran los niveles jerárquicos, las líneas de autoridad y responsabilidad, los niveles formales de comunicación y las relaciones que deben existir entre los diversos departamentos de la empresa, estructura de tipo funcional vertical, tal como se muestra en la siguiente figura:

Figura 8. Organigrama general de la empresa



Fuente: elaboración propia.

### **1.9.2. Descripción de la estructura organizacional**

SigmaQ Litozadik es dirigida por un gerente general y se estructura en tres niveles. La Gerencia de Operaciones es el primer nivel, el nivel medio implica al gerente de Recursos Humanos y al gerente de Finanzas, y el nivel de gerencias incluye al gerente de Gestión de Calidad, gerente de Ventas, gerente de Producción y gerencia Reprozadik.

El área de Producción está conformada por impresión, mantenimiento, diseño y desarrollo, guillotinas, pegadoras, troqueles, planificación y control. En el siguiente párrafo se describen las actividades principales de las autoridades de la empresa SigmaQ Litozadik.

- Gerente general: delegado de revisar el sistema de gestión de calidad, objetivos y política de calidad de la empresa, así como el mejoramiento continuo de la eficacia. Concientizar sobre el cumplimiento de los requisitos del cliente a todos los niveles de la empresa.
- Gerente de recursos humanos: es el encargado de reportar y analizar el resultado de capacitación impartida al personal de los diferentes procesos del sistema de calidad.
- Gerente de Finanzas: planifica y organiza los flujos de capital con el fin de poder ejecutar los compromisos y obligaciones con la flexibilidad y puntualidad establecidas. Cuenta con un equipo de contabilidad externo, que se encarga de velar por que las operaciones internas se mantengan sujetas a las políticas financieras tributarias del país y que las operaciones estén estrictamente de acuerdo con las normas legales de empresa SigmaQ Litozadik.

- Gerente de Gestión de Calidad: es el asignado de asegurar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y avisar al gerente general y comité de calidad sobre el desempeño y oportunidades de mejora, diseñar los informes del resultado de auditorías internas y externas practicadas al sistema e índices de calidad, además se asegura con los gerentes de Ventas y gerente de Producción que se promueve la toma de conciencia sobre el cumplimiento de los requisitos del cliente en cada departamento de la organización, en esta tarea lo apoyan el gerente General y el comité de calidad.
- Gerentes de Ventas: es el encargado de reportar mes a mes el resultado del cumplimiento del índice de ventas.
- Gerente de Producción: es el encargado de reportar mes a mes el resultado de los índices del funcionamiento de producción y el resultado de la auditoría externa de buenas prácticas de manufactura.
- Gerencia de Reprozadik: es el responsable de verificar que se efectúen todos los procesos de pre prensa que requiere la planta de impresión, es decir, diseño estructural de empaques, el funcionamiento de artes originales para pre prensa, funcionamiento digital de artes optimizados y filmación de planchas CTP que son montadas en las impresiones, con las lineaturas y clases de tramado requeridos.

#### **1.10. Certificaciones**

Las certificaciones son un procedimiento destinado a que un organismo independiente y autorizado valide o dictamine la calidad del sistema aplicado por una organización, partiendo y verificando si la misma cumple o no lo

dispuesto por un determinado referencial o modelo de calidad, reconocido y oficial.

Es un proceso de evaluación de conformidad, que permite dar como resultado un informe escrito en relación a un producto, una persona o una organización, asegurando que el mismo responde a ciertos requisitos, características o exigencias.

Actualmente la mejora de procesos es de interés para las distintas empresas, como parte de una estrategia para aumentar la ventaja competitiva en relación a los competidores y así garantizar la posición en el mercado. Con las certificaciones se pretende asegurar la calidad de los productos y servicios a través de la mejora de la capacidad de los procesos, debido a dos razones fundamentales: imagen, porque este es un elemento clave para establecerse en el mercado local y crear una posición en el mercado internacional.

#### **1.10.1. Recertificación ISO 9001-2008**

La ISO 9001 es una norma ISO internacional elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se aplica a los sistemas de gestión de calidad de organizaciones públicas y privadas, independientemente de su tamaño o actividad empresarial. Se trata de un método de trabajo para la mejora de la calidad de los productos y servicios, así como de la satisfacción del cliente.

El sistema de gestión de calidad se basa en la norma ISO 9001, las empresas se interesan por obtener esta certificación para garantizar a sus clientes la mejora de sus productos o servicios y estos a su vez prefieren empresas comprometidas con la calidad.

Por lo tanto, la norma ISO 9001 es una ventaja competitiva para las organizaciones. A continuación, se presenta la estructura de la norma ISO9001-2008:

- Objeto y campo de aplicación: guías y presentaciones generales.
- Referencias normativas: son guías y presentaciones generales.
- Términos y definiciones: guías y descripciones generales.
- Sistema de gestión de la calidad: incluye los requisitos generales de la ISO-9001 y los requisitos específicos para realizar una adecuada gestión documental.
- Responsabilidad de la dirección: esta debe cumplir con las competencias expuestas, entre las que sobresalen: definir la política, garantizar que están definidas las responsabilidades y autoridades, aprobar objetivos, entre otros.
- Gestión de los recursos: delegado de llevar la correcta gestión de los recursos de la empresa, por lo tanto, la norma ISO crea diferencias entre recursos humanos, infraestructura y ergonomía.
- Realización del producto: comprende los requisitos de los productos o servicios prestados como atención al cliente o la producción y calidad de la misma.
- Medición, análisis y mejora: comprende los requisitos para los procesos que agrupan información, los analiza y lleva a cabo las medidas que

permiten la mejora continua en los procesos de la organización que permiten el suministro de productos y servicios de calidad. También la norma ISO9001 busca incansablemente la satisfacción del cliente a través del cumplimiento de sus parámetros.

### **1.10.2. Medición INDICARSE 2014**

Es una herramienta de autoevaluación de las prácticas y políticas de RSE, aplicable a empresas y organizaciones de cualquier sector económico. La aplicación de esta herramienta constituye un beneficio exclusivo a empresas miembros y se centra en un autodiagnóstico *online* totalmente gratuito alineado a estándares y normas internacionales de RSE (ISO26000), con el que la empresa puede además conocer el *status* de su gestión en RSE y evaluar cómo incorporar estrategias de sostenibilidad en su modelo de negocio.

Su utilización promueve un proceso de identificación de buenas prácticas de RSE y de mejora en la empresa, mientras que genera información sistematizada, en el que se identifican las ventajas competitivas. Beneficios que ofrece INDICARSE:

- Actualiza a la empresa en las últimas tendencias de RSE.
- Permite un análisis de las prácticas de RSE de la organización, incorporando métricas internacionales de responsabilidad social.
- Permite una comparación anual y del desempeño con otras empresas a niveles nacionales y regionales.
- Identifica brechas para mejora de gestión.

- Permite tomar decisiones y definir estrategias internas en materia de RSE.
- Brinda información confiable, garantizada y sistematizada que sirve como insumo para informar a los interesados por medio de memorias o reportes de sostenibilidad.
- Es un elemento diferenciador en el mercado.



## 2. MARCO TEÓRICO

En la propuesta de efectuar un análisis de las causas principales que afectan el rendimiento del área de troquelado de cajas plegadizas de cartón en la empresa SigmaQ Litozadik, es necesario definir algunas referencias en el presente marco teórico, iniciando por los indicadores importantes de la productividad, así como referir la ingeniería de métodos. De igual forma, se muestra el estudio, simplificación y procedimiento de los métodos de trabajo, las respectivas herramientas para la solución de problemas, el estudio de movimientos, de tiempos, la medición del trabajo y por último la aplicación del novedoso método de trabajo.

### 2.1. Productividad

Existe variedad de definiciones de productividad, pero esencialmente el vocablo hace referencia al vínculo entre los recursos invertidos en una actividad o proceso y el resultado adquirido, con el ideal de obtener el máximo resultado invirtiendo el mínimo de recursos posible.

“Es la relación entre la cantidad de productos adquirida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción”.<sup>9</sup>

La productividad es definida como la relación entre los resultados y el tiempo usado para adquirirlos; cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado planteado, más productivo es el sistema, es también el indicador de

---

<sup>9</sup> CASANOVA, Fernando. *Productividad y optimización de procesos*. p. 43.

eficiencia que vincula la cantidad de recursos usados con la cantidad de producción.

“La productividad se plantea como la dependencia entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos”.<sup>10</sup>

Esta definición se utiliza como un buen denominador, por ser una medida universal y está fuera del control humano, se puede usar en la industria litográfica como un indicador, dado a que se puede verificar la disminución de defectos en los procesos y mejorarlos continuamente.

De acuerdo a las definiciones anteriores, la productividad es un problema consistente en adquirir lo mejor de todos los recursos, los materiales y maquinaria por lo general. La mejora de la productividad es el incremento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. Los elementos que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, estudio de tiempos estándares, generalmente conocidos como medición y diseño del trabajo.

El incremento de la productividad es de suma relevancia porque esta origina una reacción en cadena en el interior de la empresa, fenómeno que es traducido en calidad de producción:

- Menores precios
- Estabilidad del empleo
- Estabilidad de la empresa
- Más beneficios y bienestar colectivo

---

<sup>10</sup> KOENIG, Daniel. *Productividad y optimización. Ingeniería de manufactura*. p. 113.

“Cabe agregar que la productividad es medible. Los indicadores de productividad pueden construirse con distintos niveles de desagregación, es decir, de detalle. También puede medirse según los factores productivos que participan en la producción, también a partir de las distintas actividades económicas que son desarrolladas en un país. Primer caso: los indicadores que pueden surgir son la productividad total de los factores (PTF) y los indicadores parciales de productividad”.<sup>11</sup>

Figura 9. **Herramientas de la productividad**



Fuente: elaboración propia.

<sup>11</sup> CRIOLLO, Roberto García. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 83.

Entonces la productividad es la relación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos usados para producirlos. Es la medición con la cual se determina el rendimiento de los elementos en la búsqueda para lograr los objetivos trazados.

### **2.1.1. Indicadores importantes**

Los indicadores de productividad son las variables que ayudan a reconocer alguna imperfección o defecto que exista cuando se elabora un producto o se ofrece un servicio, y de esta forma se refleja la eficiencia en la utilización de los recursos generales y recursos humanos de la empresa, estos pueden ser cualitativos o cuantitativos.

Por lo tanto, es importante mencionar la fórmula de cálculo, el índice productivo es el cociente entre la producción y el consumo, en otras palabras la relación del coste y el beneficio, todo en función de la clase de organización de la que se esté refiriendo.

No obstante, para cada empresa existen variables comunes y otras personales y subjetivas, iniciando con la productividad se pueden clasificar distintos elementos como los siguientes:

Índices:

- Tiempos muertos
- Desperdicio
- Porcentaje de uso de la capacidad utilizada
- Grado de cumplimiento de los programas de producción o de ventas

- Retraso en el tiempo de entrega.<sup>12</sup>

### **2.1.2. Eficacia y eficiencia**

Desde un enfoque sistémico se conoce que para que una organización trabaje correctamente sus áreas y el recurso humano, sin considerar sus jerarquías, deben funcionar de manera adecuada, porque la productividad es la fase final del esfuerzo y la relación de todos los recursos materiales, humanos y financieros que complementan una empresa.

“La eficacia conlleva la obtención de los resultados esperados y puede visualizarse en cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se alcanza cuando se logra un resultado esperado con el mínimo de insumos, en otras palabras, se genera cantidad, calidad y aumenta la producción. Por lo que se afirma que la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos”.<sup>13</sup>

Un término más que conlleva la eficiencia y la eficacia es la efectividad, que es el alcance de los resultados determinados en el tiempo y con los costos más razonables posibles. Considera hacer lo correcto con gran precisión y sin ningún desperdicio de recursos, tiempo o dinero.

- Cálculo de los indicadores

Ya determinados los conceptos, para efectuar el cálculo de los indicadores de eficacia, efectividad y eficiencia se emplea las siguientes fórmulas para modelos matemáticos:

---

<sup>12</sup> NIEBEL, Benjamin V. Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo. p. 26.

<sup>13</sup> CRIOLLO, Roberto García. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 8.

- Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultado Alcanzado}}{\text{Resultado Esperado}}$$

Esto dará un porcentaje que se podrá evaluar en función de la tabla 1 de la empresa SigmaQ Litozadik, de manera que en función del resultado se dará una puntuación del 1 al 5, siendo 1 muy ineficaz y 5 muy eficaz.

- Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\left(\frac{\text{Resultado alcanzado}}{\text{Costo alcanzado}}\right) * \text{Tiempo alcanzado}}{\left(\frac{\text{Resultado esperado}}{\text{Costo esperado}}\right) * \text{Tiempo esperado}}$$

El análisis del indicador además se realizará en virtud de la tabla 1 de la empresa SigmaQ Litozadik, en tanto que el resultado es menor a 1, será considerado ineficiente; si es igual a 1, eficiente; y si sobrepasa la unidad, será muy eficiente.

- Efectividad

$$\text{Efectividad} = \frac{(\text{puntaje eficacia} + \text{puntaje eficacia}) * \text{máximo puntaje}}{2}$$

Se obtendrá un porcentaje que reflejará lo efectiva que es la actividad estudiada.

Tabla I. **Rangos y puntaje**

Rangos	Puntos	Rangos	Puntos
0-20 %	0	Muy eficiente >	5
21-40 %	1	1	
41-60 %	2	Eficiente= 1	3
61-80 %	3		
81-90 %	4	Ineficiente <1	1
>91 %	5		

Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos requiere el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto centrado en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto.

La ingeniería de métodos es el análisis sistemático profundo de todas las operaciones directas e indirectas, con el objetivo de implantar mejoras que logren que el trabajo sea efectuado de manera más fácil, en términos de salud y seguridad del trabajador, de igual forma logra que este se efectúe en el menor tiempo posible y con una mínima inversión económica por unidad.

Para que el logro de un método funcione correctamente es imprescindible cumplir con todos los parámetros establecidos desde un principio, alcanzando con esto la estandarización de la manera de trabajo, sin embargo, es necesario que el analista de métodos busque recompensar de forma adecuada a los colaboradores, tomando como base el número de unidades terminadas, las habilidades, la responsabilidad y la experiencia adquirida para llevar a cabo las actividades, logrando de esta manera que los trabajadores estén motivados

para lograr los estándares establecidos. Con base en lo anterior, en el siguiente apartado se muestran los estándares y técnicas de estos.

### **2.2.1. Estándares**

Son definidos como el resultado del estudio de tiempos o de la medición del trabajo. Esta técnica fija un estándar de tiempo permitido para el desarrollo de una determinada tarea, centrada en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, considerando la fatiga y retardos inevitables del recurso humano.

Generalmente los conocedores del estudio de tiempos usan distintas técnicas para determinar un estándar: estudio cronometrado de tiempos, datos estándares, recolección digital de datos, muestras de trabajo, sistemas de tiempos establecidos y pronósticos centrados en datos históricos. Cada técnica es aplicable en ciertas condiciones.

En efecto, el control de estas variables, la producción, la distribución de la planta, las compras, la contabilidad, control de costos y el diseño de procesos y productos son áreas adicionales que se relacionan de manera intrínseca con las funciones de los métodos y los estándares. Para operar de manera eficiente, las distintas variables dependen de los datos vinculados con tiempos y costos, hechos y procedimientos operativos del departamento de métodos y estándares.

### **2.2.2. Técnicas de los estándares**

Es de suma importancia trabajar indicadores utilizando las técnicas físicas, métricas y fisiológicas suficientes para garantizar la mejor calidad de los mismos. Debe verificarse cumplimiento de las siguientes técnicas: 1. Sistemas de

estándares de tiempo predeterminados, en la parte de planificación de un programa de desarrollo de un producto nuevo se necesita un estándar de tiempo, se usa la técnica PTSS (sistema de estándares de tiempo predeterminados). En esta etapa hay poca información, es ineludible efectuar una estación de trabajo para cada uno de los pasos del plan de manufactura de un nuevo producto. 2. Estudio de tiempos con cronómetros, es el método en el que piensan la mayoría de los trabajadores de manufactura relacionados a los estándares de tiempo. Los estudios de tiempos se establecen como el proceso para determinar el tiempo que necesita un operador diestro y bien capacitado, trabajando a un ritmo normal, para hacer una tarea específica. 3. Muestreo del trabajo, el muestreo del trabajo es un mismo proceso científico que se efectúa observando a las personas cuando desarrollan su trabajo y se determinan las conclusiones. 4. Datos estándares: es la técnica más veloz y económica para determinar estándares de tiempo y ser más coherentes que cualquier otra herramienta de estudio de tiempos. Desde los estándares de tiempo anteriores, se investigan las causas que hacen que el tiempo varíe en los distintos trabajos o clases de máquinas. Y 5. Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos, es un aproximado realizado por una persona con vasta experiencia del tiempo necesario para efectuar un trabajo específico. La naturaleza única de los trabajadores de la empresa y de servicio hace que determinar estándares de tiempo a través de las técnicas más tradicionales sea poco redituable.<sup>14</sup>

### **2.3. Estudio de los métodos de trabajo**

Considerar riesgos es parte esencial de la economía de una empresa, se cree que es inútil no correr riesgos y se inicia con un debate a la hora de minimizarlo, es indispensable que los riesgos a considerar sean los correctos y para esto se efectúan estudios a los métodos de trabajo. El estudio de los métodos de trabajo conlleva el estudio de métodos, la simplificación del trabajo y el procedimiento del estudio de métodos.

---

<sup>14</sup> MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil*. p. 52.

### **2.3.1. Estudio de métodos**

La conjugación correcta de los recursos materiales, económicos, materiales y humanos ocasiona incrementos de la productividad, centrado en que todo proceso generalmente halla mejores posibilidades de solución, puede realizarse un análisis con el fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se alcanza según los lineamientos del estudio de métodos.

Cabe mencionar que está enfocado en cómo se lleva a cabo el trabajo. Se trata de controlar una máquina conociendo su capacidad, cómo las horas o unidades a elaborar y su relación con el trabajador y producción de hacer o ensamblar componentes, la forma en que se efectúa el trabajo establece diferencias en el desempeño, la seguridad y la calidad. Las técnicas de métodos que generalmente se utilizan para analizar son:

- Movimiento de individuo y materiales
- Actividad de personas, máquinas y de grupo
- Movimiento corporal<sup>15</sup>

### **2.3.2. Simplificación del trabajo**

A través del estudio de movimientos se puede observar cualquier trabajo para alcanzar la simplificación del mismo. Además, el uso de las técnicas mencionadas para simplificar y analizar cualquier proceso u operación necesita de habilidad analítica, integrada de un criterio práctico. Constantemente cuando se trata de facilitar el trabajo es ineludible cambiar el método de trabajo porque no es únicamente la habilidad de los trabajadores para efectuarlo lo que indica el índice de productividad.

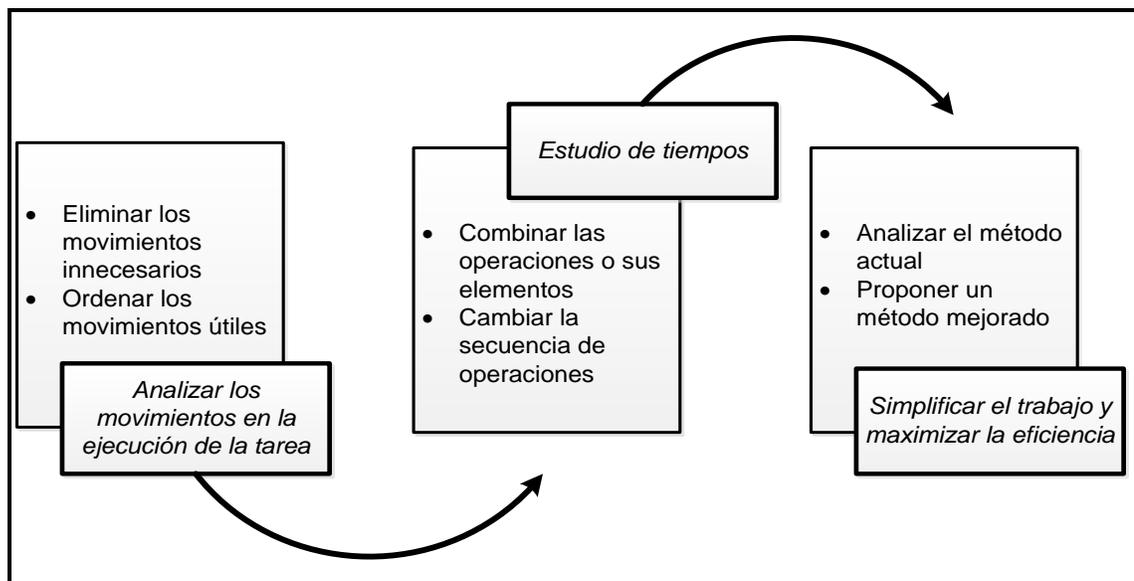
Contrariamente de ser más fácil, todo nuevo método a primera vista parece más difícil, esto se debe a que es necesario un cambio en la habilidad del trabajador hasta que este se adapte y tome un ritmo nuevo de trabajo.

---

<sup>15</sup> HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Principios de la administración de operaciones*. p. 17.

En otras palabras, cuando se trata de simplificar el trabajo se debe considerar cambiar el método para realizarlo, teniendo una mentalidad abierta, comprendiendo que habrá resistencia al cambio, pero manteniendo una postura estable sin temor a la crítica, se lograrán los cambios para que sean efectivos y que los resultados se alcancen para que los procesos mejoren. De igual forma la simplificación del trabajo busca innovar analíticamente a través de un método sistemático.

Figura 10. **Estudio de tiempos y simplificación del trabajo**



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.3. Procedimiento del estudio de métodos

Para lograr mejoras la simplificación investiga las innovaciones deducidas analíticamente a través de un método de ataque sistemático, el proceso conlleva lo siguiente:

- Seleccionar el trabajo o línea de producción que debe mejorarse

Es importante resaltar que no pueden optimizarse al mismo tiempo todos los elementos de trabajo de una empresa, lo primero que debe solucionarse es el criterio a seleccionar del trabajo que se necesita mejorar. Esta selección debe realizarse:

- Desde el punto de vista humano
- Perspectiva económica
- Perspectiva funcional de trabajo técnico

- Registrar los detalles del trabajo

Para mejorar un trabajo debe saberse precisamente en qué consiste. Excepto en el caso de trabajos sencillos y cortos, contadas veces se conocen todos los elementos de un trabajo, por lo mismo es necesario registrarlos por observación directa, en otras palabras, no se puede confiar en la buena memoria. A la hora de registrar los detalles estos se deben redactar en forma clara y concisa.

Es necesario no perder de vista el registro de cada hecho y detalles del trabajo, se hace dentro de un ambiente controlado, con el objetivo de analizar y no únicamente para lograr una historia o perspectiva de cómo se están realizando las cosas. Por lo mismo, el registro que se realice debe estar estructurado de manera que facilite el análisis, de igual forma con los trabajos que sobresalen en una empresa son los procesos u operaciones, existen maneras especiales elaboradas según la clase de industria.

En el registro del proceso de fabricación se utilizan diagramas de procesos de operaciones y de proceso de flujo de recorrido. Para el registro de las relaciones hombre-máquina en las estaciones de trabajo se usan diagramas hombre-máquina y de grupo, por su parte, para llevar un control de las operaciones que realizan los trabajadores se usa diagrama de proceso bimanual.

- Analizar los detalles del trabajo

Después de registrado cada detalle de que consta el trabajo, el paso a seguir es examinar los detalles para ver qué acciones pueden tomarse. Para el análisis de un trabajo completamente el estudio de métodos usa preguntas que debe realizarse sobre cada detalle con el objetivo de justificar existencia, lugar, persona, orden y la forma en que se ejecuta. Las preguntas y manera de plantearlas son los siguientes:

- ¿Por qué existe cada detalle?
- ¿Para qué sirve cada uno de ellos?

La respuesta a las dos interrogantes anteriores justifica el objetivo de cada detalle: lo que explica el motivo de su existencia. Si estas preguntas no pueden responderse de manera razonable, no es imprescindible seguir analizando el detalle, porque es absurdo pensar que si no se justifica su existencia pueden comprobarse las circunstancias bajo las cuales se ejecuta. Deduciendo que estas preguntas pudieran responderse razonablemente, se debe contestar:

- ¿Dónde debe hacerse el detalle?
- ¿Cuándo debe ejecutarse el detalle?
- ¿Quién debe hacer el detalle?
- Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo

En el desarrollo de un método mejor para efectuar el trabajo es necesario tomar en cuenta las respuestas logradas, que conducen a tomar las acciones siguientes:

- Eliminar si las primeras preguntas por qué y para qué no lograron responderse de forma razonable, se deduce que el detalle en análisis no se justifica y debe ser eliminado.
- Cambiar las respuestas a las preguntas cuándo, dónde y quién puede lograr la necesidad de cambiar las circunstancias de lugar, tiempo y persona en que se efectúa el trabajo. En otras palabras, encontrar un lugar más adecuado, en orden más correcto o personal más capacitado.
- Cambiar y reorganizar, si surgiera la necesidad de cambiar las circunstancias en las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente será necesario cambiar ciertos detalles y reorganizar para tener una mejor secuencia.
- Simplificar todos aquellos detalles que no sean eliminados, es posible que puedan ser realizados de manera sencilla y rápida. La respuesta a la cuarta pregunta lleva a simplificar la manera de ejecución.
- Adiestrar a los operadores en el nuevo método de trabajo

Es de suma importancia, antes de implantar una mejora, contar con la seguridad de que la solución es práctica según las condiciones de trabajo en que se va a elaborar. Para recordar todo debe hacerse una revisión final de la idea, la que debe llevar partes esenciales de todos los factores económicos y de seguridad, de igual forma otros factores como calidad del producto, cantidad de producto fabricado, entre otros.

Si se logra la cooperación y el entendimiento del recurso humano, disminuirán de manera notable los conflictos de implantación y se garantizará el éxito del emprendimiento. No obstante, los intereses de los individuos afectados, de forma desfavorable o favorable, por una modificación deben considerarse siempre. Por lo mismo conviene lo siguiente:

- Tener al personal informado antes de implantar los cambios que lo afectarán.
- Tratar a los trabajadores con la atención y dignidad que merece la calidad humana.
- Motivación para que todos contribuyan con sugerencias.

- Identificar la participación de quien lo merezca.
  - Analizar las razones del rechazo de sugerencias.
  - Hacer sentir al personal que es parte del esfuerzo común por mejorar las condiciones de trabajo de la fábrica.
- Aplicar el nuevo método de trabajo

Una vez considerados los anteriores pasos, se pone en práctica el nuevo método de trabajo.<sup>16</sup>

## **2.4. Herramientas para la solución de problemas**

Un buen programa de ingeniería de métodos sigue un proceso de manera ordenada: iniciando con la selección del proyecto y terminando con la implantación de este. Existe diversidad de herramientas disponibles para la solución de problemas y cada una de ellas tiene aplicaciones específicas.

Las primeras herramientas se usan esencialmente en la primera etapa del análisis de métodos: seleccionar el proyecto. Generalmente, las primeras herramientas de exploración se usan en la oficina del analista. La última herramienta, la guía para análisis de trabajo, reconoce los problemas dentro de un área en particular, departamento o sitio de trabajo y se desarrolla de mejor manera como parte de una inspección física y observaciones en el lugar de trabajo. En la misma línea, en los siguientes párrafos se desarrollan las herramientas exploratorias y las herramientas de registro y análisis.

### **2.4.1. Herramientas exploratorias**

Las herramientas exploratorias se utilizan con el objetivo de ayudar a identificar debilidades o problemas en los procesos de producción o sistemas de trabajo. Estas permiten mejorar el tiempo de producción con mayor calidad de un producto a alguna acción optimizando la metodología de trabajo.

---

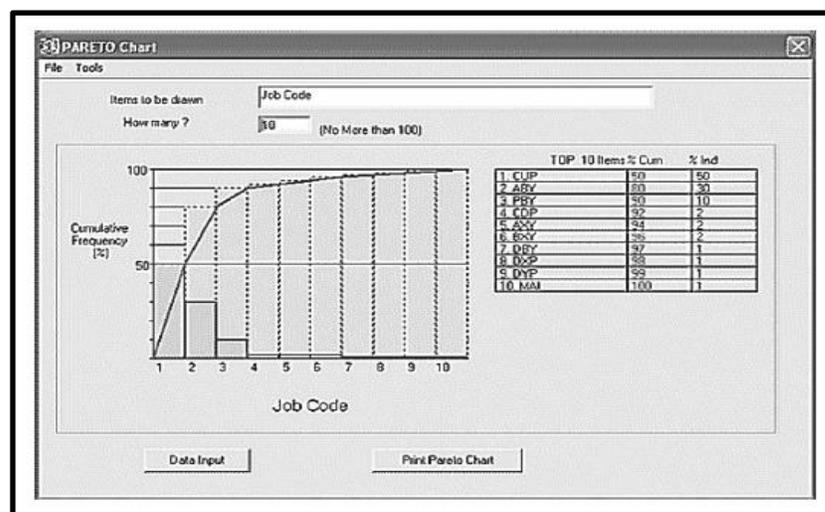
<sup>16</sup> NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 93.

En efecto, las dos siguientes herramientas tienen como función identificar problemas, sin embargo, no los solucionan, estos problemas se resuelven por cuenta propia. A continuación, en los párrafos siguiente se menciona como herramientas exploratorias el análisis de Pareto y el diagrama causa-efecto de Ishikawa.

### 2.4.1.1. Análisis de Pareto

El área donde esté algún problema puede identificarse a través de una técnica presentada por el economista Vilfredo Pareto con el objetivo de desarrollar la concentración de la riqueza. En la herramienta análisis de Pareto, los artículos son identificados y medidos a misma escala y después se ordenan descendientemente, como una distribución acumulativa. Generalmente, 20 % de los artículos evaluados representan 80 % o más de la actividad total; como el resultado, esta técnica a menudo es conocida como la regla 80-20.

Figura 11. Ejemplo de diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

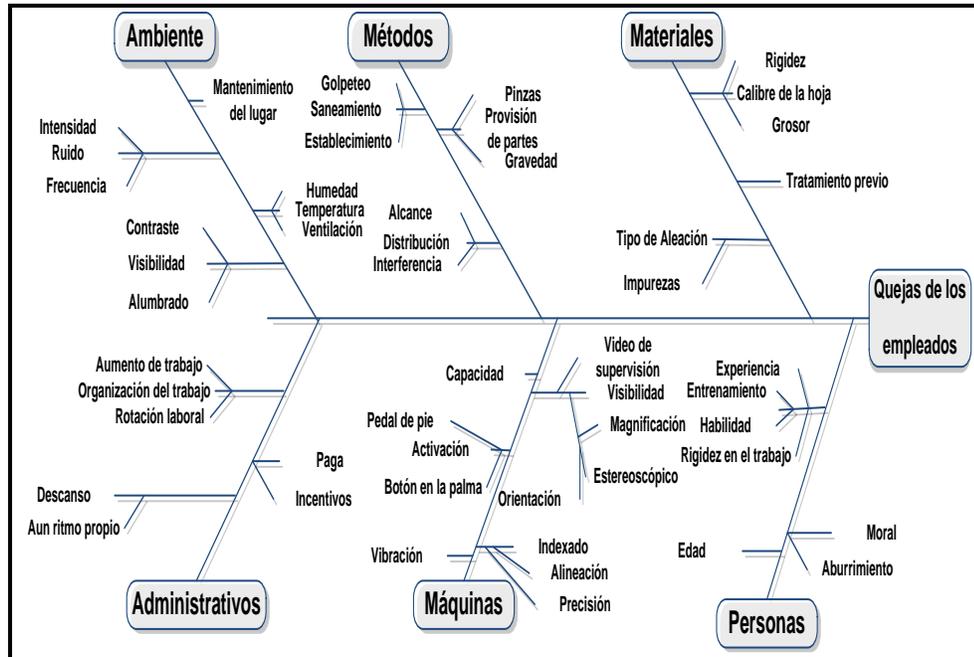
Según el analista se concentra el mayor esfuerzo solamente en algunos trabajos que crean la mayor parte de los problemas. En varias situaciones la distribución de Pareto se convierte en una línea recta usando la transformación log normal, desde la cual se pueden efectuar más análisis cuantitativos.

#### **2.4.1.2. Diagrama de causa-efecto**

Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa, un químico industrial japonés, a principios de los años cincuenta, cuando laboraba en un proyecto de control de calidad en Kawasaki Steel Company. El método conlleva establecer la ocurrencia de un problema no esperado, el efecto o la cabeza del pescado, para seguidamente identificar los factores que ayudan a su conformación, es decir las causas o espinas del pescado, las cuales se unen a la columna vertebral y a la cabeza del mismo.

Regularmente las principales causas son subdivididas en cinco o seis categorías primordiales: humanas, de las máquinas, de los materiales, de los métodos, del entorno, administrativas, que a su vez se subdividen en subcausas. A continuación, se muestra un ejemplo del diagrama de causa-efecto de Ishikawa.

Figura 12. Ejemplo de diagrama de causa-efecto de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

El proceso permanece hasta que se identifican todas las posibles causas, las cuales están incluidas en una lista. Un diagrama excelente tendrá distintos niveles de espinas y brindará un excelente panorama del problema y de los elementos que ayudan a su existencia. Seguidamente, los elementos se analizan de forma crítica en definiciones de su probable contribución al problema en general. Posiblemente este proceso además tiende a identificar soluciones potenciales.

#### 2.4.2. Herramientas de registro y análisis

El registro de los hechos conforma la base en la cual se realiza el análisis y examen del estudio del método, por lo mismo las técnicas para llevar a cabo

el mencionado registro extienden la escritura tradicional de la información, dado que resulta sumamente complicado considerar todos los detalles constituyentes de un proceso (por más básico que sea) en un párrafo común.

Generalmente los instrumentos de registro más usados en la técnica del estudio del método son los gráficos y los diagramas, y de estos existen gran diversidad en cuanto a estructura y propósito. A continuación, se ejemplifica el diagrama de proceso, diagramas de flujo del proceso y el diagrama de recorrido.

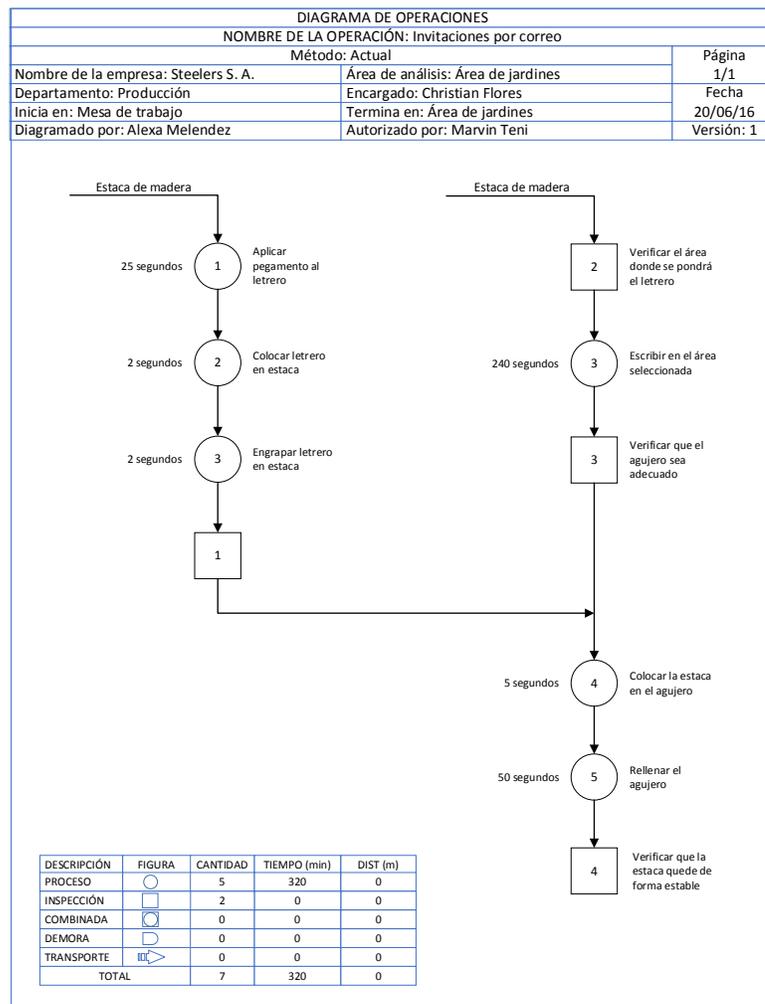
#### **2.4.2.1. Diagrama de proceso**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que son utilizados en un proceso de manufactura o de negocios, iniciando con la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto finalizado. De igual manera muestra la entrada de todos los aspectos y subensambles al principal. Como un esquema permite visualizar detalles de diseño, como partes, tolerancias y especificaciones, asimismo la gráfica del proceso operativo brinda detalles de la manufactura y del negocio únicamente con dar un vistazo.

Se utilizan dos símbolos para construir la gráfica del proceso operativo: un pequeño círculo representa una operación y un pequeño cuadrado representa una inspección. Es importante mencionar que una operación se lleva a cabo cuando una parte en estudio se transforma intencionalmente, o cuando se analiza o es planificado antes de que se lleve a cabo cualquier trabajo productivo en dicha parte. Una inspección se efectúa cuando la parte es analizada para establecer el cumplimiento estándar.

Generalmente el diagrama del proceso operativo se construye de tal manera que las líneas de flujo verticales y las líneas de materiales horizontales no se crucen. Si fuere estrictamente imprescindible el cruce de una línea vertical con una horizontal, se utiliza la convención para mostrar que no se muestra ninguna conexión, es decir, dibujar un pequeño semicírculo horizontalmente en el punto donde la línea vertical lo cruce.

Figura 13. Ejemplo de diagrama de operaciones



Fuente: elaboración propia.

$$\begin{aligned} 320 \text{ segundos} * 10\,000 \text{ carteles} &= 3\,200\,000 \text{ segundos/carteles} \\ 3\,200\,000 \text{ segundos/carteles} * 3\,600 \text{ segundos} &= 888,89 \text{ horas/carteles} \\ 888,89 \text{ horas/carteles} * 120 \text{ personas} &= 7,40 \text{ horas/personas} \end{aligned}$$

En el ejemplo anterior se deduce que se necesitan alrededor de 120 personas para poder culminar la tarea de los carteles del día laboral, además de 40 000 grapas y 7 litros de pegamento o cola para poder realizar los carteles.

#### **2.4.2.2. Diagrama de flujo del proceso**

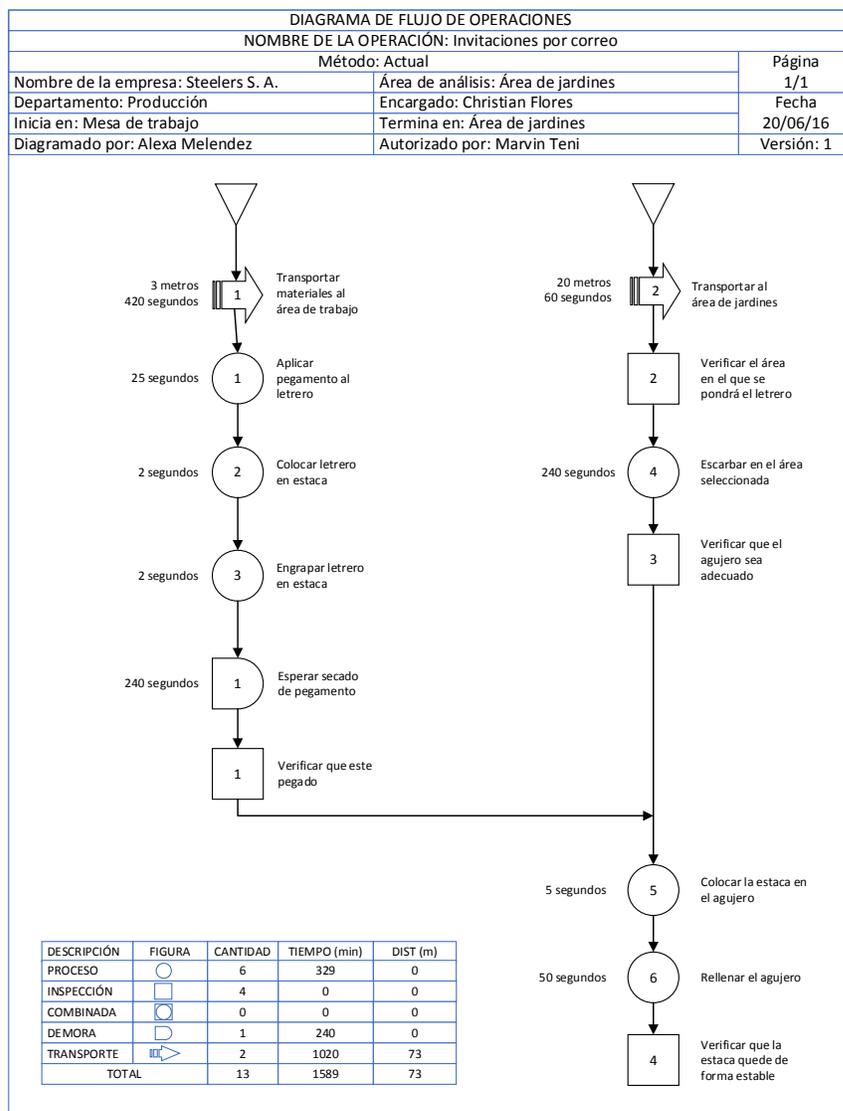
El diagrama de flujo del proceso está conformado por muchos detalles. Como resultado, no se aplica por lo general a cada ensamble, sino que a cada elemento de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es esencialmente útil para identificar los costos no visibles y no productivos, además de las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Toda vez que estos costos no productivos son identificados, los analistas pueden procesar a tomar medidas para disminuirlos y, por ende, disminuir sus costos.

Generalmente se abrevia DFP, es una representación gráfica de la secuencia de cada operación, inspección, los transportes, las esperas y los almacenamientos que suceden en un proceso. Incluye, también, la información que es considerada requerida para el análisis.

Como se mencionó anteriormente contiene en general más detalles que el de operación. El diagrama de flujo de proceso es esencialmente útil para poner notorio: las distancias recorridas, retrasos y almacenamiento temporales. Una vez identificados estos periodos no productivos, entonces se puede proceder a un mejoramiento.

Este diagrama generalmente se utiliza principalmente para expresar un problema o para disminuir o eliminar actividades que no agregan valor al producto como inspección, retrasos, transporte, almacenamiento o también con el fin de mejorar el flujo en terminales.

Figura 14. Ejemplo de diagrama de flujo de proceso



Fuente: elaboración propia.

También este diagrama visualiza todos los retrasos de almacenamiento y movimiento, para los que se muestra un artículo en tanto se hace el recorrido de la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo mismo, necesitan diversos símbolos conjuntamente a los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos.

### **2.4.2.3. Diagrama de recorrido**

Es el diagrama de los departamentos de la empresa involucrados, este señala el movimiento del material de un proceso a otro. También el diagrama de recorrido es conocido como una presentación gráfica de la distribución de los niveles y edificios que presenta el sitio de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso.

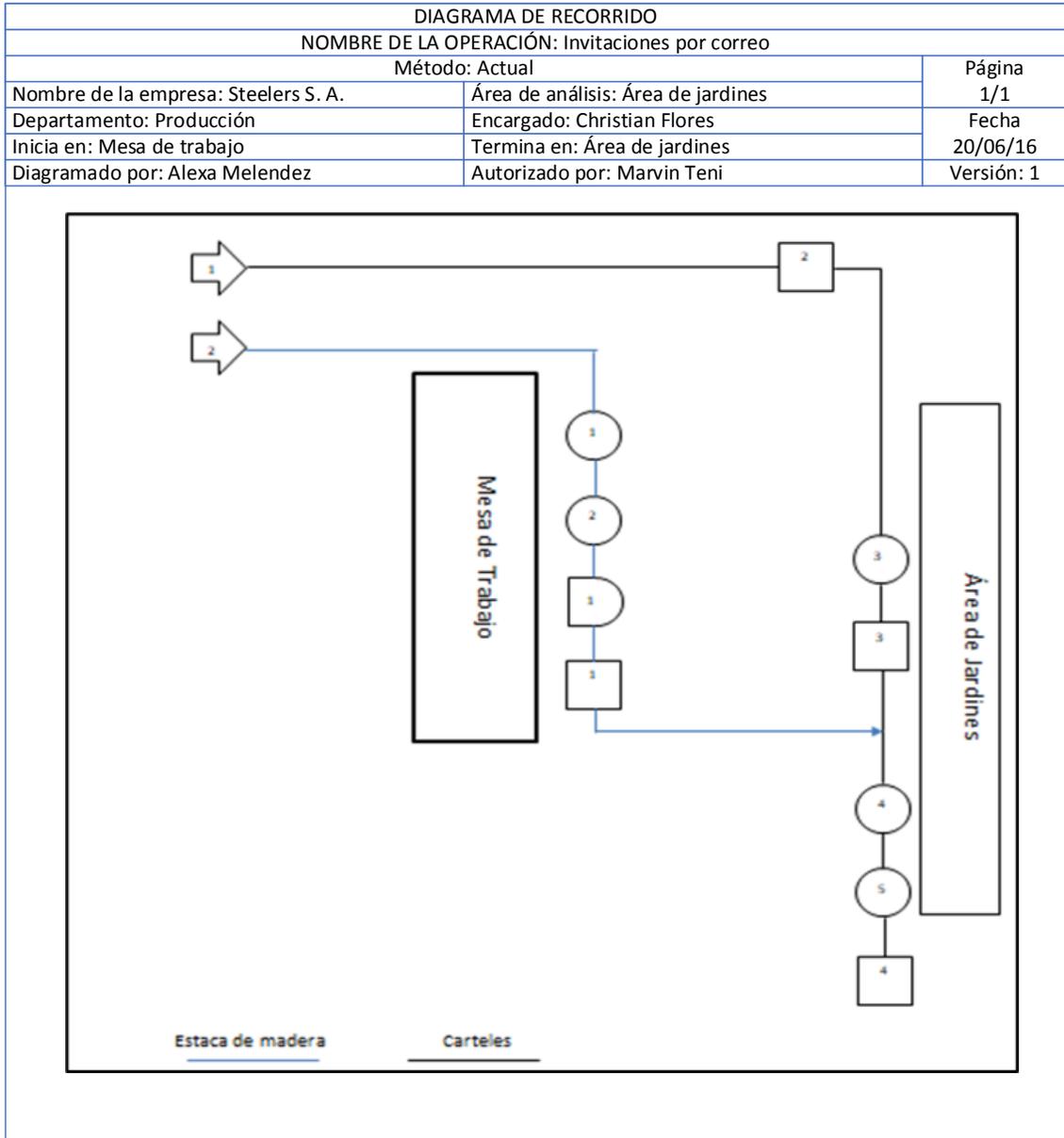
Un diagrama de recorrido permite reconocer cada actividad a través de símbolos y los números que incumben a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. De igual forma la dirección del flujo está indicada colocando flechas en intervalos a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden usar colores distintos para indicar líneas de flujo en más de una parte.

“También el diagrama de recorrido es un factor útil del diagrama de flujo de procesos a causa de que señala el camino hacia atrás y los departamentos donde hay congestión de tráfico, por lo tanto, facilita el desarrollo de configuración perfecta de la planta”.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 45.

Figura 15. Ejemplo de diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

## **2.5. Estudio de movimientos**

Es el análisis sutil de los distintos movimientos que se realizan al ejecutar un trabajo. El estudio de movimientos además es un elemento para la medición del trabajo usada con éxito a finales del siglo XIX, desarrollada e implementada por Taylor. A través de los años dicho estudio ha contribuido a solucionar cantidad de problemáticas de producción y a disminuir costos. En los siguientes apartados se muestran los principios de economía de movimientos y la estandarización de operaciones.

### **2.5.1. Principios de economía de movimientos**

En la actualidad existen normas para diseños eficaces y eficientes de las estaciones de trabajo. Mencionados lineamientos han sido recopilados y son conocidos como los principios de la economía de movimientos, que conforme el tiempo se ha convertido en parte de todo libro de estudios de movimientos y tiempos. Los principios se usan generalmente juntos y de forma creativa. El único límite a un diseño mejor de un área de trabajo es la creatividad del técnico.

Eficacia es realizar las cosas correctas y eficiencia es realizarlas bien, por lo que eficiencia y eficacia significan hacer bien las cosas correctas. Es de suma importancia tomar en cuenta en primer término a la eficacia, porque hacer un trabajo innecesario es malo, pero hacer eficaz un trabajo inútil es lo peor dentro de una empresa. La eficiencia, en otras palabras, es hacer las cosas bien, es el objetivo en los estudios de tiempos y movimientos.

El movimiento de manos conlleva que estas trabajen con movimientos tipo espejo. Los movimientos deben comenzar y detenerse simultáneamente, sacudirse en direcciones contrarias y trabajar cada instante.

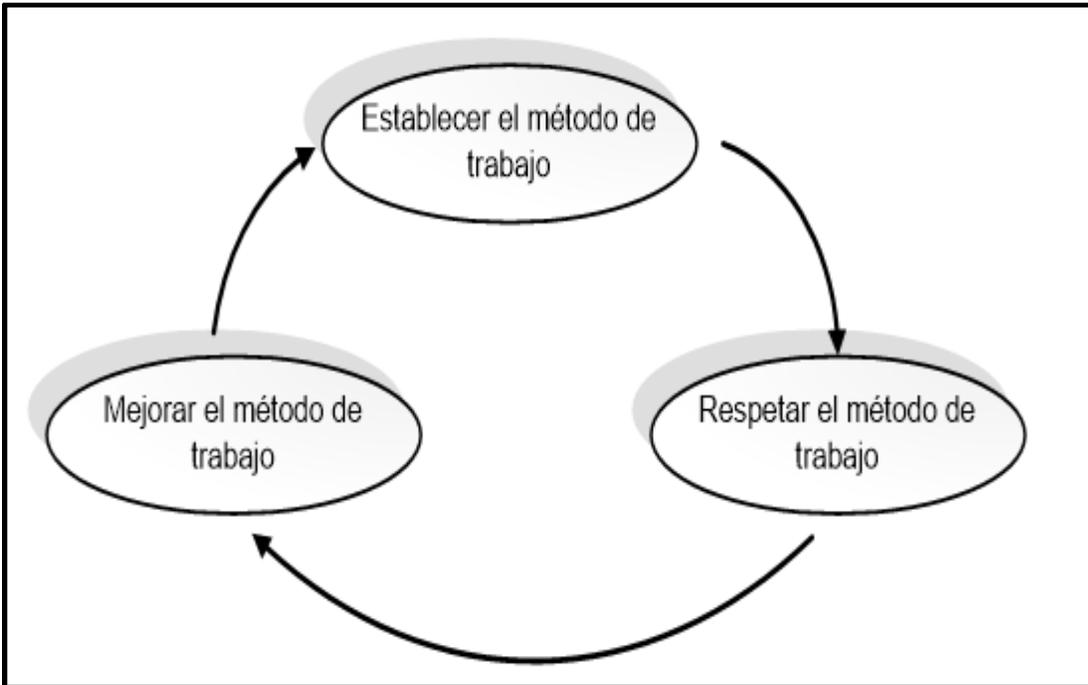
Si las manos buscan dos piezas al mismo tiempo, es imprescindible que el material a trabajar esté a una misma distancia del área de producción y a la misma distancia de la línea central de la estación. Y de esta manera diseñar una estación de trabajo normal, por lo que el técnico debe ubicar cada pieza y herramienta a distancia normal y uno máximo, tratando que sea lo más breve posible.

### **2.5.2. Estandarización de operaciones**

La estandarización de operaciones a través de la aplicación de la hoja del método de trabajo busca usarse como base para el adecuado cumplimiento y mejora de cada proceso, también facilita la capacitación de los trabajadores, sirve como fuente de consulta en la realización de las operaciones y para ser la base de las auditorías del proceso para aumentar la eficiencia en la producción y de la secuencia de trabajo.

De la necesidad de unir y llevar a cabo cada actividad por parte de los productores del producto se origina la estandarización, cuyo objetivo es impedir las desviaciones que puedan generar problemas en las actividades que se realizan a diario y determinar un proceso para realizar las actividades bajo las mismas circunstancias y con las que se obtendrán siempre mejores resultados. El ciclo de la estandarización está conformado por tres elementos esenciales:

Figura 16. **Ciclo de la estandarización**



Fuente: elaboración propia.

## 2.6. Estudio de tiempos

Proceso que conlleva la técnica de determinar un estándar de tiempo permitido para efectuar una tarea establecida, centrada en la medición del contenido de las actividades del método anulado, con la consideración debida de la fatiga y las demoras personales y los paros no programados.

En otras palabras, el estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las áreas de trabajo. En el siguiente párrafo se desarrolla la importancia y el uso del estudio de tiempos.

### 2.6.1. Importancia y usos

Por lo general un proceso que no cumple estándares funciona regularmente al 60 % de tiempo, al contrario de aquel que trabaja con estándares y logra alcanzar un rendimiento del 85 %. El estándar de tiempo no únicamente es importante, sino que además es extremadamente redituable en relación al costo.

Por lo tanto, el estándar de tiempo es un factor de información de mayor relevancia en el área de manufactura. Con esto mismo se dan las respuestas a los siguientes problemas:

Tabla II. Estándar de tiempo

Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
Determinar el costo unitario de producción.
Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por línea o individual.
Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.
Determinar el balanceo de las líneas de ensamble, la velocidad de la banda transportadora, cargar las celdas de trabajo con la cantidad adecuada de trabajo y equilibrarlas.
Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas, para ser corregidas.
Determinar el número de máquinas que hay que adquirir.
Elaborar presupuesto del personal de operación para medir el rendimiento de la gerencia.
Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gasto o proyectarla hacia el futuro.

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.2. Técnicas para el estudio de tiempos

Para efectuar la toma de tiempos hay dos técnicas: el método continuo y la técnica de regreso a cero. Es decir, en el método continuo corre el cronómetro y se examina en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas siguen avanzando. Para la técnica de regreso a cero el cronómetro se analiza a la terminación de cada elemento y seguidamente las manecillas regresan a cero, este proceso se lleva a cabo en todo el estudio. En el siguiente apartado se describen las técnicas usadas por un experto para la toma de tiempos.

- Lecturas de regreso a cero: entre las ventajas y desventajas del método de regreso a cero se pueden mencionar las siguientes:

Tabla III. Lecturas de regreso a cero

Ventajas	Desventajas
Evita estar realizando restas sucesivamente para encontrar el tiempo de cada uno de los elementos.	Al regresar el cronómetro a cero genera un error acumulativo.
No requiere que el número de ciclos a medir sea muy largo.	Dificulta el registro de los elementos extraños.
Permite registrar los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial.	Provoca que el analista se descuide ya que este debe concentrarse en ir anotando los tiempos cada vez que regresa el cronómetro a cero.

Fuente: elaboración propia.

Algunos expertos usan ambos métodos con la credibilidad de que los ciclos de estudio extensos se miden de mejor manera con las lecturas de regreso a cero, los ciclos de estudio cortos se miden mejor con el método continuo.

- Lecturas continuas: esta técnica es utilizada para medir valores esenciales y es mejor que la de regreso a cero porque presenta un registro completo de todo el periodo de observaciones.
  - Ventajas
    - Se consideran los retrasos y elementos extraños, porque se presentan claramente todos los hechos, ya que visualiza un registro detallado de todos los hechos, esta técnica es la indicada según operarios.
  - Desventaja: esta técnica necesita mayor concentración de oficina para realizar la evaluación del estudio, a causa de que es imprescindible efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para establecer los tiempos transcurridos.

## **2.7. Medición del trabajo**

La medición del trabajo es un método investigativo enfocado en la aplicación de distintas técnicas para establecer una tarea específica fijando el tiempo que un empleado calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento determinada.

Además, la medición del trabajo es la técnica con la que la administración cuenta para gestionar la eficiencia del trabajo y de esta forma estar en posibilidad de aumentarla. En los siguientes párrafos se muestran los objetivos, las aplicaciones y procedimientos para la medición del trabajo.

### **2.7.1. Objetivos de la medición del trabajo**

Para llevar a cabo el proceso se debe tener una medición del trabajo realizado centrado en los objetivos para determinar el avance o demora en el proceso y satisfacer la medición:

- Aumentar la eficiencia del trabajo.
- Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos de programación de la producción, supervisión, entre otros.

### **2.7.2. Aplicaciones de la medición del trabajo**

La práctica de la medición del trabajo en la industria brinda los siguientes conceptos:

- Medición del trabajo, denominada como la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que señala el resultado del esfuerzo físico efectuado en el tiempo permitido a un trabajador para finalizar una tarea asignada, realizada a un ritmo normal con un método establecido.
- Tiempo estándar, que es el patrón que mide el tiempo que se requiere para finalizar una unidad de trabajo, por medio del empleo de un método y equipo estándar, por un empleado que posee la habilidad necesaria,

que se efectúa a una velocidad normal que pueda tener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

### **2.7.3. Procedimiento para la medición del trabajo**

El procedimiento para la medición del trabajo tiene ventajas sobre la adquisición de datos por el proceso usual de estudios de tiempos, en general existen dos premisas fundamentales, las cuales se visualizan a continuación:

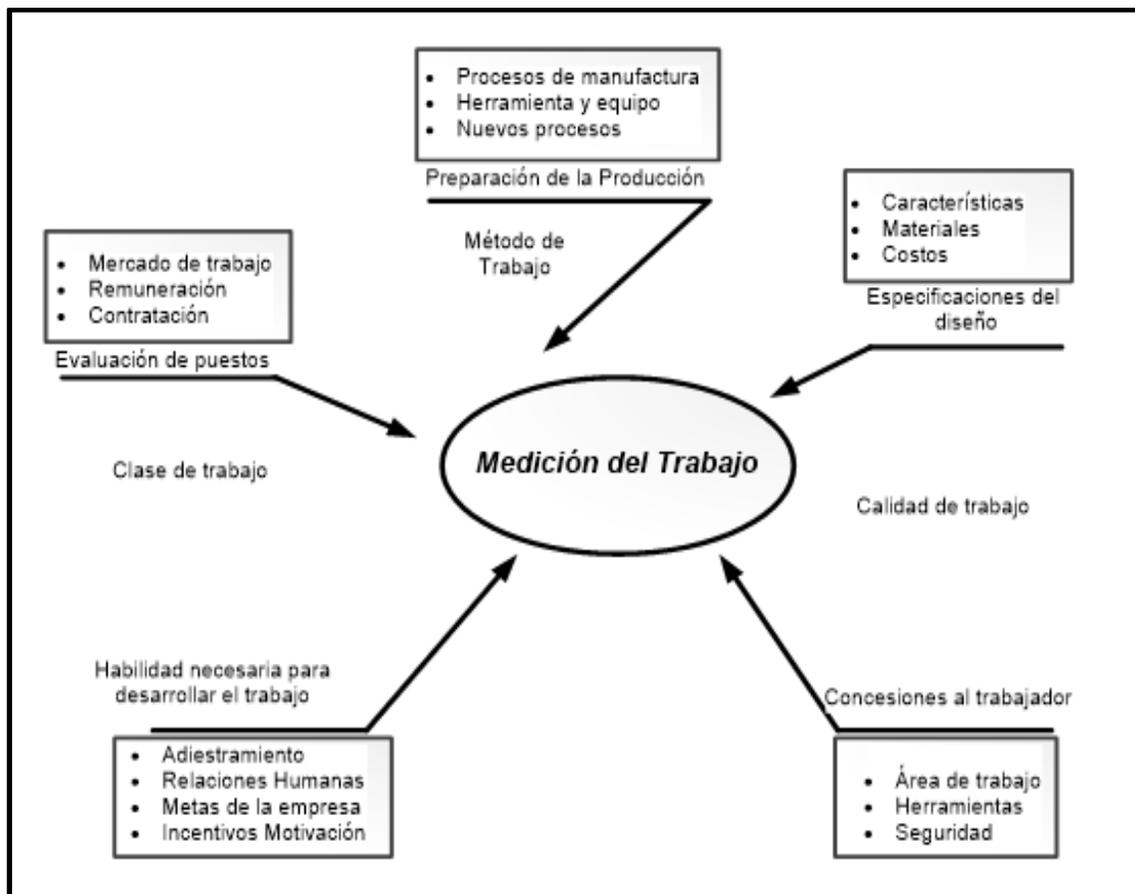
- Las medidas se toman con escrupulosa justicia, en otras palabras, con garantías mayores de que está perfectamente efectuada, ya que la determinación del tiempo es realizada para calcular salarios con incentivos, es decir, si las medidas no se toman con verdadero sentido de responsabilidad, producen daños graves para los empleados o para la organización.
- Las medidas se toman con el grado de exactitud rigurosamente necesario, según sea la necesidad de lo que está midiendo. Si es una operación que repite multitud de veces, evidentemente cada precaución y tiempo que se dedique será para asegurar la medición, con pocas piezas y elementos técnicos que pueden ser más caros que el valor de los posibles errores identificados.

En el proceso de medición del trabajo las técnicas esenciales de medición que se emplean son las siguientes:

- Por estimación de datos históricos
- Estudio de tiempos con cronómetro
- Por descomposición de micro movimientos de tiempos predeterminados

- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo)
- Datos estándar y fórmulas de tiempo

Figura 17. **Medición del trabajo**



Fuente: elaboración propia.

## 2.8. **Aplicación del nuevo método de trabajo**

En esta etapa corresponde establecer un método acorde con la filosofía de mejoramiento continuo. Es la fase final del estudio de métodos, es decir, la fase de definición, implantación y mantenimiento del método propuesto, esta se

desarrolla a través de la implantación de los nuevos métodos de trabajo y la capacitación del trabajador, temas que son desarrollados en los siguientes párrafos.

### **2.8.1. Implementación de los nuevos métodos de trabajo**

Para implantar los nuevos métodos es indispensable informar y mejor si se toma en cuenta la participación de las cinco etapas siguientes:

- Proponer las ideas propias que se relacionen con el objetivo principal del estudio y las aportaciones y sugerencias de los trabajadores relacionados con el tema. En el análisis es necesario recurrir a los supervisores que expongan los puntos de vista propios, además permitir que el trabajador desempeñe un rol más amplio en la creación y desarrollo del novedoso método, con el fin primordial de que además sea considerado como obra suya.
  
- Preparar un informe que incluya:
  - Diagrama expuesto con firmas de aprobación.
  - Costo de materiales, mano de obra y gastos en general de los métodos.
  - Costos del nuevo método.
  - El aumento de producción.
  - La disminución de desperdicios.
  - Las economías proyectadas.
  - El aumento de la calidad y la seguridad industrial.
  - La necesidad de inversión.

- La acción ejecutiva que se necesitará para implantar el nuevo método.
- El cronograma de la implantación.

Inspeccionar el informe junto con el supervisor y la dirección, y con esto alcanzar los cambios por parte de los empleados y la dirección.

- Tener las normas de ejecución por escrito. En esta etapa es necesario efectuar hojas con instrucciones para el operador y carta de descripción del método, también carta de fabricación, con el objetivo de:
  - Rastrear todos los detalles del nuevo método.
  - Exponer el método a los afectados.
  - Disponer del equipo necesario.
  - Colaborar con el adiestramiento o readiestramiento.
  - Contar con una base para el estudio de tiempos.

### **2.8.1.1. Consideraciones al aplicar un nuevo método**

Previo a implantar una mejora es ineludible tener la seguridad de que la solución es práctica en las condiciones de trabajo. Es importante que para no olvidar nada debe realizarse una revisión detallada, continuando con el mismo proceso de análisis utilizado para el desarrollo de la idea.

En esta revisión se deben incluir partes fundamentales en lo económico y seguridad, también otros elementos como calidad del producto, cantidad de fabricación del mismo, entre otros.

Si una vez examinados estos aspectos se comprueba que la proposición es correcta y operativa, es necesario considerar si afectó otros departamentos u otras personas. Cuando esto ocurre es necesario tener mucho cuidado de vigilar todos los factores humanos, por lo general son de mayor relevancia y consecuencia que otros.

Si se alcanza la cooperación y el entendimiento del personal, disminuirán notablemente las dificultades de implantación y casi se garantizará el éxito. Es importante recordar que la cooperación no se puede obligar, se debe adquirir. Además, los intereses de los individuos afectados favorablemente por una modificación deben tomarse siempre en cuenta. Por lo mismo conviene considerar lo siguiente:

- Avisar con anticipación al personal sobre los cambios que le afectarán.
- Tratar a los trabajadores con la dignidad que se merecen.
- Impulsar a que todos den sugerencias.
- Premiar la participación de quien lo merece.
- Ser honesto en el uso de las sugerencias ajenas.
- Dar un fundamento válido de las razones del rechazo de una idea sugerida.
- Que el personal sienta que es parte del esfuerzo común por mejorar las condiciones del trabajo de fábrica.
- Capacitar al empleado que va a aplicar al nuevo método.

#### **2.8.1.2. Resistencia al cambio**

En esta fase son pocos los trabajadores que no perciben la necesidad de mejorar los métodos. Muy pocos no aprobarán los objetivos. No obstante,

pueden identificar en esta técnica un peligro para su *status quo*, motivo por el cual se opondrán a cualquier cambio.

Al momento de presentar una idea, ¿qué es lo que hacemos? En distintas ocasiones lo primero que se expresa es: ¡no, no puede ser! ¿Cuál fue la reacción, por ejemplo, ante los trenes aerodinámicos, a las rasuradoras eléctricas o al cierre relámpago? ¿Se pensó alguna vez que alguien podía volar en el océano? ¿Qué se hubiera dicho, hace algunos años, si se hubiese hablado de la posibilidad del radar y de la bomba atómica?

El giroscopio es un ejemplo de lo que se mencionó anteriormente. Este instrumento modifica la posición de forma lenta, mientras que un cambio rápido genera una resistencia notable. Sin embargo, un cambio todavía más rápido puede destruirlo.

No obstante, hay un desacuerdo en que el cambio sea beneficioso en sí mismo, cuando quiere pulverizar todo lo que se tiene, todavía lo bueno: se debe identificar lo bueno del cambio, y no ver únicamente las dificultades para llevarlo a cabo, incentivar la mente para atraer lo bueno y reconocer el calor que hay en toda idea nueva, visualizar las posibilidades que fluyen como simples ficciones y fantasías de la imaginación, debe entenderse que la vida es y debe ser con el objetivo de cambiar, nunca quedarse estancado.

Históricamente en los ancestros parece que existía una ley que hacía que el hombre viera lo malo en algo novedoso y generalmente no lo bueno. Si se realiza un análisis crítico de la historia se ve que siempre el hombre se inclina a perseguir a algún otro hombre solamente por el hecho de que este tiene una idea nueva.

## 2.8.2. Capacitación del trabajador

Se entiende que capacitar es trasladar conocimientos, cuando alguien toma a su cargo un trabajador para indicarle cómo debe llevar a cabo su trabajo, está transmitiendo una serie de conocimientos que le serán necesarios para realizar su trabajo. Una excelente capacitación del responsable de transmitir los nuevos constituye la base para lograr alcanzar una mayor eficiencia y capacidad laboral.

La forma más común de trasladar conocimientos a los empleados consta de dos etapas: la instrucción verbal, la que es conocida por cómo decir el trabajo, y hacer el trabajo ante el trabajador, denominada mostrar el trabajo. El método de indicarle al trabajador lo que debe realizar tiene grandes limitaciones, porque no es posible seguir y retener cada movimiento y explicación verbal que se da de algún trabajo.

También existen otras razones: la mayor parte de las personas no capta las instrucciones adecuadamente y algunos movimientos son difíciles de detallar. Cuando se usa este método regularmente se presentan trastornos, desperdicios y, peor todavía, accidentes.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> MEYERS, Fred E. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil*. p. 118.



### **3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE TROQUELADO Y DE LAS CAUSAS QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA**

#### **3.1. Departamento de troqueles**

Con base en el análisis del proceso de troquelado es de suma relevancia mencionar que una actividad de troquel para llevarse a cabo necesita una presión, a través de los moldes, para la formación de material de empaque como cajas, respaldos, etiquetas, entre otros. Esto en lo que corresponde a la industria de material de empaque de cartón y papel. Las operaciones esenciales en un troquel son: el realzado, estampado y propiamente del troquelado. En el siguiente apartado se describe a través de un organigrama los integrantes del departamento de troquelado de la empresa.

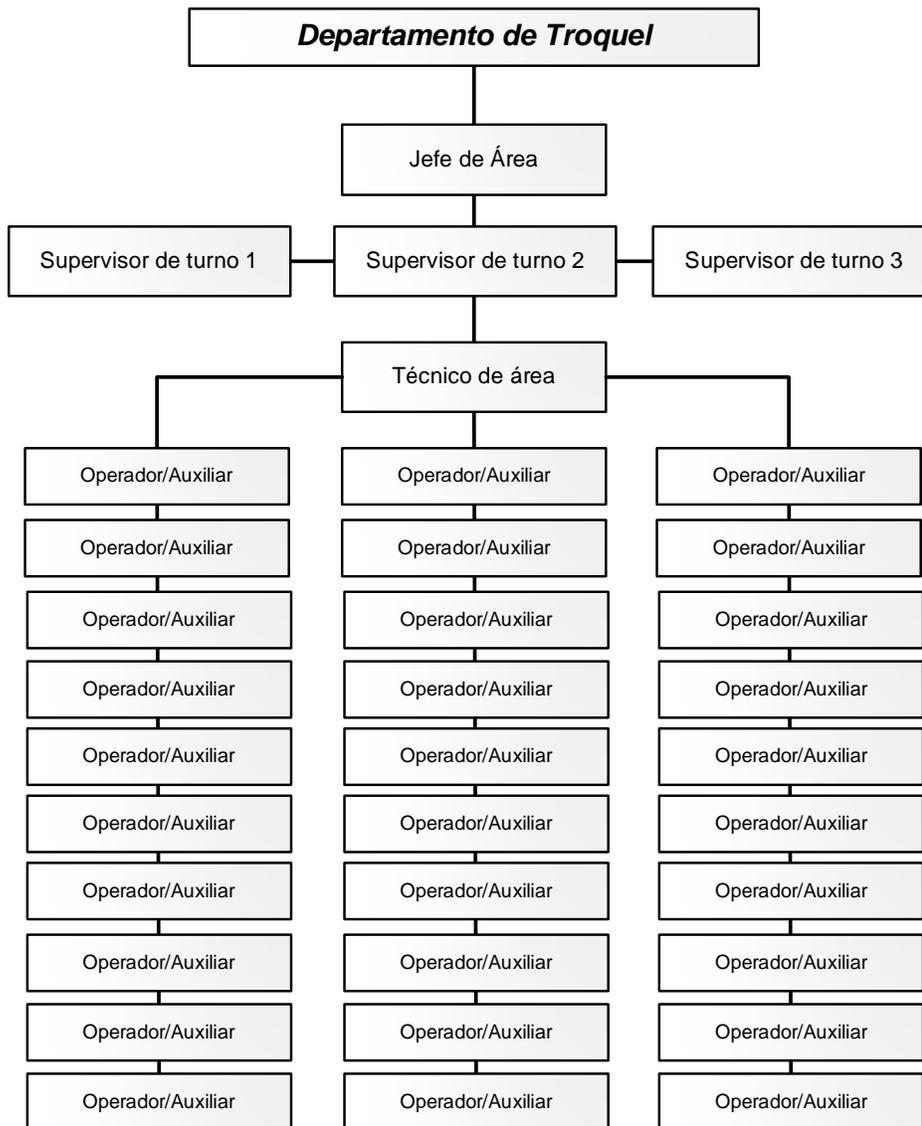
##### **3.1.1. Descripción**

Por lo general la estructura organizacional de SigmaQ Litozadik es burocrática, con operaciones altamente rutinarias que se alcanzan mediante la especialización, reglas y reglamentos muy formalizados, tareas que se agrupan en departamentos funcionales, autoridad centralizada, cortos tramos de control y las decisiones que siguen a la cadena de mando. La empresa SigmaQ Litozadik cuenta con un sistema de administración de calidad, el cual comprende la interrelación y funcionamiento de los distintos procesos y procedimientos que afectan la producción.

En el departamento de troqueles se desarrolla el proceso de troquelado, realzado y estampado, de igual manera la supervisión de calidad. El diagrama

organizacional del departamento de troquelado se construye por un supervisor por turno, estos son tres: un jefe de área, un técnico de área y treinta operadores o auxiliares, tal y como se presenta en el siguiente organigrama:

Figura 18. **Estructura organizacional**



Fuente: elaboración propia.

## **3.2. Las operaciones en troqueles**

Como se mencionó anteriormente el proceso de troquel es toda actividad que para realizarse necesita una presión, la cual accederá a través de los moldes, la formación de material de empaque que la empresa SigmaQ Litozadik diseña, por lo mismo en los siguientes apartados se describen las operaciones de troquelado, el realzado y el estampado.

### **3.2.1. El troquelado**

El proceso de troquelado se da cuando un pliego de cartón se transforma a unidades de empaque, a través de la formación de dobleces, perforados y la elaboración de cortes. El mencionado proceso es controlado y tiene ciertas particularidades a cumplir, considerando la importancia de examinar la manera y dimensiones del empaque, esto se lleva a cabo a través de la comparación de una guía, que es un pliego de papel calco, donde está la gráfica a escala natural del producto solicitado.

Otro elemento a considerar es el control del registro, esencialmente el pliego al ser alimentado en la máquina, de manera uniforme, en otras palabras, que no se inserte torcido y también que las marcas de registro en impresión no se transformen porque de una buena marca de registro serán los excelentes resultados en el troquelado, creando buena apariencia en la producción del empaque.

Es necesario considerar que cuando comienza el trabajo, pueden surgir reventones por los excesos de presión, mal centrado de las matrices de hendido, también por filo en las plecas de corte. En referencia a la funcionalidad del empaque, es esencial observar la definición de las sisas de doblez, estas

deben estar de tal manera que sean rectas, uniformes y que no exista interrupción alguna a lo largo de su trayectoria.

Para finalizar el proceso de troquelado es importante verificar el maquinado del empaque a través del armado de la caja en la cual se identifica no únicamente su apariencia sino, además, la funcionalidad que pueda tener.

### **3.2.2. El realzado**

Este proceso es una variante del troquelado, este no necesita placas de ninguna clase, no obstante, el principio de generar presión de un molde al material es el mismo. Por lo mismo es necesario un molde, no obstante, ahora este es sencillo, únicamente es la madera y en esta están montados los factores primordiales para realizar, estos son grabados, fabricados de bronce con la manera exacta de los textos o figuras estampadas que están en relieve.

Es importante considerar que este proceso es, primero, el centrado del realzado; por lo mismo, se tiene que estar a la mira cuidadosamente que no exista desfase en la figura impresa y el *clisé* de realzado, ya que esto ocasiona mala apariencia; otro factor es que no debe existir la presencia de reventones en el realzado, tales reventones son ranuras a causa de una sobre presión o, además, esto es ocasionado generalmente por un mal centrado de los *clisés*.

Es sumamente importante considerar que cuando los grabados de realzado son pequeños y tienen la cabida de acoplarse al espacio entre las placas, esta operación puede realizarse con el troquelado. También en las condiciones de espacio, el molde no lo permite y debe realizarse por separado, primeramente el realzado y, posteriormente, el troquelado de los pliegos de cartón impreso.

### 3.2.3. El estampado

El estampado es un proceso que se lleva a cabo en una máquina troqueladora. En esta actividad, al igual que en el realzado, es necesario que sean grabados, lo que aplaza en estos es que el estampado y el grabado adquieren el relieve hacia fuera, en tanto que en el realzado del grabado el relieve es hacia dentro.

Entonces la forma de estos grabados de estampado necesita que ejerzan presión sobre el *foil*, conocido como una película de recubrimiento, este puede ser dorado o plateado. Para llevar a cabo esta operación es imprescindible contar con el molde de una plancha llamada panal fabricada de termocoplas que transmiten temperatura en todo el panal, asimismo es significativo mencionar que la temperatura de estampado ondea entre 165 a 185 grados centígrados.

Consecuentemente, la combinación, presión y temperatura logran que el *foil* pegue en la superficie del papel. Los factores a considerar en el estampado son, primeramente, que esté en una posición lo más centrada posible, lo cual se puede verificar a través de la comparación de una guía de estampado con el pliego, seguidamente de observado esto es necesario considerar que el área que se estampa esté por completo llena por el *foil* y que no exista desprendimientos del mismo por una temperatura que no esté bien graduada.

Figura 19. **Estampado**



Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Descripción de la maquinaria**

En la actualidad en la empresa objeto de estudio toda la maquinaria con que se cuenta se divide según el proceso que se efectúa en la planta. Para el procesamiento de cartón se cuenta con distinta maquinaria como se describe en los siguientes apartados:

- **Máquina troqueladora:** es la encargada de plegar y perforar las planchas de cartón, posteriormente se retira el sobrante para que el pegado permita el armado final de la caja. Es usada luego del proceso de impresión de las láminas de cartón corrugado; la misma se encarga de darle forma a las piezas, para seguidamente realizar los toques finales a las piezas, la velocidad está alrededor de 1 800 unidades por hora. La troqueladora además tiene sistema de control de temperatura, porque los moldes deben contar con sistema de refrigeración para facilitar la salida del jabón del molde. Según estas tres temperaturas el producto se pegará o saldrá con facilidad del molde, en este punto es en donde

surgen desechos en la unidad de troquelado, por lo que es necesario controlar las tres temperaturas y encontrar las condiciones de operación óptimas para disminuir los desechos.

Figura 20. **Troqueladora plana para cartón y papel**



Fuente: elaboración propia.

- Prensa estampadora: actualmente existen dos máquinas impresoras: máquina estampadora Yawa 920 y máquina estampadora Yawa 1050, para el proceso estas se conocen como prensas, por lo regular no arrojan producto terminado a excepción de cuando producen charolas, ya que su tarea es imprimir las láminas y luego las convertidoras les aplican distintos procesos para que se conviertan en producto terminado, la velocidad de las prensas generalmente es de 1 800 unidades por hora. En la siguiente figura se muestra el modelo de una máquina estampadora Yawa 920.

Figura 21. **Prensa estampadora**



Fuente: elaboración propia.

- Cortadora: esta máquina es la que efectúa el proceso de cortar las placas a base de un sistema de corte, además se conoce en ingeniería como corte de guillotina. La cortadora consta de un mango cuya función primordial es formar un momento que permite aplicar menor fuerza, a causa de la longitud del brazo. Esto ejecuta el corte con una cuchilla aproximadamente de un centímetro de espesor. Dentro de la empresa hay una cortadora para placas de dos a cuatro puntos.

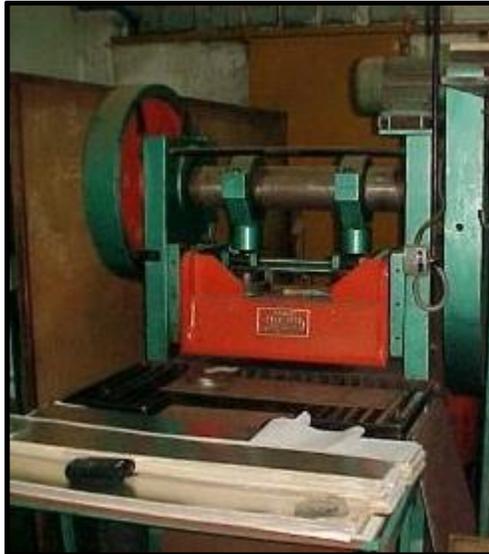
Figura 22. **Máquina cortadora**



Fuente: elaboración propia.

- Punteadora: conocida como la herramienta que permite la formación de puentes en las plecas, que consisten en pequeños cuadrados que se perforan en las plecas para establecerlas en los troqueles y darle un mejor agarre a la madera. Esta herramienta también cuenta con un mango al igual que la cortadora. La única diferencia de la punteadora es que no corta las plecas, sino que hace perforaciones en las mismas, creando así los puentes.

Figura 23. **Máquina punteadora**



Fuente: elaboración propia, en la empresa objeto de estudio.

- Dobladora: es la máquina que da forma a las plecas y brinda a la caja los diseños elegidos por los clientes. Esta máquina consiste, al igual que la dobladora y punteadora, en un mango, cuya función es dar al operador un incremento de fuerza y así disminuir la fuerza de aplicación que este debe realizar, justo el momento que se lleva a cabo entre el mango y la fuerza aplicable.







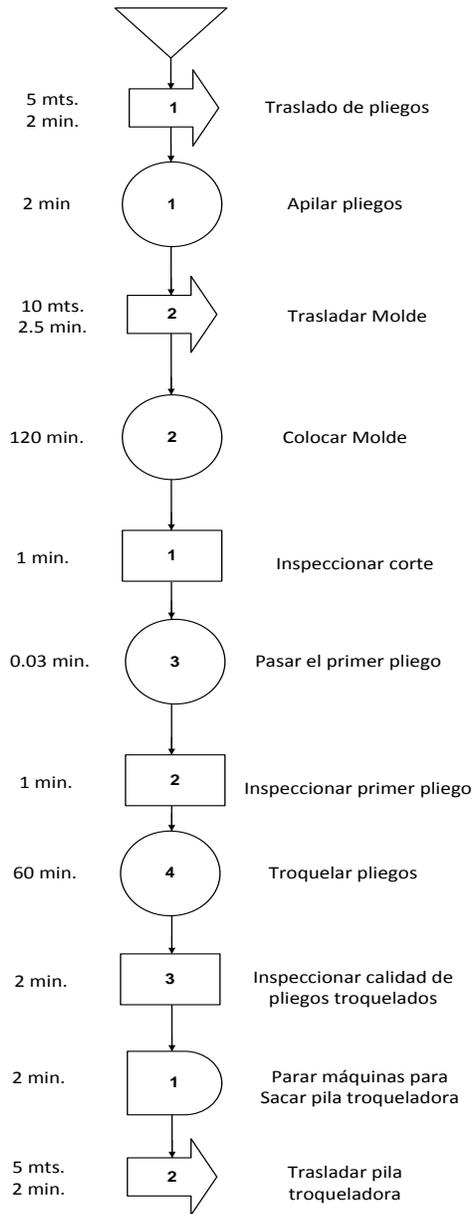


la siguiente figura se muestra específicamente paso a paso el proceso de troquelado de pliegos, describiendo así los tiempos de cada actividad.

Figura 30. **Diagrama de flujo de troquelado de pliegos**

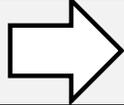
Empresa: SigmaQ  
Proceso: Troquelado de pliegos  
Fecha: Noviembre 2017

Método: Actual  
Departamento: Troquelado



Continuación de la figura 30.

Empresa: SigmaQ	Método: Actual
Proceso: Troquelado de pliegos	Departamento: Troquelado
Fecha: Noviembre 2017	

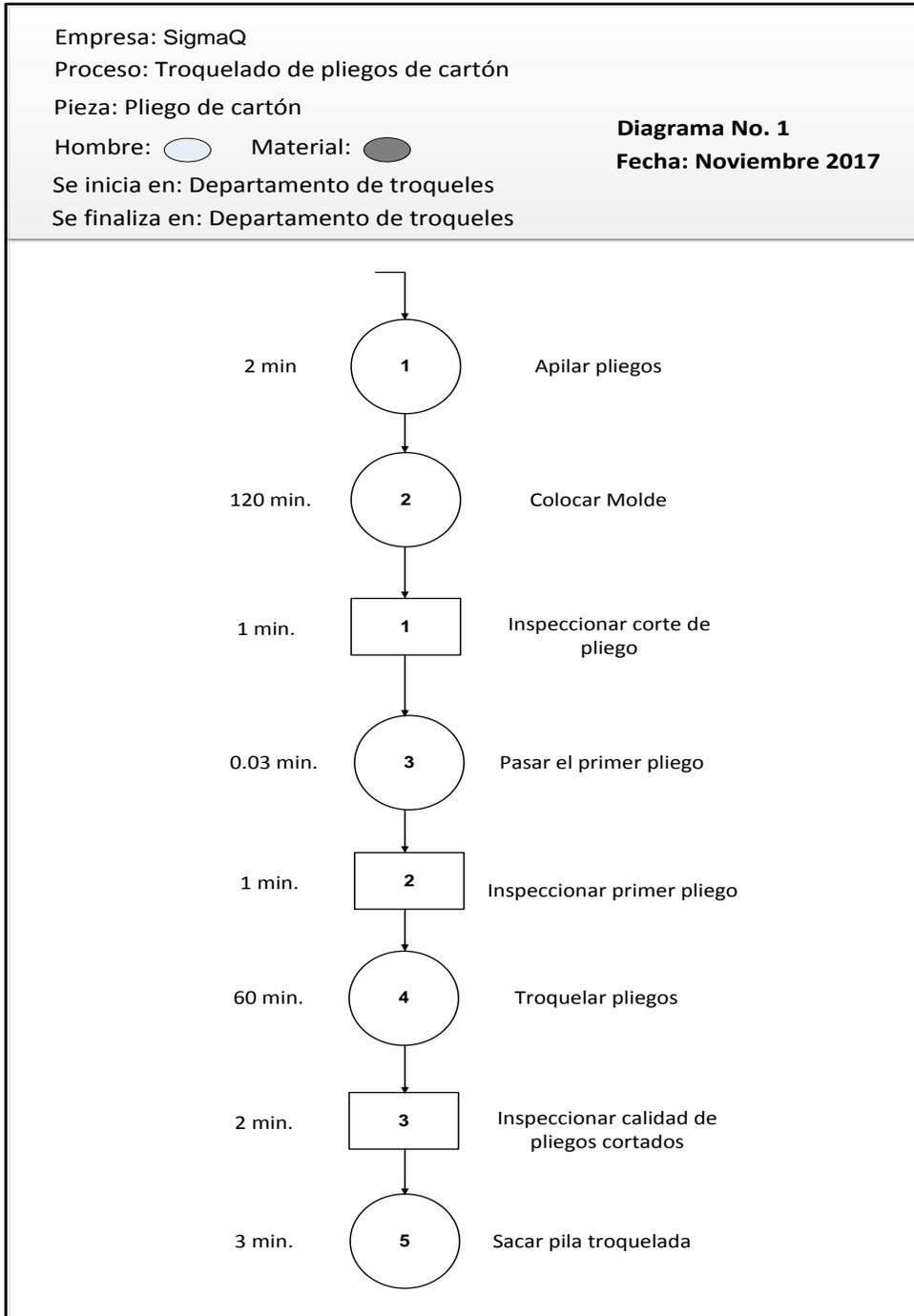
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo
	Operación	4	182,03 minutos
	Inspección	3	4 minutos
	Transporte	3	20 metros- 6,5 min
	Demora	1	3 minutos
			E= 195,53 minutos por 20 metros

Fuente: elaboración propia.

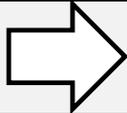
### 3.5. Diagrama de operaciones del proceso

El proceso de troquelado de pliegos de cartón se visualiza en la siguiente figura a través de un diagrama de flujo, el cual detalla específicamente el proceso en la empresa objeto de estudio, iniciando con el apilado de pliegos, ubicación del molde, seguidamente se supervisa el corte del pliego, se traslada el primer pliego, se inspecciona el mismo, luego se troquelan los pliegos, después que se inspecciona la calidad de estos se saca la pila troquelada, cada actividad referida tiene establecido el tiempo de ejecución como se muestra a continuación:

Figura 31. Diagrama de flujo de troquelado de pliegos de cartón



Continuación de la figura 31.

Empresa: SigmaQ Proceso: Troquelado de pliegos Fecha: Noviembre 2017		Método: Actual Departamento: Troquelado	
Símbolo	Significado	Cantidad	Tiempo
	Operación	4	182,03 minutos
	Inspección	3	4 minutos
	Transporte	3	20 metros- 6,5 min
	Demora	1	3 minutos
			E= 195,53 minutos por 20 metros

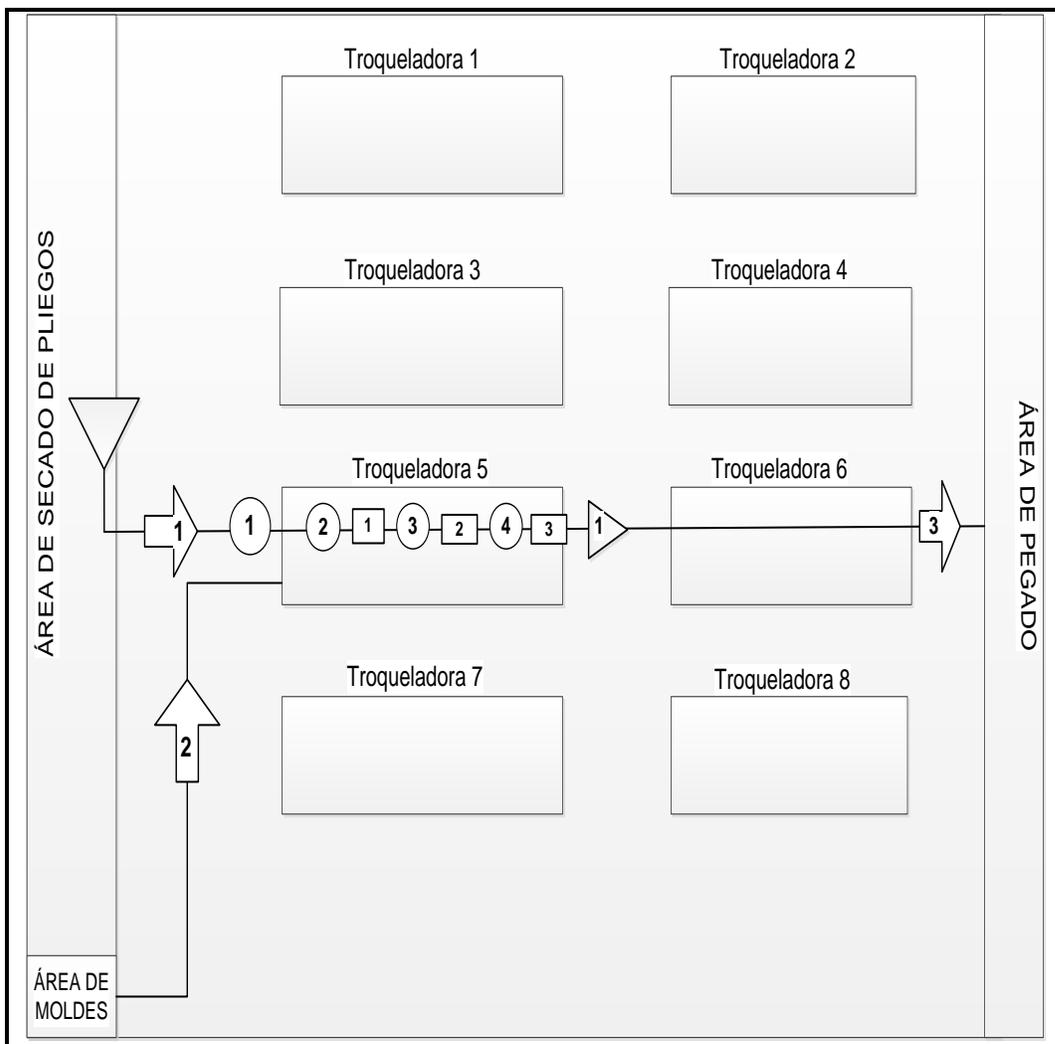
Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Diagrama de recorrido del proceso

El recorrido del proceso actual en general, es decir, troquelar, realzar, o estampar pliegos de cartón o papel de la empresa objeto de estudio, inicia con la entrega del plan de troqueles, seguidamente se concretan prioridades del plan de troqueles, se siguen las instrucciones específicas, después se verifican las variables para iniciar el proceso y registrarlas en el formato, si no cumple se procede a corregir las variables al inicio del proceso y se suspende el mismo.

No obstante, si este cumple, se procede al traslado de pilas conformes y pendientes de revisión de impresión a troqueles. Cada actividad queda registrada en un formato establecido, tal y como se muestra en el siguiente diagrama de recorrido del proceso. Es de suma importancia aclarar que existen 8 troqueladoras, sin embargo, el proceso es el mismo.

Figura 32. **Diagrama de recorrido del proceso**



Fuente: elaboración propia.

### **3.7. Guía para la preparación de un trabajo**

En el mismo orden de ideas, en este apartado se explicarán las actividades que tienen como finalidad la preparación para comenzar un trabajo en un cilindro troquelador, esta guía, esencialmente, se dividirá en la preparación de tres elementos esenciales: pasos del proceso de preparación para el paso de pliegos, seguidamente la preparación del alimentador de troquel y preparado de la estación del troquelado.

#### **3.7.1. Preparación para el paso de pliegos**

En la preparación para el paso de pliegos, conocido por el comienzo de todo proceso en un troquel, primero, se enciende la máquina y se coloca el balancín o barra de pinzas de la mesa marcadora en posición de registro. Seguidamente, es imprescindible girar las perillas de cada extremo, es decir, para la derecha si el material con que se va a trabajar es papel, y hacia la izquierda si es el cartón.

Seguidamente, las perillas se dejan en una posición al centro de su carrera. Continuamente se aflojan los topes laterales de los extremos y se utiliza un pliego de los cuales van a ser trabajados, buscando el centro del mismo, esto se puede realizar midiendo el ancho con una cinta métrica y dividiéndolo entre dos, también puede tomarse un pliego y doblarlo a la mitad.

Después de lo anterior se debe posicionar sobre los topes del balancín, ya que el pliego está en posición, los topes laterales se mueven tratando de dejar cerca de 7 mm de distancia entre la orilla del pliego, observando la escala que tiene la escuadra, porque servirán para instalar los topes en la escala del alimentador.

Es necesario nivelar los palpadores de doble pliego con el cartón, ubicando uno encima de otro graduándolo de manera que no queden forzados ni flojos. Seguidamente se colocan los deslizadores de papel para que no coexistan deformaciones que provoquen que el cartón se deforme o de manera violenta al balancín.

Después se posiciona el pliego de cartón en los topes del balancín, con el mando de arranque que provoca que las pinzas del balancín les den el pliego a las pinzas de la mesa del alimentador, para garantizar que el pliego sea sujetado por todas las pinzas totalmente en su borde o área de pinza, para evitar que en el proceso surjan problemas de entrega hacia la salida y deformaciones del cartón. Si en este paso se observan problemas de este tipo, es forzoso correr la escuadra de tal manera que los pliegos sean bien sujetos.

Después con el mando de arranque se lleva el pliego hasta la salida y se corren los topes laterales hasta la arista del pliego, aflojando las llaves y, en el momento que los topes estén a 4 milímetros de la arista del cartón, asegurarlas apretándolas. Seguidamente el tope frontal debe subirse hacia delante y el perfil de leva que abre las pinzas a la mesa del alimentador se debe ubicar a la misma altura del tope frontal.

Figura 33. **Pliegos**



Fuente: elaboración propia.

### **3.7.2. Preparación del alimentador del troquel**

En este proceso primero es imprescindible dejar libres los topes laterales de la mesa alimentadora, seguidamente, sobre la mesa alimentadora se ubican alrededor de unos 300 pliegos, se presta atención que la escala sea el mismo valor numérico que se dejó en las escuadras de la mesa del registro, este ajustado con la escala del alimentador, esto debe efectuarse en la arista del pliego donde las marcas de escuadra por impresión sean visibles.

Los topes laterales deben estar seguros por su propio mecanismo de sujeción, girando a sus manecillas. Debe existir una holgura entre las aristas del pliego y los topes, en 1,5 milímetros.

Seguidamente se colocan en posición los pliegos sobre la mesa alimentadora, a la altura de los succionadores y se siguen las características del tubo de succión, cada uno de estos posee una llave que se debe girar, mayormente cuando se trabaja con cartón, se deja una llave abierta y una cerrada, en todo lo ancho de la arista del pliego, generalmente se colocan ventosas en los succionadores abiertos para mejorar el área de recepción.

Cabe resaltar que la mesa alimentadora posee unos topes en la parte delantera y trasera, los cuales deben ajustarse de tal manera que los pliegos no se sobrepresionen y hagan imposible el levantamiento por los succionadores. Porque con esto se gradúa el movimiento del tubo de succionadores, según sea el calibre de cartón, entre menores espesores debe ajustarse el indicador con el perno en 3 y 4, entre mayor sea el calibre ajustar perno de 0 a 2 generalmente.

En la mesa alimentadora se ajusta la subida de la misma, esto se hace solamente moviendo la perilla en la escala donde señala el papel o cartón. Y para finalizar la mesa alimentadora debe ubicarse a la altura que están los topes frontales, para que estos concuerden con los pliegos y así poner en marcha la máquina para realizar pruebas de paso del material.

Figura 34. **Alimentador del troquel**



Fuente: Alimentos S.A. *Alimentador del troquel*. google/imágenes.com. Consulte: 15 de agosto de 2019.

### **3.7.3. Preparación de la estación de troquelado**

Para la reparación en la estación de troquelado es necesario que se coloque el molde de troquel en el cuadro de acuñado que está en la platina de la máquina, considerando que de haber un rango de área de pinza del pliego que es de la orilla dentro del cuadro de acuñado hacia el *suaje* de corte que esté primero, esta debe ser de 19 milímetros, de no existir esta distancia y en un caso fuera menor la disconformidad que hubiera, debe llenarse a través de reglillas de plástico o de madera, al montar el molde hay que centrarlo de acuerdo al ancho de la estación de troquelado y lo que se utiliza como guía es la marca de centro del molde y la marca de centro del cuadro de acuñado.

Es importante mencionar que para alcanzar una buena sujeción del molde con el cuadro de acuñamiento se deben colocar cuñas, estas por lo general son de madera y deben posicionarse en los lados laterales y en la parte posterior, considerando que el molde no quede sujeto con excesiva presión.

Seguidamente se pasa un pliego para examinar cuánto coincide el corte y sisado con el embalaje a procesar, si se observa que este no coincide a lo largo del pliego, es forzoso ajustarlo con los topes, esto se hace liberando las llaves de los topes y trasladando las perillas, al lado derecho se corre el pliego hacia abajo y a la izquierda, es importante asegurar las llaves de los topes.

No obstante, si la variación se notará a lo ancho, es imprescindible liberar y desplazar los topes laterales considerando como informe la escala para modificar las medidas y nivelar el corte y sisado, recordando siempre asegurar la llave de la escuadra.

Seguidamente, las matrices se deben posicionar en los suajes de hendido, esto se efectúa coincidiendo las guías de estas con el borde de hendido, trasladando las matrices en forma longitudinal. Anticipadamente, la plancha de contra molde debe ser instalada apretándole con el trinquete hasta que quede uniforme, después se debe despegar el protector de las matrices y se arrancará la máquina de forma que solamente una vez ejerza presión el cilindro con el molde, esto con el fin primordial de que las matrices se adhieran a la plancha de contra molde, después se deben quitar las guías plásticas de matrices.

Lo anterior a causa de que el corte de las matrices no es exacto y que pueda surgir un corrimiento de las matrices al ejercer presión el cilindro con el molde, es ineludible realizar pequeños cortes en sus extremos.

Para nivelar la presión se debe tener un pliego de parchado, este debe tener un grosor de aproximadamente 0,3 milímetros, para marcar en él las plecas de corte y de hendido, seguidamente se debe adherir un pliego de papel carbón de las mismas medidas, después se coloca sobre él un pliego de cartón de los que se van a trabajar, al accionar la máquina se hace pasar la combinación de carbón, papel y cartón en un contacto, seguidamente, los pliegos se separan despegándolos y la huella del molde quedará en el papel de 0,3 milímetros, se deben identificar con números las repeticiones del embalaje en este, de igual forma como estén numeradas en el pliego impreso.

Entonces el papel secante identificado se coloca en el interior de la plancha de contra molde liberándola, debe considerarse que la huella del papel carbón debe estar en dirección al cilindro de presión, y después asegurar la plancha de contra molde.

El fin de identificar el pliego es porque en el troquelado la presión de corte no es del mismo tamaño en toda el área del cartón, por ello es necesario que en ciertas partes se aumente la presión, para identificar al pasar un pliego, porque hay regiones donde no corta el *suaje*.

Además, en el pliego marcado se pegan tiras de papel precisamente donde lo requiere el área que no cortó, con esto se elevará la presión en las regiones, donde el corte sea débil situar papel de 0,08 milímetros de espesor, y si el corte fuera un poco mayor el papel a pegar es de 0,04 milímetros, esto debe efectuarse hasta que el corte en el pliego finalice. Con esto se finaliza la preparación para iniciar un trabajo.

Figura 35. **Preparación de troquelado**



Fuente: elaboración propia.

### **3.8. Procesos complementarios del troquelado**

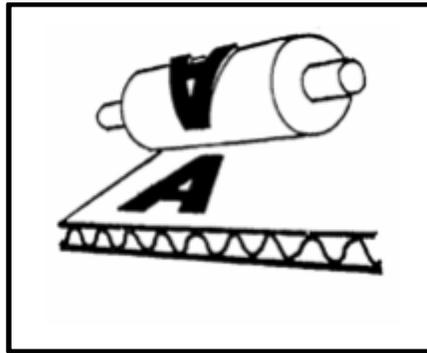
En este apartado se explicará y describirán las actividades que tienen como objetivo la preparación para comenzar los procesos complementarios del troquelado, sustancialmente se dividirá en la preparación de cinco elementos esenciales: diseño, impresión, moldes, pegadoras, revisión y empaque.

#### **3.8.1. Diseño**

Este es el departamento de la empresa en que se efectúan por medio de programas especializados los diseños que posteriormente se imprimen por medio de la técnica de negativos o CTP en placas que son utilizadas en la impresión. También en esta área se elaboran las guías de troquel, las cuales son impresas en acetato para seguidamente comparar el centrado y tamaño de

las imágenes en el pliego de láminas. Las mencionadas guías son de relevancia porque tienen la referencia de centrado en el pliego que se usará durante todo el proceso.

Figura 36. **Diseño**



Fuente: elaboración propia.

### 3.8.2. **Impresión**

En esta área se imprimen las órdenes con base en base el plan proporcionado y establecido por planificación, se imprime la cantidad requerida de pliegos y se apila en polines o tarimas para continuar con el siguiente paso. Una vez quemadas las placas, son trasladadas al área de producción, se colocan en la máquina para comenzar con el proceso de impresión, donde se plasma en el cartón o cartoncillo el arte, y se inspecciona la imagen, el color y los textos. Es importante mencionar que las impresiones salen en pliegos.

Figura 37. **Impresión**



Fuente: Maya Print. *Impresión*. google/imágenes.com. Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **3.8.3. Moldes**

El área donde se fabrican los moldes de troquel está estructurada por tres elementos esenciales: el primero es la madera que se utiliza para portar los otros elementos que complementan el molde y plecas, hules o corchos. Al trabajar estos tres elementos se logra un molde, con el objetivo y capacidad de cortar, doblar y perforar cartón o papel por medio de una máquina troqueladora.



Figura 39. **Área de pegadoras**



Fuente: Imprenta Fenix. *Área de pegadoras*. google/imágenes.com. Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **3.8.5. Revisión y empaque**

Seguidamente de pegadas las cajas son trasladadas al departamento de revisión y empaque, donde como su nombre lo refiere son supervisados elementos como: variación de color, pegado y sellado de la caja. Al encontrarse factores no conformes se retiran del corrugado y se efectúa el informe respectivo. El área cuenta solamente con personal femenino, porque se identificó que trabajan a una mayor velocidad e identifican con facilidad imperfecciones en el producto.

Figura 40. **Revisión y empaque**



Fuente: Imprenta Fenix. *Revisión y empaque*. google/imágenes.com. Consulta: 15 de agosto de 2019.

### **3.9. Análisis de movimientos de los operarios**

Todos los operarios dentro de la empresa objeto de estudio conocen y cumplen con el reglamento interno. Es decir, los operarios de la planta deben utilizar y cuidar de manera correcta los elementos de protección personal, así como cumplir con el correcto seguimiento de procesos, los cuales se mencionan a continuación:

- Encargado de planificación: responsable de la autorización de los planes de troqueles.

- Encargado de troqueles y pegadoras: responsable del cumplimiento de este procedimiento y del plan diario de trabajo de troqueles.
- Técnico de troquel: responsable de la implantación y cumplimiento de este procedimiento.
- Asoc. Sr. de inspección de producto en proceso: responsable de velar que se cumpla este procedimiento.
- Operador de troquel: responsable de troquelar y estampar los pliegos impresos de cartón y papel de acuerdo a las especificaciones contenidas en el folder de elementos y de acuerdo a este procedimiento.
- Auxiliar de elementos finales: proporciona los elementos necesarios para troquelar y estampar una orden.

### **3.10. Determinación de la eficiencia del tiempo en el proceso**

La capacidad de producción se establece como la cantidad de pliegos que troquelela la máquina cilíndrica, incluyendo el tiempo necesario para la preparación, por lo mismo la determinación de la eficiencia del tiempo en el proceso de troquelado conlleva un tiempo de preparación y la determinación de velocidad del mismo, estos se desarrollarán en el siguiente apartado.

#### **3.10.1. Determinación del tiempo de preparación**

El proceso de preparación conlleva una serie de actividades que se presentaron a través de un diagrama de flujo en el punto 3.4., dicho proceso inicia con el traslado de pliegos, seguidamente el apilado de estos, entre otros

especificados, y finaliza con trasladar pila troquelada. La sumatoria de los tiempos de cada actividad da como resultado del proceso de preparación de 1 800,00 unidades por hora.

### 3.10.2. Determinación de la velocidad de operación

La velocidad de operación se obtuvo de la observación directa en la corrida de un proceso de trabajo, recopilados a través del diagrama presentado en el punto 3.4., la mencionada velocidad es de 195,53 minutos por 20 metros.

### 3.11. Descripción de problemas frecuentes en el área de troquelado

Es de suma importancia describir los indicadores, es decir, los problemas frecuentes identificados en el área de troquelado de la empresa objeto de estudio. Los problemas fenómenos son: disparo de máquina, atascos de material, destrucción del arreglo, material defectuoso, falta de supervisión, incumplimiento de programación de preventivos y herramienta de trabajo ineficiente.

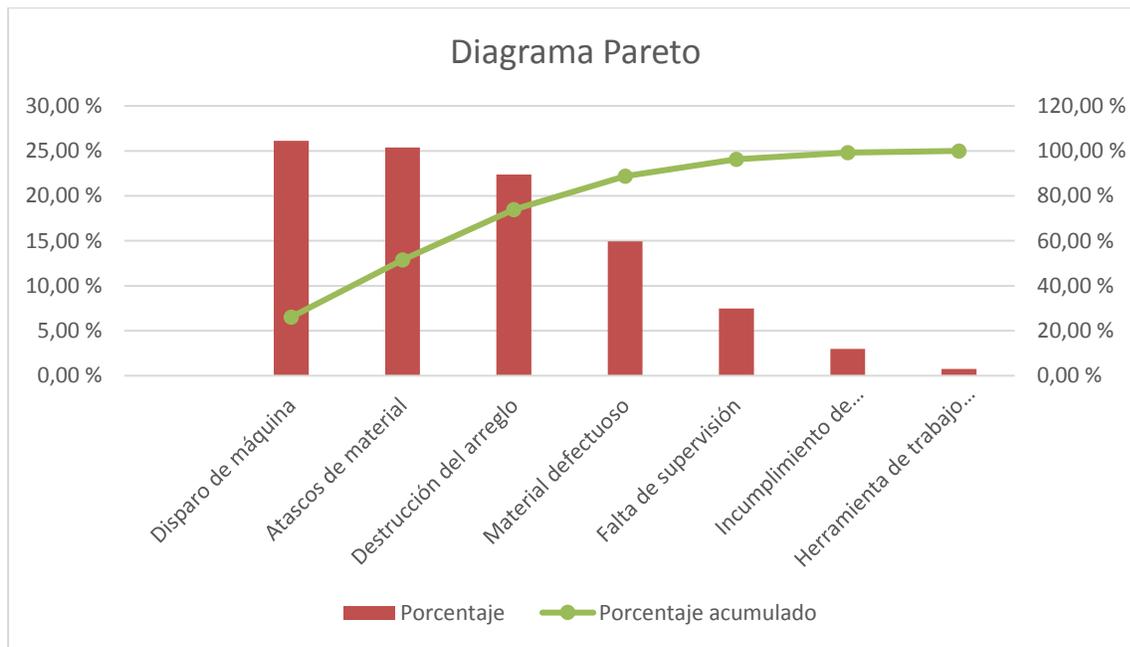
Tabla IV. Problemas frecuentes en el área de troquelado

Problema/fenómeno	Datos recolectados/ frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Disparo de máquina	35	26,12 %	26,12 %
Atascos de material	34	25,37 %	51,49 %
Destrucción del arreglo	30	22,39 %	73,88 %
Material defectuoso	20	14,93 %	88,81 %
Falta de supervisión	10	7,46 %	96,27 %
Incumplimiento de programación de preventivos	4	2,99 %	99,25 %
Herramienta de trabajo ineficiente	1	0,75 %	100,00 %
	134	100,01 %	

Fuente: elaboración propia.

Es importante representar gráficamente el porcentaje acumulado de los problemas frecuentes identificados en el área de troquelado, con el fin de conocer cuáles son los puntos fuertes que provocan cierta problemática, por lo que se recurrió a hacer un análisis de Pareto, el cual muestra el porcentaje y el porcentaje acumulado de los problemas.

Figura 41. **Diagrama de Pareto de los problemas frecuentes en el área de troquelado**



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de Pareto visualiza los tres principales problemas en el área de troquelado: disparo de máquina, atascos de material, destrucción del arreglo, seguidamente se muestra el método de trabajo ineficiente, la falta de material, de igual manera el material defectuoso y la falta de mantenimiento preventivo.

### 3.12. Identificar demoras innecesarias ajenas al área

En el mismo orden de ideas, del análisis del proceso de troquelado y de las causas que afectan el rendimiento del área, se procede a mostrar las demoras innecesarias ajenas al área, a través de una tabla que describe los problemas/fenómenos, los datos recolectados/frecuencia, el porcentaje y el porcentaje acumulado.

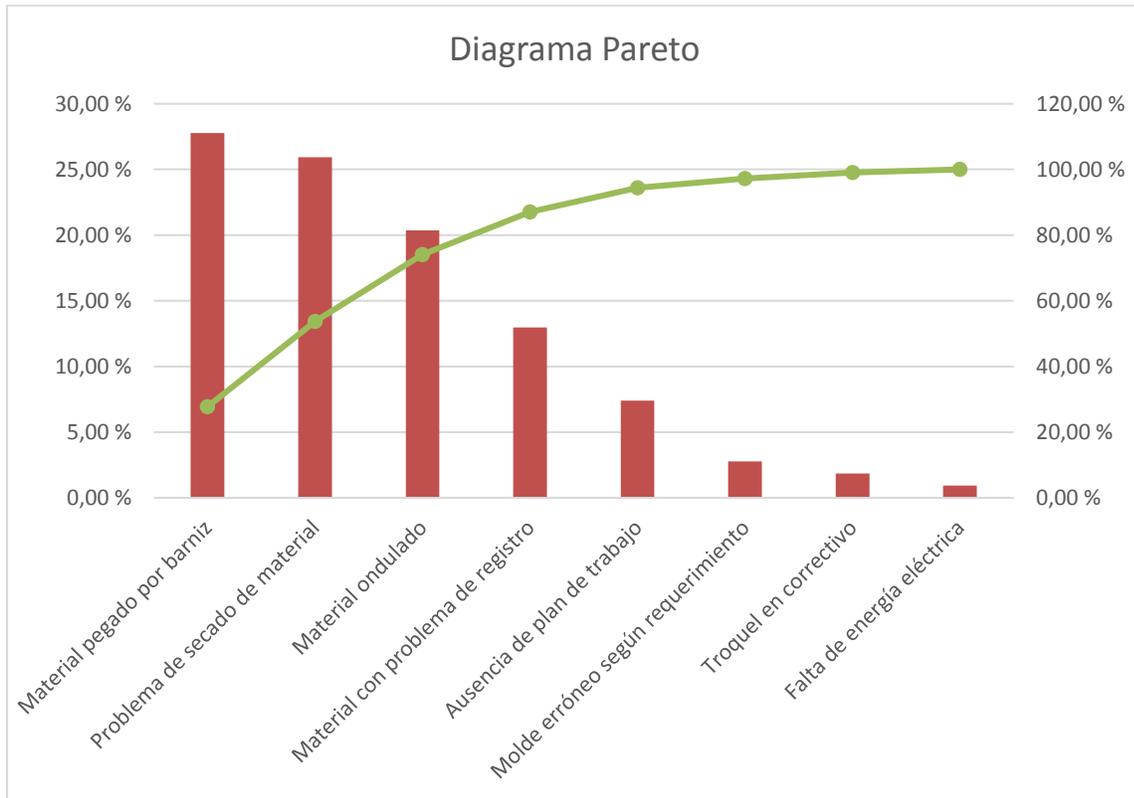
Tabla V. Demoras innecesarias ajenas al área

<b>Problema/fenómeno</b>	<b>Datos recolectados/frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Material pegado por barniz	30	27,78 %	27,78 %
Problema de secado de material	28	25,93 %	53,70 %
Material ondulado	22	20,37 %	74,07 %
Material con problema de registro	14	12,96 %	87,04 %
Ausencia de plan de trabajo	8	7,41 %	94,44 %
Molde erróneo según requerimiento	3	2,78 %	97,22 %
Troquel en correctivo	2	1,85 %	99,07 %
Falta de energía eléctrica	1	0,93 %	100,00 %
	108	100,00 %	

Fuente: elaboración propia.

El siguiente diagrama de Pareto permite visualizar los principales 3 problemas identificados ajenos al área: el material pegado por barniz, problema de secado de material y el material ondulado.

Figura 42. **Diagrama de Pareto de demoras innecesarias ajenas al área**



Fuente: elaboración propia.

### 3.13. Identificar causas de las principales demoras

Es útil identificar las causantes de las principales demoras de la situación actual en el proceso de troquelado de la empresa objeto de estudio, es decir, definir las condiciones a partir de las cuales la materia prima se transforma sufriendo cambios irreversibles, no se puede volver atrás en el proceso y si hay algún error habrá desperdicio de materia prima, mano de obra y tiempo, porque tendrá que iniciarse nuevamente la secuencia de las operaciones.

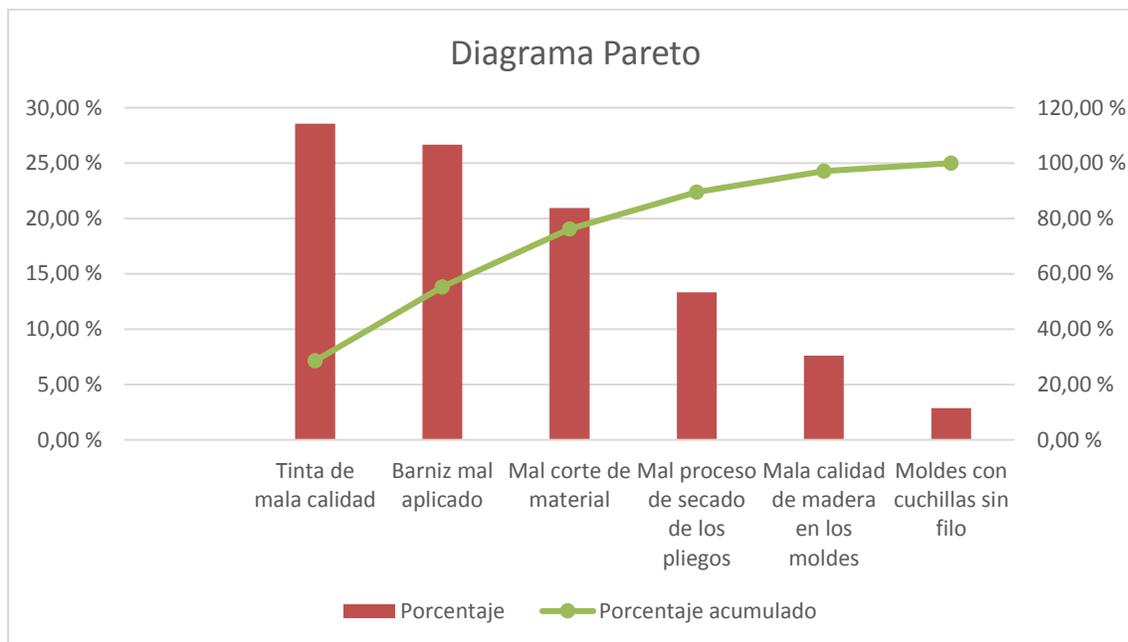
Tabla VI. **Causas de las principales demoras**

<b>Problema/fenómeno</b>	<b>Datos recolectados/ frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Tinta de mala calidad	30	28,57 %	28,57 %
Barniz mal aplicado	28	26,67 %	55,24 %
Mal corte de material	22	20,95 %	76,19 %
Mal proceso de secado de los pliegos	14	13,33 %	89,52 %
Mala calidad de madera en los moldes	8	7,62 %	97,14 %
Moldes con cuchillas sin filo	3	2,86 %	100,00 %
	105	100,00 %	

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de Pareto que muestra las causas de las principales demoras, estas son: que la tinta es de mala calidad, el barniz mal aplicado, el corte de material mal empleado, el inadecuado proceso de secado de los pliegos, la mala calidad de madera en los moldes y los moldes con cuchillas sin filo.

Figura 43. Diagrama de Pareto de causas de las principales demoras



Fuente: elaboración propia.

### 3.14. Análisis de las causas que generan las demoras

Seguidamente de identificar las demoras innecesarias ajenas al área e identificar las causas que generan las mismas se procede a presentar el siguiente análisis:

- Material pegado por barniz, al no estar bien aplicado, por no seguir los parámetros el material se torna amarillento y no se logra el brillo adecuado.
- Problema de secado de material, el secado muy rápido: la tinta seca en las planchas o en los rodillos y no se transfiere a los materiales. Secado

muy lento: es cuando un color sangra en otro, la tinta se acumula o se transfiere a los rodillos de la máquina o a las planchas.

- Material ondulado, este afecta generando ondulación hacia el lado revestido, en el otro lado revestido esto es en los bordes del material recubierto.
- Material con problema de registro, la hoja de registro de materia prima es de suma relevancia, ya que servirá para la prueba de peso en almidón, prueba de tinta, prueba en el papel, entre otros del proceso de troquelado.
- Ausencia de plan de trabajo, este genera paros no programados en los procesos y producción, si el operador no cuenta con una guía de procesos de trabajo, consecuentemente estará perdiendo el tiempo y por lo mismo afectará la producción del departamento.
- Molde erróneo según requerimiento, esto causa falta de contraste en la impresión, brumoso, lechoso, por moldes y planchas inadecuados según como debe ir en la guía de procesos.
- Troquel en correctivo, el tiempo que este pasa en arreglo, a causa de la falta de mantenimiento preventivo, es lo que genera pérdidas de tiempo y producción.
- Falta de energía eléctrica, se identificó la falta de energía eléctrica dentro de la planta objeto de estudio, indicador que genera demoras y falta de productividad.

### **3.15. Resultados**

En el siguiente apartado se procede a presentar la interpretación de resultados, estos identificados a través del análisis del proceso de troquelado y de las causas que afectan el rendimiento del área.

#### **3.15.1. Interpretación de resultados**

El estado de resultados concluye con las utilidades o pérdidas de la empresa durante un periodo de tiempo. Estos son representados por los indicadores principales identificados y presentados anteriormente en la empresa, los cuales representan gastos totales, demoras, merma, mal servicio al cliente, entre otros.

Es de suma importancia mencionar que los paros no programados son factores que afectan en el rendimiento del área, influyendo negativamente en el tiempo de arreglo, la cantidad de láminas procesadas, la velocidad de operación y la productividad del área. En la siguiente tabla se muestran los problemas frecuentes identificados, las demoras innecesarias y las causas principales de las demoras.

Tabla VII. **Problemática identificada en el área de troquelado**

Problemas regulares	Demoras innecesarias	Causas
Disparo de máquina	Material pegado por barniz	Tinta de mala calidad
Atascos de material	Problema de secado de material	Barniz mal aplicado
Destrucción del arreglo	Material ondulado	Mal corte de material
Material defectuoso	Material con problema de registro	Mal proceso de secado de los pliegos
Falta de supervisión	Ausencia de plan de trabajo	Mala calidad de madera en los moldes
Incumplimiento de programación de preventivos	Molde erróneo según requerimiento	Moldes con cuchillas sin filo
Herramienta de trabajo ineficiente	Troquel en correctivo	
	Falta de energía eléctrica	

Fuente: elaboración propia.



## **4. MEJORA EN EL RENDIMIENTO DEL ÁREA DE TROQUELADO**

### **4.1. Redefinición de normas de ejecución de tareas y actividades**

Para mejorar el rendimiento del área de troquelado se deben realizar actividades en la planificación de los procesos de operación y mantenimiento. Por lo mismo es de suma importancia presentar la mejora en el método de trabajo, a través de las correcciones de elementos y la reducción de problemas por falta de material.

Además de desarrollar la propuesta para la reducción de material defectuoso, de igual manera se describen los procesos de mejora administrativos, de planificación y programación. Seguidamente, se muestra el nuevo método de supervisión, la elaboración de actividades fuera de la máquina, además el reemplazo de piezas desgastadas, mantenimiento correcto de esta área y por último el estudio financiero, las mencionadas actividades se presentan en los siguientes apartados.

#### **4.1.1. Mejora en el método de trabajo**

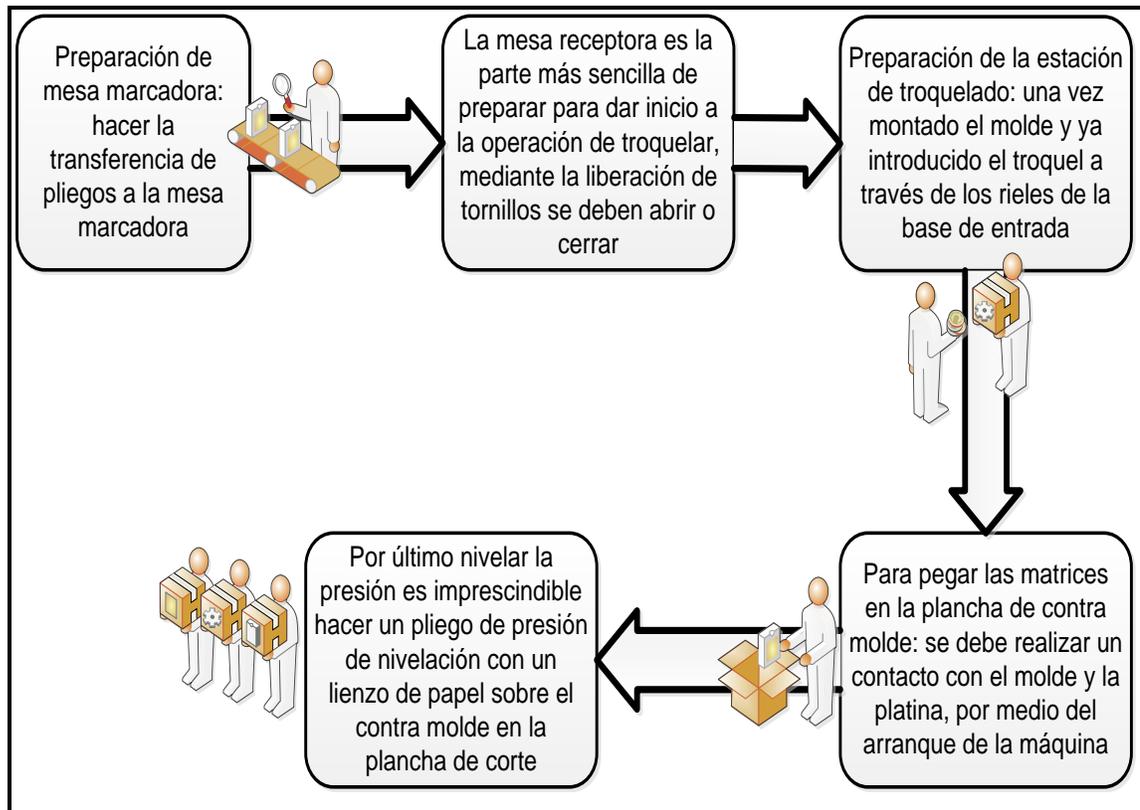
Debido a los diferentes problemas identificados, como primer paso se monta y fija el molde a la rama de la máquina, para ello debe considerarse dejar un margen para que las pinzas sujeten el pliego, a este se le conoce como margen de pinza, este molde se introduce al troquel con la ayuda del operador y el ayudante. Para la mejora en el método de trabajo se desarrolla lo siguiente:

Tabla VIII. Pasos para mejora del método de trabajo

<p>Preparación de mesa marcadora: hace la transferencia de pliegos a la mesa marcadora mediante el alimentador encendiendo la bomba de vacío y de aire comprimido, las poleas o rodela de la entrada, deben ser alineadas en la dirección de los succionadores y la rodela palpadora del doble pliego debe ser ajustada, los rodillos de caucho y cerdas de cepillo se deben alinear con las poleas de la entrada, seguidamente, hay que graduar la presión de los rodillos girando los tornillos en dirección de las agujas del reloj para mayor presión y en contra para disminuir la presión.</p>
<p>La mesa receptora es la parte más sencilla de preparar para dar inicio a la operación de troquelar, mediante la liberación de tornillos se deben abrir o cerrar, según sea el caso, las paletas laterales y las que están en la parte trasera, posteriormente, se debe pasar un pliego hasta la mesa receptor observando las distancias, que están los topes, correr los topes del lateral y posterior hasta una distancia de 7 milímetros del borde de la arista del pliego.</p>
<p>Preparación de la estación de troquelado: una vez montado el molde y ya introducido el troquel a través de los rieles de la base de entrada, se procede a retirar el papel protector de las matrices, luego, con el timonel de ajuste de presión hay que bajar la presión a la platina de la máquina para introducir la rama con el molde, posteriormente, se deben bajar las palancas de seguros.</p>
<p>Para pegar las matrices en la plancha de contra molde: se debe realizar un contacto con el molde y la platina, por medio del arranque de la máquina, es necesario para ella cuando se observe dicho contacto y dejar la barra de pinzas en medio de la, platina, esto, con el propósito de sacar la plancha de corte, con ello se puede despegar las guías de las matrices ya pegadas en la plancha. Las matrices deben ser lijadas en sus bordes extremos para que no intervengan en el paso de pliegos cuando se esté llevando a cabo la operación.</p>
<p>Para nivelar la presión es imprescindible hacer un pliego de presión de nivelación con un lienzo de papel sobre el contra molde en la plancha de corte, tratando de centrarlo y aproximarle a la orilla del lado de pinza se pega a la plancha con adhesivo, sobre él se coloca un pliego de papel carbón y, luego, otro pliego de los que se va a troquelar, el siguiente paso es introducir la plancha con los pliegos, arrancar la máquina a manera que solamente un contacto la platine con el molde, observar siempre que la barra de pinzas quede en medio para sacar la plancha o el molde.</p>

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Mejora en el método de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Correcciones de elementos**

Estas consisten en eliminar el desperdicio que se produce al realizar el corte en el troquel, por lo tanto, la incorporación de la separación automática de desperdicio en el troquel cobra gran importancia teniendo en cuenta que, manualmente, separar el desperdicio de una gran cantidad de pliegos tomaría mayor tiempo e inversión. Los pasos a seguir para crear un arreglo de separación son:

Tabla IX. **Pasos para correcciones de elementos**

Realizar una parada a la máquina tratando de que la barra de pinzas quede al medio en la estación de troquelado así como en la estación de arreglos de limpieza.
Trasladar un pliego ya troquelado a la estación de arreglo de limpieza con el fin de observar la posición que debe llevar el molde de limpieza.
Situar el molde de limpieza hembra, esto se hace colocándolo debajo del pliego troquelado, siempre observando que los agujeros del molde queden alineados con los botes que se van a eliminar del pliego.
Ubicar las barras de soporte de los moldes de manera que no intervengan en la caída de los botes de material.
Seguidamente asegurar el molde hembra a las barras mediante tornillos de 8 mm.
Poner el molde macho encima de la hembra, deben quedar las siluetas del macho casadas con los agujeros de la hembra y se procura que el molde esté centrado.
El bastidor del troquel debe bajarse hasta la parte inferior debiendo quedar en contacto con el molde macho.
Asegurar el molde macho con el bastidor por medio de tornillos de 8 mm; colocar barras y, luego sobre estas, instalar los pines de empuje, estos tienen tornillos ya incorporados.
El último paso consiste en realizar pruebas con pliegos, observando que no existan golpes en el pliego y que los botes sean separados.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2.1. Mejora del proceso

Para la mejora de proceso en el área de la planta se propone una distribución adecuada para ubicar los troqueles que se emplean con poca frecuencia para facilitar su acceso y retorno al mismo.

En el caso de las máquinas troqueladoras, el ordenamiento correcto de la herramienta facilita la identificación visual de los equipos, controles, sistemas de seguridad, alarmas y sentidos de giros, logrando que se tengan protecciones visuales para dar su inspección autónoma y control de limpieza.

En el área de máquinas troqueladoras se plantea la demarcación de todos los lugares de la planta y la utilización de protecciones transparentes especialmente para equipo de alto riesgo, incrementando la seguridad y la productividad global de la planta y generando mayor obediencia de las órdenes de trabajo, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 45. Área de clasificación de troqueles



Fuente: elaboración propia.

#### **4.2. Reducción de problemas por falta de material**

Para la reducción de problemas por falta de material es necesario considerar una serie de políticas que debe incrementar la empresa objeto de estudio para la recepción de materia prima y muestreo. Estas se enlistan a continuación:

- En el proceso de recepción de materia prima no preferir al proveedor que brinde el mejor precio, sino a aquel que, con evidencia estadística sólida, con precio competitivo, ofrezca mejor calidad.
- Realizar los muestreos descritos del cartón si se encuentran en los límites de especificación, de lo contrario detenerse para corregir el proceso si es necesario.
- Inspeccionar que cada orden de producción sea aprobada por el supervisor y el departamento de control de calidad.
- El procedimiento de revisión de la caja conllevará aspectos generales como: registro de impresión, resistencia del cartón, tonalidad de colores, escuadre de la caja y la cantidad de cajas cabal de cada orden.
- Abrir un programa de capacitación continua donde se dé a conocer a cada participante el proceso del sistema de calidad y las ventajas que se obtienen, tanto para ellos como para la empresa. De igual manera es importante aclarar dudas que puedan tener acerca del sistema de control de calidad en las cajas de cartón corrugado. Además de estimular a los trabajadores para que sientan cómo el sistema de calidad les ayudará a disminuir los reclamos de clientes y eso disminuirá las devoluciones.

#### 4.2.1. Tiempo estimado para redistribución del área

Se procedió a determinar el tiempo de las operaciones internas y externas que realiza el área de troquelado, siendo las actividades internas aquellas que deben realizarse con la máquina parada y las externas las que se pueden realizar con la máquina en marcha. Para lograr identificar las actividades en internas o externas se procederá a utilizar la tabla simplificada de actividades.

Tabla X. **Tiempo para redistribución de área**

Actividad	Tiempo minutos	Interna/ externa
Buscar nuevo pedido	0,37	Externo
Introducir medidas	0,76	Interno
Ajuste de troquel	11,4	Externo
Retirar troquel	1,5	Interno/externo
Colocar nuevo troquel	2,22	Interno/externo
Limpieza	4,08	Interno
Eliminar protectores	2,28	Interno
Retirar el trazado del trabajo anterior	1,98	Externo
Colocar nuevo trazado	2,24	Interno
Colocar cintas sobre el trazado	3,71	Interno
Cambio de formato	2,09	Interno
Cambio de pinza	1,90	Interno
Preparar introductorio	7,71	Externo
Ajustar caja	0,66	Interno
Dar presión a la maquina	0,95	Interno
Ajustar márgenes	0,47	Interno
Ajustar troquel		Interno

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se identifican cuatro operaciones externas: la primera es la búsqueda del nuevo pedido, la cual se puede ir realizando mientras finalizan las últimas tiradas del pedido.

Para el ajuste de troquel, debido a que se tiene la mesa vertical externa, el troquel se puede ir preparando y ajustando fuera de máquina, por otro lado, el trazado se encuentra situado en el lado opuesto del troquel, por lo que en la mesa vertical también se puede eliminar el trazado anterior.

Tiempo total	44,32
Tiempo externo	25,18
Tiempo total final	19,14

Por lo cual se debe reducir el tiempo de las operaciones externas con el objetivo principal que no se den paros no programados.



### **4.3. Reducción de material defectuoso**

En la reducción de material defectuoso de la empresa SigmaQ Litozadik se procederá a evaluar el material a través de varias pruebas de control de calidad durante las fases de manufactura. Para lo antes mencionado se propone la prueba de roce del cartón.

#### **4.3.1. Prueba de roce**

Esta condición es de suma importancia porque establece la capacidad de un pliego a resistir la manipulación necesaria para ser troquelado sin sufrir algún daño en su superficie. Hay aparatos que se someten al área de pliego impreso en distintas repeticiones de presión, y si en esta muestra se visualizan rayones o desprendimiento de tinta no se pueden troquelar los pliegos.

### **4.4. Administración, planificación y programación**

Con el objetivo de mejorar la planificación y programación de las acciones de mantenimiento en la empresa SigmaQ Litozadik se hace la propuesta de rediseñar las órdenes de producción, con el fin primordial de identificar cada detalle del pedido solicitado por el cliente y los elementos necesarios en que se incurre en manufacturación de las cajas de cartón.

#### **4.4.1. Orden de producción**

En la siguiente tabla se describe la orden de producción propuesta para la fabricación de cajas de cartón corrugado, la cual debe especificar la orden de producción, especificaciones del trabajo y los correspondientes acabados.

Tabla XI. Orden de producción

EMPRESA SIGMAQ LITZADIK			
ORDEN DE PRODUCCIÓN			
No. Orden	Fecha / /	Producto	
Área de trabajo	Actividad/ Procedimiento	Aplicada por	
Supervisado por	Operador	Máquina	Tiempo
<b>Orden de producción</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Número de cotización			
Cliente			
Fecha de apertura			
Fecha requerida			
<b>Aspectos específicos del trabajo</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Medio proporcionado			
Extendió boleta			
Solicitó boleta			
Cantidad requerida			
Dimensiones			
Descripción			
<b>Finalización del proceso</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>
Troquelado			
Pegado			
<b>COMENTARIOS GENERALES:</b>			
<b>FIRMA:</b>			
<b>SELLO:</b>			

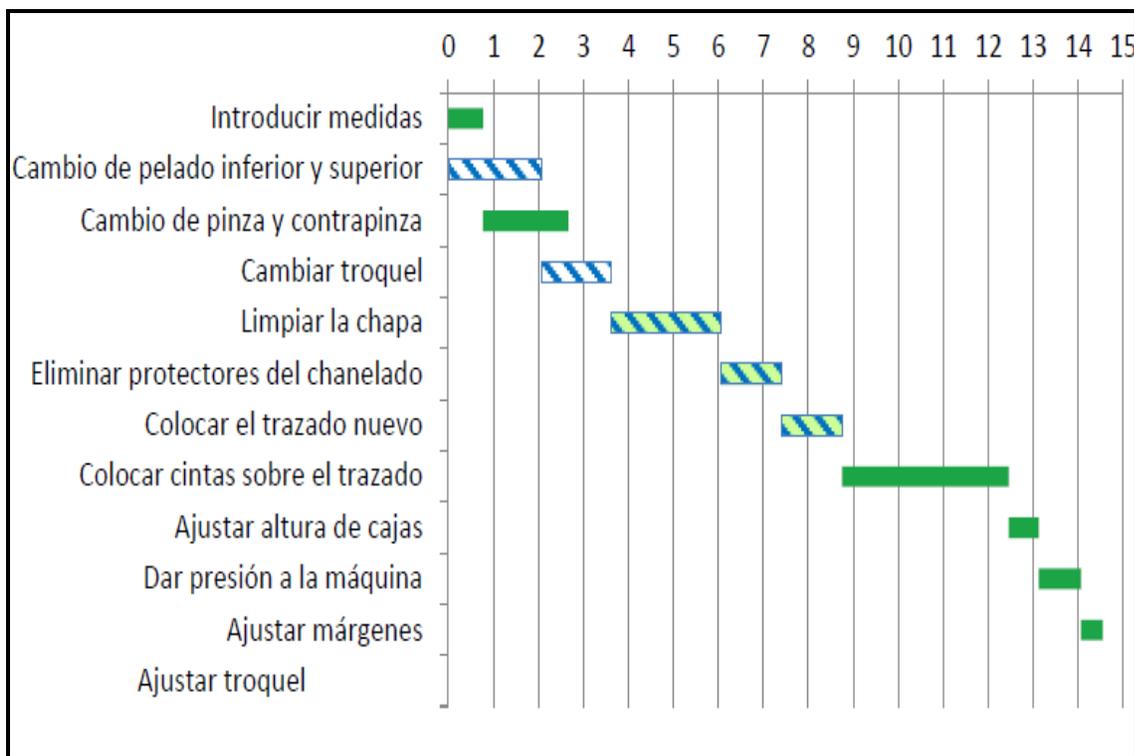
Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.2. Programación de trabajo

Para implantar la mejora es necesario realizar una programación estratégica. Por lo mismo, en la siguiente figura se muestra la propuesta de programación de trabajo para la fabricación de cajas de cartón corrugado,

describiendo paso a paso el mencionado proceso, iniciando con la introducción de medidas, el cambio de pelado inferior y superior, el cambio de pinza y contrapinza, el cambio de troquel, limpieza de la chapa, eliminación de protectores del chanelado y los siguientes descritos en el orden propuesto.

Figura 47. Programación de trabajo



Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.3. Aprobación del cliente

Para que una caja de cartón corrugado logre satisfacer las necesidades de los clientes se debe interrelacionar adecuadamente un conjunto de variables de calidad. Centrados en la aprobación del cliente, las variables a evaluar son el

registro de impresión, el escuadre de la caja y el pegado de cierre. Las políticas esenciales propuestas para correr una orden de producción son las siguientes:

- Cada orden en general de producción debe ser autorizada por el encargado de control juntamente con el supervisor del área.
- Cuando el encargado de control de calidad y el supervisor del departamento estén ausentes, estos deben asistir al jefe de producción antes de poner en marcha la producción.
- En la autorización de órdenes de producción debe cumplirse con estándares de calidad establecidos en todas las pruebas ya mencionadas.

De igual manera se propone el siguiente procedimiento para revisar la orden de producción:

- Considerando que es producción intermitente, no se puede estar revisando la orden de producción en el instante de hacer el alistamiento de máquina, por lo tanto esta debe revisarse con tiempo suficiente para corregir los errores con tiempo.
- Se debe entregar la orden al operador para que haga su alistamiento de máquina.
- Se deben hacer pruebas de calidad, según el área en donde se encuentre.

- Es necesario establecer si aprobar la corrida de la orden de producción o postergarla.

Tabla XII. **Aprobación del cliente**

EMPRESA SIGMAQ LITZADIK			
APROBACIÓN DEL CLIENTE			
No. Orden	Fecha / /	Producto	
Área de trabajo	Actividad/ Procedimiento	Aplicada por	
Supervisado por	Operador	Máquina	Tiempo
<b>Marcar con una x según proceso</b>			
INDICADORES DE CALIDAD		SI	NO
Lectura y análisis de la información de la orden de trabajo			
Verifica el diseño			
Desprendimiento de liners o sin liners			
Verificar descuadre			
Verificar Código de Barras			
Exceso de pegamento			
Textos ilegibles			
Impresión picada			
INSPECCIÓN DE CALIDAD EN EL PROCESO DE IMPRESIÓN		HORA	
		Inicio	Final
Lectura y análisis de la información de la orden de trabajo			
Verifica el diseño			
Desprendimiento de liners o sin liners			
Verificar descuadre			
Verificar Código de Barras			
Exceso de pegamento			
Textos ilegibles			
Impresión picada			
<b>COMENTARIOS GENERALES:</b>			
<b>FIRMA:</b>			
<b>SELLO:</b>			

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5. Nuevo método de supervisión**

En el siguiente apartado se procede a describir la propuesta de un método de supervisión para la operación de la máquina troqueladora de la empresa SigmaQ Litozadik, describiendo detalladamente la mejora del procedimiento para aprobación en máquina.

##### **4.5.1. Mejora del procedimiento para aprobación en máquina**

Para lograr la mejora del procedimiento para aprobación en máquina se propone realizar reuniones periódicas con cada uno de los responsables: jefe de producción, supervisor, operarios, con el objetivo de verificar el cumplimiento de las acciones establecidas a continuación.

- Establecimiento de planes preventivos de mantenimiento de la máquina.
- Análisis diario, semanal y mensual de manera individualizada con los conductores de los valores obtenidos, procediendo a la toma de decisiones y realización de medidas correctoras.
- Planificación de pedidos óptimos que eviten saturación de la línea.
- Revisión y corrección del cuerpo del troquelador:
  - Eliminación de holguras.
  - Ajustes de bronces.
  - Revisión de husillos y tuercas.

## **4.6. Elaboración de actividades fuera de máquina**

Toda actividad en procesos de producción se debe trabajar bajo metodologías de mejora continua. Por lo mismo en los siguientes apartados se describen las actividades a realizar para la conservación de la calidad del producto final. Se describe detalladamente el proceso de cuadraje y el proceso de desmontaje de la máquina troqueladora de la empresa SigmaQ Litozadik.

### **4.6.1. Cuadraje (ajustes)**

En la preparación del alimentador, primeramente, es imprescindible dejar libres los topes laterales de la mesa alimentadora, sobre la mesa alimentadora se coloca alrededor de unos 300 pliegos, se visualiza sobre la escala que el mismo valor numérico que se identificó en las escuadras de la mesa del registro coincida con la escala del alimentador, esto se realiza en la arista del pliego donde tenga las marcas de escuadra de impresión.

Los topes laterales se aseguran a través de su propio mecanismo de sujeción, girando a sus manecillas, debe tenerse claro que debe haber una holgura entre las aristas del pliego y topes, esta es de 1,5 milímetros.

Continuando con las especificaciones técnicas de la máquina, la velocidad de operación estaría entre 4 600 pliegos por hora, esto como la velocidad máxima que podría lograr y, como velocidad mínima, 1 800 pliegos por hora.

#### **4.6.2. Desmontaje**

En el proceso de desmontaje es sumamente importante tener en consideración no golpear las guías, el mecanismo de sujeción para no alterar el cambio de formato.

#### **4.7. Reemplazo de piezas desgastadas**

El reemplazo de las piezas gastadas se realiza en el momento de una inspección de mantenimiento preventivo y correctivo en las máquinas, para lo cual el técnico de mantenimiento hace de conocimiento del jefe de mantenimiento que se reemplazará una o varias piezas, las cuales son anotadas para llevar un control de repuestos.

#### **4.8. Mantenimiento adecuado**

Es sumamente importante aclarar que el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos. Es decir, que se debe tener un sistema de organización donde la responsabilidad no incurra únicamente en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa. No obstante, el departamento de mantenimiento tiene una gran importancia para la propuesta de este proyecto, porque es el encargado de realizar todas las tareas preventivas asignadas a las diferentes máquinas de la empresa objeto de estudio.

##### **4.8.1. Visitas e inspecciones**

El mantenimiento preventivo sistemático o programado está constituido por aquellas tareas planificadas para realizar, cuando una de las máquinas

tenga un paro. En este apartado es importante describir el mantenimiento preventivo que se le realiza a la onduladora (que es la máquina de mayor importancia para la empresa SigmaQ Litozadik), y el que se le realiza al resto de máquinas.

#### **4.8.2. Tiempo estándar para labores de mantenimiento preventivo**

Para el tiempo estándar para labores de mantenimiento preventivo se propone la implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total (MPT), que es un sistema de mantenimiento del equipo que requiere tanto al personal técnico como a la administración y al personal de producción.

El objetivo principal del Mantenimiento Productivo Total está dirigido en primer lugar al personal, después a la calidad y por último a la productividad, de tal forma que se espera lo siguiente:

- Cero fallas de equipo
- Cero sucesos dañinos
- Cero productos con defectos

Los antes referido abarca varios conceptos que contribuyen a los logros de la empresa objeto de estudio, esto es, tener cero fallas en equipo, esto indica que se está proporcionando un correcto mantenimiento preventivo y se da el uso correcto a la maquinaria, lo que afirma que se encuentran trabajando en condiciones normales de operación, tener cero sucesos dañinos señala que los trabajadores están laborando bajo los procedimientos indicados de trabajo, cero productos con defectos, quiere decir que los procedimientos y estándares son los correctos.

Para lograr alcanzar lo antes descrito se propone realizar reuniones cada semana, enfocadas en formar a los operarios para que ellos mismos efectúen mejoras a los equipos y por lo tanto sepan prevenir y solucionar fallas. No únicamente el área de mantenimiento debe contar con los manuales de operación de las máquinas, es indispensable que el jefe de producción y altos mandos cuenten con una copia de los manuales, esto contribuirá a implantar tres puntos específicos que ayudarán a la disminución de desperdicio:

- Ajustes, lubricación, solución de pequeñas fallas, que diariamente los operarios deben realizar en los equipos, con el fin de minimizar la intervención del personal de mantenimiento.
- Limpieza e inspección a diario de los equipos, llevando a cabo pruebas de corridas con materiales que son considerados desperdicios.
- A cada departamento se le debe asignar un carretón en estado perfecto y numerado para depositar el desperdicio que se origina durante el turno, el cual debe pertenecer a una máquina en específico. En la siguiente tabla se muestra la propuesta de mantenimiento de la máquina troqueladora:

Tabla XIII. Frecuencia de mantenimiento de máquina troqueladora

<b>EMPRESA SIGMAQ LITZADIK</b>			
<b>HOJA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>No. Orden</b>	<b>Fecha / /</b>		<b>Producto</b>
Área de trabajo	Actividad/ Procedimiento		Aplicada por
<b>Supervisado por</b>	<b>Operador</b>	<b>Máquina</b>	<b>Tiempo</b>
<b>TROQUELADORA SEMI-AUTOMÁTICA</b>			
Limpieza exterior			Diaria
Limpieza de superficies de la mesa troqueladora			Trimestral
Lubricación de engranajes			Trimestral
Lubricación de graseras de elevador			Mensual
Mantenimiento general de motor principal			Anual
Mantenimiento general			Anual
<b>TROQUELADORA AUTOMÁTICA</b>			
Limpieza y lubricación de guías			Quincenal
Revisar (goteo) y llenar depósitos de aceite			Quincenal
Lubricar engranajes motrices			Quincenal
Revisar tornillos			Mensual
Limpieza de freno			Trimestral
Limpieza de rodillo			Trimestral
Revisión de motor			Anual
Mantenimiento general			Anual
<b>COMENTARIOS GENERALES:</b>			
<b>FIRMA:</b>			
<b>SELLO:</b>			

Fuente: elaboración propia.

## **4.9. Estudio financiero**

En los siguientes apartados se presenta un punto esencial en toda propuesta de mejora, con el fin primordial de demostrar que es factible el estudio financiero para la evaluación de la propuesta de mejora en la empresa SigmaQ Litozadik. Se describe el análisis de costos seguidamente de los costos de la implantación.

### **4.9.1. Análisis de costos**

El análisis de costos conlleva el monto de la inversión inicial de Q 27 060,84, teniendo unos ingresos esperados de Q 7 500,00 y unos gastos de Q 35 000,00.

Por lo tanto, la tasa de actualización, es decir, TREMA es uno de los elementos principales para la evaluación financiera de un proyecto de inversión, en otras palabras, para el cálculo del VAN, TIR y B/C se requiere de todos los ingresos, egresos y la TREMA.

Para identificar la TREMA se tomaron en cuenta las siguientes dos opciones: un índice inflacionario más una prima, e incurrir en el riesgo de invertir el dinero en el proyecto:

TREMA = índice inflacionario (inflación) 3,8 % + prima de riesgo 5 %

Tasa al 10 %

$$VPN = -27\,060,84 - 35\,000 \left[ \frac{(1 + 0,10)^6 - 1}{0,10(1 + 0,10)^6} \right] + 75\,000 \left[ \frac{(1 + 0,10)^6 - 1}{0,10(1 + 0,10)^6} \right] =$$

$$= 147\,135,8$$

$$VPN = -27\,060,84 - 35\,000 \left[ \frac{(1 + 0,20)^6 - 1}{0,20(1 + 0,20)^6} \right] + 75\,000 \left[ \frac{(1 + 0,20)^6 - 1}{0,20(1 + 0,20)^6} \right] =$$

$$= 105\,921,30$$

TREMA: Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable.

- Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente fórmula:

$$TIR = \left[ \frac{(tasa1 - tasa2) - (0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + tasa2$$

$$TIR = \left[ \frac{(10 - 20) - (0 - 105\,921,30)}{(147\,135,80) - (105\,921,30)} \right] + 20 = 22,56 \%$$

La TIR para la inversión es de 22,56 %. Esto quiere decir que es la tasa máxima de pago para obtener una alternativa económica. A continuación, se resumen los criterios a utilizar para la toma de decisiones:

R - B/C	Criterio de decisión
R - B/C	> 1 Se acepta

R - B/C = 1 Indiferente  
R - B/C < 1 Se rechaza

- Costo/beneficio

El costo beneficio del proyecto se determina entre el resultado de dividir los ingresos/egresos del proyecto. Para el estudio de la empresa se determinan con base en el VPN los siguientes valores:

Tabla XIV. **Costo beneficio VPN**

	VPN egresos	VPN ingresos	Ratio
Propuesta 1	Q 179 482,34	Q 326 617,50	1,82
Propuesta 2	Q 143 453,34	Q 249 412,50	1,73

Fuente: elaboración propia.

Considerando que ambas opciones son rentables porque son mayores que uno (1), la primera propuesta da un mayor beneficio.

Seguidamente de conocer la relación de beneficio costo a obtener en el proyecto, este indica que se tiene para cubrir cada quetzal de gastos Q 1,82 de ingresos, lo cual determina que el proyecto de inversión logrará solventar sus egresos inmediatos.

#### 4.9.1.1. Costos de implementación

Después de presentar el análisis de costos se determinó el costo de implantación de la propuesta: Q 27 060,84, como se describe en la siguiente

tabla, la cual describe los costos de orden de las áreas de trabajo, capacitación de personal, mantenimiento de equipo, maquinaria (dato proporcionado por gerencia), pruebas de control de calidad de materia prima y producto terminado y los gastos varios.

Tabla XV. **Costo de implementación**

Acción	Valor
Orden de las áreas de trabajo	Q 5 000,00
Capacitación de personal	Q 5 000,00
Mantenimiento de equipo, maquinaria (dato proporcionado por gerencia).	Q 7 060,84
Pruebas de control de calidad materia prima y producto terminado	Q 6 000,00
Gastos varios	Q 4 000,00
Total	Q 27 060,84

Fuente: elaboración propia.

## **5. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO**

### **5.1. Evaluación de resultados**

La aplicación de mejoras en el rendimiento del área de troquelado conlleva una serie de factores esenciales, a través de nuevos procesos, tiempos, mantenimiento, entre otros, como se desarrolló en el capítulo anterior. Por lo tanto, se da la evaluación y seguimiento de un sistema de control y verificación de calidad para detectar la variabilidad del procedimiento de troquelado, centrado, como se expresó, en el método de mejora continua.

Con el fin de establecer el grado de avance dentro de la evaluación inicial y la propuesta de mejora se analizó, a través de un gráfico de atributo, la cantidad de defectos hallados en el troquelado, a continuación de efectuar las mejoras se evaluó nuevamente obteniendo resultados de la reducción de desperdicio.

#### **5.1.1. Resultados obtenidos**

La tabla siguiente describe los resultados previos al estudio, es decir, los datos iniciales antes de efectuar las mejoras, identificando la muestra,  $c$ , LSCi, LC y LICi.

Tabla XVI. Datos iniciales

Muestra	c	LSCi	LC	LICi
1	12	23,623	12,864	2,104
2	6	23,623	12,864	2,104
3	14	23,623	12,864	2,104
4	11	23,623	12,864	2,104
5	16	23,623	12,864	2,104
6	9	23,623	12,864	2,104
7	11	23,623	12,864	2,104
8	17	23,623	12,864	2,104
9	8	23,623	12,864	2,104
10	13	23,623	12,864	2,104
11	21	23,623	12,864	2,104
12	28	23,623	12,864	2,104
13	14	23,623	12,864	2,104
14	15	23,623	12,864	2,104
15	13	23,623	12,864	2,104
16	2	23,623	12,864	2,104
17	9	23,623	12,864	2,104
18	10	23,623	12,864	2,104
19	14	23,623	12,864	2,104
20	11	23,623	12,864	2,104
21	13	23,623	12,864	2,104
22	16	23,623	12,864	2,104

Procedimiento:  
 Se utiliza cuando no se puede dividir la muestra.

Número de muestras  $K > 25$ , preferible

$C = \frac{\text{Núm. total de defecto en todas las muestras (K)}}{K}$

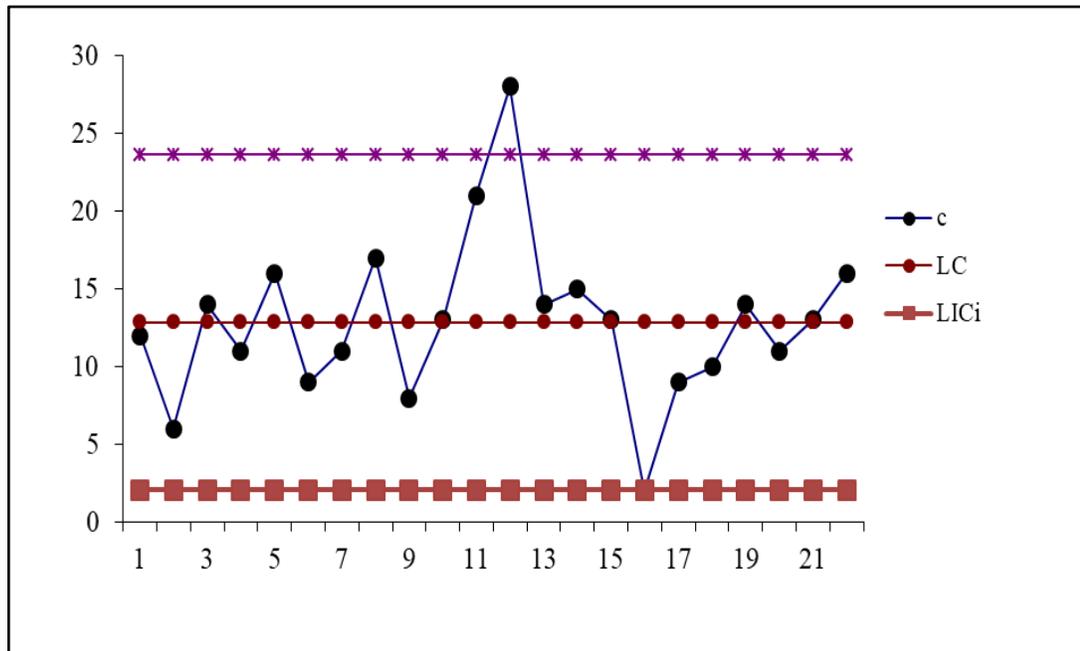
$LC = c$   
 $LSC = c + 3 \cdot c^{1/2}$   
 $LSC = c - 3 \cdot c^{1/2}$

Gráficar y valorar  
 Promedio 12,86

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente gráfica se pueden visualizar los datos iniciales al estudio, antes de la implantación de la propuesta.

Figura 48. **Gráfico C, datos iniciales al estudio**



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se describen los resultados obtenidos después de la mejora, a través de la muestra, c, LSCi, LC y LICi:

Tabla XVII. Datos obtenidos después de la mejora

Muestra	c	LSCi	LC	LICi
1	1	1,461	0,182	-1,097
2	0	1,461	0,182	-1,097
3	0	1,461	0,182	-1,097
4	0	1,461	0,182	-1,097
5	0	1,461	0,182	-1,097
6	0	1,461	0,182	-1,097
7	1	1,461	0,182	-1,097
8	0	1,461	0,182	-1,097
9	0	1,461	0,182	-1,097
10	0	1,461	0,182	-1,097
11	0	1,461	0,182	-1,097
12	0	1,461	0,182	-1,097
13	0	1,461	0,182	-1,097
14	0	1,461	0,182	-1,097
15	0	1,461	0,182	-1,097
16	0	1,461	0,182	-1,097
17	0	1,461	0,182	-1,097
18	0	1,461	0,182	-1,097
19	0	1,461	0,182	-1,097
20	1	1,461	0,182	-1,097
21	1	1,461	0,182	-1,097
22	0	1,461	0,182	-1,097

Procedimiento:  
 Se utiliza cuando no se puede dividir la muestra.

Número de muestras  $K > 25$ , preferible

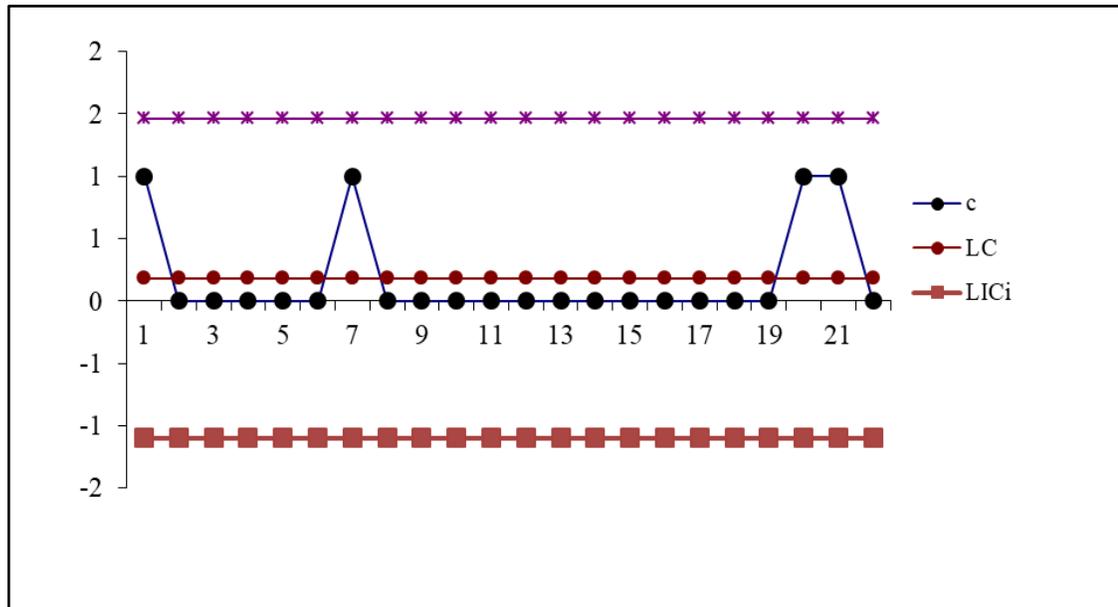
$C = \frac{\text{Núm. total de defecto en todas las muestras (K)}}{K}$

$LC = c$   
 $LSC = c + 3 \cdot c^{1/2}$   
 $LSC = c - 3 \cdot c^{1/2}$

Promedio aproximado 0,182 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. Gráfico C, después de la mejora



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Interpretación

Con base en el análisis efectuado en la empresa SigmaQ Litozadik, los tres problemas principales en el área de troquelado son: disparo de máquina, atascos de material y destrucción del arreglo, los cuales se generaban frecuentemente, por lo mismo se propone una serie de lineamientos para gestionar los materiales y el uso de la maquinaria. Con la constante inspección por parte del departamento de mantenimiento, a través de visitas e inspecciones y la evaluación de los tiempos estándares de las actividades, con el objetivo de prevenir paros no programados ante las emergencias de una máquina averiada.

## **5.2. Auditorías**

El proceso de las auditorías internas y externas se planificó tomando en cuenta el estado, la importancia de los procesos y el área a auditar. La auditoría de la mejora de procesos es una actividad básica para establecer la aplicación de la implantación en el área de troqueles, es mediante las evidencias que presente el resultado de la auditoría, siendo estas las que demuestran con propiedad el grado de aplicación y los resultados positivos o negativos que se obtendrán.

Es sumamente importante que los resultados negativos se visualicen como oportunidades de mejora. En el siguiente apartado se procede a describir las actividades a efectuar a través de auditorías para la verificación del correcto cumplimiento de las normas para optimizar el proceso de troquelado.

### **5.2.1. Internas**

Para proporcionar una retroalimentación a los operadores de la maquinaria se establecieron una serie de auditorías para observar los cambios y los avances en el mantenimiento, que es la finalidad de esta auditoría, y darle seguimiento a la propuesta de mejora. Los responsables de realizar la presente auditoría son: jefe de control de calidad y el equipo auditor. En la siguiente tabla se presenta el proceso de auditoría interna planificado para la planta de producción:

Tabla XVIII. Control de auditoría interna

EMPRESA SIGMAQ LITIZADIK		
HOJA DE AUDITORÍA INTERNA		
No.	Fecha / /	Máquina
Área de evaluación:	Realizada por:	Aprobada por:
Responsable	Paso	Procedimiento
Jefe de Control de Calidad	1	Elaborar el programa anual de auditorías considerando: 1. Los resultados de auditorías anteriores. 2. La complejidad de los procesos 3. Los puntos críticos de control donde se pone los peligros de manifiesto relativos a la seguridad alimentaria
		El programa anual de auditorías contiene la siguiente información: área o procesos a auditar, responsable del área/proceso a auditar, alcance de la auditoría, responsable de realizar la auditoría y mes en el cual se realizará la auditoría.  Una vez que se han programado las auditorías, llegadas las fechas de las auditorías se elabora por cada una el plan de auditoría interna que será anunciado al menos con una semana de anticipación a los auditados para que estos se preparen, comuniquen al personal a su cargo y puedan atender con efectividad la auditoría o se realicen observaciones al plan si hubiesen condiciones que limiten realizar la auditoría.  El plan de auditoría se envía en un memorando a los auditados, y debe contener al menos: 1. Código o referencia de la auditoría. 2. Fecha de la auditoría 3. Área o proceso a auditar 4. Responsables de las áreas a auditar 5. Designación los auditores
Equipo Auditor	2	Todas las auditorías inician con la reunión de apertura, la cual es precedida por el equipo auditor y debe contar con la participación del personal del área o proceso a auditar. En la reunión inicial deben confirmarse el objetivo de la auditoría, el alcance y la distribución de las actividades.
<b>COMENTARIOS GENERALES:</b>		
<b>FIRMA:</b>		
<b>SELLO:</b>		

Fuente: elaboración propia.

## 5.2.2. Externas

La importancia de los procesos se determina de acuerdo a la criticidad de los mismos, y estos son identificados a través de auditorías. Para la realización de las pruebas de control de calidad en materias primas se deben seguir los pasos establecidos, con el fin de determinar las causas que originan la no conformidad y llevar a cabo la acción correctiva requerida. En la siguiente tabla se presentan las actividades a realizar por parte de la auditoría externa para el control de calidad de la caja de cartón corrugado.

Tabla XIX. **Auditoría externa**

EMPRESA SIGMAQ LITZADIK	
AUDITORÍA EXTERNA	
<p><i>Para la realización de las pruebas de control de calidad en materias primas se plantean las siguientes actividades:</i></p>	<p>1- El encargado de bodega de materia prima revisa que en la descarga de los rollos de papel <i>kraft</i> estos no se golpeen, y si los mismos vienen dañados, no los debe aceptar, en otras palabras, ingresarlos al almacén.</p> <p>2- Hacer uso correcto de rotación de inventarios, utilizar el método primero dentro primero fuera.</p> <p>3- Se realiza una supervisión constante hacia el montacargas y el montacarguista que transporta los rollos, con el objetivo de evitar que estos sufran golpes al ser transportados.</p>
<p><i>Prueba de control de calidad</i></p>	<p>La prueba de <i>Flat crush</i> o de resistencia al aplastamiento horizontal de la flauta, evalúa la resistencia de la flauta en el cartón corrugado, a una fuerza aplicada perpendicularmente a la superficie de este.</p> <p>ETC (resistencia esta prueba se realiza con una muestra de cartón corrugado aplicándole una fuerza para aplastarla en la dirección paralela al sentido de las ondulaciones. Esta prueba servirá para tener una idea de cuál puede ser la resistencia a la compresión de una caja fabricada con ese mismo cartón.</p> <p>Prueba de adherencia esta prueba se realizará constantemente durante el proceso de corrugado, debido a que es muy importante conocer los valores de adhesión que se están logrando cuando se está produciendo el material.</p>

Fuente: elaboración propia.

### **5.3. Ventajas y beneficios**

La propuesta de mejora de la organización objeto de estudio, por medio de la implantación de los factores antes desarrollados, proporcionará ventajas y beneficios en la producción. En los siguientes apartados se describen las ventajas y beneficios en los que se incurre al minimizar los paros no programados.

#### **5.3.1. Reducción de paros**

La reducción de paros permite a los operarios ser más eficientes en el uso de su tiempo y no efectuar tareas frecuentes en las cuales se pierda la oportunidad de mejorar los indicadores de productividad y evitar los paros improductivos.

#### **5.3.2. Reducción de tiempos muertos**

La reducción de tiempos muertos logra minimizar el uso de acciones repetitivas en el medio externo, en las cuales se puede reconsiderar realizar actividades simultáneas y previas para un proceso, así como contar con todos los insumos con inmediata disponibilidad.

### **5.4. Seguimiento a indicadores**

Es necesario darle seguimiento a: tiempo de paros, efectividad global, disponibilidad, eficiencia y tasa de calidad del producto, con el objetivo de que la propuesta de avance, no se estanque y desaparezca. Por lo mismo, en la siguiente tabla se describe lo antes mencionado:

Tabla XX. **Indicadores**

Variable	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos
Tiempo de paros	Cantidad de tiempo que la maquina pasa parada.	Medición de tiempos	Cronómetros y bitácoras de trabajo de líneas de empaque.
Efectividad Global	Evalúa el rendimiento del equipo mientras está funcionando.	<b>Efectividad global</b> = Disponibilidad x Eficiencia x Tasa de calidad del equipo (rendimiento) de productos	Indicadores área de mantenimiento.
Disponibilidad	Porcentaje de tiempo que la máquina se encuentra trabajando.		Indicadores área de mantenimiento.
Eficiencia	Porcentaje de velocidad.		Indicadores líneas de empaque/ Medición de tiempos.
Tasa de calidad del producto	Porcentaje de defectos.		Indicadores área de control de calidad.

Fuente: elaboración propia.

### 5.5. Seguimiento a actividades

Para el seguimiento de operaciones propuestas es indispensable medir el grado de avance que se va logrando en el transcurso del tiempo, es decir, hacer un seguimiento de las actividades del mismo, mediante la aplicación de los indicadores, con el fin de medir los resultados alcanzados. En la tabla siguiente se visualiza el formato de las fases de planificación, diagnóstico y ejecución de actividades.

Tabla XXI. **Seguimiento de actividades**

EMPRESA SIGMAQ LITZADIK							
Fase	Objetivo Estratégico	Objetivo Específico	Actividades Estrategias	Responsable	Indicadores	Fecha	
						Inicio	Fin
Planeación							
Diagnóstico							
Ejecución							

Fuente: elaboración propia.

### 5.6. **Sensibilización de los operarios**

Para que la propuesta se lleve a cabo con eficacia es imprescindible la colaboración de todas las personas involucradas, es decir, el personal operativo, jefes de área y gerentes. Para ello es necesario tener una comunicación abierta entre todos y así encontrar soluciones en conjunto. La sensibilización de los operadores será a través de reuniones informativas, en las que se permita informar de las estadísticas que generan los indicadores establecidos, con el objetivo de fomentar la necesidad de mejorar.

El plan de sensibilización del personal operativo comprende dar exposiciones a través de seminarios sobre las nuevas medidas que se tomarán para mejorar los procesos productivos, a través de lineamientos para la recepción de material, su resguardo en la bodega, el traslado al área de producción y el control de los desperdicios en el proceso de troquelado.

### **5.7. Capacitaciones y reuniones**

El objetivo de la capacitación es fortalecer las áreas de trabajo por medio de reuniones que imparten profesionales, individuales o empresas, además estas se refuerzan con la práctica en las cuales los trabajadores adquieren conocimientos que aplicarán en el área de trabajo.

El plan de capacitación propuesto tiene contemplado que todo el personal del área de producción asista a la capacitación, la cual consta de cuatro temas principales. Incluyen cursos relacionados con los objetivos y políticas de la empresa, incluyendo mantenimiento productivo total, mejores prácticas de manufactura, seguridad e higiene industrial, sistema de sugerencias, delegación de autoridad y liderazgo y reducción de desperdicio.

Las capacitaciones serán impartidas por la gerencia de producción, por el Centro de Capacitación INTECAP y por la gerencia general. La duración de cada sesión de capacitación y el proceso detallado se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla XXII. Programa de capacitación

<b>EMPRESA SIGMAQ LITZADIK</b>		
<b><i>Mantenimiento Productivo Total</i></b>		
Duración: 8 horas	Dirigido: área de corrugadora	Impartido por: Gerencia de Producción
<b><i>Mejores prácticas de manufactura</i></b>		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento	Impartido por: INTECAP
<b><i>Seguridad e Higiene Industrial</i></b>		
Duración: 10 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: INTECAP
<b><i>Sistema de sugerencias</i></b>		
Duración: 4 horas	Dirigido: grupo operativo	Impartido por: Aseguramiento de la calidad
<b><i>Delegación de autoridad y liderazgo</i></b>		
Duración: 3 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia General
<b><i>Reducción de desperdicio</i></b>		
Duración: 4 horas	Dirigido: jefes de departamento, grupo operativo	Impartido por: Gerencia de producción

Fuente: elaboración propia.

## **5.8. Mejora continua**

El enfoque principal de la mejora continua es garantizar y dar un correcto manejo de la calidad de los productos en donde se busque ofrecer y entregar al mercado un producto con propiedades adecuadas y a un precio justo. Por lo tanto, se han establecido los siguientes controles para proceder. Cada control se lleva a cabo dependiendo de la exigencia y necesidad de la empresa y del cliente.

Generalmente se considera que los valores de control de calidad están dentro del  $\pm 5\%$  del valor nominal, según las Normas Internacionales TAPPI.

Para alcanzar la optimización del proceso y los recursos, se establece que el valor de gramaje debe estar en el  $\pm 5\%$  del valor nominal del producto que se produce, no obstante, el objetivo para el año 2020 es tratar de mantener al menos un 80 % de los valores medidos, dentro del  $\pm 2\%$  del valor nominal del producto que se produce en la empresa SigmaQ Litozadik.

## CONCLUSIONES

1. En la empresa SigmaQ Litozadik se identificaron varias causas que afectan el rendimiento en el área de troquelado de cajas plegadizas de cartón, entre las principales se encuentra que el material pegado por barniz no se aplica correctamente, por no seguir los parámetros de operación se determinó que algunos operadores agregan exceso de barniz provocando que el material se torne amarillento y no se logra el brillo adecuado.
2. Para lograr optimizar el proceso de troquelado de cajas plegadizas se diseñaron varios diagramas de proceso para determinar los movimientos y el tiempo empleado en cada acción, se identificó que existían movimientos innecesarios como resultado de reparación del equipo, esta situación surge por falta de supervisión y ausencia de un plan de trabajo. La sumatoria de los tiempos de todas las actividades da como resultado el proceso de preparación de 1 800 unidades por hora, asimismo la velocidad es de 195,53 minutos por 20 metros.
3. Para determinar la eficiencia del tiempo se diseñó un diagrama de flujo sobre el troquelado de cajas plegadizas y cada actividad tiene determinado el tiempo que conlleva, como resultado se obtuvo que el tiempo de todas las actividades del proceso de preparación es de 122,03 minutos, lo que significa que se alcanzó una mejora en el rendimiento del área de troquelado.

4. Después de emplear las herramientas de diagnóstico se identificó que entre los problemas más frecuentes en el área de troquelado están: en primer lugar, el disparo de máquina, en segundo lugar, el cuello de botella en el material y finalmente la destrucción del arreglo.
  
5. Con las herramientas de diagnóstico se detectaron las demoras innecesarias que provocan retrasos en actividades ajenas al área, entre las principales se encuentran: material pegado por barniz, problema de secado de material y material ondulado.

## RECOMENDACIONES

1. La empresa SigmaQ Litozadik podrá eliminar las causas que afectan el rendimiento en el área de troquelado de cajas plegadizas de cartón al momento de implantar la propuesta planteada por el presente estudio de ingeniería, que consiste en la mejora en el rendimiento del área de troquelado.
2. Una empresa, para mejorar su eficiencia, debe contar con sistemas de supervisión, así como con un plan de trabajo para optimizar los procesos, para ello se diseñan diagramas sobre los movimientos y el tiempo que conlleva cada acción de troquelado de pliegos, realizado y estampado.
3. El diagrama de flujo es una herramienta administrativa que se emplea para hacer más eficiente el tiempo de cada actividad, en el estudio presentado se elaboraron diagramas para identificar el tiempo y demoras a evitar y reducir, debido a tiempo y distancia, en minutos del proceso de troquelado de cajas plegadizas.
4. Con la investigación se determinó que existen varios problemas, con estos resultados la empresa SigmaQ Litozadik puede aplicar las herramientas propuestas para mejorar el rendimiento de la máquina, para evitar el cuello de botella de material y destrucción del arreglo.
5. Uno de los objetivos de la investigación de ingeniería consistió en detectar las demoras innecesarias como cuello de botella de material y destrucción del arreglo, que provocan retrasos en actividades ajenas al

área, como resultado se plantearon acciones para eliminar problemas como el material pegado por barniz, problemas de secado y material ondulado, y además se determinó el tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BESTERFIELD, Dale. *Control de calidad*. 4a. ed. México: Editorial Prentice May Inc. 1994. 505 p.
2. CANELA, Miguel Ángel; PONSATI Eulalia Griful. *Gestión de la calidad*. Barcelona. España: Edicions UPC.2002. 302 p.
3. CASANOVA, Fernando. *Productividad y optimización de procesos*. Argentina: Lumen. 2002. 410 p.
4. CHANG, Richard; NIEDZWIECKI, Michael. *Las herramientas para la mejora continua de la calidad*. Volumen 1. Buenos Aires, Argentina: Editorial Granica.1999. 248 p.
5. CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill. Vol. 2005. 284 p.
6. DE DOMINGO, José. *Calidad y mejora continua*. España: Editorial Donostiarra. 2003. 344 p.
7. EVANS, James. *Administración y control de la calidad*. 7a ed. España: Cengage Learning, 2008. 135 p.
8. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad*. 3a ed. México: McGraw- Hill. 2009. 363 p.

9. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Principios de la administración de operaciones*. 5a ed. México: Pearson 2004. 505 p.
10. JIMÉNEZ, Juan Manuel. *Principios de ingeniería*. México: Revinca, 2011. 276 p.
11. JURÁN, Joseph Moses. *Análisis y planeación de la calidad*. España: McGraw-Hill. 1995. 633 p.
12. KOENIG, Daniel. *Productividad y optimización. Ingeniería de manufactura*. 2a ed. México: Editorial Marcombo, S.A. 1990. 265 p.
13. KOONTZ, Harold; WEIHRICH, Heinz. *Administración. Una perspectiva global*. 11a ed. México: McGraw-Hill. 1999. 831 p.
14. KOTLER, Philip; GARY, Armstrong; CÁMARA IBÁNEZ, Dionisio; CRUZ ROCHE, Ignacio. *Marketing*. 10a ed. España: Pearson educación, S.A. 2004. 792 p.
15. LÓPEZ, Susana. *Implantación de un sistema de calidad. Los diferentes sistemas de calidad existentes en la organización*. España. Ideas propias. Editorial Vigo. 2006. 176 p.
16. MEYERS, Fred. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil*. México: Pearson Educación, 2a ed. 2000. 352 p.

17. NIEBEL, Benjamin; FREIVALD, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfaomega, 2004. 880 p.
18. NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill. 2003. 747 p.
19. OIT. *Introducción al estudio del trabajo*. 3a ed. Suiza: s.n., 1977. 1998. 445 p.
20. PÉREZ, José. *Gestión por procesos*. 4a ed. Madrid. España. ESIC Editorial.2010. 335 p.
21. SCHROEDER, Roger. *Administración de operaciones*. 3a ed. España: McGraw-Hill, 1992. 542 p.

