



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

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA**

María José Pereira García

Asesorada por el Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E
INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA JOSÉ PEREIRA GARCÍA

ASESORADA POR EL INGA. AURELIA ANABELA CÓRDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Óscar Humberto Galicia Núñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gomez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas
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:

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 26 de agosto de 2015.



María José Pereira García

Guatemala 08 de noviembre de 2017

Ingeniero José Francisco Gómez Rivera
Director De Escuela De Mecánica Industrial
Facultad De Ingeniería
Universidad De San Carlos De Guatemala

Señor director:

La presente es para hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación que lleva como título **“OPTIMIZACION DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN EN AREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA”**, redactado y desarrollado por la estudiante María José Pereira García con número de carné 201020468 de la carrera de Ingeniería Industrial, quien fue debidamente asesorada.

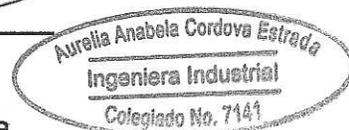
Con la revisión y corrección del presente trabajo de graduación hago constar que ha alcanzado los objetivos propuestos y requisitos de ley, apruebo su contenido solicitándole darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente,

(f) 
Ingeniera

Aurelia Anabela Cordova Estrada





REF.REV.EMI.015.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA**, presentado por la estudiante universitaria **María José Pereira García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 4,517

Ing. José Rolando Chávez Salazar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.076.018

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 **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA**, presentado por la estudiante universitaria María José Pereira García, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑANZA A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2018.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 233.2018

El Decano 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: **OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN ENCAJILLADO A TRAVÉS DE AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN EN ÁREA DE SOPLADO, PLANTA MARIPOSA,** presentado por la estudiante universitaria: **María José Pereira García,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2018

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por nunca abandonarme y ser tan misericordioso cada día de mi vida, demostrándome su amor inmenso.
- Mis padres** Edilsar Mateo Pereira y Eluvia García, por jamás dudar que podía lograr lo que me propusiera y por ese apoyo incondicional.
- Mi esposo** Jorge Chávez, por su apoyo durante toda mi carrera, impulsándome a ser cada día mejor
- Mi hijo** Adrián Alejandro, por impulsarme a ser mejor y lograr mis metas.
- Mis hermanos** Alejandra, Francisco y Mateo, por creer en mí y siempre recordarme de lo que era capaz, brindándome todo su amor.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser más que un centro educativo, ser mi segunda casa durante toda mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Porque que en sus aulas desarrolle las habilidades necesarias para poder desenvolverme como profesional.
Embotelladora la Mariposa, S.A	Por su colaboración en mi desarrollo profesional.
Ing. Danilo Trejo	Por brindarme su colaboración y apoyo.
Inga. Anabela Córdova	Por siempre apoyarme y nunca dudar de mis capacidades.
Ing. Fernando Hernández	Por ser una importante influencia en mi carrera y por su apoyo incondicional.
Mis amigas	Veda Menjivar, Lupita Par, Lourdes Ruiz, Wendie Morales y Marisol Marroquín, por el cariño y apoyo incondicional.
Ana Jiménez	Por animarme cada día a continuar, y por ese amor tan inmenso hacia Adrián.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Empresa de bebidas.....	1
1.2. Ubicación.....	1
1.3. Historia	2
1.4. Información general.....	4
1.4.1. Misión	4
1.4.2. Visión.....	4
1.4.3. Valores y principios.....	5
1.4.4. Líneas de producción	6
1.4.4.1. Línea lata.....	8
1.4.4.2. Línea PET.....	9
1.4.4.3. Línea de envase retornable	9
1.4.4.4. Línea <i>tetra pak</i>	11
1.4.4.5. Línea de <i>post mix</i> o <i>bag in box</i>	12
1.5. Tipo de organización	12
1.5.1. Organigrama.....	14
1.5.2. Descripción de puestos	15
1.6. Área de soplado	20
1.6.1. Organización.....	21

	1.6.1.1.	Organigrama	21
	1.6.1.2.	Puestos y funciones	22
1.7.	Proceso		23
	1.7.1.	Definición.....	23
	1.7.2.	Características	23
	1.7.3.	Tipos	24
	1.7.3.1.	Intermitente	24
		1.7.3.1.1. Talleres	24
		1.7.3.1.2. Lotes	25
	1.7.3.2.	Series	25
		1.7.3.2.1. En masa	25
		1.7.3.2.2. Continua.....	26
1.8.	Automatización.....		26
	1.8.1.	Lineamientos	26
	1.8.2.	Tipos	27
	1.8.2.1.	Mecánica	27
	1.8.2.2.	Eléctrica.....	27
	1.8.2.3.	Fija	28
	1.8.2.4.	Programables	28
	1.8.2.5.	Flexible	28
1.9.	Instrumentación.....		29
	1.9.1.	Conceptos	29
	1.9.2.	Tipos	29
	1.9.2.1.	Indicadores.....	29
	1.9.2.2.	Registadores	29
	1.9.2.3.	Alarmas	30
	1.9.2.4.	Primarios	30
2.	SITUACIÓN ACTUAL		31
	2.1.	Descripción del área de soplado	31

2.1.1.	Planos.....	32
2.2.	Situación organizacional.....	32
2.2.1.	Descripción de la estructura y organización	32
2.2.1.1.	Personal administrativo	33
2.2.1.1.1.	Descripción de los puestos.....	33
2.2.1.2.	Personal operativo.....	34
2.2.1.2.1.	Funciones del personal operativo	35
2.3.	Distribución del área de soplado	36
2.3.1.	Taller de mantenimiento	36
2.3.2.	Laboratorio de pruebas.....	36
2.3.3.	Oficinas.....	37
2.3.4.	Equipo de soplado	37
2.4.	Descripción del proceso	37
2.4.1.	Diagrama de flujo.....	40
2.4.2.	Diagrama de recorrido	42
2.4.3.	Producción.....	43
2.4.3.1.	Envase retornable.....	43
2.4.3.1.1.	Línea de producción	43
2.4.3.1.2.	Procesamiento.....	43
2.4.3.1.3.	Almacenamiento del producto terminado.....	44
2.4.4.	Control de calidad.....	44
2.4.4.1.	Prueba <i>stress cracking</i>	45
2.4.4.2.	Prueba de espesor	45
2.5.	Maquinaria de soplado	45
2.5.1.	SBO-04 (SIDEL 4 moldes).....	46
2.5.1.1.	Especificaciones técnicas.....	47

2.5.1.2.	Tiempo de proceso.....	48
2.5.1.3.	Plan de mantenimiento.....	49
2.5.1.3.1.	Conservación	49
2.5.1.3.1.1.	Correctivo.....	49
2.5.1.3.1.1.1.	Inmediato.....	50
2.5.1.3.1.1.2.	Diferido.....	50
2.5.1.3.1.2.	Preventivo.....	50
2.5.1.3.1.2.1.	Programado.....	51
2.5.1.3.1.2.2.	Predictivo.....	51
2.6.	Análisis de desempeño	51
2.6.1.	Factores que afectan la producción	52
2.6.1.1.	Capacitación.....	52
2.6.1.2.	Demora.....	52
2.6.1.3.	Distancia de recorrido	52
2.6.1.4.	Control de calidad	53
2.7.	Seguridad, higiene y salud ocupacional	53
3.	PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN	55
3.1.	Proceso de automatización	55
3.2.	Reorganización de maquinaria involucrada	58
3.2.1.	Planos	59
3.2.2.	Señalización	59
3.3.	Creación de un plan de seguridad, higiene y salud ocupacional	66
3.4.	Análisis FODA del proceso de implementación	70
3.5.	Elección del equipo a implementar.....	71
3.5.1.	Banda transportadora.....	73
3.5.1.1.	Especificaciones técnicas.....	76
3.5.1.1.1.	Dimensiones	77

	3.5.1.1.2.	Tiempo de proceso.....	79
	3.5.1.1.3.	Mantenimiento	80
	3.5.1.1.3.1.	Conservación.....	85
	3.5.1.1.3.1.1.	Correctivo.....	85
	3.5.1.1.3.1.1.1.	Inmediato.....	86
	3.5.1.1.3.2.	Preventivo.....	86
	3.5.1.1.3.2.1.	Programado.....	87
	3.5.1.1.3.2.2.	Predictivo.....	87
3.5.2.		Adaptador para encajonadora	88
	3.5.2.1.	Especificaciones técnicas	92
	3.5.2.1.1.	Dimensiones.....	94
	3.5.2.1.2.	Tiempo de proceso.....	99
	3.5.2.1.3.	Mantenimiento	100
	3.5.2.1.3.1.	Conservación.....	101
	3.5.2.1.3.1.1.	Correctivo.....	101
	3.5.2.1.3.1.1.1.	Inmediato.....	101
	3.5.2.1.3.2.	Preventivo.....	101
	3.5.2.1.3.2.1.	Programado.....	103
	3.5.2.1.3.2.2.	Predictivo.....	104
3.6.		Perfil de operario	104
	3.6.1.	Actividades del cargo.....	105
	3.6.2.	Requisitos mínimos	106
	3.6.2.1.	Experiencia	107
	3.6.2.2.	Perfil médico.....	107
3.7.		Manejo de producto terminado	107
	3.7.1.	Principios generales	108
	3.7.2.	Uso adecuado de los <i>pallets</i>	109
	3.7.3.	Prevención de daños	110
	3.7.4.	Manejo de los lotes.....	110

3.7.5.	Seguridad laboral	111
3.8.	Capacitación del recurso humano	113
3.9.	Análisis de costos.....	114
3.9.1.	Flujo de caja	115
3.9.2.	Valor Actual Neto (VAN).....	117
3.9.3.	TIR	119
3.10.	Interpretación de resultados.....	120
3.11.	Toma de decisiones	120
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	121
4.1.	Plan de acción.....	121
4.1.1.	Diagramas del proceso actual	125
4.1.1.1.	Diagramas de flujo	126
4.1.1.2.	Diagramas de recorrido	128
4.1.2.	Instalación de equipo a implementar	129
4.1.2.1.	Pruebas de funcionamiento.....	132
4.1.2.2.	Control de calidad del proceso	133
4.1.2.3.	Identificación de fallas en el proceso..	134
4.1.3.	Comparación de tiempos: proceso actual vs. proceso mejorado.....	138
4.1.4.	Plan de seguridad, higiene y salud ocupacional....	141
4.1.4.1.	Objetivo de la seguridad industrial	142
4.1.4.2.	Programa de prevención de accidentes	143
4.1.4.3.	Inspección de riesgos.....	145
4.1.5.	Conservar el equipo de protección personal	146
4.1.5.1.	Casco para la cabeza.....	146
4.1.5.2.	Protectores del oído	147
4.1.5.3.	Calzado industrial.....	147
4.1.5.4.	Cofia.....	148

	4.1.5.5.	Chaleco reflectante.....	149
4.1.6.		Programa de capacitación al personal operativo del área de soplado	149
	4.1.6.1.	Planificación de programas de capacitación.....	149
	4.1.6.2.	Documentación de material para capacitación.....	150
	4.1.6.3.	Ejecución del programa de capacitación.....	151
4.1.7.		Análisis del nuevo proceso en el área de soplado	152
	4.1.7.1.	Beneficios del nuevo proceso	153
	4.1.7.2.	Identificación de responsabilidades ...	155
5.		MEJORA CONTINUA.....	159
5.1.		Observación y análisis de datos obtenidos.....	159
	5.1.1.	Control estadístico del proceso.....	159
		5.1.1.1. Diagrama de dispersión.....	161
	5.1.2.	Análisis de la mejora.....	164
		5.1.2.1. Formatos de control.....	167
		5.1.2.1.1. Calidad	167
		5.1.2.1.2. Seguridad	169
		5.1.2.1.3. Producción.....	170
	5.1.3.	Formulación de alternativas de mejora	170
5.2.		Verificación de procedimientos.....	171
5.3.		Control de mantenimiento.....	172
	5.3.1.	Verificación de cumplimiento	174
	5.3.2.	Comprobación de una ejecución correcta	175
5.4.		Programación de auditorías.....	175
	5.4.1.	Interna	176

5.4.2. Externa	177
CONCLUSIONES.....	179
RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA.....	183
ANEXOS.....	185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Embotelladora La Mariposa, S.A.	1
2.	Distribución de la planta	7
3.	Organigrama general de la empresa.....	14
4.	Organigrama del área de soplado.....	21
5.	Área de soplado	32
6.	.Soplado de botella PRB	39
7.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de botellas retornables	40
8.	Diagrama de recorrido de elaboración de botellas retornables	42
9.	Proceso de soplado PRB	44
10.	Máquina sopladora SBO-04.....	47
11.	Área de soplado con el equipo a implementar	59
12.	Colores de seguridad	60
13.	Formas geométricas utilizadas para la señalización de ambientes y equipos de seguridad.....	61
14.	Dimensiones mínimas de las señales para protección civil.....	62
15.	Cronograma de actividades SSO	67
16.	Hoja de matriz de riesgo	68
17.	Matriz de evaluación de riesgo.....	68
18.	Hoja de control de SSO.....	69
19.	Partes del rodillo	75
20.	Partes de la banda transportadora.....	76
21.	Dimensiones de la banda transportadora a instalar	78
22.	Dimensiones de envase PRB de 2,5 lts	79

23.	Hoja de control de diagnósticos para la solución del problema	84
24.	Programa de mantenimiento general.....	87
25.	Programa de mantenimiento general.....	87
26.	Encajonadora <i>smart pack</i> de Krones	88
27.	Partes de la encajonadora <i>smart pack</i> de Krones	90
28.	Rendimiento de encajonadora <i>smart pack</i> de Krones	91
29.	Cabezal de agarre para encajonadora <i>smart pack</i> de Krones	93
30.	Diseño frontal de encajonadora	94
31.	Diseño de cabezal de agarre para cajilla de envases de 2,5 lts retornables.....	95
32.	Dimensiones de tulipa para cabezal de agarre, según especificación de envase de 2,5 lts retornable.....	97
33.	Riel transportador y sus partes de encajonadora <i>smart pack</i> de Krones.	98
34.	Riel para embalaje de encajonadora <i>smart pack</i> de Krones.....	99
35.	Programa de mantenimiento de cabezal de agarre	103
36.	Programa de mantenimiento de cabezal de agarre	104
37.	Forma de estiva de cajillas de 2,5 lts retornables, en la tarima	108
38.	Tabla de valores del VAN para toma de decisiones	117
39.	Diagrama de Gantt para automatización del proceso de encajillado ..	122
40.	Diagrama de flujo de elaboración de botellas retornables	126
41.	Diagrama de flujo de recorrido de elaboración de botellas retornables	128
42.	Sistema de bandas transportadoras para automatización del proceso de encajillado.....	130
43.	Sistema de bandas transportadoras para automatización instalada a encajonadora <i>smart pack</i> de Krones	131
44.	Gráfico de control de medias y rangos, proceso de encajillado.....	137
45.	Diagrama de flujo de elaboración de botellas retornables con automatización en el encajillado	139
46.	Cronograma de capacitaciones anuales del área de soplado.....	151

47.	Simbología de diagrama de flujo	153
48.	Control de procesos, tres tipos de salida del proceso	160
49.	6 tipos de diagramas de dispersión más comunes	163
50.	Diagrama de dispersión	164
51.	Ciclo de mejora continua (ciclo de Deming)	165
52.	Especificaciones técnicas del envase de 2,5 lts PRB	168
53.	Hoja de control de SSO.....	169
54.	Plan de producción para envase de 2,5 lts PRB	170
55.	Anexo 1. Cotización de banda transportadora de rodillos.....	185
56.	Anexo 2. Cotización de cabezal de agarre con especificaciones para envase de 2,5 lts para encajonadora <i>smart pack</i> de Kronen.....	186

TABLAS

I.	Descripción de puesto, gerencia corporación	15
II.	Descripción de puesto, gerente de planta	15
III.	Descripción de puesto, jefe de proyectos.....	16
IV.	Descripción de puesto, jefe de finanzas.....	16
V.	Descripción de puesto, jefe de planificación	17
VI.	Descripción de puesto, jefe de producción.....	18
VII.	Descripción de puesto, jefe de calidad.....	18
VIII.	Descripción de puesto, jefe de logística	19
IX.	Descripción de puesto, jefe de materia prima	20
X.	Descripción de puesto, jefe de área de soplado	22
XI.	Descripción de puesto, coordinador del área de soplado.....	22
XII.	Descripción de puesto, jefe de área de soplado	33
XIII.	Descripción de puesto, coordinador del área de soplado.....	34
XIV.	Descripción de puesto, supervisor	35
XV.	Descripción de puesto, operarios	35

XVI.	Datos técnicos de sopladora Sidel.....	48
XVII.	Capacidad de producción por ítem de las sopladoras	49
XVIII.	Matriz de señalización SSO	63
XIX.	Análisis FODA del proceso de implementación	70
XX.	Descripción del puesto de los operarios / proceso a implementar	105
XXI.	Lineamientos de seguridad laboral	112
XXII.	Flujo de egresos anuales	115
XXIII.	Flujo de caja para bebidas de 2,5 lts retornables (PRB)	116
XXIV.	Matriz para plan de acción	124

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetro
°C	Grados centígrados
Hp	<i>Horse power</i> , caballos de fuerza, en español
Km	Kilómetro
Lts	Litros
m	Metro
mm	Milímetro
PET	<i>Polyethylene terephthalate</i> , tereftalato de polietileno en español
PRB	<i>Plastic Returnable Bottle</i> , botella de plástico retornable en español.
Pvc	Policluro de vinilo
%	Porcentaje
“	Pulgadas
Seg	Segundos
T	Tonelada

GLOSARIO

Acero inoxidable	Es el nombre común de todos los grados de acero que contienen por lo menos un 10,5 % de cromo.
Automatización	Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.
Bpms	Buenas prácticas de manufactura, son un conjunto de instrucciones operativas o procedimientos operacionales que tienen que ver con la prevención y control de la ocurrencia de peligros de contaminación.
Bulones	Tornillo grande de cabeza redondeada.
Encajonadora	Sistema automatizado de embalaje.
Haccp	<i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> , es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.
Intralogística	Forma parte de todos los procesos que integran la cadena de suministro, desde la recepción de mercancías o productos, incluyendo también su

posterior almacenaje, hasta la distribución final desde almacenes a puntos de entrega.

Kevlar Fibra artificial, ligera, robusta y con gran resistencia al calor

PDCA *Plan-do-check-act*, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart.

SSO Seguridad y Salud Ocupacional.

Stretch film Es una película estirable de alta transparencia fabricada a base de polietileno de baja densidad, cuya resistencia mecánica y bajo espesor lo hacen especial para envolver o paletizar mercadería.

TIR Es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones.

Tulipa Son sistemas de agarre de diferentes tipos de materiales y medidas, dependiendo el tipo de botella que vayan a sostener.

VAN Es un indicador que sirve para evaluar la factibilidad del proyecto, cuyo resultado determina si el proyecto es viable o no.

RESUMEN

Todas las empresas buscan mecanizar y automatizar sus procesos, haciéndolos mucho más eficientes, optimizando recursos, tiempo y haciendo que generen ganancias, es por eso que la automatización de los procesos es un tema que está tomando auge alrededor del mundo. Embotelladora la Mariposa es una empresa que aspira a que todos sus procesos sean automatizados, por lo que el presente trabajo de graduación busca cumplir con esta meta, haciendo de una operación manual un proceso mecánico a través de bandas transportadoras y máquinas encajonadoras a la medida del producto, conociendo las ventajas y desventajas, los diferentes tipos de equipo que se pueden utilizar y la determinación de optimización de recursos y tiempos.

Es importante conocer las diferentes bandas transportadoras que existen en el mercado, así como las especificaciones del cabezal de agarre para la máquina encajonadora, para determinar qué tipo de maquinaria va a necesitarse, y también los cambios necesarios dentro de la planta de producción para su implementación. Es por esa razón que se cotizó con diferentes proveedores para obtener la mejor asesoría del equipo que fuera a adquirirse, verificando su facilidad de ensamblaje al momento de instalar y desinstalar, para no crear retrasos en la producción.

La mejor forma de considerar una inversión es hacer un estudio e investigación adecuada que analice todos los factores importantes para la implementación de una automatización.

OBJETIVOS

General

Optimizar los procesos en encajillado a través de automatización e instrumentación en el área de soplado, en la Planta Mariposa.

Específicos

1. Analizar la eficiencia del proceso de encajillado actualmente y el proceso luego de su automatización, para poder observar su beneficio.
2. Determinar la participación actual de los departamentos involucrados en el proceso de almacenamiento hasta la línea de producción.
3. Establecer la evaluación financiera necesaria para la adquisición de equipo, para conocer el monto de inversión aproximado para dicha tecnología.
4. Emplear las mejores herramientas de ingeniería para reducir los tiempos y costos de almacenamiento de producto terminado hasta la línea de producción
5. Seleccionar y proponer la implementación más adecuada al área de soplado que, además de no afectar el presupuesto, aumenten la productividad a través de la automatización e instrumentación.

6. Determinar el análisis beneficio/costo por la implementación de la tecnología e instrumentación dentro de la industria, logrando identificar las ventajas y desventajas que puedan influenciar en la adquisición de equipo para mejorar el proceso.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la automatización de procesos industriales se ha implementado y desarrollado para satisfacer la mayoría de necesidades existentes en la producción, en la forma más eficiente y económica, optimizando los recursos en todo momento. La importancia de esto no solo es reducir la mano de obra, sino hacer un proceso más rápido y aumentando la calidad en el producto final, reduciendo costos.

La realización del presente trabajo de graduación se basa en evaluar la situación actual del sistema de encajillado del embase retornable en el área de soplado, para luego realizar la planeación de una optimización a través de automatización e instrumentación, planteando una propuesta para que la empresa lo pueda implementar. La mejora a efectuar debe ser realizada en varios aspectos del área de soplado.

La automatización ha revolucionado la industria en todas las áreas donde ha sido aplicada. En la industria fabricante de bebidas gaseosas promueve una agilización de los procesos, ya que pueden aplicarse a cualquier tipo de productos, razón por la cual es necesario en todo momento tener muy claros los conceptos generales del tipo de tecnología a aplicar, donde se busque la precisión desde el momento de planeación hasta su aplicación, ya que la máquina trabajará según las indicaciones que se le hayan ingresado.

1. ANTECEDENTES GENERALES

A lo largo de este capítulo se presentará una descripción general de la empresa, iniciando en sus orígenes, su situación en el mercado actual, la descripción de las líneas de producción y cómo se desarrollan los productos.

1.1. Empresa de bebidas

A continuación se presentará la información correspondiente a la planta de producción Embotellara la Mariposa S.A.

1.2. Ubicación

Embotelladora La Mariposa S.A. (CABCORP®). 43 calle 1-10 Zona 12 Colonia Monte María 1, PBX: (502) 2422-5252.

Figura 1. **Ubicación de Embotelladora La Mariposa, S.A.**



Fuente: Embotelladora la mariposa.

[https://www.google.com/maps/place/Embotelladora+La+Mariposa+\(CBC\)/](https://www.google.com/maps/place/Embotelladora+La+Mariposa+(CBC)/). Consulta:
noviembre 2016.

1.3. Historia

The Central America Bottling Corporation -CBC- fue fundada en Guatemala en el año 1885 por Enrique Castillo Córdoba, hombre visionario y de negocios que inició junto a dos familiares la fábrica de bebidas La Centroamericana, cuyas operaciones migraron más adelante hacia Embotelladora La Mariposa. Para la época las bebidas eran elaboradas artesanalmente, es así como nacen Rica y Salutaris.

El 17 de noviembre de 1864 nació en Guatemala don Enrique Castillo Córdoba, hombre visionario quien, con otros miembros de su familia, fundó en 1885 una empresa dedicada a la fabricación de bebidas, denominada Fábrica de Bebidas Gaseosas Centro Americana. A solo dos años de su fundación ya producía la única soda aprobada por la Facultad de Medicina para el consumo masivo, gracias a su excelente calidad.

En 1889 se lanzaron al mercado varios sabores en un esfuerzo de diversificación, lanzamiento que fue acompañado de una innovadora campaña de publicidad a través de la prensa escrita, en esa época el principal medio de comunicación.

En 1892, don Enrique Castillo Córdoba contrajo matrimonio con doña María Luisa Valenzuela y González, y ella con sus hijos fueron un gran apoyo en el proceso de crecimiento y consolidación de la incipiente industria. En esa época las bebidas eran elaboradas artesanalmente, pero con un gran énfasis en la calidad, lo cual fue reconocido no solo por los consumidores sino también por los expertos.

En 1942, por su eficiencia y visión de negocios, se convierte en el embotellador exclusivo de PepsiCo en Guatemala, siendo el embotellador más antiguo fuera de los Estados Unidos. Así, el 15 de septiembre de 1904 la fábrica obtuvo su primer premio, la medalla de Oro a la Calidad, otorgada por el jurado de la Feria Industrial de Guatemala. La distribución se realizaba por medio de carretas jaladas por mulas. El equipo de ventas consistía en ocho carretas, las cuales podían llevar 30 cajas de 36 botellas. La distribución hacia el interior del país, especialmente hacia el nororiente, se llevaba a cabo a través del ferrocarril.

En 1934 se adquirió la Fábrica de Bebidas Gaseosas y de Hielo La Mariposa, con el propósito de ampliar la oferta de productos y responder en forma oportuna a la expansión del mercado. En 1996 PepsiCo nombra a CBC como embotellador ancla para Centroamérica, iniciándose así la primera etapa de expansión de operaciones a Honduras, Nicaragua y El Salvador. Por su excelencia operativa CBC ha sido reconocida por PepsiCo en los años 1990, 1993, 2000, 2002, 2009 y 2011 como el mejor embotellador de América Latina, y en el año 2012 como el mejor embotellador a nivel global.

En el año 2003 CBC establece una sociedad con Ambev, del Grupo AB InBev, la empresa cervecera más grande del mundo, para el desarrollo de este importante mercado en Centroamérica. Esta alianza estratégica dio lugar a la instalación de una de las plantas cerveceras más modernas de la región en Teculután, Zacapa, y al nacimiento de una de las marcas de más rápido crecimiento en el mercado guatemalteco: Brahva.

En el 2009 surge la alianza con Pepsi Américas, permitiendo la ampliación de operaciones a Puerto Rico, Jamaica, Trinidad y Tobago y Barbados. En el 2011 se amplía la distribución del portafolio de LivSmart, que inicia una rápida

expansión territorial y de portafolio, tomando ventaja de la fuerte tendencia mundial de Health & Wellness, la flexibilidad y eficiencia en procesos de innovación y la amplia capacidad de producción de su planta. En el año 2012 se llevó a cabo una sociedad con el grupo Tesalia, embotellador en Ecuador, con la misma convicción y el reto de comenzar la expansión hacia Sudamérica.

1.4. Información general

1.4.1. Misión

“Nuestra misión consiste en ser la primera Empresa de Productos de alimentación y bebidas de conveniencia. Nos esforzamos por ofrecer valor a los inversores a la vez que proporcionamos oportunidades de crecimiento y enriquecimiento a nuestros empleados, nuestros socios comerciales y a las comunidades en las que desarrollamos nuestras operaciones. Y en todo lo que hacemos, luchamos por la honestidad, la justicia y la integridad”¹.

1.4.2. Visión

“Nuestra responsabilidad es mejorar continuamente todos los aspectos del mundo en el que desarrollamos nuestras operaciones (medioambiente, sociedad, economía) creando un futuro mejor que el presente”².

“Nuestra visión es poner en marcha iniciativas que beneficien a la sociedad y comprometernos a crear valor para el accionista convirtiendo nuestra empresa sostenible”³.

¹ Pepsico. *Misión, visión, valores*. <http://cbc.co/socios-estrategicos/pepsico/>. Consulta: 2017.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

1.4.3. Valores y principios

- “Crecimiento constante. Es fundamental para fomentar y medir nuestro éxito ya que la búsqueda de un crecimiento constante estimula la innovación, añade valor a los resultados y nos ayuda a descubrir en qué medida las acciones que emprendemos hoy van a influir en nuestro futuro, tanto para empleados como para los resultados del negocio.
- “Personas con capacidad de decisión. Creemos en la libertad para actuar y pensar de la forma que consideremos más adecuada para llevar a cabo nuestro trabajo, respetando en todo momento los procesos que garantizan una apropiada gestión y teniendo en cuenta el resto de necesidades de la Compañía.
- “Responsabilidad y confianza. Estos valores son la base de un crecimiento saludable. Consiste en ser capaces de ganar la confianza que otras personas han depositado en nosotros como individuos y como empresa asumiendo la titularidad personal y corporativa en todo aquello que hacemos.

“Para materializar nuestro compromiso, debemos esforzarnos en todo momento por:

- Preocupación por nuestros clientes, consumidores y el mundo en que vivimos.
- Vender solo productos de los que podamos sentirnos orgullosos.
- Comunicación clara y sincera.
- Calibrar los efectos a corto y largo plazo.
- Beneficiarse de la diversidad y de la inclusión.

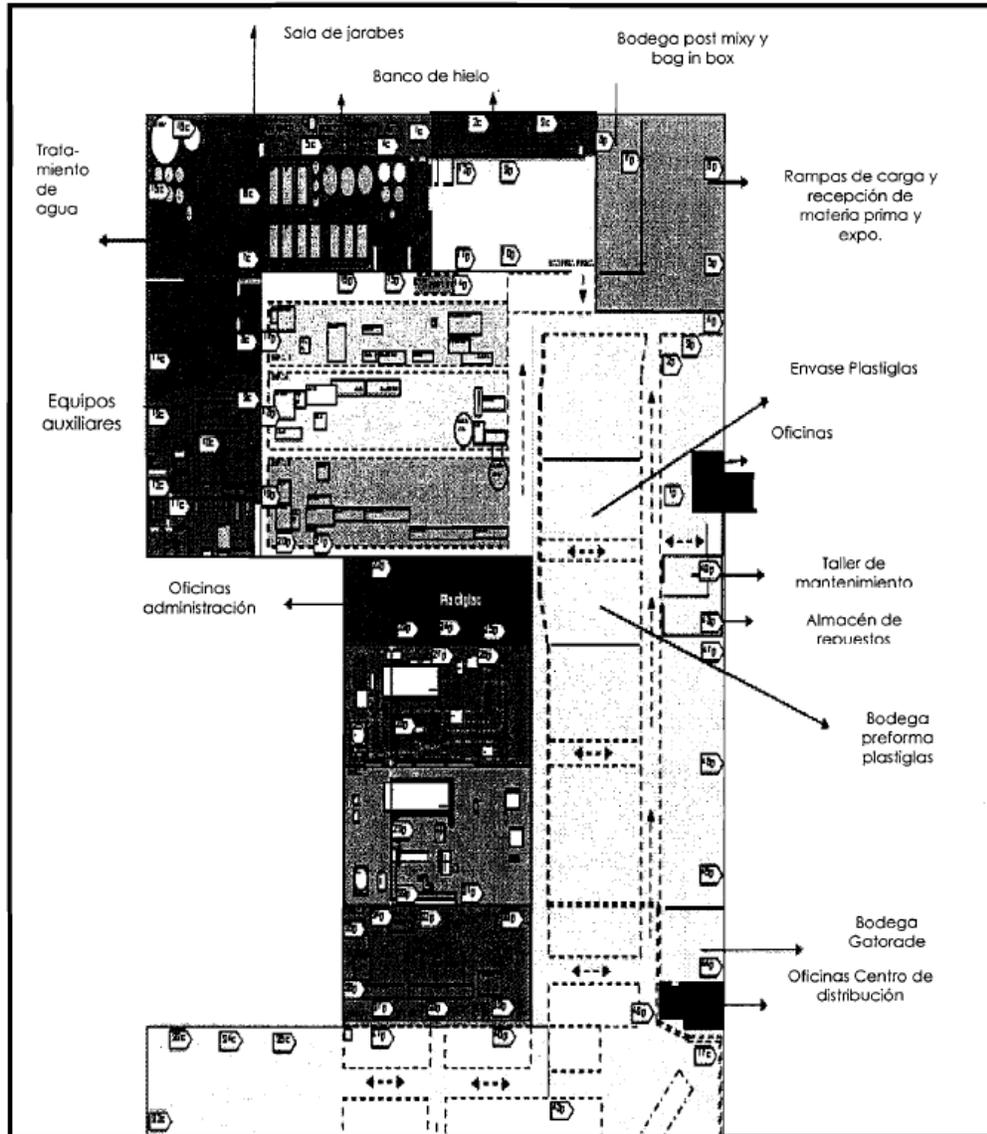
- Respetar a los demás y lograr juntos el éxito”⁴.

1.4.4. Líneas de producción

La planta de producción está distribuida en diferentes áreas, como se muestra en la figura a continuación.

⁴ Ibíd.

Figura 2. Distribución de la planta



Fuente: Embotelladora La Mariposa. Distribución de la planta de producción. p. 18.

1.4.4.1. Línea lata

En la línea de producción de lata, el proceso comienza desde la preparación del producto que vaya a ser utilizado en la lata. Este se prepara en el área de jarabe y es transportado hacia la línea de producción, a través de una tubería espacial que transporta el líquido en sus condiciones óptimas para que la calidad no cambie en sus diferentes procesos; las latas que se van a utilizar para ser llenadas, son transportadas del centro de distribución hacia la línea de producción, donde un montacargas coloca la tarima en la despaletizadora, y esta va colocando las camas de latas en la banda transportadora, donde son lavadas, pues estas pueden traer algún tipo de suciedad que modifique el sabor o la consistencia del producto final; son llenadas con el líquido que esté en el plan de producción, además son selladas con las tapa de aluminio que un operario se encarga de colocar en la máquina selladora, transportadas previamente del centro de distribución, utilizando un montacargas, que transporta la tarima de tubos de papel lleno de las tapaderas; tras ser selladas las latas pasan por una máquina llamada "Warner" donde se calienta el líquido a una temperatura ambiente; la banda transportadora lleva el producto a la secadora, donde se elimina la humedad, para que la lata no se oxide y mantenga su calidad.

Luego de estar secas las latas, son transportadas a la empacadora, donde se unen varias latas, con un plástico térmico que al ser expuesto al calor se encoje, dejando el producto correctamente unido. Es transportado a la paletizadora formando camas, estivadas una tras de otra, donde el *robo pack* coloca el *poliestrech* para ser transportado al área del centro de distribución y así enviarlo al destino que sea programado por dicha área.

1.4.4.2. Línea PET

Para la producción de este tipo de producto, las botellas en sus diferentes presentaciones son transportadas de los silos de almacenaje en el área de soplado hacia las líneas de producción; estas botellas caen a la máquina posicionadora, para que esta las coloque con la boquilla hacia arriba, y son transportadas hacia la etiquetadora, que les coloca la etiqueta según la producción del día. Al llegar al área de llenado, ingresan a un *rinser*, donde este las voltea boca abajo, inyectándoles un chorro de agua para eliminar cualquier impureza que pueda cambiar la calidad o textura del producto, afectando la producción; las botellas limpias pasan al área de llenado donde es inyectado el producto, luego la roscadora coloca la roscas, transportadas desde el centro de distribución, sellando así el producto.

La botella es inspeccionada para verificar el nivel de llenado, pues si esta no cumple es excluida del proceso. Las botellas que cumplen con la verificación de llenado son codificadas para luego ser transportadas a la empacadora, donde se unen varias botellas, con un plástico térmico que al ser expuesto al calor se encoje, dejando el producto correctamente unido. Los paquetes son transportados a la paletizadora, formando camas, estivadas una tras de otra, donde el *robo pack* coloca el *poliestrech* para ser transportado al área del centro de distribución y enviado al destino que sea programado por dicha área.

1.4.4.3. Línea de envase retornable

En las líneas de retornable se cuenta con dos distintos tipos de botellas: envase de vidrio y PRB. El proceso para ambos es similar. Para el proceso de producción de PRB el envase puede ser el que se recicla de las diferentes agencias de distribución o bien el producido en el área de soplado; si el

producto es reciclado de las agencias este es previamente revisado en el centro de distribución, para separar las cajas de botellas que estén excesivamente sucias. Estas son lavadas por operarios, quitando el exceso de suciedad, para de este modo trasportarlas a la línea de producción, en tarimas por un montacargas, que coloca dicha tarima en la desencajilladora, encargada de desarmar las camas de cajas y colocar las botellas en la banda transportadora; estas son llevadas al área de lavado, donde a través de chorros de agua, inyectados dentro de las botellas se eliminan los residuos de suciedad que se forman por el trayecto de las agencias a la planta de producción; son secadas y puestas en la banda de transporte hacia la llenadora, y llenadas para luego colocarles la tapa en la roscadora. Teniendo el producto sellado, se procede a colocarle la etiqueta de papel en la etiquetadora, adherida con un pegamento especial. Es trasportada al área de inspección de nivel de llenado y roscado, donde si no aprueba la inspección es eliminada del proceso de producción; el producto que cumple con estos requerimientos es trasportado hacia la encajilladora, donde la máquina se encarga de llenar las cajillas, que luego son colocadas en la tarima, en forma de camas para ser estibadas una tras de otra, donde un operario coloca una cinta de plástico para amarrar la tarima completa, para ser trasportada al área del centro de distribución y así enviada al destino que sea programado por dicha área.

Para los envases de vidrio, las botellas son recicladas de las agencias y trasportadas al centro de distribución, pasando por una inspección previa de limpieza, eliminado el exceso de suciedad, para de este modo trasportarlas a la línea de producción en tarimas por un montacargas, que coloca dicha tarima en la desencajilladora, encargada de desarmar las camas de cajas de botellas de vidrio y colocarlas en la banda transportadora. Estas son llevadas al área de lavado, donde a través de chorros de agua, inyectados dentro de las botellas eliminan los residuos de suciedad que se forman por el trayecto de las agencias

a la planta de producción; son secadas y puestas en la banda de transporte hacia la llenadora, pero antes pasan por un sensor que verifica el interior de la botella para confirmar que hayan sido correctamente lavadas, si este no es el caso, son eliminadas del proceso y lavadas de nuevo. Las botellas que pasan la inspección son llenadas para luego colocarles la tapitas; teniendo el producto sellado, son transportadas al área de inspección de nivel de llenado y roscado, donde si no aprueban la inspección son eliminadas del proceso de producción; el producto que cumple con estos requerimientos es transportado hacia la encajilladora, donde la máquina se encarga de llenar las cajillas, que luego son colocadas en la tarima, en forma de camas para ser estibadas una tras de otra, donde un operario coloca una cinta de plástico para amarrar la tarima completa, para ser transportada al centro de distribución y enviada al destino que sea programado.

1.4.4.4. Línea *tetra pak*

Esta es una nueva línea instalada en la planta de producción y su proceso aún no está bien definido.

En esta línea, el jarabe se produce directamente allí, por lo que no es transportado del área de jarabe, evitando de este modo atrasos por producción de otros productos. El envase es transportado del centro de distribución por un montacargas, que coloca la tarima en una despaletizadora que va quitando cama por cama del embase *tetra pack*, y colocándolo en la banda transportadora hacia la llenadora, donde se inyecta el producto; es transportado hacia la roscadora para colocar la tapa; el envase pasa por una inspección que garantiza que el producto está correctamente sellado; el producto que es aceptado es transportado por la banda hacia la paletizadora, donde es encajado

y entarimado, para ser transportado al centro de distribución y enviado al destino que sea programado.

1.4.4.5. Línea de post mix o bag in box

Esta línea de producción es la línea más corta dentro de la planta, pues su proceso comienza en el área de jarabe, donde se prepara la mezcla a almacenar, y es transportada a través de una tubería especial que no cambiará la calidad de la mezcla. El líquido o producto llega a un pasteurizador *flash*, que mantiene la calidad del producto dentro de la bolsa de almacenamiento, esta bolsa es transportada del centro de distribución por un montacargas hacia la línea de producción. La boquilla llenadora inyecta el líquido dentro de la bolsa evitando que cualquier agente externo modifique la calidad del producto; el operario retira la bolsa y la cierra con un sellador, para ser empacada en cajas; estas cajas son estibadas en una tarima, donde el operario con una cinta plástica asegura las camas de producto para luego ser codificadas y transportadas al centro de distribución y enviadas al destino que sea programado.

1.5. Tipo de organización

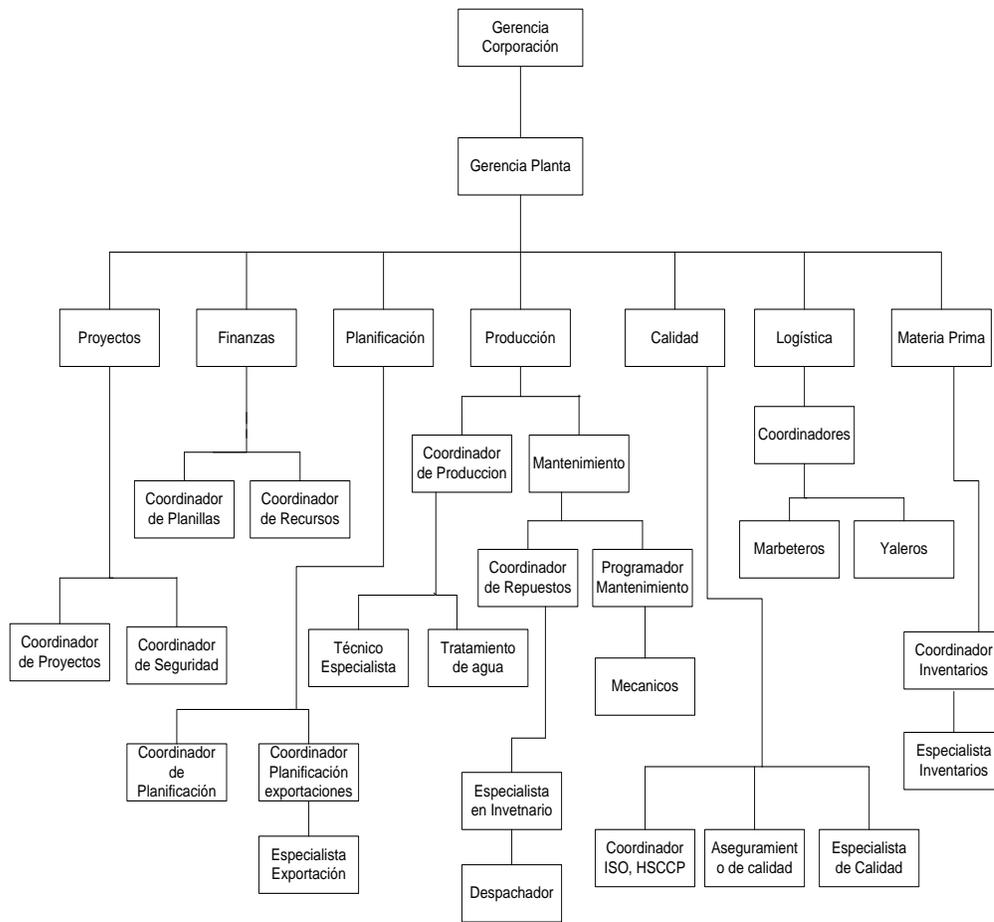
Embotelladora la Mariposa es una planta de producción no solo de bebidas carbonatadas, sino también de bebidas con sabor a frutas, energéticas, té, deportivas, agua embotellada y con contenido alcohólico; cuenta con un área aproximada de 182 manzanas, la cual está distribuida en áreas o departamentos: administración, producción, almacenaje de producto terminado, mantenimiento, carga y entrega y áreas de recepción.

- El departamento de administración es donde se lleva a cabo la logística y la parte administrativa.
- En el departamento de producción se realiza todo el proceso de fabricación de las diferentes bebidas a producir.
- El departamento de mantenimiento cuenta con una bodega de repuestos para prevenir fallos en las máquinas y evitar paros prolongados por falta de repuestos.
- En el departamento de almacenaje de producto terminado se encuentran los productos embotellados en sus diferentes presentaciones y sabores.
- El departamento de carga y entrega de los diferentes productos se encarga de recibir todas las materias primas utilizadas en los procesos de la planta.
- En las áreas de recepción se recibe a todo el personal externo a la embotelladora.

Debido al nivel de especialización y departamentalización para cada tipo de actividades, se habla de una estructura organizacional tipo funcional, donde cada colaborador responde ante varios supervisores y cada supervisor o jefe se ocupa de los asuntos de los operadores de su competencia.

1.5.1. Organigrama

Figura 3. Organigrama general de la empresa



Fuente: Embotelladora La Mariposa. Organigrama general. p. 10.

1.5.2. Descripción de puestos

Tabla I. Descripción de puesto, gerencia corporación

PUESTO	GERENCIA CORPORACIÓN
SUBORDINADOS	Gerencia Planta, Proyectos, Finanzas, Plantación, Producción, Calidad, Logística Y Mataría Prima.
FUNCIONES BÁSICAS	Supervisar todas las áreas para saber las necesidades de la empresa y tomar decisiones inteligentes que mejoren la situación de esta.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Informar a sus superiores de la situación de la empresa. • Establecer buenas relaciones a todos los niveles internos y externos para establecer el correcto uso de los recursos de la corporación CBC. • Tomar decisiones inteligentes con base en un análisis de las diferentes áreas. • Estar siempre al tanto de todo lo que ocurre con la competencia, además de nuevas tecnologías para estar actualizados. • Debe mantener una comunicación constante con sus colaboradores.

Fuente: elaboración propia

Tabla II. Descripción de puesto, gerente de planta

PUESTO	GERENTE DE PLANTA
SUBORDINADOS	Proyectos, Finanzas, Planeación, Producción, Calidad, Logística Y Materia Prima.
FUNCIONES BÁSICAS	El gerente de planta está a cargo de todas las áreas referentes a los procesos de producción, y de este modo lograr la eficiencia y un producto de calidad.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Este debe mantener en todo momento comunicación con la gerencia corporativa, así como con el Gerente De Compras Y Ventas, Recursos Humanos y Mantenimiento y Almacenaje. • Debe mantener actualizados a los supervisores de producción. • Cada reporte entregado deberá ser analizado. • Será responsable junto con sus supervisores de

Continuación de tabla II.

	<ul style="list-style-type: none"> • que el producto que salga a la venta esté en óptimas condiciones. • Responsable de un buen desarrollo de la planta de producción. En caso de algún problema grave en la planta de producción deberá solucionar el mismo.
--	---

Fuente: elaboración propia

Tabla III. **Descripción de puesto, jefe de proyectos**

PUESTO	JEFE DE PROYECTOS
SUBORDINADOS	Coordinador De Proyectos, Coordinador De Seguridad Y Coordinador Planificación Guatemala.
FUNCIONES BÁSICAS	Planificar, gestionar y controlar los recursos y tareas necesarias para llevar a cabo un proyecto de alto valor económico junto a sus coordinadores responsables.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisar el diseño, desarrollo, instalación y posterior mantenimiento de la solución. • Definir el perfil del equipo del proyecto y asignar las responsabilidades. • Establecer métodos, técnicas y herramientas a utilizar por el equipo del proyecto. • Estimar tiempos y recursos necesarios para el desarrollo de las aplicaciones.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Descripción de puesto, jefe de finanzas**

PUESTO	JEFE DE FINANZAS
SUBORDINADOS	Coordinador De Planilla y Coordinador De Recursos
FUNCIONES BÁSICAS	Coordinar y participar en le elaboración de estados e informes financieros, presupuestos anuales de ingresos y egresos, además de controlar las finanzas de la planta de producción mejorando su rendimiento.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar y ejecutar de forma permanente un plan

Continuación de tabla IV.

	<p>financiero estratégico de la planta de producción mediante la implementación y supervisión del registro adecuado de las operaciones financieras y contables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar información de manera oportuna, confiable y veraz con sentido de transparencia que permita una adecuada y correcta toma de decisiones. Supervisar que se mantenga un flujo de efectivo necesario para la operación de las distintas áreas de producción.
--	--

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Descripción de puesto, jefe de planificación**

PUESTO	JEFE DE PLANIFICACIÓN
SUBORDINADOS	Coordinador De Planificación Guatemala, Coordinador De Planificación y Exportación y Especialista en Exportación.
FUNCIONES BÁSICAS	Liderar el proceso de formulación de las definiciones estratégicas de la planta de producción, coordinando las áreas claves de la misma, en el marco de los lineamientos gubernamentales y ministeriales.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener y fortalecer un sistema de información para la gestión que permita medir y monitorear el cumplimiento de compromisos asociados con los programas de mejoramiento de la gestión. • Dirigir la elaboración, ejecución y seguimiento de estudios, planes y programas, atendiendo los requerimientos y demandas de la Gerencia Corporativa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Descripción de puesto, jefe de producción

PUESTO	JEFE DE PRODUCCIÓN
SUBORDINADOS	Coordinador De Producción, Mantenimiento y Coordinador De Repuestos.
FUNCIONES BÁSICAS	Supervisar y coordinar las actividades de los Coordinadores De Producción, Mantenimiento y Coordinador De Repuestos, para lograr un nivel de calidad deseado.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de informar a sus subordinados el puesto que desempeñarán, sus responsabilidades, obligaciones, las reglas de Seguridad y Salud Ocupacional, para que realicen bien su trabajo. • Permanente comunicación con el Gerente de Planta, para desarrollar sus planes de acción, así como a sus subordinados. • Supervisar al personal a su cargo, además de presentar los informes de las actividades realizadas. • Coordinar las actividades de producción. • Mantener una estrecha relación con Mantenimiento y Almacén para solicitar materiales y reportar cualquier anomalía en la limpieza dentro de la planta de producción.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Descripción de puesto, jefe de calidad

PUESTO	JEFE DE CALIDAD
SUBORDINADOS	Coordinador De isoo/hacco, Aseguramiento de Calidad y Especialistas de Calidad.
FUNCIONES BÁSICAS	Supervisar y vigilar que los productos que se producen sean de calidad y con apego a las normas oficiales establecidas, además de supervisar el suministro y distribución óptima de los productos hacia sus diferentes puntos de venta.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Responsable de que se brinde un producto de calidad en todos los puntos de distribución y venta, cumpliendo con las normas oficiales nacionales e internas y con estándares establecidos, así como

Continuación de tabla VII.

	<p>actualizar las políticas, normas y procedimientos en materia de calidad en la producción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsable de la calidad e inocuidad en la producción de los diferentes productos, así como los aspectos ambientales de la actividad. • Del equipo de laboratorio e insumos controlados. • Garantizar el cumplimiento de las metas programadas para el sistema de calidad e inocuidad. • Ejecutar y llevar el seguimiento a los aspectos ambientales y programas de gestión ambiental de la empresa. Garantizar la realización de las pruebas necesarias para verificar la conformidad de los productos, así como de realizar las mediciones en los equipos que requieren alto grado de competencia.
--	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Descripción de puesto, jefe de logística**

PUESTO	JEFE DE LOGÍSTICA
SUBORDINADOS	Coordinadores de logística
FUNCIONES BÁSICAS	Coordinar las diferentes áreas de almacenaje, optimizando las políticas de aprovisionamiento y distribución, gestionando y supervisando el personal a su cargo, para optimizar, organizar y planificar la preparación y distribución de pedidos.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar, supervisar, controlar y asegurar las actividades de recepción, despacho, almacenamiento y distribución de materias primas, productos terminados, empaques, suministros diversos para los clientes externos e internos de la planta de producción. • Supervisar los despachos de productos para clientes externos locales a nivel nacional e internacional. • Realizar inventarios, preparar informes y reportes sobre movimientos, estado e incidencias relacionadas al almacén. • Manejo de costos y presupuestos.

Continuación de tabla VIII.

	<ul style="list-style-type: none"> • Dar soluciones rápidas y oportunas a clientes en caso de inconvenientes con los tiempos de despacho y condiciones de entrega.
--	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Descripción de puesto, jefe de materia prima**

PUESTO	JEFE DE MATERIA PRIMA
SUBORDINADOS	Coordinador de Inventarios y Especialista en inventarios.
FUNCIONES BÁSICAS	Organiza la logística de recepción de la materia prima que entra y sale a la planta de producción.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la toma de inventarios físicos en la planta de producción. • Contralar y supervisar los documentos que respalden las operaciones de almacenaje. • Recepción y carga en el sistema. • Planear lo que se va a surtir a cada línea de producción. • Mantener los conteos cíclicos en toda la planta. • Organizar los controles de limpieza, vacaciones, permisos, salidas y capacitaciones, así como las promociones. • Acudir a juntas de producción para ver los cambios de producción, diarios, semanales o mensuales; lanzamiento de productos nuevos y cierre de algunos procesos.

Fuente: elaboración propia.

1.6. Área de soplado

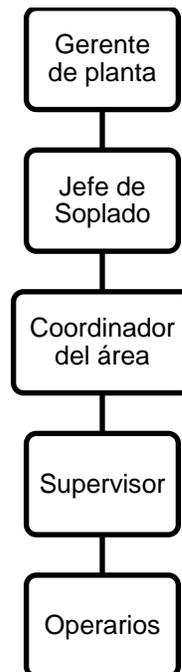
El área de soplado está constituida de la forma siguiente:

1.6.1. Organización

La estructura organizacional es un medio del que se sirve una organización cualquiera para conseguir sus objetivos con eficacia. El área de soplado utiliza una estructura organizacional con cargos que tienen funciones similares para dividir el trabajo en tareas realizables que llevan a la consecución de los objetivos de la empresa.

1.6.1.1. Organigrama

Figura 4. Organigrama del área de soplado



Fuente: Embotelladora La Mariposa. Organigrama del área de soplado. p. 13.

1.6.1.2. Puestos y funciones

Tabla X. Descripción de puesto, jefe de área de soplado

PUESTO	JEFE DEL ÁREA DE SOPLADO
SUBORDINADOS	Coordinadores
FUNCIONES BÁSICAS	Planificar, coordinar y supervisar las actividades a desarrollar en el proceso de fabricación de los envases de Pet y retornable, así como participar en el diseño y fabricación de nuevos envases.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Programar y participar en la capacitación del personal del área. • Supervisar los distintos tipos de mantenimientos de las máquinas y equipos de trabajo. • Recibir y estudiar cotizaciones de diversas empresas proveedoras de equipos y materiales. • Distribuir las actividades a realizar por el personal a su cargo y supervisarlos. • Cumplir con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización. • Implementar nuevos métodos y procedimientos de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Descripción de puesto, coordinador del área de soplado

PUESTO	COORDINADOR DEL ÁREA DE SOPLADO
SUBORDINADOS	Operarios
FUNCIONES BÁSICAS	Planificar, coordinar y supervisar las actividades a desarrollar en el proceso de fabricación de los envases de Pet y retornable, así como participar en el diseño y fabricación de nuevos envases.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Programar y participar en la capacitación del personal del área. • Supervisar los distintos tipos de mantenimientos de las máquinas y equipos de trabajo. • Recibir y estudiar cotizaciones de diversas

Continuación de tabla XI.

	<p>empresas proveedoras de equipos y materiales.</p> <ul style="list-style-type: none">• Distribuir las actividades a realizar por el personal a su cargo y supervisarlos. Cumplir con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización.
--	--

Fuente: elaboración propia.

1.7. Proceso

Embotelladora La Mariposa cuenta con varios procesos de producción, como a continuación se describe:

1.7.1. Definición

El proceso de producción que realiza la Planta Mariposa es un sistema dinámico constituido por un conjunto de procedimientos técnicos que empiezan desde el tratamiento de agua, que es uno de los principales ingredientes, luego la elaboración de jarabe simple (agua y azúcar), además de la elaboración de jarabe terminado (jarabe simple más un concentrado), para luego realizar las diferentes bebidas con sus diferentes sabores, y así llegar al proceso de envasado, para poder terminar la producción de sus diferentes productos.

1.7.2. Características

Lo que caracteriza el proceso de producción de sus diferentes productos es procurar la calidad, empezando desde el agua, uno de sus ingredientes más importantes y su recurso máspreciado. Procurar su calidad es un pilar básico en el que se constituyen las demás matices de sus sabores, aromas y texturas

a través del añadido de dióxido de carbono o azúcar, ingredientes que también son sometidos a controles de calidad.

De este modo son monitoreados exhaustivamente cada una de los tratamientos del agua, adecuándolos a los requerimientos de la Organización Mundial de la Salud, legislaciones locales y nacionales y los estándares establecidos por Pepsico.

1.7.3. Tipos

En la planta de producción se puede encontrar diferentes tipos de producción, como a continuación se describe:

1.7.3.1. Intermitente

La definición dice que la producción se lleva a cabo cuando existe un pedido específico del cliente; en la planta de producción se puede encontrar este tipo de proceso en distintas formas.

1.7.3.1.1. Talleres

Se define como la obtención de lotes reducidos de una gran variedad de productos. Las actividades se encuentran agrupadas en talleres. Un lote puede pasar varias veces por el mismo taller (soldar antes y después del montaje). Se requiere maquinaria y mano de obra muy flexible. Maquinaria de uso general y mano de obra muy cualificada. Esta actividad es posible visualizarla en el área de taller de mantenimiento y en el área de tarimas.

1.7.3.1.2. Lotes

La producción de este tipo se representa a través de un sistema utilizado por la planta de producción que produce una cantidad limitada de un tipo de producto cada vez. Cada lote de producción se calcula para atender a un determinado volumen de ventas previsto para un cierto período. Terminado un lote de producción, le empresa inicia inmediatamente la producción de otro lote, y así sucesivamente. En la línea de *bag in box* se puede ver este tipo de producción, ya que se realizan lotes de diferentes sabores de productos.

1.7.3.2. Series

La base es la cadena de montaje o línea de ensamblado o línea de producción. Una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas. Este tipo de proceso se encuentra en dos diferentes producciones:

1.7.3.2.1. En masa

La producción en masa se lleva a cabo con volúmenes altos y los productos están estandarizados, lo cual permite organizar los servicios en torno a un producto. Los materiales avanzan en forma lineal o en serie, de una operación a la siguiente. Este tipo de proceso se lleva a cabo en líneas de producción de los diferentes productos elaborados dentro de la planta de producción.

1.7.3.2.2. Continua

En la producción continua el ritmo de trabajo es fijo, dependiendo del ritmo de operación de la máquina. Es necesaria una perfecta sincronización, evitando ociosidad y cuellos de botella. Producción muy inflexible. Fabricación de un producto único en grandes cantidades. En las diferentes líneas de producción de la planta mariposa este tipo de proceso es el que se puede encontrar, ya que cada una de las líneas elabora de forma continua una gran cantidad de gaseosas, jugos, agua pura, etc.

1.8. Automatización

La automatización industrial es definida como la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, máquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.

Busca generar la mayor cantidad de producto, en el menor tiempo posible, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad.

Dentro de la Planta Mariposa, la automatización es un proceso primordial, pues esta aumenta la calidad de los productos que produce y los genera con mayor eficiencia.

1.8.1. Lineamientos

Para poder implementar una automatización es necesario conocer a fondo el proceso en el que se desea trabajar. Los diagramas y documentos del proceso son herramientas esenciales para poder tomar una decisión del equipo

a seleccionar, así como para identificar las actividades, cuantificar los beneficios, identificar los roles del proceso y demás. A continuación se detallarán los tipos de automatizaciones encontrados dentro de la planta de producción.

1.8.2. Tipos

Dentro de Planta Mariposa existen diferentes tipos de automatización, dependiendo el área o la operación que se esté realizando, como a continuación se detalla:

1.8.2.1. Mecánica

Es el uso de máquinas automáticas para sustituir principalmente las acciones humanas; esto es posible de apreciar en todas las líneas de producción donde se ha sustituido muchas tareas humanas por equipo industrial.

El equipo transforma la energía eléctrica en energía mecánica para desarrollar algún trabajo para el cual fue diseñado, este tipo de máquinas se usa para trabajos que son repetitivos como el etiquetado, soplado, llenado, entre otros, y también en aquellos tipos de trabajos que ponen en riesgo la vida del trabajador.

1.8.2.2. Eléctrica

Es la más extendida en la actualidad, los sistemas de actuación eléctrica son bien conocidos, motores, actuadores electromagnéticos, etc. El mando eléctrico suele implantarse mediante relés. El mando electrónico puede ser implementado mediante componentes electrónicos discretos, digitales o

mediante sistemas de lógica programable (FPGA). Estos componentes pueden ser las computadoras en que se ingresan las operaciones del equipo o los tableros con los controles de operación.

1.8.2.3. Fija

Dentro de la Planta Mariposa se utiliza porque el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas.

1.8.2.4. Programables

Este tipo de automatización se emplea en la línea de *bag in box*, puesto que el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. Este equipo de producción está diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto y esta adaptación se realiza por medio de un programa de producción.

1.8.2.5. Flexible

En el área de soplado la automatización de este tipo es más adecuada para un rango de producción medio de botellas. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Están constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora, donde se puede seleccionar el tipo de envase que se va a fabricar.

1.9. Instrumentación

En Embotelladora La Mariposa se cuenta con diferentes instrumentos de medición, así como indicadores, registradores, alarmas y primarios.

1.9.1. Conceptos

La instrumentación se define como un grupo de elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el objetivo de optimizar este.

1.9.2. Tipos

Dentro de la planta de producción se pueden encontrar instrumentos como:

1.9.2.1. Indicadores

Estos dispositivos dan un índice y una escala graduada en las que se puede leer el valor de la variable. Estos indicadores están presentes en la mayoría de las máquinas y en los instrumentos de medición de presión, temperatura, herméticos, caudalímetro, entre otros, que son necesarios para los equipos en la planta de producción.

1.9.2.2. Registradores

Estos instrumentos registran con trazo continuo o a punto la variable, y pueden ser circulares o de gráfico regular; se puede encontrar en la planta de producción el registrador de humedad o temperatura.

1.9.2.3. Alarmas

Estos instrumentos son muy importantes en cualquier industria, ya que controlan en cierto % la señal de entrada de tal forma que, si se rebasa el punto fijo del %, producen en su salida niveles lógicos que indican el rebasamiento de la señal que monitorean.

1.9.2.4. Primarios

Los elementos primarios están en contacto físico con la variable que miden y utilizan o absorben energía del medio que controlan para darle al sistema de medición una indicación o respuesta a las variaciones del proceso que controla. Los efectos que producen pueden ser cambios de posición, de presión, de fuerza, de corriente etc. Estos sensores son de calor y proximidad y permiten a los operarios mayor seguridad en los accidentes, pues de este modo la máquina se detiene al detectarlos.

2. SITUACIÓN ACTUAL

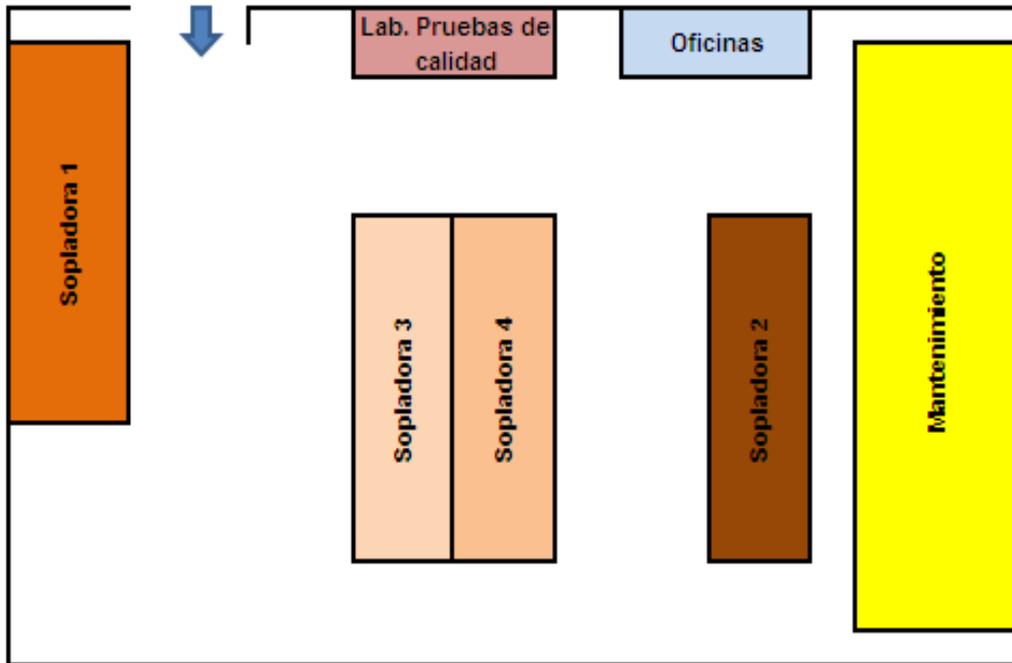
2.1. Descripción del área de soplado

La Planta Mariposa cuenta con 4 líneas de soplado constituidas por equipos de marca Sidel, las mismas que tienen diferentes números de moldes y velocidades de soplado, lo cual varía con respecto al tamaño del envase que se está soplando. En el área se encuentran las oficinas administrativas, donde se lleva el control riguroso de la producción diaria, así como el control de turnos y la calidad del producto.

Esta área cuenta con su propio taller de mantenimiento para facilitar el arreglo de las piezas o equipos que lo necesiten, ya que es necesario que todas las sopladoras funcionen a la perfección en la brevedad posible. A un lado de las oficinas se encuentra el laboratorio de calidad, donde se lleva a cabo la inspección de varias botellas al iniciar el proceso.

2.1.1. Planos

Figura 5. Área de soplado



Fuente: Embotelladora La Mariposa. Plano área de Soplado. p. 24.

2.2. Situación organizacional

Actualmente el área está conformada por un Gerente de Planta, Jefe De Área, Coordinador De Área, Supervisores y Operarios. A continuación se describirá las funciones de cada uno de sus trabajadores.

2.2.1. Descripción de la estructura y organización

La estructura organizacional está compuesta por personal administrativo y operativo; los perfiles de los puestos están estructurados por subordinados,

funciones básicas y responsabilidades; para de este modo poder identificar las tareas de cada uno, según sea su puesto.

2.2.1.1. Personal administrativo

Las personas encargadas de administración son el Gerente de Planta, el Jefe De Área y el Coordinador De Área.

2.2.1.1.1. Descripción de los puestos

Tabla XII. Descripción de puesto, jefe de área de soplado

PUESTO	JEFE DEL ÁREA DE SOPLADO
SUBORDINADOS	Coordinadores
FUNCIONES BÁSICAS	Planificar, coordinar y supervisar las actividades a desarrollar en el proceso de fabricación de los envases de Pet y retornable, así como participar en el diseño y fabricación de nuevos envases.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Programar y participar en la capacitación del personal del área. • Supervisar los distintos tipos de mantenimientos de las máquinas y equipos de trabajo. • Recibir y estudiar cotizaciones de diversas empresas proveedoras de equipos y materiales. • Distribuir las actividades a realizar por el personal a su cargo y supervisarlos. • Cumplir con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización. • Implementar nuevos métodos y procedimientos de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Descripción de puesto, coordinador del área de soplado

PUESTO	COORDINADOR DEL ÁREA DE SOPLADO
SUBORDINADOS	Supervisor y Operarios
FUNCIONES BASICAS	Planificar, coordinar y supervisar las actividades a desarrollar en el proceso de fabricación de los envases de Pet y retornable, así como participar en el diseño y fabricación de nuevos envases.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Programar y participar en la capacitación del personal del área. • Supervisar los distintos tipos de mantenimientos de las máquinas y equipos de trabajo. • Recibir y estudiar cotizaciones de diversas empresas proveedoras de equipos y materiales. • Distribuir las actividades a realizar por el personal a su cargo y supervisarlos. • Cumplir con las normas y procedimientos en materia de seguridad integral, establecidos por la organización. • Implementar nuevos métodos y procedimientos de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.2. Personal operativo

Las personas encargadas de las operaciones son los supervisores y operarios.

2.2.1.2.1. Funciones del personal operativo

Tabla XIV. Descripción de puesto, supervisor

PUESTO	SUPERVISOR
SUBORDINADOS	Operarios
FUNCIONES BÁSICAS	Supervisar el conocimiento, habilidades y previsión de cualquier clase de trabajo. El éxito de su labor es determinar el éxito o el fracaso de los programas y objetivos del departamento. Además debe proyectar, dirigir, desarrollar y controlar.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la productividad de los empleados. • Desarrollar un uso óptimo de los recursos. • Obtener una adecuada rentabilidad de cada actividad realizada: tiempos, bajo <i>scrap</i>. • Desarrollar constantemente a los empleados de manera integral. • Monitorear las actitudes de los subordinados. • Contribuir a mejorar las condiciones laborales.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Descripción de puesto, operarios

PUESTO	OPERARIOS
SUBORDINADOS	
FUNCIONES BÁSICAS	Realizará las labores complementarias de mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo a instrucciones del jefe, utilizando los recursos que se requieran y la empresa proporcione.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Atender las órdenes del jefe designado por la empresa o del personal de la empresa que esta designe, con el propósito de ejecutar las labores complementarias de mantenimiento, • Dará el mantenimiento que la empresa requiera a instalaciones. • Transportará materiales y herramientas de trabajo

Continuación de tabla XV.

	<p>al lugar que se requiera para las labores del mantenimiento.</p> <ul style="list-style-type: none">• Participará en el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria a su cargo.
--	--

Fuente: elaboración propia.

2.3. Distribución del área de soplado

El área de soplado está distribuida en diferentes áreas: taller de mantenimiento, oficinas, laboratorio de pruebas y equipo de soplado. A continuación se detalla cada una:

2.3.1. Taller de mantenimiento

Esta área es la encargada de mantener en óptimas condiciones los equipos involucrados para la elaboración de botellas, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones sino que, además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como el control del ciclo de vida de las instalaciones, sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

2.3.2. Laboratorio de pruebas

En el laboratorio de pruebas se lleva a cabo el control de calidad, donde el operario toma varias muestras y se dirige al laboratorio de calidad a realizar las pruebas de control de dimensiones, distribución homogénea de materiales, etc. Si se detecta algún defecto en el producto se bloquea la producción hasta que se corrigen los problemas en la máquina, se inspecciona el producto retenido o HFI y se separan las botellas buenas de las defectuosas, las cuales se trasladan al desperdicio.

2.3.3. Oficinas

En las oficinas se encuentra el equipo administrativo encargado de vigilar la producción, así como de todo el proceso de productivo, resolviendo problemas si estos se presentan y programando actividades del día a día.

2.3.4. Equipo de soplado

El equipo de soplado está conformado por 4 sopladoras de marca SIDEL de la más alta calidad, los cuales producen diferentes moldes de botellas y están controlados por el equipo de producción a su cargo.

2.4. Descripción del proceso

El polímero de PRB puede ser procesado en botellas mediante el proceso de biorientación de preformas, las cuales son moldeadas en equipos de inyección. Estas preformas pasan luego por un proceso de soplado, el cual inicia con el ingreso de las cajas de preformas al área de soplado y termina con la entrega de la botellas en cajillas claramente identificadas.

- Las cajas de preformas son transportadas por el montacargas hasta la tolva de alimentación que posee la máquina sopladora SBO-04 (SIDEL 4 moldes).
- Las preformas pasan una a una a través de la banda que une a la tolva con el horno de la máquina sopladora.

- Dicho horno calienta las preformas por irradiación por un juego de lámparas incandescentes de argón que calientan las preformas a temperatura entre los 95°C y 105°C, permitiendo al material deformarse.
- De este modo las preformas entran a los moldes, donde mediante una presión de aire de 40kg/cm², copian la forma del molde obteniendo el envase retornable de dos litros.
- Los envases salen por una banda transportadora hacia una caja donde los operarios las colocan en las cajillas, formando camas una tras de otra en la tarimas.
- El control de calidad se lleva acabo a un lado de la máquina sopladora, donde el operario toma varias muestras. En el laboratorio de calidad se realizan las pruebas de control de dimensiones, distribución homogénea de materiales, etc. Si se detecta algún defecto en el producto se bloquea la producción hasta que se corrigen los problemas en la máquina, se inspecciona el producto retenido o HFI y se separan las botellas buenas de las defectuosas, las cuales se trasladan al desperdicio.

Figura 6. **Soplado de botella PRB**

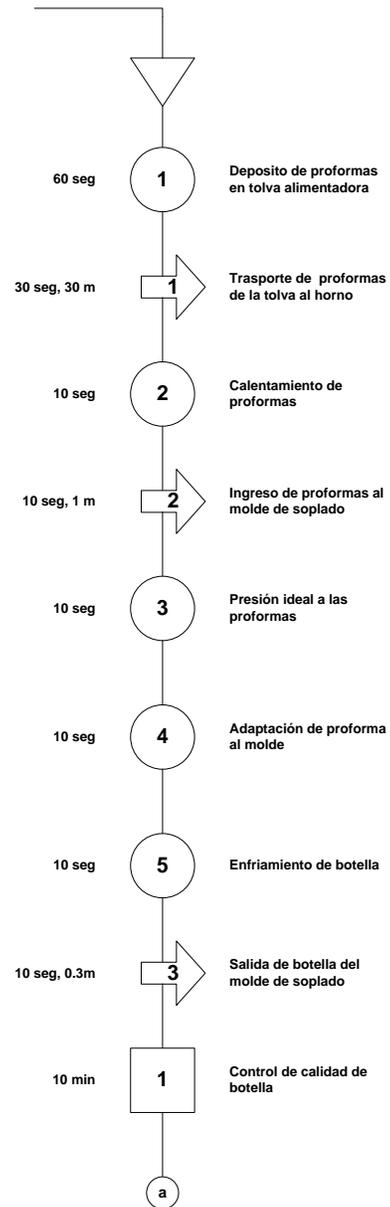


Fuente: Sidel. *Manual de soplado Sidel*. p. 2.

2.4.1. Diagrama de flujo

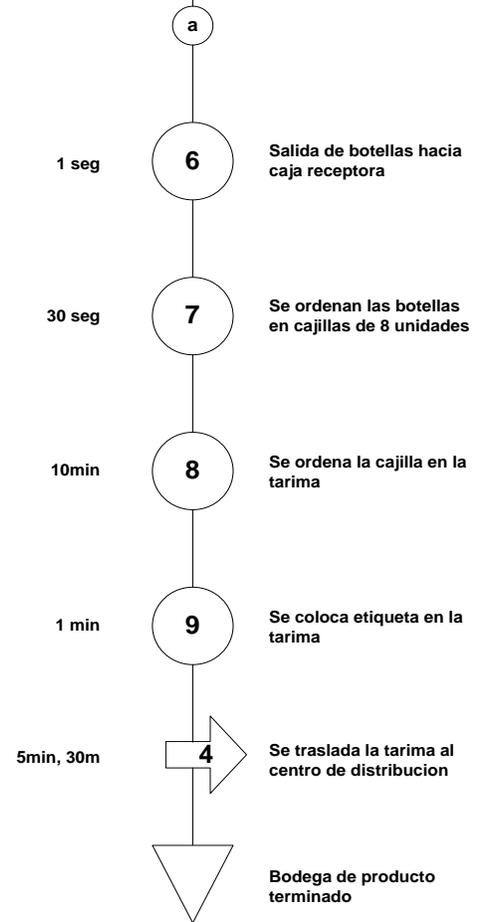
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de botellas retornables

Empres: Embotelladora la Mariposa	Materias primas: PRB	pagina: 1 de 2
Proceso: Soplado de envases retornables	Fecha: 2015	
Maquinaria: SBO-04	Proceso actual	



Continuación de la figura 7.

Empres: Embotelladora la Mariposa	Materias primas: PRB	pagina: 2 de 2
Proceso: Soplado de envases retornables	Fecha:2015	
Maquinaria: SBO-04	Proceso actual	

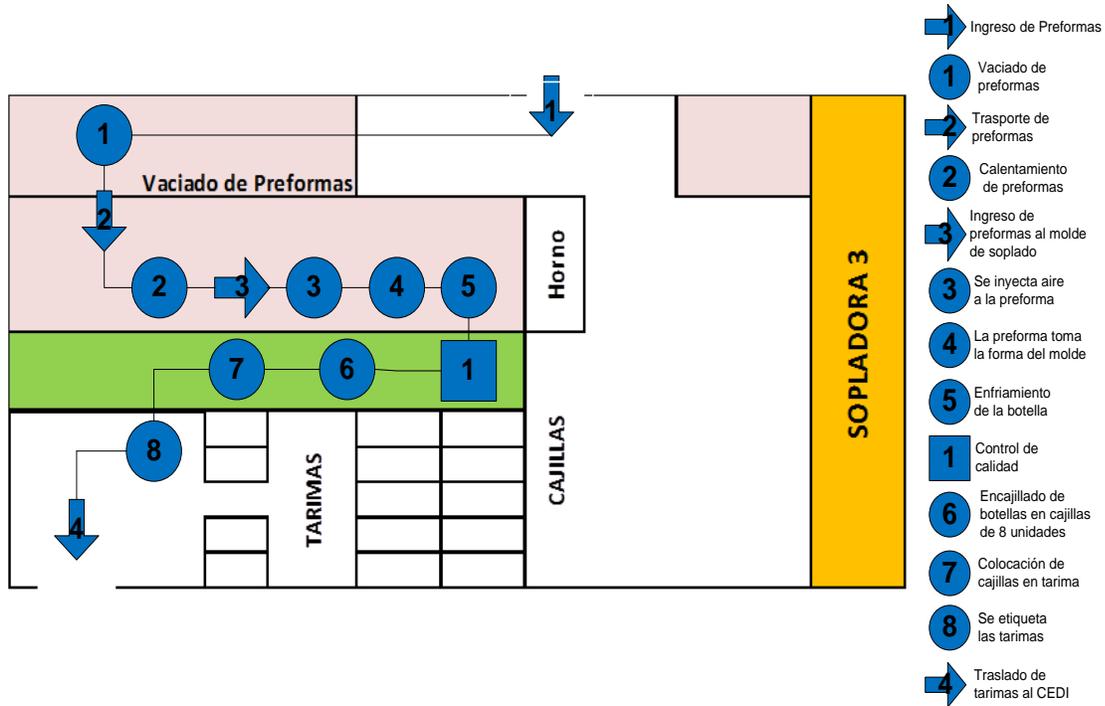


RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	9	13 min 11 seg	0
□	Inspección	1	10 min	0
➡	Trasporte	4	5 min 30 seg	61.3m
▽	Entrada y salida de BMP,BPT	2	0	0
	Total	16	28min 51 seg	61.3m

Fuente: Embotelladora La Mariposa. Diagrama de flujo. p. 14.

2.4.2. Diagrama de recorrido

Figura 8. Diagrama de recorrido de elaboración de botellas retornables



RESUMEN		
Símbolo	Descripción	Cantidad
○	Operación	8
□	Inspección	1
➔	Trasporte	4
	Total	13

Fuente: Embotelladora La Mariposa. Diagrama de recorrido. p.15.

2.4.3. Producción

La producción depende del requerimiento diario que el departamento de producción asigne a cada sopladora.

2.4.3.1. Envase retornable

Los envases retornables son aquellos que se reutilizan y solo necesitan un tratamiento de lavado. Estos son creados para ser devueltos al envasador, para que sean reacondicionados, limpiados adecuadamente y vueltos a llenar con el mismo producto. Este tipo de envase ayuda al medio ambiente, pues al no producir más de su tipo se evita contaminación innecesaria.

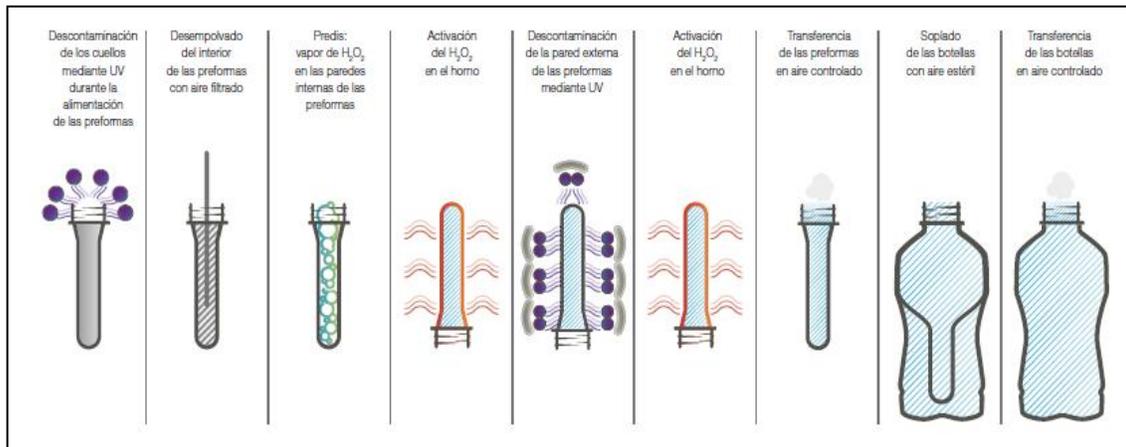
2.4.3.1.1. Línea de producción

Este tipo de proceso solo lo realiza la sopladora número 3, como lo muestra la figura.

2.4.3.1.2. Procesamiento

El proceso se lleva a cabo a través de las preformas previamente calentadas para poder darles la forma deseada, inyectando aire a diferentes presiones hasta tomar la forma del molde.

Figura 9. **Proceso de soplado PRB**



Fuente: Sidel. *Manual de sopladoras SIDEL*. p 3.

2.4.3.1.3. **Almacenamiento del producto terminado**

El producto terminado es almacenado por los operarios en las cajillas que son estibadas en camas, que luego de ser codificadas son transportadas al centro de distribución.

2.4.4. **Control de calidad**

Este control de calidad se lleva a cabo durante la producción de todo tipo de botellas; el operario toma varias botellas para ser sometidas a diferentes pruebas y así obtener un resultado de su estructura. A continuación describiremos este tipo de pruebas:

2.4.4.1. Prueba *stress cracking*

Este es un tipo de ensayo destructivo que consiste en poner la misma presión con agua, y se ponen en una solución de sosa al ,04 %, durante 15 minutos, la prueba es satisfactoria y se acepta la botella siempre y cuando no se fugue líquido del fondo o explote como palomita de maíz. Esta prueba se hace para ver la resistencia a través del tiempo, ya que con el tiempo el plástico se va haciendo rígido y por lo tanto menos elástico.

2.4.4.2. Prueba de espesor

Un ensayo de espesor de pared se mide por medio de un balín y un imán, el aparato lo que hace es medir la distancia que separa al balín del imán, así se pone un balín de níquel dentro de la botella y se le acerca al imán, procurando que el balín quede lo más cerca del imán, para que arroje resultados lo más aproximado que se pueda. Los espesores se miden en hombro, talón y cuerpo, y en las botellas para bebida carbonatada se mide una parte la cual se llama zona de transición, en la cual, si hay más de 2 mm de grosor, esa parte de la botella pierde la elasticidad y se vuelve rígida, lo que provoca que no pase las pruebas de control de calidad.

2.5. Maquinaria de soplado

El equipo de soplado es de una marca mundialmente conocida en la producción en masa con grandes innovaciones, manteniendo la calidad del producto. A continuación se describe:

2.5.1. SBO-04 (SIDEL 4 moldes)

Este equipo es utilizado para numerosas aplicaciones, ya se trate de líquidos alimentarios o no envasados en PET: aguas no gaseosas o gaseosas, bebidas carbonatadas o jugos, leche o productos lácteos, salsas o detergentes.

Cuenta con una arquitectura lineal en módulos: alimentación de las preformas integradas, horno lineal, mesa de transferencia, puesto de soplado.

Su transferencia es lineal: dos juegos de pinzas, uno para la transferencia preformas horno/molde, y otro para la transferencia botellas moldes/salida botellas. Puesto de soplado: de 2 a 4 moldes en línea.

Cuenta con protección del entorno externo, constituida por el espacio confinado entre el carrusel de llenado-encapsulado y las paredes de la sopladora, gracias a un recinto cuyos resultados varían según el producto envasado: cabina cerrada, aislador, protección hidráulica (aire filtrado, flujo dirigido de aire estéril ISO 5 a 7). Tiene diferentes opciones de higiene: tolva de preformas equipada con una tapa, riel de alimentación preforma con UV, desempolvado de las preformas y descontaminación en seco.

Figura 10. **Máquina sopladora SBO-04**



Fuente: *Sidel. Manual de sopladoras SIDEL. p. 3.*

2.5.1.1. Especificaciones técnicas

Cuenta con un rendimiento de un 2 a un 4 % con respecto al rendimiento de máquinas solas. Tiene una fiabilidad: sincronización de las funciones de soplado, transferencias 100 % positivas mediante ruedas con mantenimiento constante de las botellas bajo el cuello entre las diferentes funciones. Tiene también mayor libertad de formas y de disminución de peso de la botella: transferencia positiva de las botellas entre el soplado.

Presenta reducción del consumo de energía (aire, electricidad, agua). En caso de envases livianos, las necesidades energéticas para el envasado

térmico de la preforma y la presión de soplado inferior son menores. Hay Una mayor disponibilidad de la máquina con tiempo de cambio de formatos reducidos.

Tabla XVI. **Datos técnicos de sopladora Sidel**

Datos técnicos	SBO 4 Compact
Campo de aplicaciones	Multiproductos
Capacidad	0,25 l a 2,5 l (específico: 3 l)
Cadencia máxima (botellas por hora)	6.400
Número de moldes	4
Paso del horno	60 mm
Número de módulos de calentamiento	5
Número de lámparas por módulo de calentamiento	9
Diámetro collarín máximo	38,5 mm (específico: 48,5 mm)
Altura cuello máximo	25 mm (específico: 35 mm)
Altura preforma bajo cuello máximo	145 mm
Diámetro botella máximo	115 mm (117 mm específico molde acero)
Altura botella bajo cuello máximo	348 mm

Fuente: Sidel. *Manual de sopladoras SIDEL*. p. 4.

2.5.1.2. Tiempo de proceso

Los tiempos de proceso se especifican en la tabla siguiente:

Tabla XVII. **Capacidad de producción por ítem de las sopladoras**

LÍNEAS	ÍTEM.	ST/D. (m³)
SOPLADORA 1	250cc	201.600
	500cc	201.600
	625cc	201.600
	2000cc	168.000
	2250cc	168.000
	3000cc	156.000
SOPLADORA 2	250cc	218.400
	500cc	218.400
	625cc	218.400
	2000cc	192.000
	2250cc	192.000
	3000cc	156.000
SOPLADORA 3	3000cc	38.400
SOPLADORAS 4-5-6-7	250cc	48.000
	350cc	48.000
	500cc	48.000
	600cc	48.000
	2000cc	39.600
	2250cc	39.600
	2500cc	39.600

Fuente: Sidel. *Manual de sopladoras SIDEL*. p. 4.

2.5.1.3. Plan de mantenimiento

Para la maquinaria de soplado se ha destacado principalmente tres clases de mantenimiento, de una forma general es posible destacar los siguientes tipos: mantenimiento de conservación, mantenimiento de correctivo y mantenimiento preventivo.

2.5.1.3.1. Conservación

Este tipo de mantenimiento en el equipo se da tras el daño sufrido a causa de su uso, agentes meteorológicos u otras causas; se divide en:

2.5.1.3.1.1. Correctivo

Estos servicios son ejecutados en el equipo con falla. El mantenimiento correctivo tiene dos funciones perfectamente definidas:

- Corregir aquellas fallas sistemáticas que se presentan en máquinas o instalaciones, llegando incluso al cambio de material o de diseño con el objetivo de suprimirla o, por lo menos, de alejar lo máximo posible su aparición en el tiempo.
- Reacondicionamiento de las máquinas que por su uso ya se encuentran en condiciones que hacen difícil su operación.

2.5.1.3.1.1.1. Inmediato

Una vez visto el desperfecto u avería, sabiendo que el equipo no puede esperar, se realiza el mantenimiento con los medios destinados a este fin.

2.5.1.3.1.1.2. Diferido

Cuando el equipo sufre una avería o desperfecto durante la producción, es necesario detener el flujo de producción y posteriormente realizar la reparación.

2.5.1.3.1.2. Preventivo

Este mantenimiento es planeado conjuntamente con el coordinador y jefe de área, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de la máquina para programar, en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las fallas que originan las interrupciones, realizando un adecuado programa de mantenimiento preventivo. La acción de mantener en buen estado el equipo es realizada a través de las visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

2.5.1.3.1.2.1. Programado

El coordinador de área mantiene un programa de revisiones, tras saber el tiempo de vida de las diferentes piezas del equipo en cuestión, y de este modo cumple con dicho programa.

2.5.1.3.1.2.2. Predictivo

Este mantenimiento lo organizan el coordinador y el jefe de área, para ser ejecutado en el equipo en el momento exacto en que hay interferencia en la confiabilidad del sistema. Se determina el punto óptimo para la ejecución del mantenimiento preventivo en el equipo, esto es, el punto a partir del cual la probabilidad de que el equipo falle asume valores indeseables. Se realiza de dos formas, en función de las características del equipo:

- Análisis estadístico
- Análisis de sistemas

2.6. Análisis de desempeño

Este se lleva a cabo tras someter los elementos y las asignaciones presupuestarias de los distintos procesos a mediciones, monitoreos y evaluaciones, permitiendo validar y redefinir las actividades del área en cuestión y brindando información a los empleados para mejorar su futuro rendimiento.

2.6.1. Factores que afectan la producción

En toda producción existen diversos factores que afectan la calidad de producción, haciendo que el producto final pierda eficiencia y calidad. Para el área de soplado se van a analizar los siguientes:

2.6.1.1. Capacitación

El personal operativo recibe dos capacitaciones semanales de 5 minutos antes de iniciar labores o al terminar las mismas, tratando temas como: el uso adecuado de su equipo, la importancia de la protección auditiva, manejo de herramientas, orden en el área de trabajo, etc., además de capacitaciones programadas por mes de temas específicos en cuestión de procesos. El personal administrativo recibe talleres sobre procesos, personal operativo, administración, etc.

2.6.1.2. Demora

No solo ocurre cuando el personal operativo no labora de forma adecuada, puede ser causada por el mal estado del equipo, en caso tenga que ser sometido de forma inmediata a reparación, deteniendo la producción de forma drástica sin previo aviso.

2.6.1.3. Distancia de recorrido

El área de soplado es de espacio reducido, evitando que las distancias entre una máquina y otra sean mínimas, haciendo que el traslado de los operarios sea menor y esté más pendiente de la producción.

2.6.1.4. Control de calidad

El control de calidad se lleva a cabo cada media hora del proceso de producción, manteniendo actualizado cada cierto tiempo el estado de las botellas a encajillar y evitando enviar un lote defectuoso al centro de distribución.

2.7. Seguridad, higiene y salud ocupacional

El departamento de SSO (Seguridad y Salud Ocupacional) realiza semanalmente *chek list* en que se evalúan las líneas de producción en dos categorías diferentes: seguridad e higiene. El jefe o coordinador de área realiza una matriz de riesgo, para poder detectar las posibles áreas, equipo y actividades que puedan afectar al personal a su cargo. Además está encargado de todo el equipo de protección, botiquines, camillas y todo lo que tenga que ver en cuestión de seguridad.

3. PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

3.1. Proceso de automatización

El éxito en la producción de las bebidas gaseosas requiere centrarse en la flexibilidad y eficiencia del proceso, por esta razón se ve la necesidad de automatizar cada paso, optimizando constantemente sus procedimientos. Para Embotelladora la Mariposa el automatizar sus procesos es uno de los factores más importantes, pues la automatización ha mejorado su productividad, disminuyendo costos en producción y mejorando la calidad de sus productos; ha mejorado las condiciones de trabajo del personal operativo, se ha mejorado las disponibilidades del producto, brindando las cantidades necesarias en el momento que se requiera y además se ha reducido altos costos en mano de obra.

Con base en esto se ha decidido seguir automatizando sus procesos y es allí donde este trabajo de graduación se desarrolla. En el capítulo anterior se determina que la operación del encajillado de la botella de retornable, que es producida por la sopladora número 3, es realizada de forma manual, y se observa la necesidad de automatizarla no solo para reducir costos de mano de obra, sino para mejorar la eficiencia de trabajo del resto de los equipos que serán involucrados en la automatización. Cabe mencionar que para el desarrollo de este proyecto se debe considerar la adquisición de una banda transportadora y un cabezal de agarre, según la especificación de nuestro producto.

Para tener una mejor idea de qué es lo que se va a necesitar para la automatización, se consideran los siguientes puntos para la automatización industrial:

- Punto 1: equipos de producción: en esta automatización van a estar involucrados los siguientes equipos:
 - Sopladora Sidel, de cuatro moldes para envase retornable
 - Encajonadora Kronen, para envase de vidrio
 - Banda transportadora
 - Cabezal de agarre para botellas retornables

- Punto 2: control de proceso: ya que esta automatización solo será para el traslado de las botellas de retornable vacías, hacia las cajillas, sus controles de proceso serán:
 - Controles de calidad
 - Controles de seguridad
 - Controles de funcionamiento de banda transportadora
 - Control de funcionamiento de encajonadora

- Punto 3: operación y supervisión: los encargados de revisar esta operación serán el área de soplado, junto al área de producción de bebidas de vidrio, las cuales llevarán el control correspondiente a su área, por ejemplo:
 - El área de soplado llevará sus hojas de control de la producción de la botella de retornable, durante su traslado en la banda transportadora hasta la encajillada.
 - El área de producción de envase de vidrio solo llevará sus hojas de control con respecto al funcionamiento de la encajonadora, que

va ser adaptada con un cabezal de agarre para envases retornables.

- Punto 4: planificación: el departamento de planificación será el encargado de trasladar la orden de producción a las áreas de soplado y producción de envases de vidrio, para que estas puedan coordinarse y utilizar los descansos de la línea de vidrio y poder encajillar envases de retornable mientras se realiza mantenimiento preventivo.
- Punto 5: gestión: ya que la producción de envase retornable no es tan frecuente y se puede acomodar con los descansos de la línea de vidrio, se plantea acomodar la producción de envase retornable en estas fechas y aumentar la productividad de la encajonadora.

Ya definidos los objetivos y considerando los puntos de la automatización industrial, se sabe qué es lo que se necesita alcanzar; ahora es necesario conocer varios factores que van a estar afectando la automatización:

- Implementación: para poder realizar la implementación se debe realizar cierto número de procesos, de modo que esta sea de forma continua, rápida y sin errores, puesto que el objetivo principal es el ahorro de costos y esto se debe realizar en el menor tiempo posible. Estos procesos se detallarán en el capítulo siguiente.
- Recursos humanos: para esta automatización se decidió que se utilizará el personal que ya labora para el área de soplado, y se le capacitará para la utilización de la banda transportadora. Con respecto al personal que maneja la encajonadora, de igual forma se utilizará personal que ya labora en esa área y se realizará capacitación para el manejo del nuevo

cabezal de agarre. Con esta medida se estará disminuyendo tiempos y costos de aprendizaje para un personal que no conoce el proceso y se evitará subcontratar para realizar estas operaciones.

3.2. Reorganización de maquinaria involucrada

Para la ejecución del proceso de automatización del encajillado de la botella de PRB es necesario instalar un sistema de bandas trasportadoras en acero inoxidable, de rodillos de grado alimenticio, con un motoreductor a 90C° de 1/2hp, en un área de 12m² con las siguientes especificaciones:

- Banda trasportadora de rodillos de 1,5 m
- Banda trasportadora de rodillos de 4 m
- Banda trasportadora de rodillos de 0,5 mts
- Banda trasportadora de rodillos con curva de 0,35*0,35 m
- Mesa de espera de producto de 0,9*1,54 m

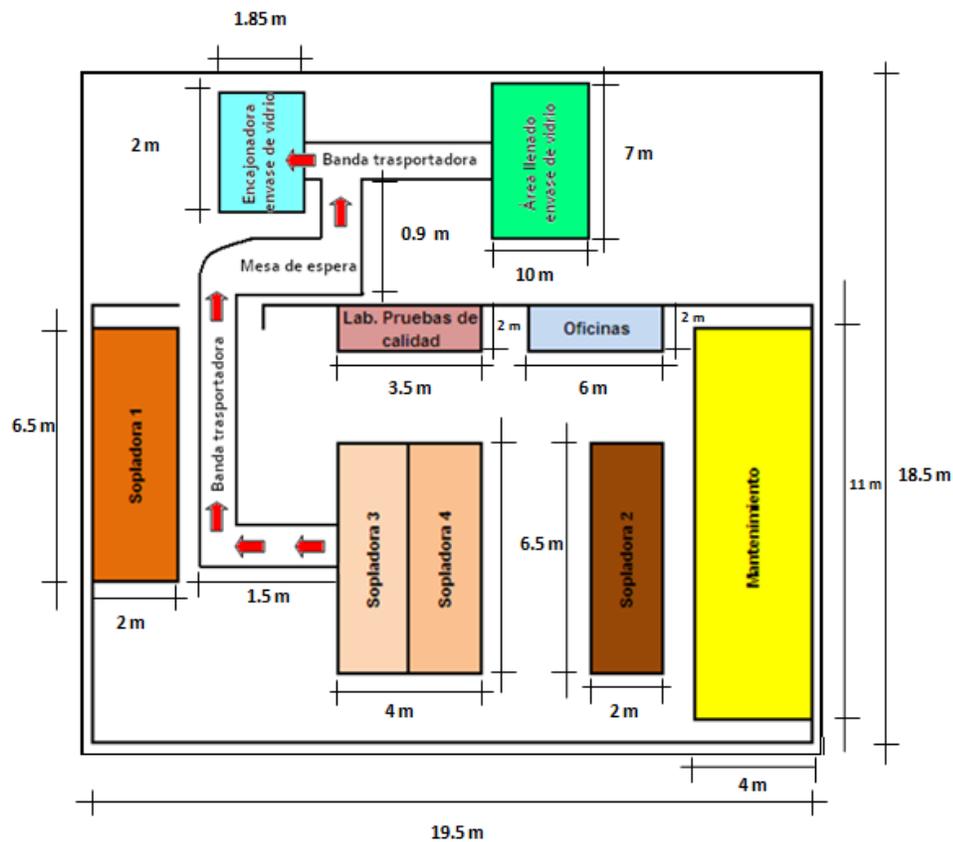
Además se debe mandar a fabricar 4 cabezales de agarre, para la encajonadora de la línea de vidrio, con las especificaciones de la botella PRB de 2,5lt. Esto debe permitir instalarse y desinstalarse cuando sea necesario; esta banda se conectará desde la salida de la sopladora 3 y finalizará hasta la banda que transporta el producto terminado en envase de vidrio, para que este sea trasladado a la encajonadora con el adaptador previamente instalado, y que de este modo los envases sean colocados en sus cajillas respectivas, para luego ser entarimadas, embaladas y colocadas en la bodega hasta que producción las solicite.

Al terminar el proceso la banda trasportadora, la mesa de espera y el adaptador son retirados para que las máquinas involucradas sigan con su

proceso habitual y, de este modo, no interfieran con la producción de la empresa y aumenten su productividad.

3.2.1. Planos

Figura 11. Área de soplado con el equipo a implementar



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

3.2.2. Señalización

En el Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, capítulo III, los artículos 105 al 109 indican la forma en que se debe señalar un área de

trabajo, y ya que en Guatemala no hay una ley que rija la simbología y el color de la señalización, es necesario utilizar la guía de Señalización de Ambientes y Equipos de Seguridad de la coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED). El propósito de esta guía es establecer una nomenclatura de señalización para atención a riesgos, emergencias o desastres de la República de Guatemala, basándose en el significado básico de colores y formas geométricas existentes.

Figura 12. **Colores de seguridad**

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO Cod. FF000	Paro	Detener la marcha en algún lugar
	Prohibición	Señalamientos para prohibir acciones específicas.
	Material, equipo y sistemas para combate de incendios	Ubicación y localización de los materiales y equipos para el combate de incendios.
AMARILLO Cod. FFFF33	Advertencia de peligro	Atención, precaución, verificación e identificación situaciones peligrosas.
	Delimitación de áreas	Límites de áreas restringidas o de usos específicos.
	Advertencia de peligro por radiaciones ionizantes	Señalamiento para indicar la presencia de material radiactivo.
Verde Cod. 009900	Condición segura	Identificación y señalamientos para indicar salidas de emergencia, rutas de evacuación, zonas de seguridad y primeros auxilios, lugares de reunión, regaderas de emergencia, lavajos, entre otros.
AZUL Cod. 000099	Obligación, información	Señalamientos para realizar acciones específicas. Brindar información para las personas

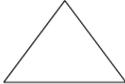
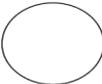
Fuente: CONRED. *Guía de señalización de ambientes y equipos de seguridad.*

https://conred.gob.gt/site/documentos/guias/Guia_Senalizacion_Ambientes_Equipos_Seguridad.pdf, p 4. Consulta: febrero de 2017.

Para realizar esta automatización será necesario instalar una nueva señalización que prevenga situaciones de riesgo y que pueda ser ubicada al momento de iniciar con el proceso de producción y retirada al finalizar la operación. Se colocarán barandillas con carteles de precaución alrededor de toda la banda y mesa de espera, para que solo personal autorizado pueda ingresar a esa área y, de esta forma, evitar accidentes en la operación.

La máquina debe tener la señalización necesaria en relación con los órganos de accionamiento para que pueda funcionar de manera segura. El operador deberá ver sin dificultad desde el puesto de mando las indicaciones de señalización de las zonas peligrosas. Desde el puesto de mando principal, el operador debe asegurarse de que ninguna persona se halla expuesta en las zonas peligrosas.

Figura 13. **Formas geométricas utilizadas para la señalización de ambientes y equipos de seguridad**

Objetivo	Forma Geométrica	Señal
Proporcionar Información sobre algún objeto, identificación de materiales, o realizar una acción indicada en la figura.		Información
Advertir un Peligro		Prevención
Prohibir una acción susceptible de provocar un riesgo		Prohibición
Exigir una acción determinada		Obligación
Identificar la presencia de Materiales Peligrosos en transporte		Materiales Peligrosos en transporte

Fuente: CONRED. *Guía de señalización de ambientes y equipos de seguridad.*

https://conred.gob.gt/site/documentos/guias/Guia_Senalizacion_Ambientes_Equipos_Seguridad.pdf. p 6. Consulta: febrero de 2017.

Figura 14. Dimensiones mínimas de las señales para protección civil

DISTANCIA DE VISUALIZACION (L) (metros)	SUPERFICIE MINIMA $[S \geq L^2 / 2000]$ (cm ²)	DIMENSION MINIMA SEGUN FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL				
		CUADRADO (por lado) (cm)	CIRCULO (diámetro) (cm)	TRIANGULO (por lado) (cm)	RECTANGULO (base 1.5: altura 1) (cm)	
					BASE	ALTURA
5	125,0	11,2	12,6	17,0	13,7	9,1
10	500,0	22,4	25,2	34,0	27,4	18,3
15	1 125,0	33,5	37,8	51,0	41,1	27,4
20	2 000,0	44,7	50,5	68,0	54,8	36,5
25	3 125,0	55,9	63,1	85,0	68,5	45,6
30	4 500,0	67,1	75,7	101,9	82,2	54,8
35	6 125,0	78,3	88,3	118,9	95,9	63,9
40	8 000,0	89,4	100,9	135,9	109,5	73,0
45	10 125,0	100,6	113,5	152,9	123,2	82,2
50	12 500,0	111,8	126,2	169,9	136,9	91,3

Fuente: CONRED. *Guía de señalización de ambientes y equipos de seguridad.*

https://conred.gob.gt/site/documentos/guias/Guia_Senalizacion_Ambientes_Equipos_Seguridad.pdf. p 11. Consulta: febrero de 2017.

Con base en esta guía se determina una matriz de señalización que será necesaria para la automatización. Se muestra en las siguientes páginas.

Tabla XVIII. **Matriz de señalización SSO**

		Matriz de señalización Área de Soplado			Departamento de SSO	
		Fecha:				
ICONO	MEDIDA DE ANCHO	ALTURA	COLOR DE FONDO	LEYENDA	CANTIDAD	PRODUCCIÓN
PROHIBICIÓN 	18.3cm	27.4cm	Rojo	Prohibición, No Pasar Solo Personal Autorizado	1	1
PROHIBICIÓN 	18.3cm	27.4cm	Rojo	Prohibición, Prohibido El Uso De Celular	1	1
PROHIBICIÓN 	18.3cm	27.4cm	Rojo	Prohibición, Prohibido El Consumir Alimentos	1	1
PROHIBICIÓN 	18.3cm	27.4cm	Rojo	Prohibido Fumar	1	1
OBLIGACIÓN 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Uso De Mascarilla	2	2

Continuación de tabla XVIII.

<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Uso De Mascarilla	1	1
<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Uso De Tapones Para Oídos	1	1
<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Uso De Botas De Seguridad	1	1
<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Uso Obligatorio De Chaleco Reflectante	1	1
<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Tirar La Basura En Su Lugar	1	1
<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Manipular El Uniforme	1	1

Continuación de tabla XVIII.

<p>OBLIGACIÓN</p> 	18.3cm	27.4cm	Azul	Obligación Lavarse Manos Las	1	1
<p>PELIGRO</p> 	34cm	34cm	Amarillo	Peligro Eléctrico	1	1
<p>PELIGRO</p> 	34cm	34cm	Amarillo	PELIGRO DE APLASTAMIENTO	1	1
<p>PELIGRO</p> 	34cm	34cm	Amarillo	PELIGRO DE ATRAPAMIENTO	1	1
<p>SEGURIDAD</p> 	18.3cm	27.4cm	Verde	Seguridad Ruta de Evacuación	11	7
	18.3cm	27.4cm	Rojo	Extintor de Incendios	37	17

Fuente: elaboración propia.

3.3. Creación de un plan de seguridad, higiene y salud ocupacional

Durante la utilización de esta máquina se deberán tener en cuenta las siguientes medidas de prevención:

- Leer siempre el manual y las etiquetas del producto antes de empezar a usarlo. Si no se logra comprender alguna instrucción se debe buscar un técnico que pueda asesorar previamente.
- Para evitar cualquier riesgo derivado del uso de estas máquinas, se debe colocar en las diferentes partes de estos equipos que representan un riesgo, señales que permiten indicar y advertir al usuario acerca de los peligros que se pueden derivar de una mala utilización.
- Es muy importante que se entienda y comprenda la información que en las señales se refleja para minimizar al máximo la exposición a los peligros existentes.
- Además el departamento de SOS cuenta con un plan de seguridad y salud ocupacional para cada área, de manera que al área de soplado sería necesario realizarle ajustes entre los cuales se incluya la banda transportadora, y así poder llevar un control adecuado de la misma y evitar accidentes y cumplir con la meta de 0 accidentes dentro de la empresa.
- En la matriz de riesgo se debe incluir qué tipo de accidentes puede provocar esta nueva maquinaria y evaluar a qué está expuesto el operario que la va a manipular, en la hoja de control se debe colocar la limpieza de la misma, el manejo adecuado, iluminación, fugas del sistema, que el equipo esté armado de manera correcta, además del equipo necesario que debe portar el operario para esta operación. Se deben implementar capacitaciones periódicas para el operario para mejorar su rendimiento y responsabilidad.

Figura 18. Hoja de control de SSO

Ckecklist SSO				
1. Seguridad estructural. Anexo 1	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Poseen la estructura y solidez apropiada.				
Soportar las cargas o esfuerzos.				
Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.				
No se sobrecargan los elementos estructurales o de servicio, incluidas plataformas de trabajo, escaleras y escalas.				
Se autoriza el acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan garantías de resistencia cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo se realice de forma segura.				
2. Espacios de trabajo y zonas peligrosas.	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los locales de trabajo tienen como mínimo 3 metros de altura desde el piso hasta el techo.				
Los locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, tienen como mínimo 2,5 metros de altura desde el piso hasta el techo.				
Los locales de trabajo tienen 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.				
Los locales de trabajo tienen 10 metros cúbicos libres por trabajador.				
La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo es suficiente para que los trabajadores ejecuten su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar.				
En caso contrario, disponen de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.				
El acceso de trabajadores autorizados a los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos se realiza con las medidas adecuadas de protección.				
Existe un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a zonas afectadas por riesgos de caída, caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos.				
Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, están claramente señalizadas.				
3. Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas.	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.				
Las aberturas en los suelos o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas están protegidas mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.				
Las aberturas en paredes o tabiques y las plataformas, muelles o estructuras similares están protegidas mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, las cuales pueden tener partes móviles cuando sea necesario tener acceso a la abertura, siempre que la altura de caída sea superior a 2 metros.				

Fuente: Departamento de SSO, Embotelladora la Mariposa S. A. Hoja de control de SSO. p. 22.

3.4. Análisis FODA del proceso de implementación

Para obtener una idea general de la situación de Embotelladora la Mariposa, S.A., se presenta el siguiente análisis FODA que proporciona información tanto del entorno como de la empresa misma, con el objetivo de encontrar la mejor relación entre las tendencias que se perciben del ambiente y el potencial propio de la empresa. Se consideraron las estrategias para la maximización de las fortalezas y oportunidades, la minimización de debilidades y maximización de oportunidades, la maximización de fortalezas y minimización de amenazas y la minimización de debilidades y amenazas.

Tabla XIX. Análisis FODA del proceso de implementación

FORTALEZA	OPORTUNIDADES
<p>Eficiencia: se realizará el encajillado de la botella de PRB en un menor tiempo, se utilizará 2 operadores para realizar esta tarea, a diferencia del procedimiento anterior en el que participan 6 operadores.</p> <p>Costos: disminuirá de forma gradual los costos asociados a mano de obra, ya que esta se reducirá en un 66,7 %, pues solo se necesitara a 2 operadores para esta operación, además de los costos en capacitación, uniformes y otros que sean necesarios para realizar el trabajo.</p> <p>Maquinaria: se estaría instalando una banda transportadora que permitiría transportar los envases PRB a la encajilladora y esta los colocará en cajillas para luego ser entarimadas y organizadas en la bodega; además se estaría aumentado la productividad de la encajilladora que está asignada al producto terminado de vidrio, realizando así más de una tarea.</p>	<p>Oportunidad de innovación a través de la automatización del proceso de encajillado, permitiendo el incremento de eficiencia en la operación.</p> <p>Oportunidad de mayor oferta, ya que esto permitiría realizar las operaciones en un menor tiempo y así aumentar la producción.</p> <p>Oportunidad de mejorar el control del producto terminado, ya que este va directamente a las cajillas y luego a tarimas, y no a una caja de donde luego son colocadas una por una en las cajillas.</p>

Continuación de tabla XIX.

SSO: evitar el mal manejo de cargas, disminuyendo las lesiones de espalda a causa de actividades repetitivas.	
DEBILIDAD	AMENAZAS
<p>Instalación y desinstalación de la banda transportadora y adaptador: esto sería una tarea que debería realizarse cada vez que producción solicite envases de tipo PRB, tarea que tomaría entre 30-45 min.</p> <p>Almacenamiento de banda transportadora y adaptador: sería necesario seleccionar un lugar adecuado para la maquinaria y que de esta forma no pueda sufrir ningún daño.</p> <p>Costo inicial y mantenimiento: la adquisición de la maquinaria y el adaptador tendrían un costo inicial y a lo largo de su uso se estaría realizando mantenimientos periódicos que permitan mantener el equipo en óptimas condiciones.</p>	<p>El mal almacenamiento: esto puede dañar las piezas e incurrir en un costo para su relación, además de atrasos en la producción.</p> <p>Tensión: por parte del personal al ver que ya no se contratan tantas personas para trabajar en esa área.</p> <p>Calidad de la maquinaria: que los proveedores no cumplan con las especificaciones requeridas y esto pueda causar inconveniente al momento de adquirirla.</p>

Fuente: elaboración propia.

3.5. Elección del equipo a implementar

Como se determinó anteriormente, la automatización va a necesitar de un sistema de 3 bandas transportadoras y una mesa de espera de producto, conectadas a la línea de vidrio, y un cabezal de agarre para la encajonadora de la línea de vidrio. Las bandas transportadoras vienen desempeñando un rol muy importante en los diferentes procesos industriales y se debe a varias razones entre las que resaltan las grandes distancias a las que se efectúa el transporte, su facilidad de adaptación al terreno, su gran capacidad de transporte y la posibilidad de transportar diferentes materiales.

Se determinó que la mejor elección entre la variedad de bandas transportadoras es la banda de rodillos, ya que esta permite avanzar durante el recorrido solo con la velocidad con la que es expulsado el producto de la sopladora. La banda debe tener un diámetro de 12,72 cm, que es el diámetro de la botella de PRB, su altura debe ser de un metro, ya que esa es la altura de la boquilla de salida de la sopladora; debe tener un motoreductor de 90C° y 1/2hp para poder igualar la velocidad de salida del producto, que es de 7.63m/min; este sistema de motor solo se utilizará cuando la sopladora deje de producir y sea necesario trasladar el producto rezagado en la banda transportadora hacia su destino final. Debe ser de acero inoxidable y los rodillos de PVC de grado alimenticio.

Para poder elegir el cabezal de agarre es necesario considerar que estará compuesto de 8 tulipas de agarre y que deberá ser fabricado con las siguientes especificaciones:

- Diámetro de la botella de PRB: 12,72 cm
- Diámetro de la boquilla: 2,2 cm
- Altura de la botella de PRB: 37 cm
- Peso de la botella vacía: 130 gr
- Forma de panal de la cajilla: 8 espacios
- Dimensiones de la cajillas: 40*20 cm

Otra de las condiciones que se deberán considerar es la encajonadora, ya que esta es una *smart pack* de *krones*.

3.5.1. Banda transportadora

Para esta automatización será necesaria una banda transportadora de rodillos, que permitirá a través de sus rodillos de PVC grado alimenticio facilitar el manejo y traslado de las botellas de PRB. Las transportadoras de rodillos son dispositivos encargados de mover productos de una parte a otra dentro de un almacén, ahorrando tiempo y esfuerzo a los operarios y generando un aumento de productividad. Las bandas de rodillos suelen estar divididas en:

- Por gravedad

Como su nombre indica, este dispositivo se apoya en la fuerza de gravedad del objeto para que se deslice entre los rodillos.

- De rodillos por banda

En este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una banda que los motoriza.

- De rodillos accionados por cadena

En este tipo de transportadores los rodillos son accionados por medio de una cadena que transmite el movimiento de rodillo a rodillo; este tipo de transportadores es ideal para el manejo de objetos de servicio pesado, como pueden ser tarimas o tambos. Este tipo de transportador, a diferencia de las otras bandas, permite combinar segmentos con rodillos de giro libre para los puntos de operación manual de producto, segmentos de rodillos accionados por

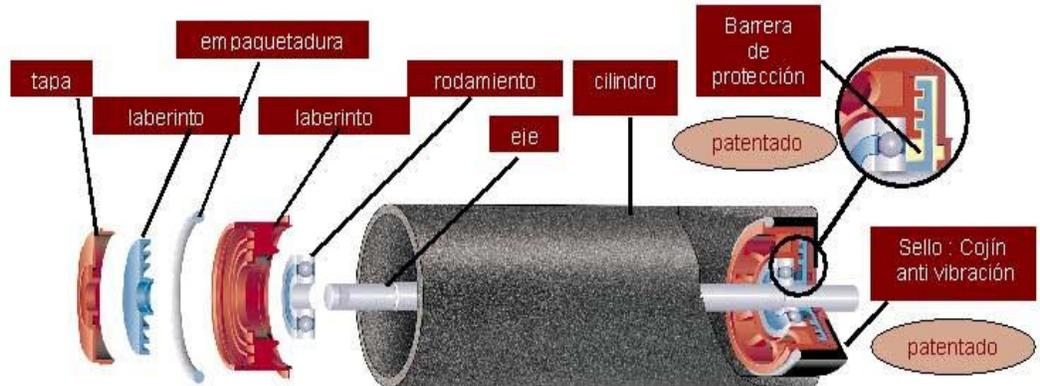
gravedad y segmentos con rodillos motorizados de funcionamiento automatizado.

El sistema de banda de rodillos será una banda motorizada, aunque este sistema motorizado solamente se accionará cuando sea necesario, puesto que el producto, por la velocidad con la que es impulsado hacia la salida de la sopladora, fácilmente será trasladado durante todo el recorrido. Mediante una banda, para poder seleccionar el equipo necesario que se va utilizar, es preciso establecer las características necesarias, así como el ancho que debe tener para que los envases de PRB no se desplomen, el alto de los extremos y la velocidad con la que debe moverse para no trabajar más rápido que la sopladora. Además, si debe ser de banda o rodillos la base y la longitud que se necesitará para conectarla con la encajilladora, o si esta se va a dividir en dos secciones para que su almacenaje sea menos complicado.

Las partes principales de una cinta transportadora son:

- Bandas transportadoras: la función principal de la banda es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga, razón por la cual se la puede considerar el componente principal de las cintas transportadoras.
- Rodillos y soportes: los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende en gran medida el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía, también se producen desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

Figura 19. Partes del rodillo

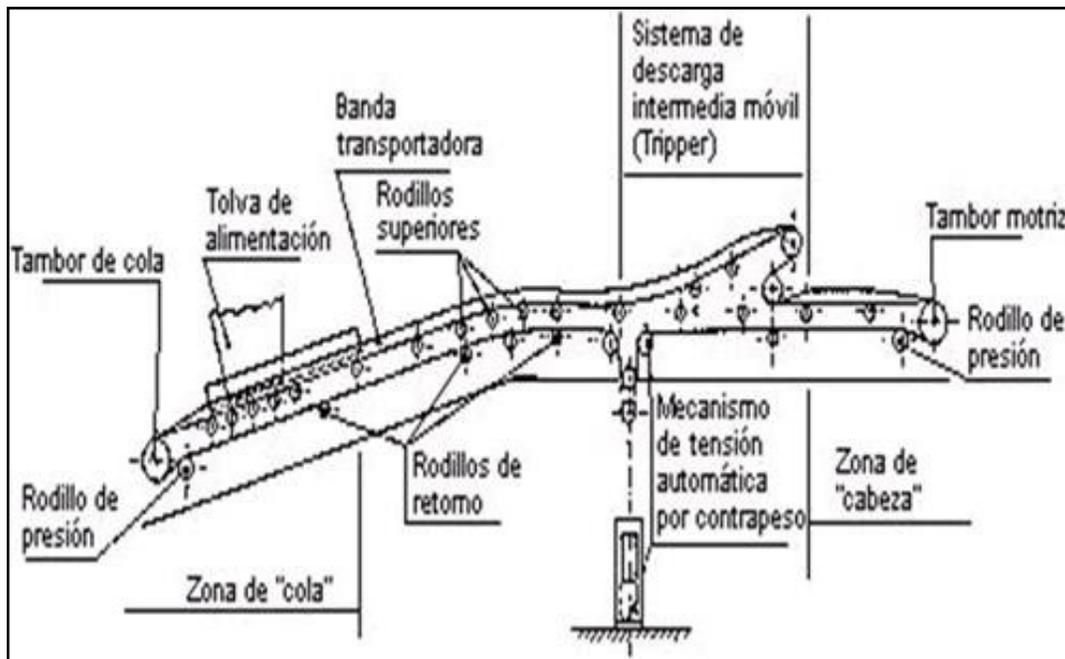


Fuente: *Partes del rodillo.*

<http://enriquemariarodriguezrodriguez.blogspot.com/2014/12/mantenimiento-en-bandas-transportadoras.html>. Consulta: agosto de 2017.

- Tambores motrices: que transmiten la fuerza tangencial a la banda; tambores no motrices, los cuales realizan la función de cambio de trayectoria de la banda.
- Bastidores: los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la banda transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material.

Figura 20. Partes de la banda transportadora



Fuente: *Partes de la banda transportadora*. www.mailxmail.com/curso-municipal/equipos-clasificado-dinamico-bnd-2da-parte. Consulta: agosto de 2017.

3.5.1.1. Especificaciones técnicas

Para determinar la banda de transporte de rodillo correcta y de costo más bajo, para la operación de encajillado es necesario establecer ciertas condiciones, tales como:

- Ancho de la banda
- Velocidad de la banda
- Capacidad
- Material de construcción
- Distancias a centros de poleas

- Altura
- Empalmes
- Trasmisión
- Tensores
- Diámetro de poleas
- Motor de trasmisión
- Propiedades físicas y químicas del material (peso específico del material)
- Ángulo de reposo del material
- Ángulo de sobrecarga
- Ángulo de máxima inclinación

Además se debe tomar en cuenta el tiempo de encajonado de la encajonadora, esto va a determinar qué tan rápido debe funcionar la banda de transporte. Dicho lo anterior, cabe mencionar las características importantes para la máquina requerida:

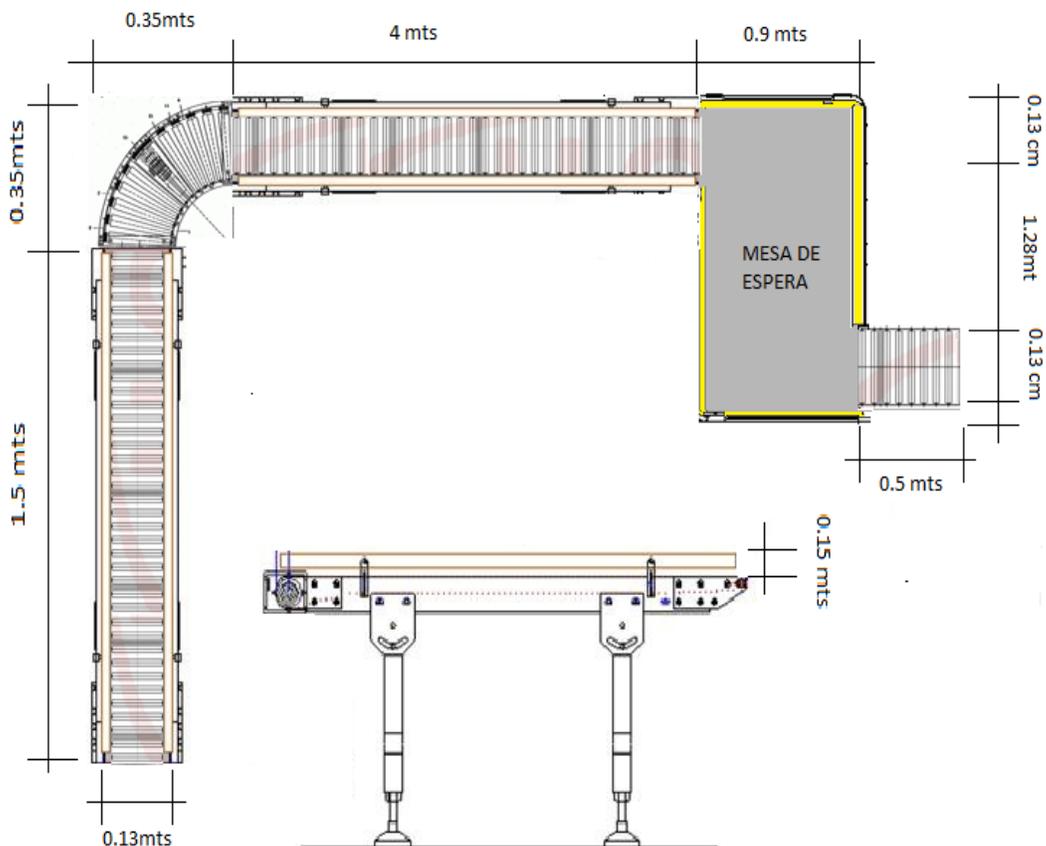
3.5.1.1.1. Dimensiones

El área donde va a ser instalada el sistema de bandas transportadoras es de 11,4 m² (1.90*6.0m). Estas dimensiones abarcan desde la salida de la sopladora número 3 hasta la banda transportadora de la línea de vidrio, que se encuentra del lado derecho del área de soplado.

Un factor importante que representa una gran influencia en la determinación del tamaño apropiado del equipo es el espacio que posea Embotelladora la Mariposa para esta implementación, y otro es el capital de inversión para la maquinaria y la proyección de volúmenes de producción que se puedan trabajar con la misma.

A continuación se detallan las dimensiones de la banda transportadora, tomando en cuenta el espacio existente para no obstruir el paso de montacargas, que traslada producto hacia el centro de distribución.

Figura 21. **Dimensiones de la banda transportadora a instalar**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Es necesario determinar las dimensiones del producto a transportar: el envase a transportar es un envase de PRB con una altura de 37 del cuello de la botella a la base cm, diámetro de 12,73 cm y una capacidad de 2,5 lts, con un peso de 130gr.

Figura 22. Dimensiones de envase PRB de 2,5 lts



Fuente: Departamento de producción, Embotelladora la Mariposa S. A. Dimensiones de envase PRB 2.5 lts. p. 34

3.5.1.1.2. Tiempo de proceso

- Proceso de sopladora: los tiempos de proceso de la sopladora número 3 son de 3000 envases por hora, dando una velocidad de 7,63m/min, su capacidad de producción es elevada y es necesario adaptar la banda transportadora a esta producción de alto rendimiento. La línea de producción es de 12 horas por turno, durante dos días. Esto se repite cada mes, producción en total de 36 000 envases por turno y un total de 72 000 al mes.
- Proceso de encajonadora: la encajonadora tiene una capacidad de 390 cajillas por hora, quedando entre el rango de tiempo de producción de la sopladora, que puede encajonar 6,5 cajillas por minuto, haciendo un total de 390 en una hora.

3.5.1.1.3. Mantenimiento

La inspección del sistema transportador debe efectuarse de acuerdo a los procedimientos del fabricante, y los resultados arrojados por estos deben registrarse en la hoja de control de los puntos del mantenimiento, y aunque el transportador es un sistema que tiene un complejo diseño, su mantenimiento de rutina puede llevarse a cabo en solamente 7 pasos básicos. Cada uno de estos pasos debe verificarse a fin de garantizar la vida útil larga y confiable del sistema. Es imprescindible que se efectúen el mantenimiento y las revisiones necesarias de los equipos de trabajo, así como que se registren documentalmente los resultados de estas actividades en un libro de mantenimiento.

- Inspección de contaminación ambiental

Se debe revisar el transportador y sus componentes con el propósito de detectar posibles signos de contaminación o desechos ambientales. Si existiera tal contaminación, no debe operarse el transportador hasta que se haya efectuado una limpieza integral para eliminarla. Entre los materiales abrasivos aludidos se puede incluir los siguientes ejemplos:

- Polvo cerámico
 - Polvo de papeles/maderas
 - Partículas de vidrios rotos
 - Fragmentos de metal
 - Polvo de hormigón
- Inspección de la cadena y las cintas de desgaste

Se revisa la cadena del transportador para detectar posibles eslabones rotos. Las cadenas pueden resultar dañadas si se deja caer un objeto pesado sobre los eslabones, o en caso que se produzca un atascamiento del proceso. Sustituya los eslabones rotos de inmediato.

- Inspección de la cinta de desgaste tensora/de transmisión y la placa lateral

Se debe revisar las cintas de desgaste tensoras/de transmisión (generalmente denominadas herraduras) para determinar casos de excesivo desgaste o instalación incorrecta.

- Inspección de interferencias causadas por objetos extraños

Las interferencias causadas por estos objetos constituyen una de las causas principales del desgaste excesivo de la superficie de la cadena. Las interferencias también pueden traer aparejada la rotura de los eslabones de la cadena y de sus vástagos, así como daños a las ruedas dentadas de la transmisión y de la unidad tensora. Si la resistencia se incrementa demasiado, la corriente del motor aumentará y las placas laterales podrán comenzar a fallar. Este tipo de interferencia puede evitarse o corregirse eliminando todos los objetos extraños del área del transportador y ajustando la posición de los componentes o accesorios que pueden entrar en contacto con la cadena.

- Hay que inspeccionar la cadena para identificar posibles objetos extraños que podrían interferir con el movimiento de esta. Las máquinas o transportadores contiguos no deben estar en contacto con la cadena móvil.

- Hay que asegurarse de que no se haya producido ninguna interferencia en los puntos de carga y descarga del sistema transportador, así como inspeccionar los dispositivos de la transferencia para verificar que sus componentes (placas de transferencia, manecillas de transferencia, etc.) no estén en contacto con la cadena móvil del transportador.
 - Se debe verificar que todos los rieles guía, las ménsulas de los rieles guía, las paredes laterales elevadas, los rieles de soporte de la cadena, los soportes de las bandejas de goteo y otros accesorios y componentes se encuentren separados de la cadena del transportador.
 - Hay que revisar todo el transportador para descartar la existencia de pernos, fiadores, herramientas u otros desechos.
- Inspección de flojedad de cadena y conexión de la rueda dentada

Con el paso del tiempo, el desgaste normal y la elongación de los eslabones de la cadena pueden contribuir a aumentar la flojedad de la cadena. Un nivel de tensión inadecuado puede derivar en la corriente excesiva del motor. También puede ser causa de saltos de la cadena sobre las ruedas dentadas. La flojedad de la cadena puede ajustarse mediante la eliminación o introducción de nuevas filas de eslabones. Además, es necesario:

- Revisar la flojedad total de la cadena (se recomienda mantener una compresión de 3 a 4 eslabones).
- Revisar la existencia de una flojedad excesiva de la cadena inmediatamente luego de las ruedas dentadas de la transmisión.

- Verificar que los dientes de las ruedas dentadas no se enganchen ni estén en contacto con ningún eslabón de la cadena de alta fricción.

- **Inspección de lubricación y lubricador**

Para los sistemas transportadores con lubricadores:

- Se tiene que verificar el ajuste de los lubricadores de la cinta de desgaste.
- Revisar el nivel de llenado del tanque del lubricador y agregar lubricante si fuera necesario.

Para la lubricación del motor con engranaje reductor:

- Los niveles de lubricante de las cajas de cambio del motor se necesitan revisar según las recomendaciones de su fabricante. Es útil consultar la documentación del fabricante respectivo.

- **Medición de la corriente del motor:**

Hay que medir la corriente del motor trifásico eléctrico y comparar el valor medido con el valor que exhibe la placa de especificación del motor, así como llevar un registro de los valores medidos. Si existiera un amperaje excesivo es señal de la existencia de un problema en el sistema que debe ser diagnosticado y corregido inmediatamente por personal debidamente calificado. Ignorar estas medidas puede ocasionar daños al equipo y la inactividad del sistema.

Figura 23. Hoja de control de diagnósticos para la solución del problema

		DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA														
		Ruedas dentadas tensoras o de la transmisión rotas	Eslabones rotos	Vástagos de cadena rotos	Desgaste excesivo del interior de la superficie de la cadena	Desgaste excesivo del exterior de la superficie de la cadena	Funcionamiento del motor a un amperaje elevado	Placas laterales de la unidad tensora o de la transmisión rotas	Desconexión de la cadena de la estructura lateral del transportador	Falta de espacio entre la cadena y la cinta de desgaste	El producto se inclina o no desciende	Desgaste excesivo de las patas de los eslabones laterales de la cadena	Desgaste excesivo de las aletas de los eslabones laterales de la cadena	Separación de la cinta de desgaste de la estructura lateral	Borde exterior de la cinta de desgaste descolorido en la curva	Salto de la cadena sobre las ruedas dentadas
CAUSAS PROBABLES	Contaminación de la cadena o las cintas de desgaste	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Interferencias causadas por objetos extraños	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Montaje incorrecto de la rueda dentada	✓	✓	✓			✓	✓								✓
	Desalineación de las ruedas dentadas	✓	✓	✓			✓	✓								✓
	Conexión incorrecta de la rueda dentada/cadena	✓	✓	✓			✓	✓								✓
	Las ruedas dentadas de la unidad tensora no giran libremente	✓	✓	✓			✓					✓	✓			✓
	Instalación inadecuada de la cinta de desgaste	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
	Cintas de desgaste superpuestas	✓	✓	✓			✓			✓		✓	✓		✓	
	Cinta de desgaste dañada	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	
	Cinta de desgaste de la unidad tensora/de transmisión rota	✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓	✓			
	Cinta de desgaste faltante								✓			✓	✓			
	Eslabones, vástagos o lengüetas bloqueadoras rotos		✓	✓			✓		✓						✓	
	Nivel inadecuado de tensión de la cadena	✓			✓		✓									✓
	Instalación de la cadena hacia atrás	✓	✓	✓												
	Instalación incorrecta del riel de soporte central				✓		✓			✓		✓	✓		✓	
	Instalación incorrecta del soporte de la cadena de retorno					✓	✓			✓		✓	✓		✓	
	Secciones de la cama desalineadas		✓	✓			✓			✓		✓	✓		✓	
	Estructura lateral del transportador dañada		✓	✓			✓			✓		✓	✓		✓	
	Barras transversales faltantes		✓	✓			✓			✓		✓	✓		✓	
	Eje libre bloqueado	✓	✓	✓			✓								✓	✓
Sujetadores sueltos o faltantes		✓	✓			✓			✓		✓	✓		✓	✓	
Contaminación química	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		✓		
Porcentaje de elongación de la cadena excesivo	✓	✓													✓	

Fuente: SPANTECH. Manual de propietario. p. 99.

3.5.1.1.3.1. Conservación

En este punto el equipo ha sufrido un daño y se encuentra fallando, la banda puede estar trabajando más lenta o simplemente dejar de moverse, etc., y es necesario realizarle un diagnóstico de la situación por personal experto, para determinar si es necesario el cambio de alguna pieza o hasta cambiar todo el sistema. Si tuviera que desmontarse las protecciones para realizar cualquier operación de mantenimiento, no debe olvidarse volver a colocarlas.

3.5.1.1.3.1.1. Correctivo

- Esto ocurriría si algún motor de la banda llegara deteriorarse por mal uso o fallo de las conexiones eléctricas.
- Si los rodillos se deterioraran y fuera necesario cambiar una sección de la misma.
- Si un cojinete fallara y fuera necesario el cambio de esta pieza.
- Si los elementos de fijación de la máquina se deterioraran se deberá avisar a los servicios técnicos.
- Se deber revisar que no existen fugas hidráulicas en ninguno de los componentes de la máquina.
- Comprobación de holguras en partes mecánicas.

Este tipo de mantenimiento se va dar siempre y cuando no esté programado.

3.5.1.1.3.1.1.1. Inmediato

Este mantenimiento se va desarrollar inmediatamente al percibir la avería o defecto:

- Al romperse los eslabones deben sustituirse de inmediato.
- Si existiera contaminación en la banda transportadora debe ser eliminada inmediatamente, para evitar daños a largo plazo.
- Se debe corregir de inmediato el problema de un desgaste excesivo en la cinta de desgaste, pues puede ser un problema de placas laterales.

Van a entrar en esta categoría todas esas averías que no se puedan posponer, de modo que pueden llegar a incurrir en un deterioro permanente del equipo. Se debe detener la línea y realizar un chequeo para determinar el problema y darle una solución rápida para no afectar la producción.

3.5.1.1.3.2. Preventivo

Un mantenimiento preventivo coherente constituye una práctica necesaria de seguridad. Si se efectúa con regularidad, este tipo de mantenimiento puede contribuir a evitar daños al equipo y lesiones al personal. Para el buen funcionamiento y rendimiento del equipo de trabajo se recomienda engrasar cada parte interna que compone el equipo, cada vez que vaya a ser utilizado. Para ello deberán utilizarse los engrasadores de que disponen los equipos. Como lubricantes se podrán utilizar aceites y grasas para maquinaria.

3.5.1.1.3.2.1. Programado

Figura 24. Programa de mantenimiento general

				PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL								Código: MA-ME-FO-005-002			
Numero de Equipo	Equipo	Area	Frecuencia	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL															
BANDA TRASPORTADORA DE RODILLOS															
SRH-01	LIMPIEZA DE MOTOR	SOPLADO	MENSUAL												
SRH-02	ENGRASE DE RODAMIENTOS	SOPLADO	SEMESTRAL												
SRH-03	REVISION DE REDUCTOR	SOPLADO	MENSUAL												
SRH-04	ENGRASE DE TAMBORES	SOPLADO	SEMESTRAL												
SRH-05	CONEXIONES ELECTRICAS	SOPLADO	MENSUAL												
SRH-06	REVISION DE RODILLOS	SOPLADO	MENSUAL												

Fuente: Departamento Mantenimiento, Embotelladora la Mariposa S. A. Programa de mantenimiento general. p. 10.

3.5.1.1.3.2.2. Predictivo

Figura 25. Programa de mantenimiento general

				PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL								Código: MA-ME-FO-005-002			
Numero en Equipo	Equipo	Area	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL															
BANDA TRASPORTADORA DE RODILLOS															
CM-I-02	MOTOR	SOPLADO	20000Hrs												
CM-I-01	RODILLOS	SOPLADO	10000Hrs												
CM-I-04	REDUCTOR	SOPLADO	1000Hrs												

Fuente: Departamento Mantenimiento, Embotelladora la Mariposa S. A. Programa de mantenimiento general. p. 11.

3.5.2. Adaptador para encajonadora

La línea de vidrio cuenta con una encajonadora de la marca *smart pack* de Krones, la cual se va a utilizar para realizar el encajillado de botella PRB, esta cuenta con una gama de cabezales de agarre que se adapta a cada necesidad, además todos los elementos de agarre pueden ser sustituidos fácil y rápidamente.

Figura 26. Encajonadora *smart pack* de Krones



Fuente: Krones. *Manual de encajonadora y descajonadora totalmente automática smart pack.*

P. 1.

El grupo Krones, con sede principal en Neutraubling (Alemania), planifica, desarrolla y fabrica máquinas y líneas completas para los sectores de ingeniería de procesos, técnica de llenado y de embalado. La intralogística, la tecnología de la información y la planificación de plantas complementan el portafolio de productos de Krones. Cada día, millones de botellas, latas y envases de forma especial son «procesados» en líneas de Krones, sobre todo en plantas cerveceras, en el sector de refrescos y de productores de vinos, vinos espumosos y licores, pero también en la industria agroalimentaria y en la industria química, farmacéutica y cosmética.

- Funcionamiento de la encajilladora de Krones

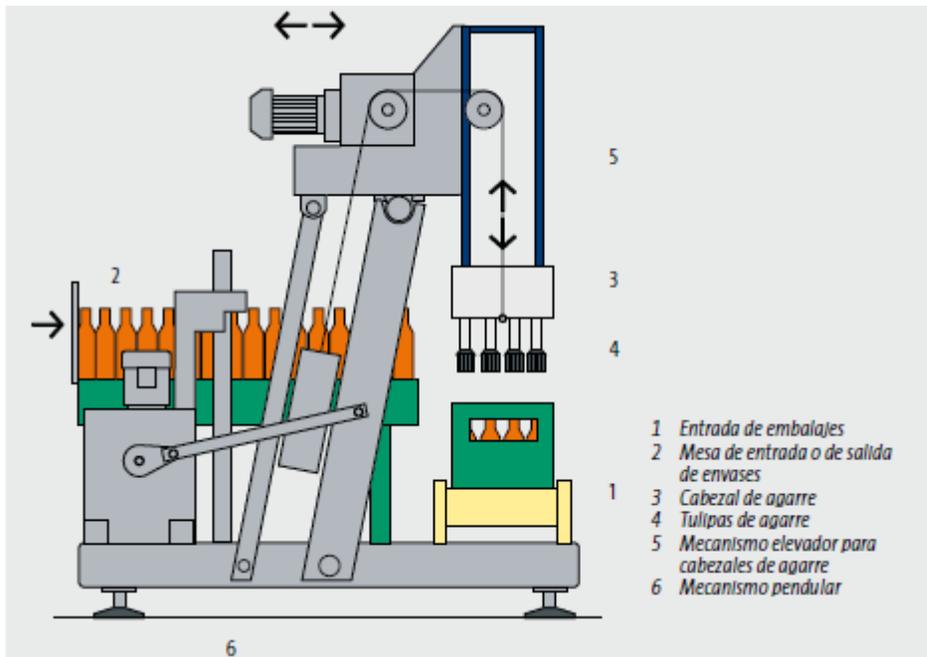
Durante el encajonado, los envases llegan a una mesa portaenvases en donde son distribuidos en varias vías. Los cabezales de agarre los toman y los colocan en las cajillas vacías preparadas. Un marco de introducción guía los envases para que entren seguros en los embalajes. Durante el desencajonado los embalajes se paran en una posición predefinida en el transportador de embalajes. Allí es donde los cabezales de agarre toman los envases y los colocan con toda seguridad en la mesa de salida.

La curva de encajonado es la resultante de la conjunción de un movimiento horizontal y otro vertical. El primero es realizado por una columna giratoria mientras que unos accionamientos por manivela garantizan un comportamiento protector de arranque y de frenado. El último es realizado mediante un mecanismo elevador y motores regulados por frecuencia.

Las curvas de los trayectos pueden ser programadas de forma distinta para embalajes llenos o vacíos, consiguiendo de esta forma un resultado óptimo del movimiento. La mesa portaenvases y el transportador de embalajes son

accionados mediante motores trifásicos con convertidores de frecuencia instalados.

Figura 27. Partes de la encajonadora *smart pack* de Krones



Fuente: Krones. *Manual de encajonadora y descajonadora totalmente automática smart pack.*

p. 3.

Figura 28. Rendimiento de encajonadora *smart pack* de Krones

Tamaño constructivo	Longitud del bloque de embalajes (mm)	Rendimiento (Impulsos/h) de 1 vía	
		Cajas de plástico*	Cajas de cartón
1400	1.420	520	450
1800	1.850	510	440
2200	2.100	490	420
2500	2.450	460	400
2900	2.900	430	380

Fuente: Krones. *Manual de encajonadora y desncajadora totalmente automática smart pack.*

p. 3.

- Características de construcción
 - Construcción modular.
 - Mesa porta envases con cadenas de eslabones de acero fino o de bandas modulares de plástico.
 - Transportador de embalajes de acero fino con bloqueador en la entrada y de embalajes.
 - Transporte de una o dos vías.
 - Cabezales de agarre y sistemas de almacenado (carro para piezas de formato y almacén plano) con función de cambio rápido.
 - Mecanismo elevador con accionamiento por correa dentada libre de mantenimiento.
 - Movimiento neumático o motorizado del marco de introducción.
 - Protección contra choques en el mecanismo elevador.

- Armario eléctrico instalado en la máquina.
 - Puertas corredizas o abatibles para proteger la máquina.
 - Uno o dos soportes pendulares, dependiendo del tamaño de la máquina.
- Cabezales y elementos de agarre
 - La maquinaria cuenta con una amplia gama de elementos de agarre específicos de la aplicación de cabezales de agarre fijos y con posibilidad de tracción (en uno/dos sentidos).
 - Tulipas de encajonado adaptadas individualmente a los envases:
 - Tulipas estándares
 - ✓ Elementos de agarre de larga duración resistentes a pedazos de vidrio.
 - ✓ Tulipas encajonadoras con gancho mecánico para envases PET.
 - ✓ Elementos de agarre con tulipas de aspiración.
 - ✓ Elementos de agarre mecánicos para multiempaques y envases de forma especial.

3.5.2.1. Especificaciones técnicas

La encajilladora o encajonadora Krones cuenta con una de las grandes ventajas, pues es un sistema tan versátil y de amplia disposición que dependiendo el tipo de envase a procesar, solo se necesita cambiar el cabezal de agarre, que deberá contar con cierto número de tulipas de agarre según sea la especificación del envase, ya que existen cientos de variaciones; debe establecerle al proveedor con qué especificaciones debe contar el cabezal y sus componentes.

Figura 29. Cabezal de agarre para encajonadora *smart pack* de Krones



Fuente: Embotelladora la Mariposa. Cabezal de agarre para encajonadora *smart pack* de *krones*. p. 22.

Además de esto es necesario crear una modificación en el riel de embalaje, pues la forma de la cajilla es un panel y esta no cuenta con una forma uniforme, para de este modo para poder crear la forma correcta con que deben llegar los envases al embalaje, para lo cual además se debe considerar los siguientes puntos.

3.5.2.1.1. Dimensiones

La encajonadora, así como su tiempo de encajonado, son parte importante en el proceso de producción para este sistema de bandas de transporte, ya que el cuello de botella se generaría en esta área. Si no es factible el encajonado de las 390 cajas por minuto, se sobrecargaría la banda transportadora y podría haber un rebalse de producto en la mesa de espera. La encajonadora tiene una capacidad de encajonar 6,5 cajas por minuto, dando un total de 390 cajas por hora.

Figura 30. **Diseño frontal de encajonadora**



Fuente: Kronos. *Manual de encajonadora y desncajonadora totalmente automática smart pack.*

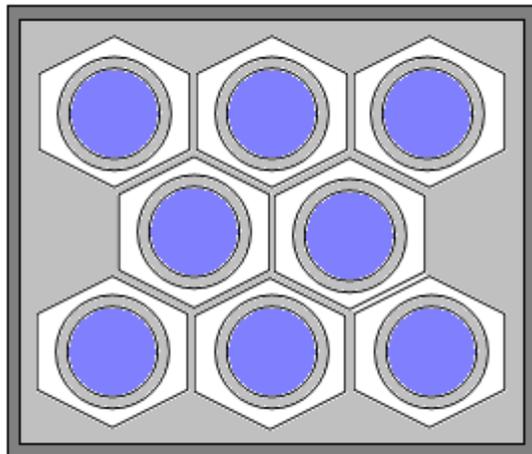
p. 4.

Las dimensiones del cabezal y las modificaciones en el riel de embalaje deben estar de la mano con la forma del envase (ver figura 20. Dimensiones de envase PRB de 2,5 lts) y la cajilla receptora de 40*20 cm. El cabezal de agarre está compuesto de varias unidades, las unidades de agarre están equipadas de tulipas de agarre de accionamiento neumático. El cabezal recoge el grupo de

envases que se encuentran sobre la mesa porta envases y lo transporta recorriendo trayectorias optimizadas hacia los embalajes.

Este deposita los envases dentro de las cajillas y regresa a la mesa portaenvases. Este sistema de agarre debe estar modificado para poder sostener 8 envases de envase PRB de 2,5 lts con una dimensión de 12,72 cm, en forma de panal, distribuidas las tulipas de agarre de la siguiente manera:

Figura 31. **Diseño de cabezal de agarre para cajilla de envases de 2,5 lts retornables**



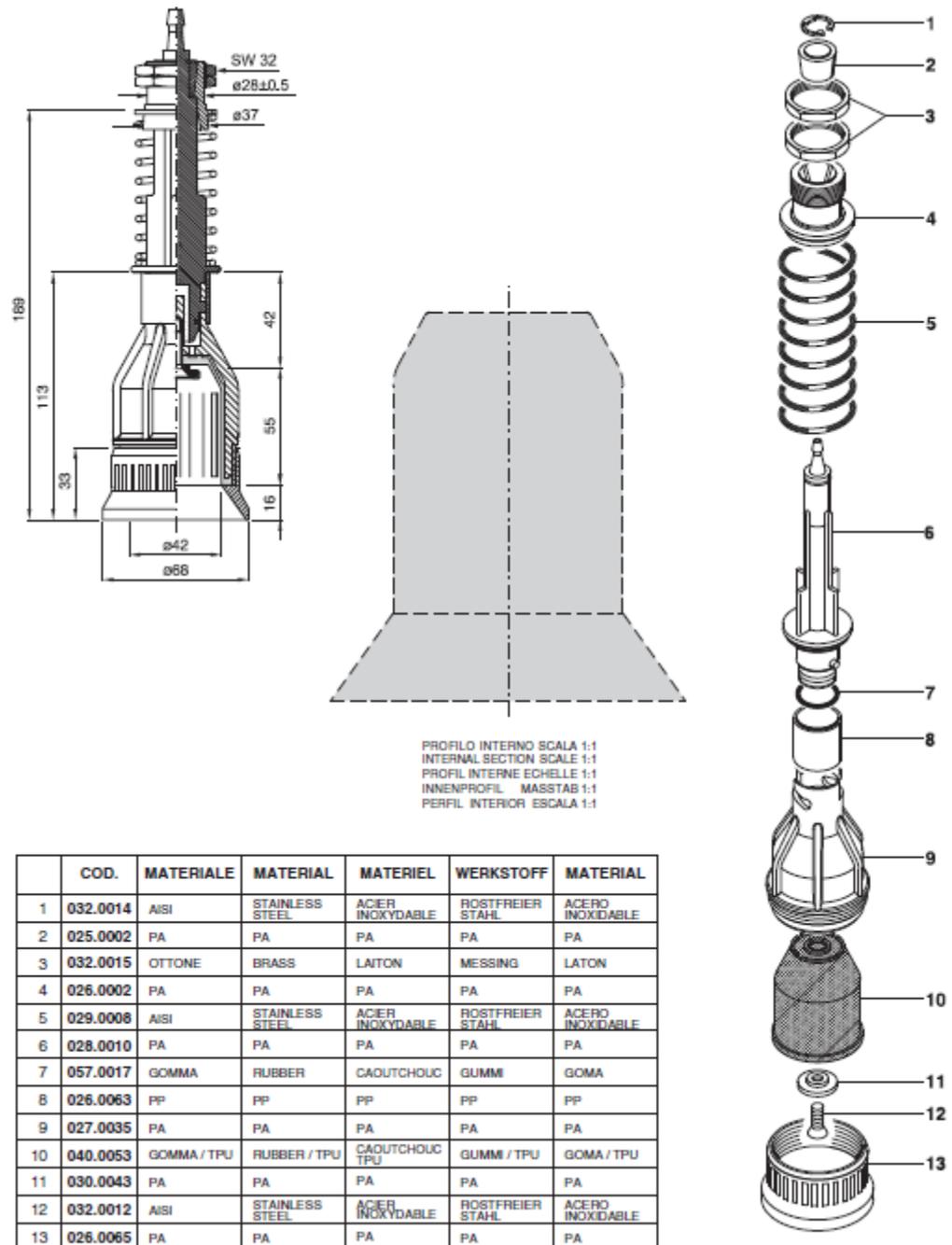
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Las tulipas de agarre están fabricadas de diferentes materiales, pueden variar dependiendo el uso que se les vaya a dar, pueden estar creadas de poliuretano; esto va ir amarrado al requerimiento de los envases, para poder determinar la tulipa para un resultado óptimo, y es necesario tomar en cuenta las especificaciones del envase, el ancho de la boquilla el largo del cuello de la botella y el peso del mismo. Las tulipas funcionan a través de aire comprimido

que hace que el inserto que está dentro de la misma genere una presión sobre el envase y, de este modo, poder trasladarlo sin temor a que se desplome. La presión de alimentación va a depender del tipo de envase y contenido que va a estar encajonando, que va de los 7 bares a un máximo de 10 bares. Lo que hace que la tulipa boquee el envase en su interior es:

- Membranas de goma natural
- Membrana de poliuretano
- Muelle de “aisi”

Figura 32. Dimensiones de tulipa para cabezal de agarre, según especificación de envase de 2,5 lts retornable



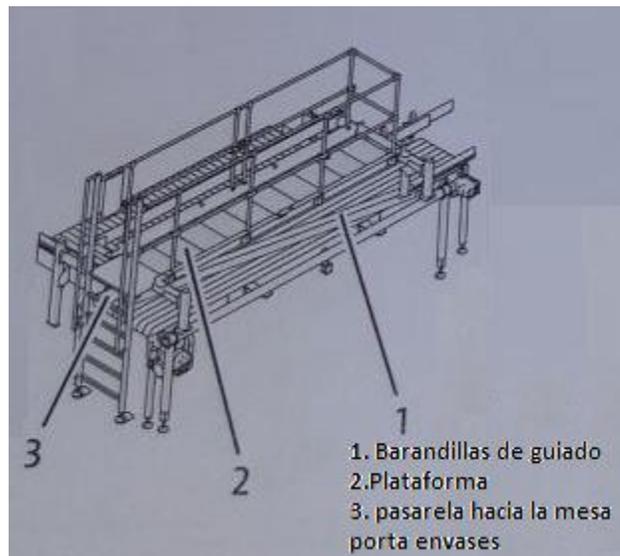
Fuente: Orobica. *Catálogo de Tulipas Orobica Plast-Gom. Dimensiones de tulipas.* p. 63..

El riel de embalaje de envase se compone de:

- Entrada de envases mediante bandas modulares de acero inoxidable
 - Barandilla de guiado de exteriores
 - Barandilla de guiado de interiores
 - Variantes

- Mesa portaenvases con bandas modulares de acero inoxidable
 - Preparadores de hileras
 - Vibrador
 - Chapas de guiado
 - Unidad para el control de integridad de botella

Figura 33. Riel transportador y sus partes de encajonadora *smart pack* de Krones

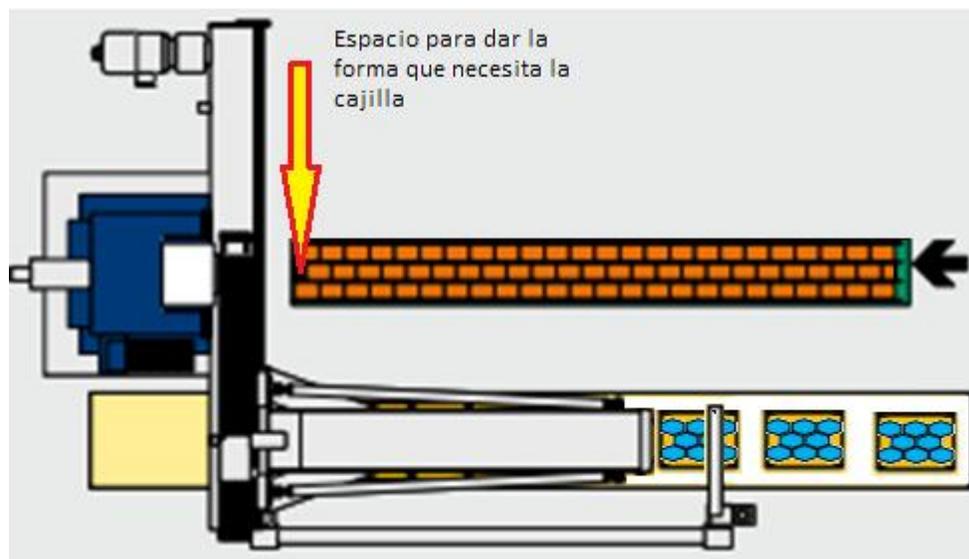


Fuente: Krones. *Manual de encajonadora y desncajonadora totalmente automática smart pack.*

p. 5.

El diámetro de las divisiones del riel va estar determinado por el diámetro del envase de PRB. Este riel solo debe permitir el paso de tres filas para la operación, además la división de en medio debe estar con una distancia menor de terminación, para poder crear la forma de panal deseada, como se muestra a continuación:

Figura 34. **Riel para embalaje de encajonadora *smart pack* de Krones**



Fuente. Elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

3.5.2.1.2. **Tiempo de proceso**

La encajonadora o encajilladora va a trabajar conforme trabaje la sopladora número 3, esta produce 3000 envases por hora, de modo que el equipo debe encajonar 375 cajillas por hora, ya que cada caja contiene 8 envases. Para realizar esta operación se debe proceder a realizar la desinstalación de los cabezales de agarre para botella de vidrio, ya que esta

línea es usada para encajonar la línea de vidrio, que durante su paro quincenal se estará usando para encajonar envases PRB.

Se deben colocar los 4 cabezales de agarre para envase PRB con el patrón especial, este proceso se lleva a cabo en un tiempo aproximado de 30 minutos, pues deben conectarse todas las mangueras de aire comprimido y verificar que las tulipas se encuentren en correcto estado y que sus empaques no estén dañados.

3.5.2.1.3. Mantenimiento

El fabricante recomienda que para cualquier falla en el sistema un mecánico con experiencia realice los trabajos, para evitar generar más daños por falta de conocimientos. La inspección del cabezal de agarre debe efectuarse de acuerdo a los procedimientos del fabricante, y los resultados arrojados por estas deben registrarse en la hoja de control de los puntos del mantenimiento. Se debe tomar en cuenta que por estar encajonando con un modelo de cajilla de panal, el cabezal va a generar otro movimiento curvo, para posicionar correctamente los envases. Este mantenimiento va a estar constituido prácticamente de la revisión de estos puntos:

- Revisión de cilindros neumáticos
- Revisión de unidad de mantenimiento de aire
- Racores
- Válvulas y mangueras
- Tulipas(empaque, resortes)
- Cojinetes
- Análisis de lubricantes de caja reductora
- Limpieza de la máquina

3.5.2.1.3.1. Conservación

El cabezal de agarre cuenta con diferentes partes que, en cualquier momento, pueden fallar a causa del uso de la máquina y el contacto con los envases a trasladar. Por esta razón el proveedor recomienda mantener ciertas piezas en *stock*, ya que la mayoría de averías no se planifican.

3.5.2.1.3.1.1. Correctivo

Cambio de empaque de tulipa: este empaque suele perforarse por las tapaderas del envase a trasladar, lo cual suele suceder cuando se le inyecta demasiada presión de aire a los empaques y como resultado el material se daña. Se determina el cambio cuando el cabezal va a realizar el agarre y la tulipa no es capaz de sostener el envase, dejándolo caer. El operador debe detener el proceso y remplazar el empaque dañado por uno nuevo.

3.5.2.1.3.1.1.1. Inmediato

El mantenimiento inmediato se va a generar cuando el proceso de encajonado no se pueda realizar correctamente y se necesite detener la máquina, para realizar las correcciones necesarias no programadas. Es complicado determinar qué puede fallar de momento, por esta razón no se describen las posibles fallas.

3.5.2.1.3.2. Preventivo

El departamento de mantenimiento establece un plan de trabajo mensual en que se establecen los trabajos que se deben efectuar en ese período de tiempo, así como se establecen las inspecciones que se van a realizar, para

determinar si alguna pieza necesita cambio, evitando crear atrasos en producción por no corregir estas anomalías.

3.5.2.1.3.2.1. Programado

Figura 35. Programa de mantenimiento de cabezal de agarre

				PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL												Codigo: MA-ME-FO-009-002
Numero en BAAN	Equipo	Area	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL																
CABEZAL DE AGARRE, ENCAJONADORA SMART PACK KRONES																
SPK-01	REVISION SUPERFICIE DEL VASTAGO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-02	LIMPIEZA DEL DEPOSITO DEL ACTUADOR Y DEL SOPORTE DE MONTAJE, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-03	LUBRICACION DE CILINDROS, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-04	LUBRICACION DE JUNTAS DE VASTAGO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-05	LUBRICACION DE RANURAS DE LA JUNTA DEL VASTAGO EN LA CULATA ANTERIOR, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	TRIMESTRAL													
SPK-06	LUBRICACION SUPERFICIE ESTERNA DEL EMBOLO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-07	LUBRICACION RANURAS DE LA JUNTA DEL EMBOLO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-08	LUBRICACION SUPERFICIE INTERNA Y EXTERNA DE LA JUNTA DEL EMBOLO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-09	LUBRICACION JUNTAS DE ESTANQUEIDAD DE LA CAMISA CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-10	LUBRICACION JUNTAS DE AMORTIGUADORES, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-11	LUBRICACION RANURAS DE LAS JUNTAS DE AMORTIGUADORES, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-12	LUBRICACION SUPERFICIE DEL VASTAGO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-13	LUBRICACION SUPERFICIE INTERNA DEL TUBO, CILINDROS NEUMATICOS	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-14	MEDICION DE PRESION DEL REGULADOR DE PRESION, UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	LINEA DE VIDRIO	DIARIA													
SPK-15	REVISION DEL LUBRICADOR DE AIRE COMPRIMIDO, UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-16	REVISION DE RACORES NEUMATICOS, UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													
SPK-17	REVISION DE COJINETES, UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	LINEA DE VIDRIO	SEMESTRAL													
SPK-18	REVISION DE RESORTES DE TULIPAS, UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE	LINEA DE VIDRIO	MENSUAL													

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Embotelladora la Mariposa S. A. Programa de mantenimiento de cabezal de agarre. p. 12.

3.5.2.1.3.2.2. Predictivo

Figura 36. Programa de mantenimiento de cabezal de agarre

		PROGRAMA DE LUBRICACION CABEZAL DE AGARRE				Código: MA-ME-FO-002-004	
Nota: antes de comenzar con la lubricacion, se debera de verificar que el equipo este completamente desconectado de la corriente electrica para evitar accidentes. Se debera de limpiar adecuadamente los equipos antes de lubricar, se debera de lubricar con grasa o aceite grado alimenticio las chumaceras y cadenas tratando siempre de no agregar demasiado para evitar que oscurea, despues de realizada la lubricacion se pondra a funcionar el equipo y se limpiara la grasa o aceite que pueda derramarse, TODO DEBE QUEDAR LIMPIO.							
AREA	EQUIPO	FRECUENCIA	TIPO DE LUBRICANTE		ESTADO		TRABAJO REALIZADO
			GRASA	ACEITE	BUENO	MALO	
LINEA DE VIDRIO	CAJA REDUCTORA	SEMESTRAL					
	ANALISIS DE LABORATORIO DEL ACEITE CAJA REDUCTORA	SEMESTRAL					

Fuente: Departamento de Mantenimiento, Embotelladora la Mariposa S. A. Programa de mantenimiento de cabezal de agarre. p. 13.

El análisis de lubricante de cajas reductoras se debe realizar cada 6 meses. Se recoge una muestra de la caja y se envía a laboratorio; con los resultados que arroja la prueba, se coteja la especificación; si aquellos estuvieran fuera del porcentaje establecido, es necesario un cambio de aceite, y además se determina su viscosidad. En este análisis es posible determinar si la corona de la caja aun es funcional o no, esto va depender de los porcentajes de bronce que se encuentren en el aceite. En este examen se buscan partículas de agua que puedan hacer que emulsione y ya no sirva, dando una apariencia blanquecina.

3.6. Perfil de operario

Este se detallará a continuación:

3.6.1. Actividades del cargo

Tabla XX. Descripción del puesto de los operarios / proceso a implementar

PUESTO	OPERARIOS
SUBORDINADOS	
FUNCIONES BÁSICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Realizará las labores de instalación y desinstalación de la banda transportadora y adaptador de encajilladora, además del control del funcionamiento adecuado de los mismos, utilizando los recursos que se requieran y la empresa proporcione. <p>Para poder montar la banda deben estar formados para hacer este tipo de trabajos principalmente en lo referente a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los materiales, elementos y sus aplicaciones concretas. • Comprensión del plan de montaje, utilización y desmontaje. • Verificar la idoneidad del equipo a las condiciones del lugar de instalación. • Conocer los riesgos del lugar donde debe utilizar el equipo. • Preparar, balizar y controlar la zona de trabajo con el fin de que nadie ajeno a las tareas de trabajo pueda sufrir un accidente. • Verificar el estado de todos los componentes del equipo. • Efectuar las pruebas de funcionamiento y reglajes. • La formación necesaria que deben tener los utilizadores de la banda deberá incluir la interpretación del plan de montaje, utilización y desmontaje y las medidas de seguridad a seguir en cada caso, debiendo conocer principalmente los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las normas de utilización del equipo. • Conocer el funcionamiento de los sistemas de seguridad. • Acceder y circular por la zona de trabajo de forma segura. • Respetar los límites de carga del equipo (carga

Continuación de tabla XX.

	<ul style="list-style-type: none"> • máxima de utilización y reparto de cargas). • Utilizar los EPI adecuados a cada circunstancia o tipo de trabajo. • Señalizar situaciones peligrosas. • Paralizar los trabajos en caso de condiciones meteorológicas adversas. • Conocer y aplicar los procedimientos de emergencia en caso de necesidad.
RESPONSABILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • Atender las órdenes del jefe designado por la empresa o del personal de la empresa que esta designe, con el propósito de ejecutar las labores complementarias de ensamblaje de equipo y control del funcionamiento de la banda transportadora y adaptador. • Leer antes este manual de la banda transportadora o recibir las recomendaciones pertinentes, para conocer la mejor forma de utilizarla y los riesgos a los que están expuestos, además de la manera de evitarlos. • Es responsabilidad del operador de la máquina, leer y comprender las instrucciones de uso, seguridad y mantenimiento de la misma, así como la de respetar, comunicar, hacer comprender y cumplir los requisitos marcados en la presente documentación a las personas que lo rodean. • Los operarios que trabajen con la máquina deben conocer los riesgos derivados del uso de esta para así evitar cualquier accidente. • Dará el mantenimiento que la empresa requiera a instalaciones. • Transportara materiales y herramienta de trabajo al lugar que se requiera para las labores del mantenimiento de la maquinaria. • Participará en el mantenimiento preventivo y correctivo de la banda transportadora y adaptador.

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Requisitos mínimos

Para que el operario pueda realizar las labores de ensamblaje y control del funcionamiento de la banda transportadora y adaptador de la encajilladora se requiere lo siguiente:

3.6.2.1. Experiencia

Se requiere como mínimo de 3 a 5 años trabajando en industrias de alto consumo, con maquinaria, bandas transportadoras y contar con conocimientos de mecánica para poder realizar los mantenimientos que el equipo requiera.

3.6.2.2. Perfil médico

Ya que la empresa trabaja con diferentes equipos que producen vapores y olores fuertes, además del polvo que pueda acumularse en las distintas áreas, es recomendable solicitar personal que no sea alérgico, ni presente frecuentes enfermedades pulmonares, además de no tener ninguna enfermedad en la piel que pueda empeorar por el ambiente cálido dentro de la empresa. Se solicita que esta persona presente su tarjeta de pulmones, así como su tarjeta de salud y el certificado de manejo de alimentos, extendido por cualquier centro de salud, pues esta persona tendrá contacto con envases que luego serán utilizados para ser llenados con bebidas de consumo humano.

3.7. Manejo de producto terminado

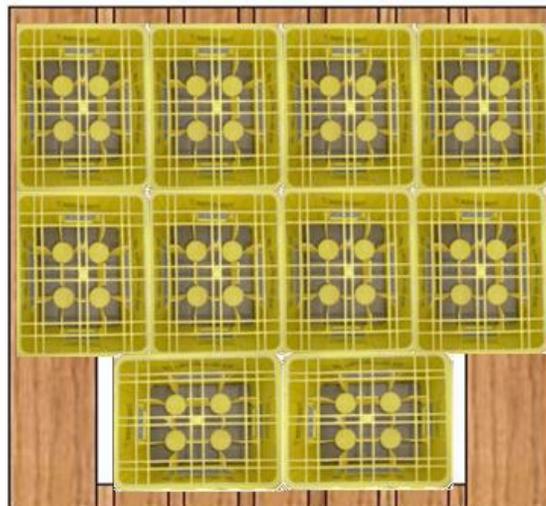
Luego que los envases de PRB salen de la sopladora 3, pasan a ser encajillados y puestos en tarimas con un número de camas específicas, para que estas, al momento de estibarlas, no se inclinen por el sobrepeso y causen un accidente. A continuación se detalla la forma correcta de estibar el envase de PRB:

3.7.1. Principios generales

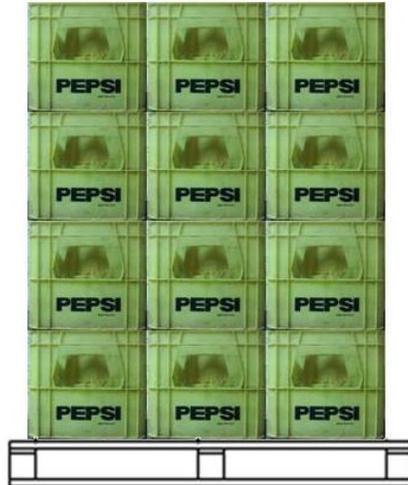
La forma correcta de manejar el producto terminado es colocar en cada cajilla 8 envases de PRB, esto se debe al peso de cada botella cuando está llena de 2,5 lts, ya que la cajilla solo cuenta con 8 espacios distribuidos correctamente para equilibrar el peso del producto, y de este modo el producto se conserva en su lugar, evitando accidentes por mala distribución.

Las cajillas son puestas en una tarima donde cada cama es de 10 cajillas, y el máximo de camas que pueden colocar son 4, haciendo un total de 40 cajillas en cada tarima. Se utiliza *stretch film* para cubrir toda la tarima y de este modo se brinda soporte y protección contra el polvo, que pueda afectar la calidad del producto.

Figura 37. **Forma de estiva de cajillas de 2,5 lts retornables, en la tarima**



Continuación de la figura 37.



Fuente. Elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Luego que la tarima está cubierta por el *stretch film* es etiquetada de forma que se pueda identificar qué número de lote es, la fecha de fabricación, tipo de envase, número de sopladora, así como el encargado de producción y de pruebas de calidad. Para almacenar las tarimas en la bodega se deben colar sin estibar una encima de la otra, pues el producto al estar vacío no brinda la estabilidad que brindaría lleno; se debe colocar en un lugar que no vaya a ser utilizado para almacenar otro tipo de mercadería, pues este será utilizado en los días siguientes, evitando de este modo que su salida sea obstruida por otras tarimas.

3.7.2. Uso adecuado de los *pallets*

El personal a cargo de trasladar la tarima al área de bodega debe estar previamente capacitado, ya que el producto que está manejando es frágil y no puede cometer errores en su traslado; un accidente no solo implica costos en la operación y retraso en producción sino que puede afectar varias operaciones al ser involucradas en un accidente; para esto el departamento de Recursos

Humanos capacita constantemente al personal que opera montacargas. Los espacios están ya designados para cada producto y los operadores de montacargas deben ser sumamente cuidadosos al estibar el producto de PRB, pues no deben colocar nada sobre las tarima con producto.

3.7.3. Prevención de daños

El departamento de SSO es el que lleva un estricto control de las instalaciones, instrumentación y personal, para disminuir o eliminar accidentes; semanalmente se reúnen con personal de cada área para brindar charlas sobre cómo prevenir o corregir un accidente, además mantienen una estrecha comunicación con los jefes de área, para que ellos les indiquen qué tipos de temas desean abordar en las futuras charlas y, de este modo, orientar el contenido a la necesidad que está surgiendo de momento. Solicitan constantemente que el manejo de cargas sea un tema a tratar, pues esto es lo que manipulan en su área y es importante que realicen esta tarea correctamente. A través de estas charlas y capacitaciones se han disminuido daños en la manipulación de los productos y daños al personal.

3.7.4. Manejo de los lotes

Antes ya se había mencionado que la forma correcta de manejar los lotes es colocando las tarimas a nivel del piso, ya que no se puede estibar una encima de otra, pues esa técnica ya no se utiliza, a causa de varios accidentes provocados por esta forma de almacenar, afortunadamente solo causando daños materiales. La empresa comenzó a manejar una política para este tipo de almacenamiento, pues aunque el espacio era un factor que afectaba constantemente, debían implementar otra forma de organizar el producto en la bodega.

3.7.5. Seguridad laboral

Esta se basa en detectar y corregir los riesgos de accidente en el trabajo, en general se apoya en los factores causantes de accidentes para eliminar el riesgo y proteger al operario. Estas técnicas de seguridad según el área de aplicación se clasifican en técnicas generales polivalentes, que están divididas en dos grupos:

- Las técnicas analíticas se encuentran tanto previas al accidente como posteriores al accidente. Las primeras se dan mediante inspecciones de seguridad, procedimiento que consiste en relacionar las operaciones implicadas en una actividad laboral al identificar los potenciales accidentes asociados a cada etapa de trabajo; el análisis estadístico se llevará a cabo con todos los datos derivados de riesgos, para la determinación de posibles pautas de actuación; el análisis moral de trabajo definirá cómo una actitud de satisfacción que se desarrolla en grupo sirve para averiguar el grado en que los miembros del grupo presentan un objetivo común, el grado en que dicho objetivo se considera valioso y el grado en que los miembros perciben que el objetivo puede ser alcanzado. Las segundas comprenden la notificación y registro, porque si los accidentes no se notifican se pierde la experiencia y también el registro para su futuro tratamiento; también se incluye la investigación de accidentes, para localizar las causas que los han producido y nunca para identificar culpables.
- Las técnicas operativas inciden sobre el factor material y el factor humano. Para el factor material estas técnicas son las más importantes para la seguridad, dentro de ellas se encuentran las de concepción, que se centran en el concepto de seguridad como factor decisivo de todo

proyecto industrial, así como el diseño de equipo y ejecución de métodos de trabajo; las de corrección, que implican la mejora de condiciones de trabajo mediante la ergonomía de corrección con medidas técnicas de seguridad, de resguardos que son materiales que impiden el acceso a las zonas de peligro, de protección personal para evitar lesiones ante riesgos que no pueden ser eliminados, de normas y métodos seguros de trabajo para orientar la conducta humana, de señalizaciones y de mantenimiento preventivo. Ahora bien, para el factor humano, mediante técnicas para influenciar sobre sus actos y acciones peligrosas, en sí, es útil eliminar las causas humanas de los accidentes a cuenta de una buena formación, información y cambio de métodos productivos para originar un mayor nivel de seguridad. Las técnicas operativas del factor humano se enfocan en la selección del personal y el cambio de comportamiento.

Tabla XXI. **Lineamientos de seguridad laboral**

Equipo de trabajo	El personal a cargo debe, igual que todo el personal dentro de la empresa, portar el uniforme que la empresa le asignó, así como el calzado con punta de acero, casco, tapones para los oídos, cofia, lentes, si fuera necesario, guantes dependiendo de la operación.
Un plan de trabajo	El jefe o supervisor debe de presentar un plan de trabajo para no cometer errores dentro de la operación y de este modo el personal pueda guiarse para realizar su trabajo.
Respetar horas de descanso	El personal debe respetar su hora de descanso ya sea para refaccionar, almorzar o salida, ya que un empleado que no respeta los horarios se sobrecarga de tareas y la fatiga evitará que la operación sea realizada con eficiencia, haciendo que el personal y la operación fracasen; derivado de esto, se genera el estrés, cansancio, desgano y enfermedades asociadas al exceso de trabajo para el personal.
Higiene industrial	Con la consideración de una serie de riesgos que, si bien no producen disminución en la capacidad de

Continuación de tabla XXI.

	la persona en forma inmediata, sí en el largo plazo, por la exposición continuada y causante de padecimiento de la enfermedad profesional.
Ergonomía	Técnica preventiva de los riesgos intermedios con vista al <i>confort</i> del empleado al evitar o minimizar el cansancio físico, con acciones fundamentales en el diseño de procesos productivos, distribución acorde de maquinaria y equipo, organización en el puesto de trabajo, adaptación máquina-hombre y diseño de equipo.

Fuente: elaboración propia.

3.8. Capacitación del recurso humano

Ya sea que las personas asignadas a esta área de trabajo hayan trabajado en la empresa o sean de nuevo ingreso, es necesario capacitarlas con respecto a la nueva maquinaria que van a manejar, así como los riesgos que puede provocar el uso no adecuado. Las capacitaciones deben estar enfocadas en solucionar pequeños problemas cuando se presenten, mantenimientos, instalación de las piezas y forma de almacenarlas luego de su uso, para que estas no se dañen.

Las capacitaciones también deben alentar al personal a aprender más de su estación de trabajo, para que de este modo la operación no se detenga por fallas que ellos puedan solucionar sin necesidad de que un técnico llegue a revisar. La lectura de manuales es indispensable pues esta será su mejor herramienta de trabajo. Las capacitaciones a impartir serán las siguientes:

- Bpms
- Haccp
- Calidad

- Manejo de sopladoras
- Armado de banda transportadora
- Manejo de cargas y forma correcta de estiva
- Charlas de 5 minutos
- Capacitaciones de SSO

3.9. Análisis de costos

El análisis de costo determina la cantidad y la clase de: 1) materiales/dinero, y 2) personal necesario para poder completar el proyecto.

A continuación se mencionan los costos que se deben considerar al evaluar un proyecto:

- Costos de adquisición
- Costos de operación y mantenimiento
- Costos ocultos
- Costos de transición

Se analiza los indicadores relevantes tales como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) para analizar la viabilidad económica del proyecto. Los costos anuales de la operación actualmente y del proceso mejorado son:

Tabla XXII. Flujo de egresos anuales

Flujo De Egresos Anuales		
Costos De Operación(2 Días Al Mes)		
Descripción de costos	Proceso Actual (4 operarios)	Proceso Mejorado (2 operarios)
	Costos	Costo
Mano de obra	Q 30 620,00	Q 9 150,00
Producción Envases PRB	Q 86 400,00	Q 86 400,00
Mantenimiento	Q12,000,00	Q 10 200,00
Otros	5000	Q 5 400,00
Costo Total	Q134,020.00	Q 111 150,00

Fuente: Departamento Financiero, Embotelladora la Mariposa S. A. Flujo de egresos anuales. p. 53.

Analizando los costos, la producción y tiempo del proceso es posible determinar que la eficiencia del proceso actual es del 32,8 % y del proceso mejorado es de 41,38 %. Esto es fundamental para determinar que el proceso mejorado ayudaría a la disminución de costos en mano de obra y tiempos de proceso.

3.9.1. Flujo de caja

Este es un informe financiero que presenta un detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero que tiene una empresa en un período dado. Algunos ejemplos de ingresos son los ingresos por venta, el cobro de deudas, alquileres, el cobro de préstamos, intereses, etc. Ejemplos de egresos o salidas de dinero son el pago de facturas, pago de impuestos, pago de sueldos,

préstamos, intereses, amortizaciones de deuda, servicios de agua o luz, etc. La diferencia entre los ingresos y los egresos se conoce como saldo o flujo neto, por lo tanto constituye un importante indicador de la liquidez de la empresa. Si el saldo es positivo significa que los ingresos del período fueron mayores a los egresos (o gastos); si es negativo significa que los egresos fueron mayores a los ingresos.

El flujo de efectivo de la empresa será de mucha ayuda para determinar si el proyecto es viable o no. Para recuperar el monto de inversión, el cual es aproximadamente de Q. 154 360,50 se tomaron los siguientes valores: en promedio, al mes, la empresa factura en bebidas de 2,5 lts retornables, un aproximado de Q. 190 000,00 tomando como referencia un historial periódico. Considerando que para el primer año será un monto promedio de Q. 190 000,00 mensual, el segundo año Q. 193 800,00, el tercero Q. 197 676,00, el cuarto Q. 201 629,52 y el quinto Q. 205 662,11, proyectando que se asigne un 2 % de crecimiento en las ventas anuales, se tendrían los siguientes montos:

Tabla XXIII. **Flujo de caja para bebidas de 2,5 lts retornables (PRB)**

Flujo de Caja			
Año	Flujo De Ingresos	Flujo De Egresos	Flujo de Ingreso- Egresos
1	Q190 000,00	Q111 150,00	Q78 850,00
2	Q193 800,00	Q115 596,00	Q78 204,00
3	Q197 676,00	Q120 219,84	Q77 456,16
4	Q201 629,52	Q125 028.63	Q76 600,89
5	Q205 662,11	Q130 029,78	Q75 632,33
Total	Q988 767,63	Q602 024,25	Q386 743,38

Fuente: elaboración propia.

3.9.2. Valor Actual Neto (VAN)

Es un indicador que sirve para evaluar la factibilidad del proyecto y cuyo resultado determina si el proyecto es viable o no. El VAN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, que es el de maximizar la inversión. El valor del VAN puede estar en una de las tres posibilidades de evaluación según la tabla:

Figura 38. **Tabla de valores del VAN para toma de decisiones**

Valor	Significado	Decisión
$VAN > 0$	La inversión genera ganancias por encima de la rentabilidad exigida	Aceptación del proyecto
$VAN < 0$	La inversión genera pérdida por debajo de la rentabilidad exigida	Rechazo del Proyecto
$VAN = 0$	La inversión no genera pérdida ni ganancia.	Basarse en otros factores para tomar decisión

Fuente: Valores del VAN. <http://desref.com/calcular-van-y-tir-en-una-calculadora-cientifica-estandar-casio-fx-82es/>. Consulta: agosto de 2017.

El valor del VAN depende de las siguientes variables:

- La inversión inicial previa.
- Las inversiones durante la operación.
- Los flujos netos de efectivo (flujo de caja).
- La tasa de descuento (costo de oportunidad del dinero) y el número de períodos que dure el proyecto.

Para calcular el VAN se aplica la fórmula:

$$VAN = \frac{Fn1}{(1+i)^1} + \frac{Fn2}{(1+i)^2} + \frac{Fn3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{Fnn}{(1+i)^n} - Inversion\ Inicial$$

Donde se tiene que:

i= Tasa de descuento o tasa de rendimiento (5 % tasa efectiva)

Fn= Flujo neto

N= Número de años que dura el proyecto

Asignando los siguientes valores se obtiene que:

F1 = Q78 850,00

F2= Q78 204,00

F3= Q77 456,16

F4= Q76 600,89

F5= Q75 632,33

i = 10 %

n = 5 años

Por consiguiente, aplicando la fórmula, con los datos del proyecto se tiene que:

$$VAN = \frac{78\,850,00}{(1 + 0.1)^1} + \frac{78\,204,00}{(1 + 0.1)^2} + \frac{77\,456,16}{(1 + 0.1)^3} + \frac{76\,600,89}{(1 + 0.1)^4} + \frac{75\,632,33}{(1 + 0.1)^5} - 154\,360,50$$

VAN= Q139 427,85

3.9.3. TIR

Es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Esta es la fórmula para calcular la tasa interna de retorno:

Fórmula para calcular TIR:

$$0 = \frac{Fn1}{(1+i)^1} + \frac{Fn2}{(1+i)^2} + \frac{Fn3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{Fnn}{(1+i)^n} - Inversion\ Inicial$$

Donde se tiene que:

i= Es la tasa de descuento (la tasa de rendimiento que se podría ganar en una inversión en los mercados financieros) y es el porcentaje que se está buscando.

F_n= Flujo neto.

N= Número de años que dura el proyecto.

Asignando los siguientes valores se obtiene que:

F1 = Q78 850,00

F2= Q78 204,00

F3= Q77 456,16

F4= Q76 600,89

F5= Q75 632,33

i = 10 %

n = 5 años

Por consiguiente, aplicando la fórmula, con los datos del proyecto se tiene que:

$$0 = \frac{78\,850,00}{(1 + 0.1)^1} + \frac{78\,204,00}{(1 + 0.1)^2} + \frac{77\,456,16}{(1 + 0.1)^3} + \frac{76\,600,89}{(1 + 0.1)^4} + \frac{75\,632,33}{(1 + 0.1)^5} - 154\,360,50$$

TIR= 42 %

3.10. Interpretación de resultados

Luego de realizar los cálculos para la TIR Y el VAN se puede interpretar lo siguiente:

- Del VAN: puesto que el van es mayor a cero esto significará que se recuperará la inversión inicial en un lapso de 5 años, generando un flujo de caja de Q. 139 427,85 y teniendo más capital que si se hubiera puesto a renta fija.
- De la TIR: ya que es alto, se tendrá un retorno de dinero anual en promedio de 42 % sobre la inversión, es decir se está ante un proyecto empresarial rentable, que supone un retorno de la inversión comparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado.

3.11. Toma de decisiones

Sabiendo entonces que el VAN generará un flujo de caja alto y que la TIR indica que el proyecto es rentable y devolverá un 42 % de la inversión, se puede afirmar que este es un proyecto prometedor, y se decide seguir con su implementación.

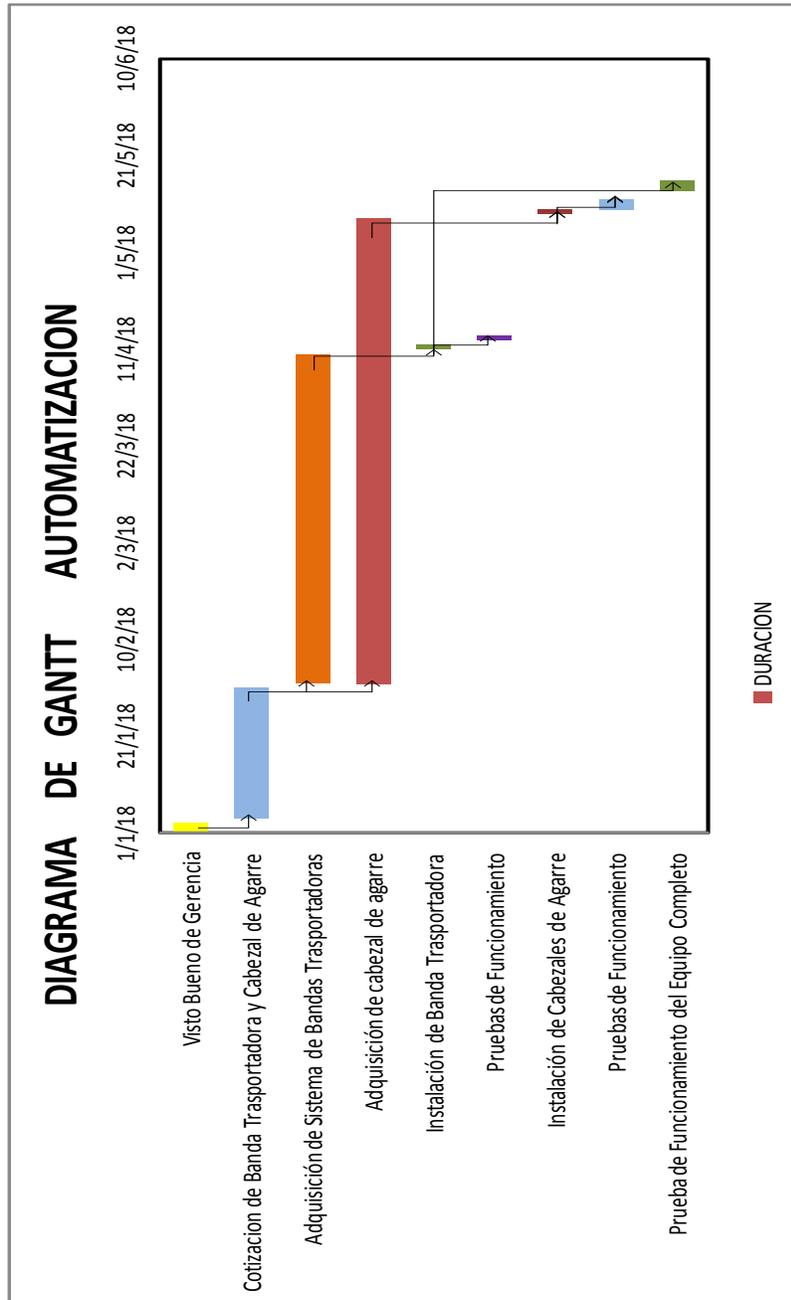
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para la implementación de esta propuesta se deben tomar decisiones y ponerlas en acción para el éxito de la operación. Trabajar con un número de personas capaces y responsables es otro requerimiento. La ausencia de orientación y enfoque hacia el proceso que se va a implementar puede hacer que se pierda el compromiso y no se comprenda correctamente el objetivo buscado. Una falta de orientación sobre el proceso puede llevar a complicaciones y retrasos en la elaboración y manufactura del producto, haciendo de esta automatización un proyecto fallido.

4.1. Plan de acción

Este instrumento gerencial de programación y control de la ejecución de proyectos lo deberán llevar a cabo las áreas de producción, financiera, soplado, mantenimiento y planificación, para poder dar cumplimiento a las estrategias establecidas en el plan estratégico. Este plan estratégico está definido en un tiempo determinado y están asignadas las tareas específicas para contribuir a alcanzar el objetivo de implementación. A través de un diagrama de Gantt se puede determinar cuánto tiempo tardará cada una de las tareas para la implementación de automatización.

Figura 39. Diagrama de Gantt para automatización del proceso de encajillado



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project 2010.

El Plan de Acción, como herramienta eficaz, detalla proyectos y actividades, indicadores y metas, a las que se comprometen las distintas áreas en un tiempo determinado. Una vez que los planes operativos son elaborados deben ser implantados. El proceso de implantación cubre toda la gama de actividades directivas, incluyendo la motivación, compensación, evaluación directiva y procesos de control. Los planes deben ser revisados y evaluados. No existe mejor manera para producir planes por parte de los operativos que cuando los altos directivos muestran un interés profundo en estos y en los resultados que pueden producir. Se debe elaborar una matriz de plan estratégico que responda a las siguientes preguntas:

- ¿Qué acciones o cambios ocurrirán?
- ¿Quién llevará a cabo esos cambios?
- ¿Cuándo tendrán lugar y durante cuánto tiempo?
- ¿Qué recursos (por ejemplo: dinero, equipo) se necesitan para llevar a cabo esos cambios?
- Comunicación (¿quién debería saber qué?).

Tabla XXIV. **Matriz para plan de acción**

Área de soplado					
Estrategia	¿Qué?	¿Cómo?	¿Con que?	¿Cuándo?	¿Quién?
	Proyecto	Acciones	Recursos necesarios	Plazo (fecha de inicio y finalización)	Responsables
Automatización de procesos encajillado en área de soplado, planta mariposa	Desarrollo de automatización para el proceso de encajillado en al área de soplado para el envase de 2.5 lts de retornable	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cotización del proyecto. 2. Análisis FODA. 3. Verificación de viabilidad del proyecto con respecto a costos. 4. Decisión sobre el proyecto 5. Elección del equipo. 6. Información a todo el personal involucrado del proyecto a implementar. 7. capacitar al personal involucrado. 8. Puesta en marcha de la automatización. 9. Pruebas de funcionamiento. 10. Corrección de fallas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Personal que opere. 1. Sistema de banda transportadora 3. Una mesa de espera 2. 4 cabezal de agarre para la encajonadora krones 	<p>Si el proyecto es aprobado este se estaría implementando en enero 2018 y su fecha de finalización va depender de los proveedores, por la entrega de equipo a instalar.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jefe de área de soplado: es el encargado de realizar todos los reportes e investigaciones para la implementación. 2. Jefe de mantenimiento: encargado de instalar los equipos y capacitar a su personal con respecto a las modificaciones que se vallan a presentar.

Fuente: elaboración propia.

Para dar inicio con esta implementación se requiere que:

- Gerencia indique la fecha en que se va a definir la forma en que debe comunicarse a toda la organización involucrada sobre la optimización del proceso de encajillado, también es importante definir conceptos, así como el objetivo común que se desea alcanzar y el por qué de estos cambios. Es necesario realizar varias reuniones de trabajo en las que se informa de la situación actual del proceso de producción, así como la declaración de la nueva visión con la optimización del mismo proceso.
- Compras: realizar la compra de los materiales a necesitar, así como del equipo a implementar.
- Departamento de soplado: definir la fecha en que se pueda realizar la instalación del equipo sin afectar otras actividades.
- Mantenimiento: preparar su plan de trabajo para este nuevo equipo a instalar, además de asignar al personal que va acompañar la instalación del mismo para que de parte del proveedor sean capacitados.
- Personal operativo del área de soplado: estar presente para la instalación y pruebas del equipo y, de igual forma, recibir capacitación, ya que van a estar trabajando conjuntamente con el departamento mantenimiento.

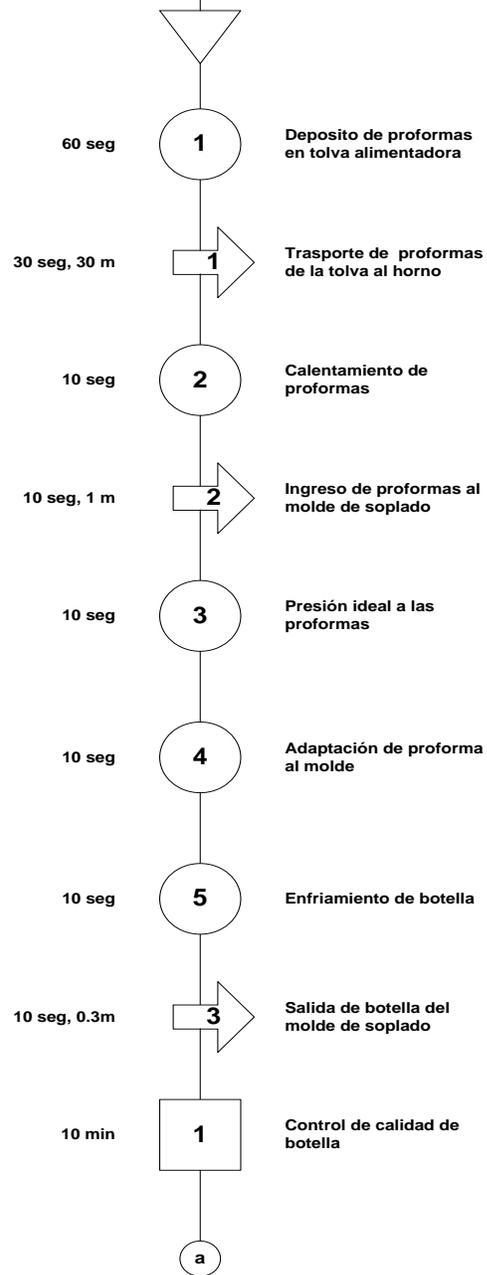
4.1.1. Diagramas del proceso actual

Para esta implementación de automatización es necesario establecer los diferentes diagramas que puedan ayudar a verificar la eficacia del nuevo proceso.

4.1.1.1. Diagramas de flujo

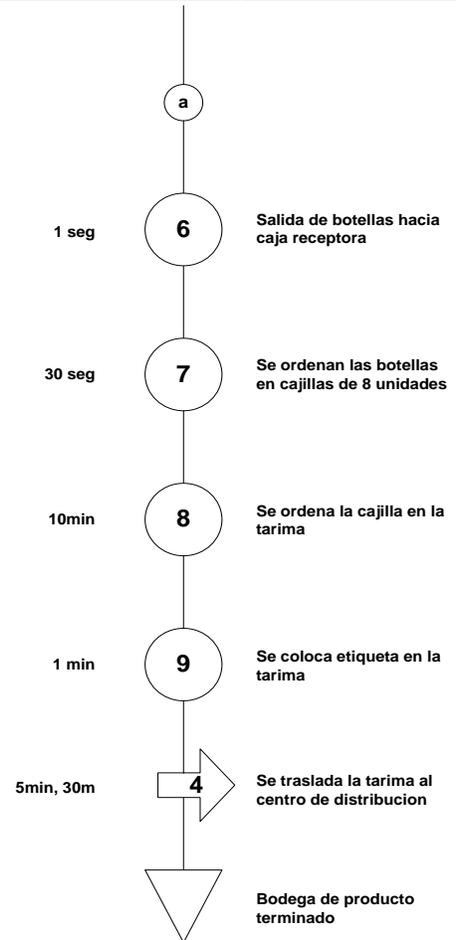
Figura 40. Diagrama de flujo de elaboración de botellas retornables

Empres: Embotelladora la Mariposa	Materias primas: PRB	pagina: 1 de 2
Proceso: Soplado de envases retornables	Fecha:2015	
Maquinaria: SBO-04	Proceso actual	



Continuación de la figura 40.

Empres: Embotelladora la Mariposa	Materias primas: PRB	pagina: 2 de 2
Proceso: Soplado de envases retornables	Fecha: 2015	
Maquinaria: SBO-04	Proceso actual	

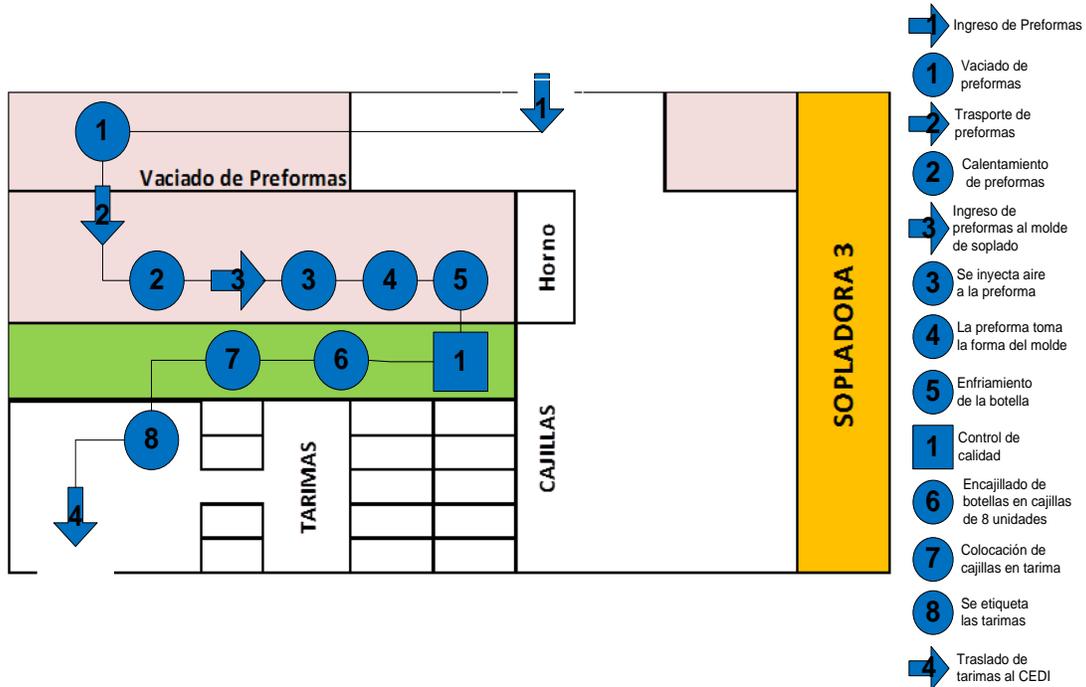


RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
	Operación	9	13 min 11 seg	0
	Inspección	1	10 min	0
	Trasporte	4	5 min 30 seg	61.3m
	Entrada y salida de BMP,BPT	2	0	0
	Total	16	28min 51 seg	61.3m

Fuente: elaboración propia, empleando el programa Visio de Microsoft Office.

4.1.1.2. Diagramas de recorrido

Figura 41. Diagrama de flujo de recorrido de elaboración de botellas retornables



RESUMEN		
Símbolo	Descripción	Cantidad
○	Operación	8
□	Inspección	1
➔	Trasporte	4
	Total	13

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

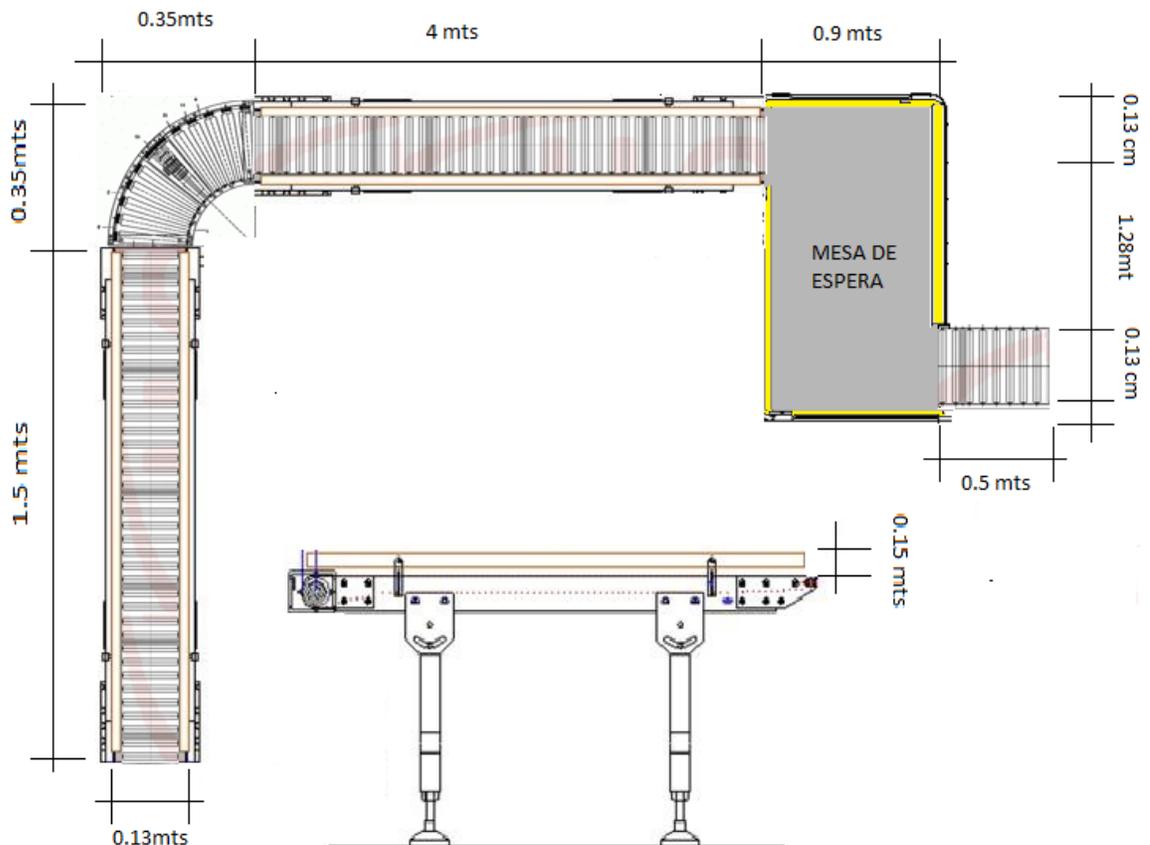
4.1.2. Instalación de equipo a implementar

La instalación del equipo a adquirir va a depender del área que se tenga involucrada, en este caso $11,4 \text{ m}^2$ ($1,90 \times 6,0\text{m}$).

- Banda transportadora de rodillos

Se instalarán dos bandas transportadoras de rodillos, la banda que va a estar conectada a la salida de los envases tendrá unas medidas de 0,20m de ancho total y 0,13m en la banda de transporte, con un largo de 1,5m, para poder crear la vuelta se necesitará una banda curva con dimensiones de: 0,35m cuadrados, a esta irá conectada otra banda que dará a la mesa de espera con dimensiones: 20 cm de ancho total y 13 cm en la banda de transporte, con un largo de 4m; la mesa de espera deberá contener un promedio de 70 envases, por lo que debe tener dimensiones de 0,9 *1,28m; además a esta mesa de espera va conectada otra banda de rodillos pequeña que conectará a la banda de la encajilladora con dimensiones de 20 cm de ancho total y 13 cm en la banda de transporte, con un largo de 0,5m.

Figura 42. **Sistema de bandas transportadoras para automatización del proceso de encajillado**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

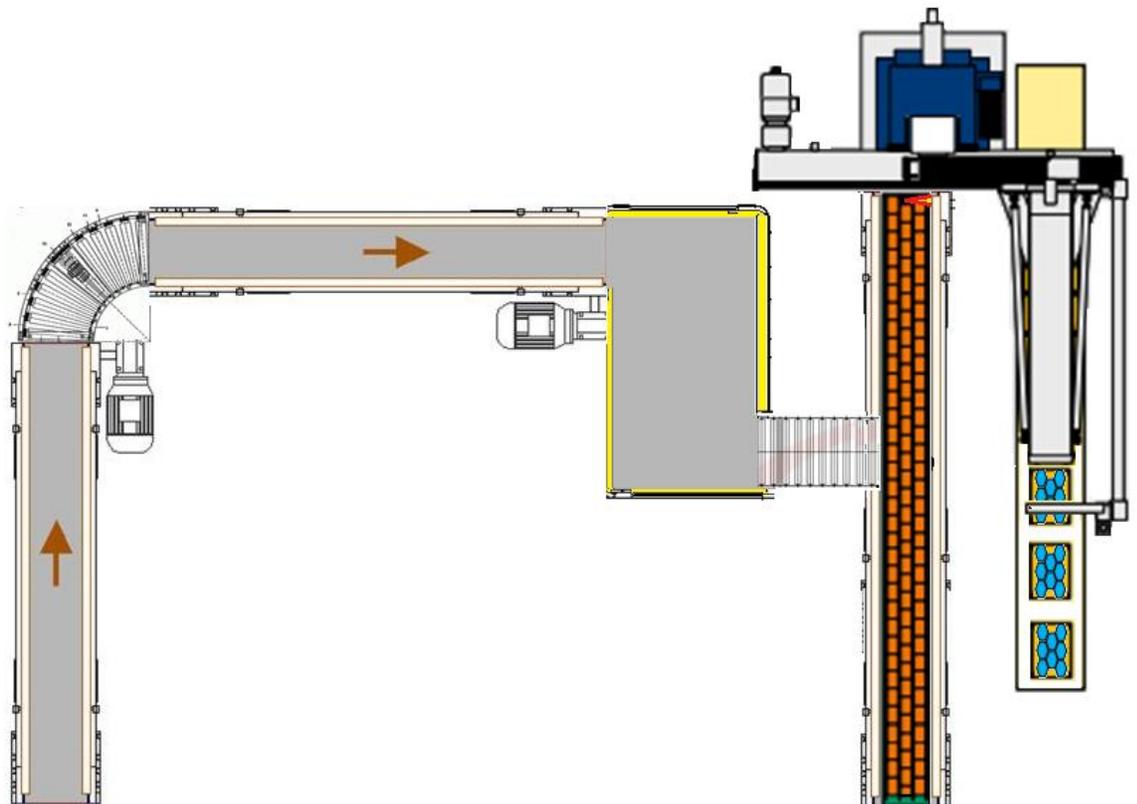
Esta instalación la debe realizar el proveedor, para garantizar funcionamiento y cubrir garantía, según la cotización la entrega se realizaría en un término de 3 a 4 semanas, y su instalación en 2 días para realizar las pruebas correspondientes.

Los operarios del área de soplado deben recibir una capacitación con respecto a la instalación de la banda transportadora, para que puedan colocarla y retirarla cuando sea necesario.

- Cabezal de agarre para encajonadora Krones

Este cabezal debe ser cambiado cuando se vaya a utilizar, su instalación no es complicada; el operador de la línea de vidrio debe conectar y asegurar el cabezal al sistema de envasado, así como las válvulas y tuberías al sistema de aire, y verificar que las tulipas estén en buenas condiciones. Este operador debe ser capacitado para detectar cualquier inconveniente que pudiera surgir de una mala instalación y corregirlo.

Figura 43. **Sistema de bandas transportadoras para automatización instalada a encajonadora *smart pack* de Krones**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

4.1.2.1. Pruebas de funcionamiento

Están basadas en la ejecución, revisión y retroalimentación de las funcionalidades previamente diseñadas para el equipo. Las pruebas funcionales se hacen mediante el diseño de modelos de prueba que buscan evaluar cada una de las opciones con las que cuenta el equipo. Dicho de otro modo, son pruebas específicas, concretas y exhaustivas para probar y validar que el equipo hace lo que debe y, sobre todo, lo que se ha especificado.

Con respecto a la banda transportadora sus pruebas consisten en:

- Medición de velocidad, comenzada desde el nivel más bajo hasta el medio y alto, para verificar el funcionamiento y estabilidad en cada uno de ellos.
- Medición de peso, ya que la banda no está diseñada para soportar grandes pesos, se realiza esta prueba con el peso medio que fue diseñado en las diferentes velocidades.
- Revisión de cadenas: en cada una de estas velocidades se verifica el funcionamiento de las cadenas, y si existe algún desgaste entre piezas por velocidad.
- Revisión de rodillos: se revisa cada rodillo individual para verificar que se muevan con respecto a su velocidad.
- Revisión de motores: la revisión de estos consiste en que no existan goteos de aceite que puedan contaminar el producto o provocar algún accidente.

Se genera una hoja de control donde se colocan los puntos a revisar y se deja indicado si estos cumplen o existe algún problema, para solicitar apoyo del departamento de mantenimiento.

Con respecto al cabezal de agarre Krones:

- Se hacen pruebas de instalación de válvulas y tuberías, al momento de instalar el cabezal, el operador debe verificar que todos los componentes estén correctamente instalados, se activa la máquina para que trabaje sin envases para corroborar movimientos curvos y agarre, se deja correr la línea para que tome los envases y corroborar su funcionamiento.
- Revisión de tulipas, al momento que la encajonadora sostiene los envases estos deben mantenerse suspendidos para ser colocados en la cajilla, si esta suelta alguno el operario debe revisar tuberías y empaque para corroborar que estos estén trabajando correctamente; si el cabezal no es capaz de levantar los envases, se debe aumentar la presión del aire para que permita su correcto atrapamiento.
- Prueba en el envasaje: se realiza la prueba para determinar si los envases son colocados correctamente dentro de su cajilla y si no es necesario corregir los carriles de transporte.

El operador cuenta con una hoja de control donde se colocan los puntos a revisar y se deja indicado si estos cumplen o existe algún problema, para solicitar apoyo del departamento de mantenimiento, que deberá corregir esa condición antes de comenzar a operar.

4.1.2.2. Control de calidad del proceso

En esta sección se revisarán los mecanismos, acciones y herramientas utilizadas para detectar la presencia de errores. La función principal del control de calidad es asegurar que la botella PRB cumpla con los requisitos mínimos de calidad. Este control fue creado primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del

producto y así brindar asistencia al departamento de producción, para que la producción alcance estas especificaciones establecidas.

Para poder llevar este control a cabo es necesaria la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentarán al departamento de calidad, para su análisis respectivo. Toda botella que no cumpla con las características mínimas para decir que es correcta, será eliminada.

Para controlar la calidad de las botellas de PRB se realizan inspecciones y pruebas de muestreo para verificar que las características sean óptimas. El único inconveniente de estas pruebas es el gasto que conlleva el control de cada producto fabricado, ya que se eliminan los defectuosos, sin posibilidad de reutilizarlos. Para el proceso el control de calidad solo entraría en lo que es el soplado del envase, puesto que durante el recorrido solo será encajillado con envases vacíos, sin jarabe. Control de calidad solo revisará estos puntos:

- Calidad del envase, a través de pruebas de espesor.
- Embalaje, se revisa que las botellas no se dañen al momento de ser ingresadas a la cajilla, y que el entarimado sea el indicado para el departamento de producción y centro de distribución.
-

4.1.2.3. Identificación de fallas en el proceso

La falla en el proceso va a ser capaz de ocasionar interrupciones permanentes, totales o parciales. Las fallas de un proceso pueden ser de cuatro tipos:

- Fallas parciales: cuando la banda transportadora presente problemas en el traslado de las botellas PRB hacia la zona de encajillado, o que al

cabezal de agarre no le esté funcionando una tulipa de forma correcta y solo este trasladando 7 botellas en lugar de 8. Estas fallas, aunque disminuirán la capacidad de producción del proceso, no lo detendrán. Son fallas que pueden interpretarse de dos formas diferentes pero no excluyentes.

- Falla intermitente: cuando la banda transportadora y cabezal de agarre no hayan tenido un correcto mantenimiento y sean puestos en marcha presentarán, durante un largo período fallas hasta que sea corregida la situación.
- Falla total: los equipos presentarán este tipo de fallas si no son revisados y corregidas las irregularidades que se encuentren en las inspecciones, ya que si son puestos en marcha sin su previa corrección, dejarán de funcionar hasta que se corrija la condición.
- Fallas catastróficas: esta condición se va a presentar si el plan de mantenimiento no se cumple o si se dejan de realizar los mantenimientos programados y preventivos; el no corregir estas condiciones conllevaría a una inversión mucho más grande y el mantener la línea sin funcionamiento.

Dentro de las tareas de supervisión, se encuentran la detección y el diagnóstico de fallas, lo que las hace partes fundamental. Para la detección de fallas será necesario utilizar un método estadístico, que tenga como objetivo el diferenciar aquellas variaciones aleatorias incontrolables de aquellas variaciones controlables debidas a cambios en el proceso.

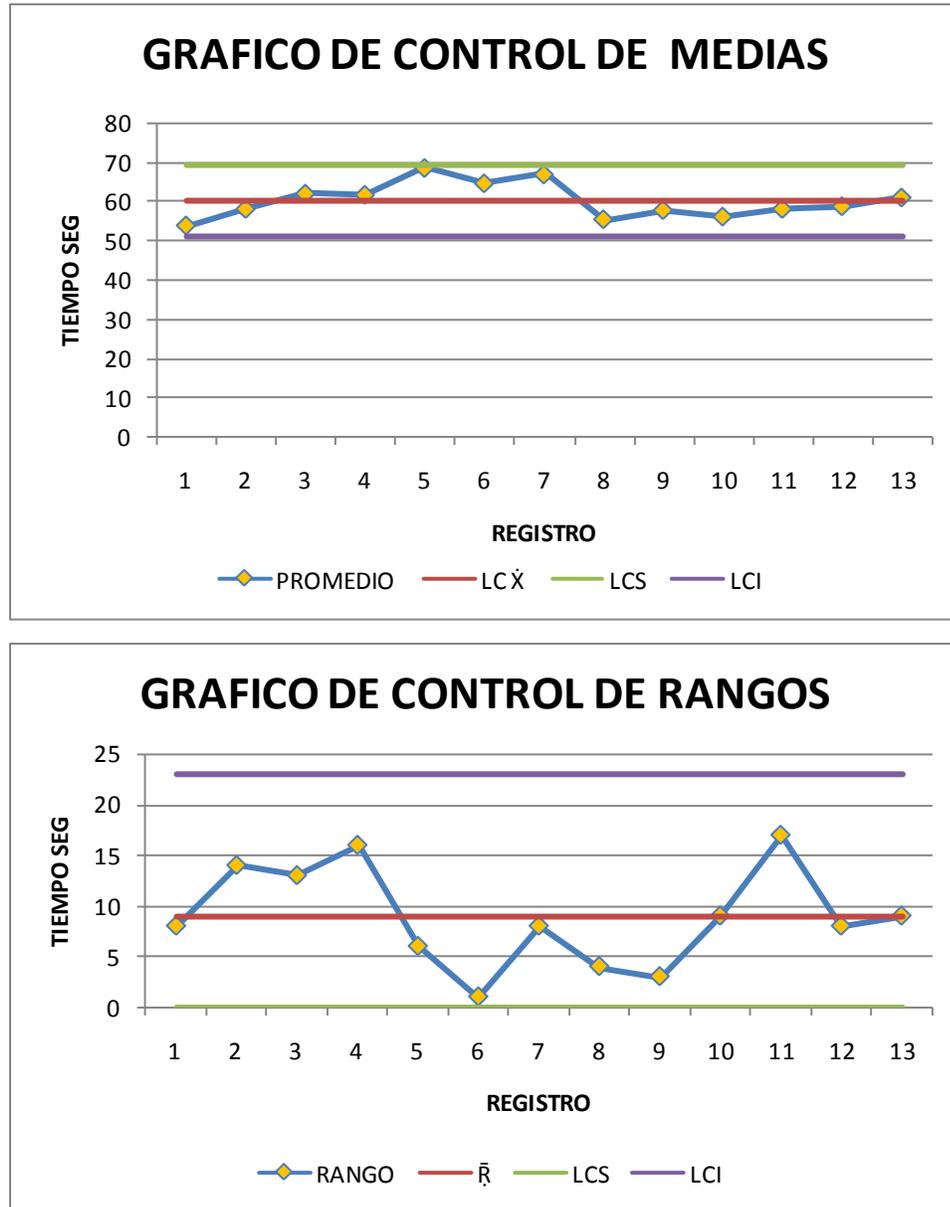
Este método detectará fallos basados en la combinación de técnicas estadísticas y probabilísticas para establecer un modelo de comportamiento

normal del proceso caracterizado por la medida disponible. La base del control estadístico radicar  en la implementación de medidas tomadas que apoyen el cálculo de los límites de variaciones futuras de proceso en condiciones óptimas.

Estos valores impondrán en el futuro el intervalo de estado óptimo del proceso, con base en el cual se podrá determinar la ausencia o presencia de fallos. En caso de estar dentro del intervalo preestablecido se consideraría que el sistema es estadísticamente controlado, mientras que en caso contrario sería un síntoma de anomalía en el funcionamiento del proceso.

La metodología a emplear consiste en caracterizar las variaciones presentes en medidas en régimen permanente a partir de dos parámetros básicos: su localización (media, mediana) y su variación (desviación t pica, rango). La aleatoriedad de estas se asocia a funciones de distribución de probabilidad. Esto se conoce como gráfico de control. El proceso De encajillado se debe encontrar en las siguientes especificaciones de control de medias y rangos.

Figura 44. Gráfico de control de medias y rangos, proceso de encajillado



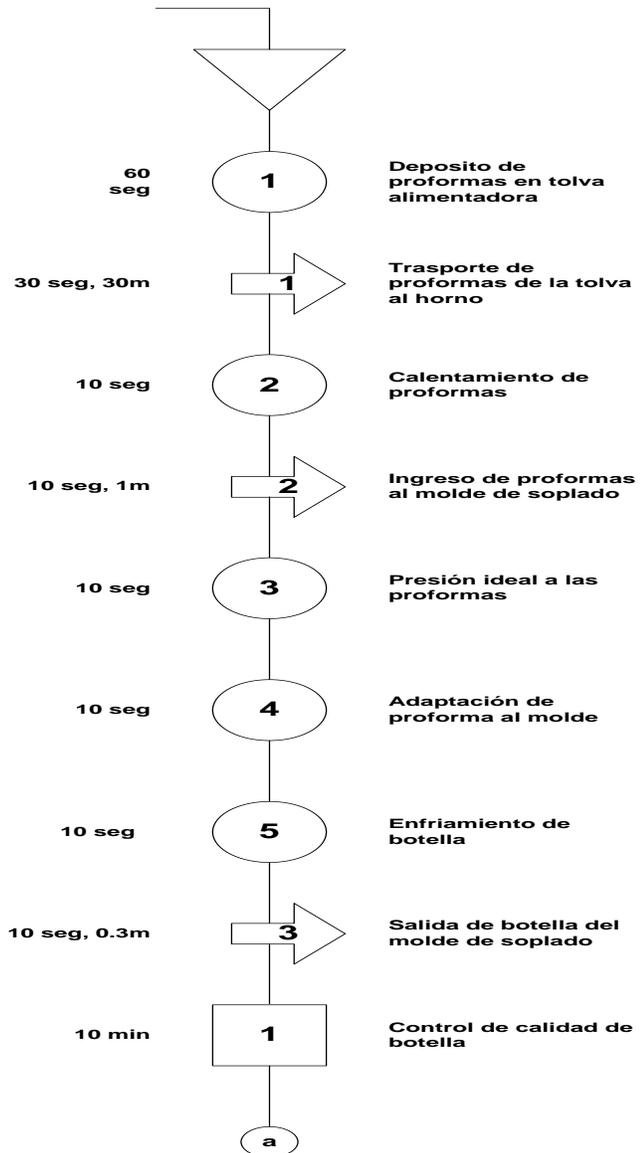
Fuente: Área de Producción, Embotelladora La Mariposa S. A. Gráficos de control de medias y rangos del proceso de encajillado. p. 75.

4.1.3. Comparación de tiempos: proceso actual vs. proceso mejorado

Se realiza el diagrama de flujo del proceso con el sistema ya implementado; estos datos son obtenidos del flujo de trabajo de la línea de vidrio, que maneja la encajonadora que se va a estar utilizando en el proceso de automatización de envase PRB.

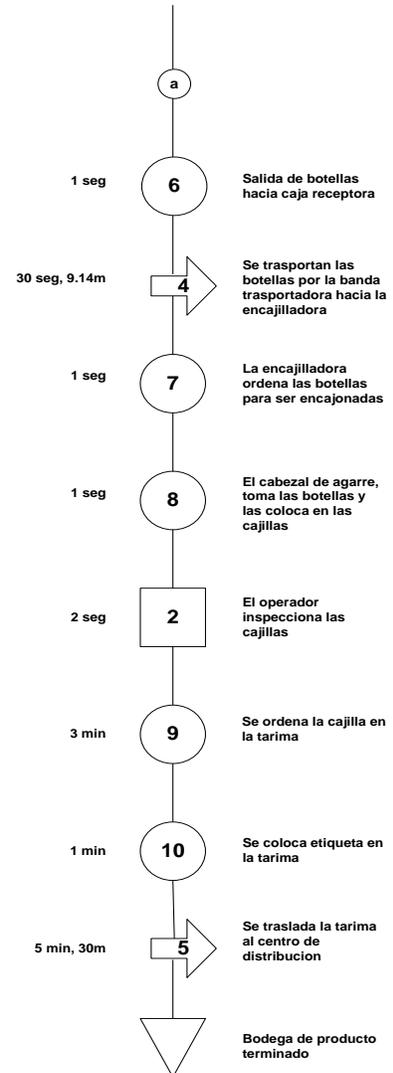
Figura 45. Diagrama de flujo de elaboración de botellas retornables con automatización en el encajillado

Proceso: Sopado De Envase Retornable	Materias Primas: PRB (Retornable)	Elaboración: Propia
Maquinaria: SBO-04, banda trasportadora y encajonadora smart pack kronos	Fecha: Agosto 2017	



Continuación de la figura 45.

Proceso: Sopado De Envase Retornable	Materias Primas: PRB (Retornable)	Elaboración: Propia
Maquinaria: SBO-04, banda transportadora y encajonadora smart pack krones	Fecha: Agosto 2017	



RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia
○	Operación	10	5 min 43 seg	0
□	Inspección	2	10 min 2 seg	0
→	Trasporte	5	6 min 20 seg	70.44m
▽	Entrada y salida de BMP,BPT	2	0	0
	Total	19	22 min 5 seg	70.44m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2010.

Luego de haber realizado el diagrama de flujo del proceso mejorado, se logra establecer que sí existe una mejora en el tiempo de proceso y esta es de 6 minutos con 4 segundos. Se puede determinar esta mejora de tiempo en las operaciones de encajillado y entarimado, ya que el encajillado será de 4 cajillas a la vez, haciendo más rápido el entarimado.

El tiempo de transporte aumentó, ya que el envase será transportado por la banda transportadora hacia la encajonadora, para su respectivo encajillado. El tiempo de inspección se aumenta, ya que el operador que esté a cargo de la salida de las cajillas debe revisar que estas hayan sido colocadas correctamente y que el sistema funcione como se requiere. Se concluye que la automatización mejora los procesos productivos, reduciendo no solo tiempo, sino el número de personas que van a llevar esta operación.

4.1.4. Plan de seguridad, higiene y salud ocupacional

No basta con la divulgación de políticas y designación de encargado de seguridad, es necesaria la existencia de un plan sobre el cual se desarrollen las políticas y se mida la acción del encargado, porque una buena práctica de dirección exige que se cuente con un plan, que señale, entre otros aspectos, los pasos específicos para alcanzar el fin determinado. En el desarrollo del plan figuran los siguientes pasos:

- Redacción y publicación de la política en relación con el control de los riesgos. Designar la autoridad a la que han de rendirse informes, así como la autoridad delegada para llevar a cabo la política trazada.
- Designar un director de SSO, persona que tenga la responsabilidad de dirección para reunir datos acerca de las lesiones, y las que hayan estado a punto de producirse, a medida que aquellas ocurran, publicando

una información persuasiva a la dirección, que permita establecer las prioridades necesarias para corregir adecuadamente los riesgos.

- Analizar los informes operativos, relacionados con las lesiones, los daños a la propiedad y las enfermedades en el trabajo.
- Evaluar la amplitud y seriedad de los riesgos operativos. La evaluación debe determinar la calidad de las salvaguardas físicas existentes, la naturaleza y severidad de los riesgos operativos inherentes, las correcciones necesarias y los cálculos de tiempo y de presupuesto para llevar a cabo las correcciones.
- Seleccionar, organizar y planear los métodos de comunicación. Para los programas de entrenamiento en seguridad de los empleados, y el interés en el mantenimiento, y para informar a gerencia acerca de los progresos y necesidades del programa de seguridad de la organización.
- Establecer revisiones periódicas, para auditar el programa y sus medios de aplicación, preferiblemente con la asistencia de un consultor, porque el director, al estar en constante contacto con el ambiente, puede no percatarse de ciertos riesgos.
- Determinar los objetivos de largo alcance y las metas a corto plazo del programa. Estos son los puntos de comprobación contra los cuales medir el progreso de dicho programa.

4.1.4.1. Objetivo de la seguridad industrial

El objetivo primordial de la seguridad industrial es evitar lesiones y muerte por accidentes, ya que cuando hay un accidente hay una pérdida potencial humana y disminuye la productividad. Además, el mantener un plan de seguridad apropiado y acorde a la empresa disminuirá los costos operativos de producción.

Es necesario mejorar la imagen de las empresas mejorando la seguridad del trabajador en su puesto de trabajo y creando mayor rendimiento. También es importante la disminución de los accidentes a través de sistemas estadísticos que detecten los avances y disminuciones de los accidentes, así como de las causas.

4.1.4.2. Programa de prevención de accidentes

El tema de seguridad en el trabajo se lleva a cabo bajo la acción de tres puntos importantes para que esta sea efectiva: la prevención propiamente dicha para eliminar o disminuir el riesgo, la formación en seguridad y la información sobre seguridad.

- Acción preventiva

Esta comprende toda actuación encaminada a reducir, evitar y aun eliminar, de ser posible, los accidentes de trabajo, que abarcan desde la protección individual del trabajador, es decir desde el equipo protector personal, hasta lo más complejo como la maquinaria, instalaciones, procesos de fabricación, así como vigilancia de seguridad, premios y sanciones, y señalización. En esta acción intervienen todos los integrantes de la empresa, desde los mandos altos hasta los operarios.

- Acción empresarial

Embotelladora La Mariposa S.A. debe realizar la acción de seguridad proyectada, basada en estas directrices:

- Protección o defensa del trabajador para eliminar o aminorar las lesiones.
 - Protección general de máquinas, instalaciones o instrumental.
 - Planteamiento del manejo y transporte de materiales.
 - Mantenimiento de las instalaciones en perfecto estado de orden y limpieza.
 - Organización eficaz de la prevención de riesgos generales.
 - Actuación eficaz en seguridad en la empresa.
- Acción de los jefes

Derivada de la acción empresarial, esta acción para la seguridad en la empresa ha de concentrarse en cinco importantes puntos:

- Programar las acciones de seguridad.
 - Organizar las acciones.
 - Dirigir correctamente el trabajo para que sea seguro.
 - Coordinar el trabajo para la correcta realización de la producción.
 - Controlar las responsabilidades de ejecución de los trabajadores.
- Acción del trabajador

El propio trabajador puede realizar fundamental labor de seguridad que se basa en la colaboración, basada en acciones que se orientan en dos actuaciones fundamentales:

- Localización de actos y condiciones peligrosas y comunicación de lo observado.

- Prevención del peligro por la adopción de las adecuadas medidas de seguridad.

- Formación en seguridad:

Constituye toda actividad orientada hacia el entrenamiento, divulgación de prácticas y métodos operativos seguros, enseñanza de la seguridad y sus principios, mejoramiento del clima de seguridad en la empresa en general y creación y desarrollo de una mentalidad preventiva en cada trabajador.

- Información en seguridad:

Abarca todos aquellos medios tales como comunicación y contacto con el exterior, por medio de visitas a otras empresas, asistencia a conferencias, cursos, charlas, seminarios, simposios, congresos, con lo que se confiere vitalidad a las ideas y conocimientos, de gran utilidad para la seguridad en la empresa.

4.1.4.3. Inspección de riesgos

Para la inspección de riesgos se debe generar una matriz de riesgo según las operaciones que se vayan a estar realizando en el proceso de soplado hasta el encajillado y transporte a bodega. El jefe de seguridad y salud ocupacional estará encargado de analizar las operaciones que los trabajadores realizarán en esta área y de llevar a cabo sus análisis de riesgo respectivos. Cuando realice las inspecciones diarias, pondrá mayor atención a estos focos de riesgo y así evitará accidentes durante el proceso de producción.

4.1.5. Conservar el equipo de protección personal

El equipo de protección o EPP comprende todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones. Los EPP forman uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo. Los requisitos que debe cumplir el EPP son:

- Proporcionar máximo *confort* y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe limitar los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.
- Debe tener una apariencia atractiva.
- Debe ser el indicado para cada tarea a realizar, establecido por el departamento de SSO.

El personal debe de seguir usando su equipo de protección personal asignado por el departamento de SSO; este de detalla a continuación:

4.1.5.1. Casco para la cabeza

Los cascos de seguridad dan protección contra objetos que puedan caer y penetrar sobre la cabeza. Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras. No se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.

Es necesario que el departamento de SSO inspeccione periódicamente los cascos de todo el personal, para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido, y cambiarlos de inmediato si estos ya no brindan la seguridad establecida.

4.1.5.2. Protectores del oído

Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario proveer de protección auditiva al trabajador. Los protectores auditivos pueden ser:

- Tapones: son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.
- Orejeras: son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza.

El departamento SSO provee a los trabajadores con protectores hechos a medida para que la protección pueda ser mayor.

4.1.5.3. Calzado industrial

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

La empresa cuenta con un proveedor de confianza que proporciona el calzado con punta de acero, de cuero y de material aislante para la protección eléctrica.

4.1.5.4. Cofia

Es una gorra de malla, utilizada para el manejo de alimentos y algunos procesos de laboratorio donde se requiere cubrir el cabello. Existen diferentes tipos de cofia, entre los más utilizados se encuentran:

- Cofia redonda: cofia desechable tipo hongo, fabricada en tela de propileno, suave, ligera, respirable. La formación multidireccional con la que cuenta la hace más resistente al desgarre o ruptura. Permite perfecta ventilación y cumple con la función de retener la caída del cabello.
- Cofia plisada: cofia desechable, de 21 pulgadas, fabricada tipo acordeón en tela de propileno. La formación multidireccional con la que cuenta la hace más resistente al desgarre o ruptura. Su forma de acordeón la hace más práctica para su almacenamiento. Retiene la caída del cabello. Tiene perfecta ventilación.
- Cofia veneciana: cofia desechable. Suave, respirable y en tela de propileno. Elaborada en dos piezas para mayor funcionalidad en el acomodo del cabello largo. Perfecta ventilación.

Todos estos tipos de cofia y su material están aceptados por la FDA para manipulación de alimentos. Cada operario cuenta con una cofia para trabajar, la cual es asignada por el personal de SSO. Se les indica su forma de uso correcto, el mantenimiento y la forma de limpiarla; cuando estas ya están desgastadas o desgarradas es necesario su remplazo.

4.1.5.5. chaleco reflectante

Requerimiento obligatorio en toda obra, sirve para identificar a los trabajadores y volverlos más visibles al momento de operar maquinaria pesada, evitando así accidentes de atropello o golpes. Se acostumbra asignar un color diferente al capataz de obra para poder reconocerlo fácilmente. Dentro de Embotelladora la Mariposa es de uso obligatorio el chaleco reflectante, dentro de su equipo de protección.

4.1.6. Programa de capacitación al personal operativo del área de soplado

El programa de capacitación es redactado por el jefe de área de soplado según sea la necesidad del puesto, además este va amarrado junto al de seguridad y salud ocupacional en temas de prevención de accidentes.

4.1.6.1. Planificación de programas de capacitación

El programa de capacitación del personal que va a laborar en el área de soplado comprende:

- Bpms: por temas de inocuidad, pues es una fábrica de productos para consumo humano.
- Haccp: análisis de peligros y puntos críticos de control, este sistema ayuda al personal a identificar peligros, a vigilar el proceso, verificar que los lineamientos se cumplan, documentando sus inspecciones y controles.
- Calidad: todo el personal está encargado de la calidad del producto, por parte del departamento de calidad se les imparte una capacitación de los

lineamientos que debe cumplir el producto terminado y ellos deben verificar que esto se cumpla.

- Manejo de sopladoras: el coordinador del área de soplado está encargado de capacitar al personal que va a estar monitoreando las sopladoras para que estas cumplan con las especificaciones asignadas.
- Armado de banda transportadora: el jefe de mantenimiento será el encargado de impartir la capacitación para que los empleados de turno puedan armar la banda transportadora cuando sea necesario.
- Manejo de cargas y forma correcta de estibar: en conjunto con el departamento de salud y seguridad ocupacional el coordinador de área están encargados de capacitar al personal de la forma correcta que deben manipular las cargas y estibarlas, dependiendo el tipo de producto que se vaya a producir.
- Charlas de 5 minutos: impartidas por el jefe del área de soplado a todo su personal, los temas a tratar son los de más relevancia para el área de trabajo.
- Capacitaciones de SSO: el departamento de seguridad y salud ocupacional durante el año trabajará con su plan de capacitaciones al personal de producción.

4.1.6.2. Documentación de material para capacitación

Todo el material para capacitación lo maneja el jefe del área de soplado, así como los coordinadores, control de calidad y seguridad y salud ocupacional, cada departamento maneja por separado la información que va a estar impartiendo a las diferentes áreas y la adecua según sea la necesidad.

4.1.6.3. Ejecución del programa de capacitación

Figura 46. Cronograma de capacitaciones anuales del área de soplado

		CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES ANUALES AREA DE SOPLADO												Código:
														Rev. 01
Embotelladora la Mariposa S.A														Fecha aplicación:
43 calle 1-10 Zona 12 Colonia Monte María 1														Pág.
		MESES DEL AÑO												
TEMA DE CAPACITACIÓN		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE	
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Bpm													
	Manejo de sopladoras													
	Armado de banda transportadora													
	Manejo de cargas y forma correcta de estiva													
	Capacitaciones de SSO													
	Charlas de 5 minutos													
	Haccp													
	Calidad													

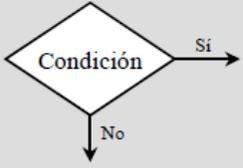
Fuente: Departamento de SSO, Embotelladora la Mariposa S. A. cronograma de capacitaciones anuales del área de soplado. p. 35.

4.1.7. Análisis del nuevo proceso en el área de soplado

Para analizar el nuevo proceso se necesitarán diversas herramientas que puedan ayudar a determinar si se está operando según los objetivos establecidos. Hay muchas formas de descomponer un proceso y estas pueden ser representaciones gráficas. Esta es una forma muy sencilla de realizar una representación visual, simplificando cada etapa de un proceso. El resultado es una lista completa de actividades, secuencialmente en orden de ejecución en el tiempo, lo que proporciona una base inicial para la crítica posterior.

Se está hablando del gráfico de diagrama de proceso, que es una útil herramienta con la cual se puede visualizar rápidamente dónde pueden ocurrir fallas o mejoras de los procesos. Estos están compuestos de símbolos que representan las actividades, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 47. **Simbología de diagrama de flujo**

	Operación	Operación. Actividad que implica transformación o manejo de materiales que se usan en la obtención del producto o servicio final.
	Transporte	Transporte. Actividad de movimiento físico de elementos usados o producidos por el proceso, desde una ubicación de origen a una ubicación de destino.
	Inspección	Inspección. Actividad de comprobación de alguna de las características del elemento siendo procesado. No supone la modificación del mismo.
	Stock	Stock. Una demora planeada en el flujo de los elementos tratados por el proceso. La demora es planeada cuando su existencia se debe a un objetivo, técnico o económico, del proceso.
	Demora	Demora. Cualquier retraso ocasional, que no está planeado en el proceso, pero que sucede por alguna circunstancia.
		Condición. Indica una bifurcación en el proceso, generado por una condición o la toma de una decisión.

Fuente: *Simbología de diagrama de flujo.*

https://torouno.files.wordpress.com/2008/09/nt_analisis_de_procesos.pdf. Consulta: agosto de 2017.

Se decide por este modelo que una vez analizados los componentes del proceso, se sabe qué hay en este, pues, aun no conociendo en su totalidad el sistema, el conjunto de las propiedades muestra con mucha fidelidad cómo funciona un proceso que se va a analizar.

4.1.7.1. **Beneficios del nuevo proceso**

Los principales beneficios que se pueden obtener con la realización de un proyecto de mejora y automatización de un proceso productivo son los siguientes:

- Menores costos de producción: una vez automatizado el proceso, se necesitará menos personal para la operación de encajillado. Por otra parte, la automatización aumentará la eficiencia y el uso de materias primas. Así se reducen los costos asociados a suministros y *stock*.

- Menores costos laborales: se disminuirán los errores humanos, además de utilizar solo el 50 % del personal al eliminarse muchas tareas manuales, solo será necesario una menor cantidad de personal altamente especializado en el proceso específico de encajillado, para el armado de la rampa y el cambio de cabezal de agarre de la encajonadora. Otro de los beneficios será la fácil sustitución del personal cuando se produzcan bajas por:
 - Vacaciones
 - Enfermedad
 - Otras causas

- Tiempo de producción: dada la eficiencia y precisión del proceso de automatización, se reduce significativamente el tiempo de producción.

- Mayor seguridad para los empleados: la automatización de este proceso supone una mayor seguridad y comodidad para los trabajadores. Se acabó el realizar tareas repetitivas, esfuerzos extra y estar mucho tiempo de pie. Hay una disminución del número de accidentes al eliminar muchas tareas manuales.

4.1.7.2. Identificación de responsabilidades

A continuación se citan las nuevas funciones que le serán asignadas al personal de producción, calidad y mantenimiento, originadas de la automatización del encajillado:

- Producción: será responsable de las siguientes tareas:
 - Generar el reporte de producción, estableciendo las fechas en las que se va a necesitar producir envases de 2,5 lts PRB, todo con respecto a los pronósticos de ventas, tomando en cuenta que estos deben coincidir con los paros de la línea de vidrio para poder utilizar la encajonadora.
 - Recolección y análisis de datos, a través de los distintos formatos para el control de la producción.
 - Coordinar capacitaciones necesarias para los operarios, cuando los mismos así lo requieran, ya sea por ser nuevos o por reforzamiento.
 - Informar a mantenimiento sobre los reportes de fallas que no sean atendidos.
 - Elaborar planes de acción cuando se generen problemas con el proceso de encajillado.
 - Dar seguimiento a los planes de mejora implementados.
 - Elaborar diariamente informes sobre arranques de línea conjuntamente con el supervisor de control de calidad.
 - Evaluar el rendimiento de los operarios.
 - Incentivar al personal a crear planes de mejora.

- Operadores de equipos: estos son responsables de:

- Elaborar reportes de fallas cuando su equipo presente alguna.
 - Elaboración de formatos de control de producción y funcionamiento de equipo.
 - Dar mantenimiento a su equipo, teniendo como guía el formato de mantenimiento preventivo.
 - Participar en capacitaciones sobre el uso de los equipos, así como de sus mantenimientos.
 - Monitorear el comportamiento de la banda transportadora, así como el de la encajonadora.
 - Informar sobre cualquier oportunidad de mejora
- Mantenimiento: el departamento de mantenimiento tendrá la responsabilidad de:
 - Recibir los reportes de fallas y programar las actividades necesarias para darles solución a las fallas presentes.
 - Verificar la calidad del trabajo de mantenimiento realizado, junto con el jefe y supervisores de producción.
 - Asignar al personal necesario para actividades de mantenimiento.
 - Dar el apoyo necesario para la solución de los problemas que se presenten en los equipos, durante el proceso de producción.
 - Ejecutar las actividades del plan de mantenimiento programadas.
- Control de calidad: las actividades que deberá realizar el departamento de calidad serán:
 - Verificar la calidad del envase producido, según especificaciones establecidas.

- Coordinar los análisis que deberán realizarse a los envases de 2,5 lts PRB para detección de fallas.
- Elaborar informes diarios sobre las pruebas realizadas a los envases, para definir su calidad.
- Dar seguimiento a reportes presentados por el departamento de producción y mantenimiento.

5. MEJORA CONTINUA

5.1. Observación y análisis de datos obtenidos

Para poder mejorar un proceso se debe hacer medición de datos y, a través del análisis, se determinará si este proyecto está funcionando según sus objetivos o si se debe mejorar algún área que esté fallando. Se necesitarán herramientas enfocadas a mantener procesos dentro de especificaciones que brindarán información sobre el comportamiento del mismo.

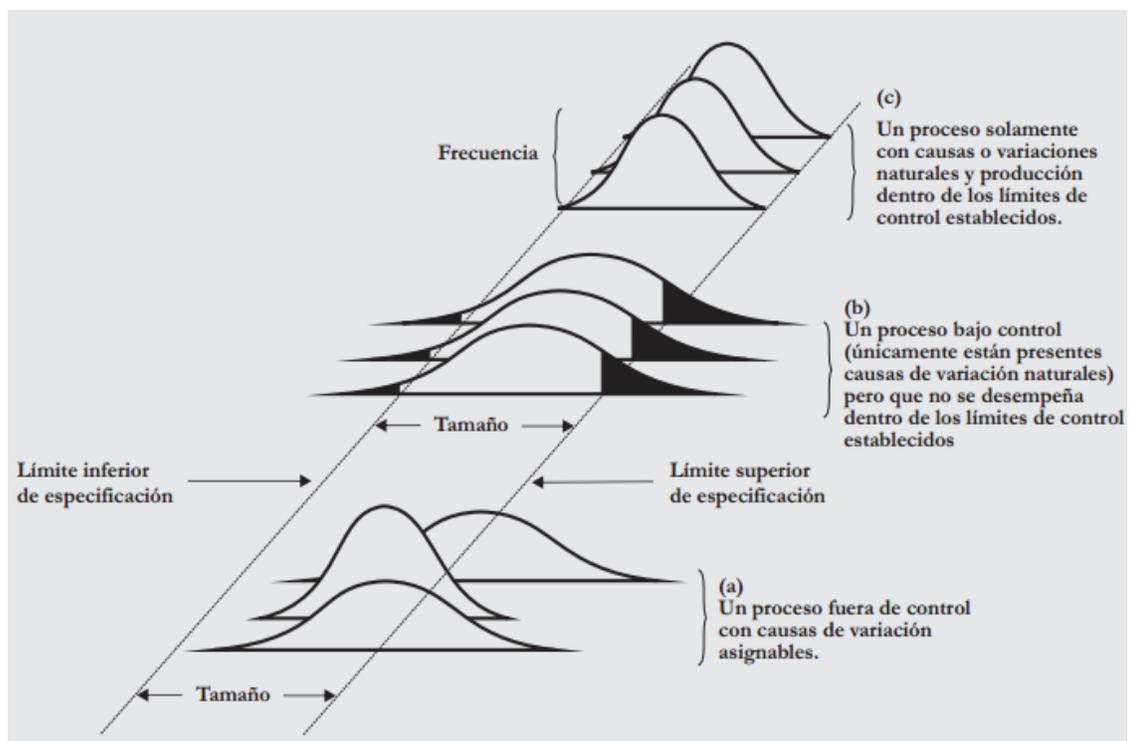
5.1.1. Control estadístico del proceso

Estos controles tienen como objetivo hacer predecible el proceso en el tiempo. Las herramientas usadas para este fin serán las gráficas de control que permiten distinguir causas especiales de las causas comunes de variación. Luego de identificarlas con el gráfico, el paso siguiente será eliminar las causas especiales, ya que son ajenas al desenvolvimiento natural del proceso de encajillado, con el que se logra el estado de proceso bajo control estadístico; es decir, un proceso predecible y afectado exclusivamente por causas comunes de variación. Además, estos gráficos de control permitirán determinar si el resultado del proceso concuerda con el diseño del proceso de encajillado establecido.

En cuanto a la variabilidad en los procesos de encajillado, debe decirse que no hay dos botellas de PRB exactamente iguales porque los procesos mediante los cuales se producen incluyen muchas fuentes de variación, incluso cuando dichos procesos se desarrollen en la forma prevista. Por ende, el

trabajo del personal de calidad, el área de soplado y mantenimiento es eliminar las variaciones asignables y mantener los procesos bajo el control. Hay tres tipos de salidas del proceso que la automatización puede presentar, como se muestran en la gráfica siguiente:

Figura 48. **Control de procesos, tres tipos de salida del proceso**



Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total*. p. 36.

Existen dos categorías básicas de variación que el proceso puede sufrir:

- Causas comunes: estas van a ser fuentes de variación puramente aleatorias, no identificables e imposibles de evitar mientras se utilice el proceso actual. Esto puede ser detectado a través de un diagrama de

dispersión y los datos podrían dar una forma de patrón según sea la forma de los puntos en la gráfica.

- Causa asignable: en esta categoría cualquier factor causante de variación logra ser identificado y eliminado del proceso de encajillado.

El control estadístico estará enfocado en las siguientes variables:

- Tiempo de producción de botellas PRB
- Tiempo de encajillado de las botellas PRB

Es necesario establecer una relación entre estas dos variables, ya que de una depende la otra; si la sopladora produce una cantidad variable de botellas de PRB en determinado tiempo y la encajonadora no logra encajillar esta cantidad de botellas, el proceso no estaría desarrollándose conforme a su objetivo.

5.1.1.1. Diagrama de dispersión

Ya que el proceso a automatizar no representa demasiados controles, puesto que solo se va a encajillar envases vacíos, se decide elegir un diagrama de dispersión, que es la forma más sencilla de definir si existe o no una relación causa-efecto entre las variables anteriormente descritas, para saber qué tan firme es esta relación.

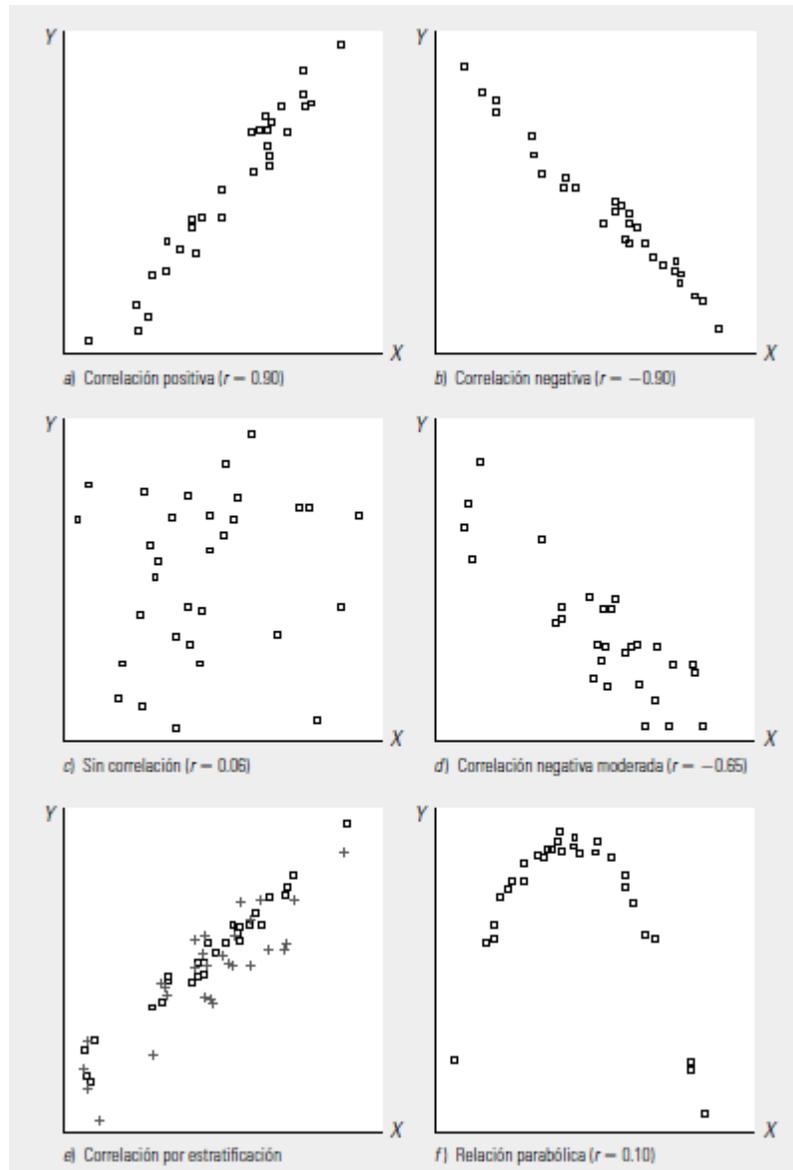
El diagrama de dispersión es una herramienta gráfica que ayudará a identificar la posible relación entre estas dos variables, representando la relación entre las dos variables de forma gráfica, lo que hace más fácil visualizar e interpretar los datos.

Por otro lado, calcular el coeficiente de correlación entre dos variables permitirá cuantificar el grado de relación entre ambas, así como su signo. El valor de este coeficiente puede estar comprendido entre -1 y 1 . Cuando toma un valor próximo a -1 , la correlación es fuerte y negativa. Si el valor es cercano a $+1$, la correlación es fuerte y positiva. Si el coeficiente de correlación lineal presenta un valor próximo a 0 , la correlación es débil.

Esta correlación puede señalar, pero no por ello probar, una relación causal, es decir, no predice relaciones causa-efecto, sino que muestra la intensidad de la relación entre dos variables. Por lo tanto, es importante no apresurarse a obtener conclusiones sobre la relación entre las variables, ya que puede ser otra tercera que afecte a la relación.

En el siguiente gráfico se muestran los 6 patrones más comunes que puede seguir un conjunto de puntos en un diagrama de dispersión.

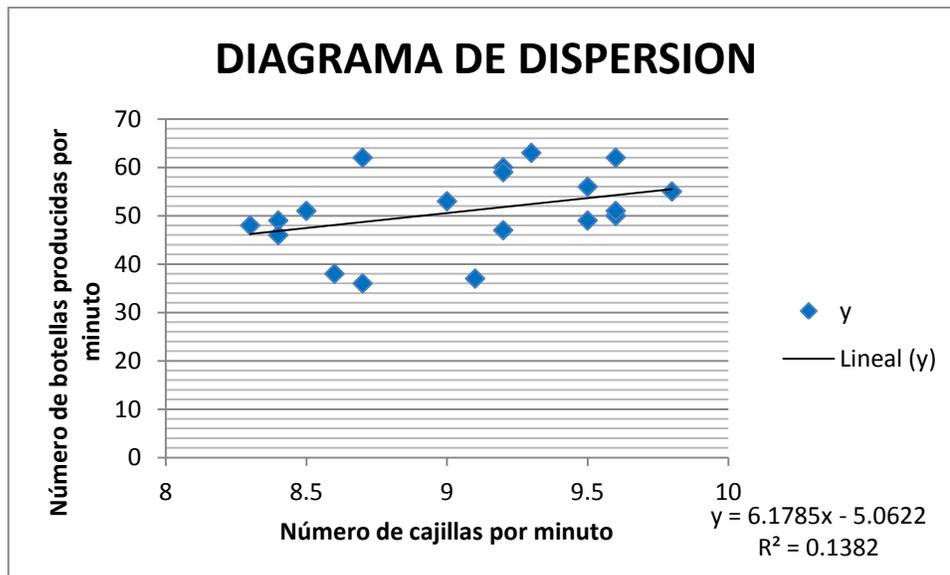
Figura 49. 6 tipos de diagramas de dispersión más comunes



Fuentes: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total*. p. 205.

Se toma una muestra de cada una de las variables para determinar qué tanta relación existe entre ellas.

Figura 50. Diagrama de dispersión



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel 2010.

Se puede determinar que existe una relación positiva entre cada una de las variables pero es necesario realizar otras pruebas para determinar qué tanta relación hay.

5.1.2. Análisis de la mejora

Para mejorar el proceso se debe recurrir a la mejora continua, que será un proceso en el cual se establecerán los objetivos que se desean alcanzar y la posibilidad de mejorar, con base en los resultados que se obtengan de las auditorías internas, de las revisiones realizadas por la dirección y otros medios más que al final conducen a realizar acciones tanto correctivas como preventivas.

Figura 51. **Ciclo de mejora continua (ciclo de Deming)**



Fuente: GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total*. p. 36.

El Ciclo PDCA es un sistema de mejora continua, cuyo principal objetivo es la autoevaluación, destacando los puntos fuertes que hay que tratar de mantener y las áreas de mejora en las que se deberá actuar. Para llevar a cabo la mejora continua se debe desarrollar cada una de las etapas del círculo de Deming.

- *Plan* (planificar)

Organización lógica del trabajo:

- Se identificarán los problemas y se planificará su solución.
- Existirá un control frecuente donde se observarán las operaciones y se analizarán.

- Es necesario establecer objetivos para alcanzarlos.
- Además será necesario establecer indicadores de control.
- *Do* (hacer)

Para la correcta realización de las tareas planificadas:

- Se preparará de forma exhaustiva y sistemática lo que se debe hacer.
- Se aplicará de forma controlada el plan.
- Para corroborar que el plan se desarrolle según lo planeado será necesario verificar la aplicación.
- *Check* (comprobar)

Comprobación de los logros obtenidos:

- Cuando se ha implementado se debe verificar los resultados de las acciones realizadas.
- En este punto se deberá comparar los resultados con los objetivos a alcanzar y determinar si se están cumpliendo o no.
- *Adjust* (ajustar)

Posibilidad de aprovechar y extender aprendizajes y experiencias adquiridas en otros casos:

- Se recabarán datos para su análisis.

- Cuando se analizan los datos obtenidos es el momento de proponer alternativas de mejora.
- Para poder mejorar el proceso será necesario estandarizar y consolidar las operaciones.
- Preparación de la siguiente etapa del plan.

Este sistema de mejora continua traerá como beneficios, si se lleva a cabo correctamente:

- La disminución en tiempos, aumentando de la productividad
- La disminución de errores, ayudando a prevenirlos
- La disminución de recursos, aumentando eficiencia

Alcanzar los mejores resultados no será trabajo de un día, es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos por parte de las áreas involucradas.

5.1.2.1. Formatos de control

Estas útiles herramientas son muy importantes para llevar a cabo la mejora continua, ya que permitirán identificar cuáles son los problemas del proceso, para así poder crear un plan con el que se puedan alcanzar los objetivos trazados, llevando a cabo un buen manejo del proceso; estos documentos facilitarán la información y ayudarán a tener un conocimiento de las condiciones en las que se encuentra la operación.

5.1.2.1.1. Calidad

Figura 52. Especificaciones técnicas del envase de 2,5 lts PRB



Embotelladora la Mariposa S.A.
 43 calle 1-10 Zona 12 Colonia Monte María 1
 Especificaciones técnicas Envase PRB 2,5Lts

Parámetro	Especificación				Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Standar
	Objetivo	Lim. Espec. Sup.	Lim. Espec. inf	Uni. Med				
Extremo				Mm				
Interno				Mm				
Diámetro				Mm				
Espesores								
Fondo sin liner				Mm				
Fondo con liner				Mm				
Liner periferia				Mm				
Peso								
Liner				G				
Tapa con liner				G				
Tapa sin liner				G				
Presión.								
Fuga dinámica				Lb* min				
Torques								
Cierre estático				Lb* plg				
Apertura inicio				Plg				
Apertura 24hrs				Lb* plg				
Variables								
Altura				Mm				
Ruptura puente				Lb* plg				
planaridad				Mm				
Atributos								
Adhesividad	N/A	N/A	N/A	#ok/total				
Hidrostática	N/A	N/A	N/A	#ok/total				
Bala 90° borde	N/A	N/A	N/A	#ok/total				
Bala 90° centro	N/A	N/A	N/A	#ok/total				
Bala 45° borde	N/A	N/A	N/A	#ok/total				
Bala 0° centro	N/A	N/A	N/A	#ok/total				

Fuente: Departamento de Calidad, Embotelladora la Mariposa S. A. Especificaciones técnicas del envase de 2.5 lts PRB. p. 45.

5.1.2.1.2. Seguridad

El formato de control para la seguridad industrial será el mismo que se estará utilizando en el inciso 3.3 para el plan de seguridad, higiene y salud ocupacional.

Figura 53. Hoja de control de SSO

Ckecklist SSO					
1. Seguridad estructural. Anexo 1		SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Poseen la estructura y solidez apropiada.					
Soportar las cargas o esfuerzos.					
Disponer de un sistema de armado, sujeción o apoyo que asegure su estabilidad.					
No se sobrecargan los elementos estructurales o de servicio, incluidas plataformas de trabajo, escaleras y escalas.					
Se autoriza el acceso a techos o cubiertas que no ofrezcan garantías de resistencia cuando se proporcionen los equipos necesarios para que el trabajo se realice de forma segura.					
2. Espacios de trabajo y zonas peligrosas.		SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los locales de trabajo tienen como mínimo 3 metros de altura desde el piso hasta el techo.					
Los locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, tienen como mínimo 2,5 metros de altura desde el piso hasta el techo.					
Los locales de trabajo tienen 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.					
Los locales de trabajo tienen 10 metros cúbicos libres por trabajador.					
La separación entre los elementos materiales existentes en el puesto de trabajo es suficiente para que los trabajadores ejecuten su labor en condiciones de seguridad, salud y bienestar.					
En caso contrario, disponen de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.					
El acceso de trabajadores autorizados a los lugares de trabajo donde la seguridad de los trabajadores pueda verse afectada por riesgos de caída, caída de objetos y contacto o exposición a elementos agresivos se realiza con las medidas adecuadas de protección.					
Existe un sistema que impida que los trabajadores no autorizados puedan acceder a zonas afectadas por riesgos de caída, caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos.					
Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, están claramente señalizadas.					
3. Suelos, aberturas y desniveles, y barandillas.		SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
Los suelos de los locales de trabajo deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.					
Las aberturas en los suelos o desniveles que supongan un riesgo de caída de personas están protegidas mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, que podrán tener partes móviles cuando sea necesario disponer de acceso a la abertura.					
Las aberturas en paredes o tabiques y las plataformas, muelles o estructuras similares están protegidas mediante barandillas u otros sistemas de protección de seguridad equivalente, las cuales pueden tener partes móviles cuando sea necesario tener acceso a la abertura, siempre que la altura de caída sea superior a 2 metros.					

Fuente: Departamento de SSO, Embotellara la Mariposa S. A. Hoja de control de SSO. p.28.

mantenimiento, siendo estas las áreas que afectará la automatización del sistema de encajillado.

5.2. Verificación de procedimientos

El área de soplado cuenta con procedimientos establecidos para cada operación que se va a desarrollar, estos describen detalladamente cada una de las actividades a seguir y garantizan la disminución de errores, siguiendo ciertos pasos predefinidos para desarrollar una labor de manera eficaz. Son creados con el objetivo de obtener la mejor forma de llevar a cabo una actividad, considerando los factores del tiempo, esfuerzo y dinero. Se deberán crear nuevos procedimientos tales como:

- Procedimiento para la instalación y desinstalación del sistema de banda transportadora.
- Procedimiento para el cambio de cabezal de agarre *smart pack* de Krones, encajonadora línea de vidrio.
- Procedimiento de mantenimiento para sistemas de banda transportadora.
- Procedimiento de mantenimiento para el cabezal de agarre de encajonadora *smart pack* de Krones.

Estos procedimientos deberán llevar una estructura establecida de la siguiente manera:

- Identificación. Este es el título del procedimiento; logotipo de Embotelladora La Mariposa, dirección, lugar y fecha de elaboración.
- Fecha de creación: se detallará la fecha en que se pondrá en funcionamiento el procedimiento.

- Número de revisión: en este espacio se colocará la cantidad de modificaciones que se le hayan realizado.
- Unidades responsables de su revisión y/o autorización.
- Índice o contenido; relación de los capítulos que forman parte del documento.
- Introducción: se detallará de forma resumida el contenido del documento.
- Objetivos de los procedimientos: se explicará el propósito que se pretende cumplir con los procedimientos.
- Áreas de aplicación o alcance de los procedimientos.
- Responsables; unidades administrativas y/o puestos que intervienen en los procedimientos en cualquiera de sus fases.
- Políticas o normas de operación; en esta sección se incluyen los criterios o lineamientos generales de acción que se determinan para facilitar la cobertura de responsabilidades que participan en los procedimientos.

La parte más importante de los procedimientos será verificar que se cumplan a través de constantes capacitaciones y comprobaciones de su aplicación. Una forma de determinar si se está llevando a cabo el procedimiento es verificar el funcionamiento del proceso y, si este está fallando, allí es donde se identifica el incumplimiento

5.3. Control de mantenimiento

Va a consistir en medir resultados y verificar con respecto a las especificaciones. Según la situación, puede realizarse con todo el resultado o solo sobre muestras tomadas frecuentemente. Este segundo caso se denomina el control estadístico de procesos. Los datos que se van a analizar en el control de procesos son:

- La calidad medida de un resultado de un proceso siempre está sujeta a una cierta cantidad de verificación debido al azar.
- Un sistema estable de causas aleatorias siempre se presenta en cualquier método de producción y en la realización de pruebas de calidad.
- La variación dentro del sistema productivo es inevitable, por ello la variación asignable se debe detectar y eliminar.

Para poder realizar un control de mantenimiento es necesario realizar las siguientes tareas:

- Disponer de los datos técnicos necesarios de cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación.
- Generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y, para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente. El plan debe incluir herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución.
- Controlar la ejecución de plan y ordenar la información generada.
- Analizar técnicamente las revisiones, estudiando el comportamiento de los componentes críticos de los equipos para determinar la probabilidad de las posibles roturas.
- Generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación. Estas indican información general similar a las órdenes de revisión, así como qué personal las ejecutará y los materiales y repuestos a consumir.
- Controlar la ejecución del plan de reparaciones y ordenar la información correspondiente, tanto técnica como de los costos de su ejecución.
- Analizar el comportamiento de los equipos.

- Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento. La información surge de los documentos anteriores (órdenes de revisión y de reparación) y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas, rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada), trabajos realizados en talleres propios o contratados, etc.
- Este conjunto de tareas, en su mayoría de naturaleza administrativa, pueden realizarse fácilmente mediante el empleo de sistemas computarizados. Para esto se requiere que el personal necesario para el desarrollo de estas actividades cuente con nivel de formación administrativo-contable y con conocimientos de manejo computarizado de la información.

5.3.1. Verificación de cumplimiento

Se deben identificar y planificar los procesos de mantenimiento y se debe asegurar que estos procesos se ejecuten de manera controlada. Las condiciones controladas deben incluir lo siguiente:

- Procedimientos documentados que definan la forma de mantenimiento.
- Uso de equipos adecuados y ambientes amables para operaciones de mantenimiento.
- Conformidad con las normas, códigos de referencia, planes de calidad y procedimientos documentados de mantenimiento de mejora continua.
- Monitoreo y control de parámetros adecuados para los procesos y características de mantenimiento.

5.3.2. Comprobación de una ejecución correcta

El fallo del sistema puede ser definido como un suceso cuya realización provoca, o bien la pérdida de capacidad para realizar las funciones requeridas, o bien la pérdida de capacidad para satisfacer los requisitos especificados. Independientemente de las razones de su aparición, un fallo causará la transición del sistema desde su estado satisfactorio a un nuevo estado insatisfactorio. Los requisitos de un buen control de mantenimiento son:

- Corrección de fallas y errores: el control deberá detectar e indicar errores de planeación, organización o dirección.
- Previsión de fallas o errores futuros: el control, al detectar e indicar errores actuales, deberá prevenir errores futuros, ya sean de planeación, organización o dirección.

Cuando los resultados del mantenimiento se pueden verificar plenamente por inspección y ensayo posterior y cuando, por ejemplo, las deficiencias en el mantenimiento únicamente pueden hacerse evidentes después de que el equipo se encuentra en uso, el mantenimiento debe ser realizado por operadores especializados o necesitará seguimiento y control continuo para asegurar que el mantenimiento cumpla con los parámetros especificados.

5.4. Programación de auditorías

Las auditorías estarán enfocadas en procedimientos y pruebas para corroborar que se realicen conforme a sus objetivos y propósitos establecidos. Las realizará un auditor responsable de su aplicación, servirán como medio de control para la adecuada ejecución y supervisión de la auditoría.

Para esto el auditor requerirá un amplio conocimiento de las áreas de producción, soplado y línea de vidrio, y diseñará con anticipación la forma de su auditoría, que deberá ser flexible y sencilla. Para esto deberá tomar en cuenta normas y técnicas de auditoría, además de experiencias de anteriores auditorías, así como experiencia de terceros, entre otras, como:

- Lo que se examina sea relevante y guarde correspondencia con hechos ciertos y de calidad.
- Las pruebas que se pretende realizar sean suficientes en términos de cantidad, para evitar que se llegue a juicios o conceptos subjetivos o erróneos.
- Las pruebas solicitadas busquen obtener evidencia sobre la idoneidad del control interno.
- Realizar procedimientos de inspección (documental o física), observación, indagación mediante entrevistas, confirmación, cálculos, procedimientos analíticos, comprobación o comparación.

El campo de las auditorías es extenso para este trabajo de investigación que se está realizando, pero hay un enfoque en las siguientes:

5.4.1. Interna

La auditoría interna será una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta, para agregar valor y mejora para las operaciones del área de soplado. Ayudará a cumplir con los objetivos, aportando un enfoque sistemático y disciplinado, para evaluar y mejorar la efectividad de los procesos de gestión de riesgos, control y dirección.

Es necesario que el proceso sea auditado de forma interna para crear una mejora. La auditoría de procesos es una rama de la auditoría interna y está enfocada en el cumplimiento de objetivos. Se realizará una auditoría de procesos buscando la mejora continua basada en el desempeño; de la mejora es la responsabilidad continua de todos en el área de soplado para poder lograr los niveles más altos de desempeño, rentabilidad y satisfacción de los clientes.

El objetivo de realizar esta auditoría es contar con un proceso estandarizado y documentado sobre la forma como debe realizarse la supervisión de actividades de una función que arroje resultados para la mejora continua, con el fin de determinar el cumplimiento de los indicadores establecidos dentro de la organización. La auditoría de procesos depende en gran medida de que el control interno establecido se cumpla, lo que se verá reflejado en el logro de los objetivos comunes.

Para el desarrollo de la auditoría de procesos es vital que el área de soplado esté informada de qué, cómo y cuándo se van a realizar las actividades, entrevistas, revisiones o informes, de manera que puedan organizarse y participar activamente en el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio.

5.4.2. Externa

Embotelladora La Mariposa contratará auditores externos para la supervisión de los procesos del área de soplado, estos auditores revisarán que se cumpla con las leyes y normas especificadas. Las auditorías externas también pueden estar solicitadas por entidades gubernamentales, tales como Ministerio de Trabajo, IGSS, SAT, agentes certificadores, entre otras.

Este tipo de auditorías puede que sean programadas o solicitadas por el ente auditor. Si son de tipo certificación, la auditoría comienza con la solicitud de la organización que quiere conseguir la certificación. No existe ninguna regla rígida, la gran parte de todos los auditores recomienda que se solicite cuando la organización se encuentre preparada, ya que se tiene que incluir a los trabajadores. Cuando se envía la solicitud, el auditor debe revisar la documentación del sistema de proceso. Todos los auditores deben solicitar los siguientes documentos a la hora de realizar la auditoría de certificación:

- Información del proceso
- Descripción de todos los elementos que se produzcan
- Requisitos legales
- Aspectos ambientales significativos
- Informes de auditorías internas del proceso
- Documentos de la revisión por la dirección

Los auditores, luego de analizar la documentación, deciden realizar una visita previa a la auditoría, para tomar la decisión de si procede la solicitud o no.

Con respecto a auditorías de agencias gubernamentales, estas trasladan la solicitud a la organización, informando su motivo, y la organización establece en algunos casos la fecha en que puede ser visitada. Estas auditorías pueden ser de rutina o por algún tipo de reclamo, con respecto a algún producto producido, que haya afectado a un consumidor y este hiciera un reclamo a la entidad.

Por otro lado, la auditoría de inversores, las cuales solicitan las personas que desean invertir en el proceso o ya son parte de este. El objetivo de estas es verificar que las operaciones se estén llevando a cabo según se planificaron.

CONCLUSIONES

1. El proceso actualmente tiene una eficiencia del 32,8 % con respecto a producción y gastos sobre el mismo, de tal forma que al implementar la automatización se estará manejando un aumento de eficiencia del 8,57 %, bajando costos en mano de obra y aumentando la eficiencia de los equipos involucrados.
2. Actualmente los departamentos involucrados en el proceso de producción de botella PRB son el almacén, que traslada la materia prima (preforma) desde el centro de distribución hasta el área de producción; y el área de soplado, que procesa la preforma y le da su forma establecida.
3. Se determinó el costo de la implementación a través de distintas cotizaciones del equipo a implementar, y se estableció que el monto de inversión estaría entre los Q. 150 000,00 y Q. 160 000,00.
4. Se realizó un análisis de costos para determinar si el proyecto era favorable y generaría una ganancia, para esto fue necesario establecer el VAN y la TIR. Estos cálculos indicaron que el proyecto generaría ganancias en un lapso de 5 años y, a su vez, por cada quetzal que se invierta retornarán Q. 0,46. Se reducirán los tiempos de almacenamiento, ya que se coordinará con producción las corridas de llenado de envases PRB, para que este producto pase el menor tiempo posible en bodega.

5. A través del análisis de costos se estableció que en términos monetarios no afectará el presupuesto del área y generará ganancias, en términos de productividad se realizó un estudio de tiempos y se pudo corroborar que los equipos involucrados podrán realizar el trabajo en un menor tiempo que en la situación actual y, además, se aumentará la eficiencia.
6. Se determinó la relación costo-beneficio, siendo esta $B/C = 1,8$. Como es mayor que 1 se puede afirmar que el proyecto seguirá siendo rentable durante los próximos 5 años; además, se puede decir que por cada quetzal que se invierte en la automatización se obtendrán 0,8 quetzales.
7. Las modificaciones establecidas para el proceso de automatización serán la instalación de un sistema de bandas transportadoras de fácil instalación y desinstalación, además de 4 cabezales de agarre para la encajonadora Krones.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener muy claro el tipo de automatización que se desea desarrollar, esto con el fin de que el personal involucrado pueda manejar la misma, y también es conveniente que las personas a cargo de esta implementación estén debidamente capacitadas para evitar fallas del proceso.
2. Se recomienda como pilar fundamental en el mejoramiento de las actividades la capacitación constante del personal, para que de este modo pueda desarrollarse de forma precisa en sus actividades, corrigiendo fallas en el proceso por falta de conocimiento.
3. Si se acepta realizar la inversión es aconsejable establecer parámetros de recuperación del capital invertido, para que de esta manera pueda cuantificarse y evaluarse la efectividad de la misma, conocer el tiempo de retorno real y de manera precisa determinar los índices principales bajo los cuales considerar la ganancia obtenida por la adquisición de los equipos.
4. Es recomendable que se cuente con una persona capaz, con experiencia y con una visión amplia, ya que el mejor aprovechamiento de la máquina se encuentra en las capacidades y conocimientos que tenga el operario para aplicarlos.
5. Se debe establecer una comunicación efectiva entre ambas líneas de proceso, para coordinar adecuadamente los descansos de la línea de

vidrio y la producción de envases PRB, para no interferir en las operaciones.

6. Es necesario el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo, para el óptimo funcionamiento del equipo y, de esta forma, evitar retrasos en la producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. BETANCOURT HERRERA, Jean Pierre Henri. *Propuesta de diseño de un sistema cip (clean in place), y estudio de tiempos de procesos en el área de jarabes de Embotelladora La Mariposa, S.A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 137 p.
2. GALICIA MAZARIEGOS, Leslie Alejandra. *Mejora de rendimiento de materiales de empaque secundario, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial en una fábrica de bebidas gaseosas.* Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 50 p.
3. GUTIÉRREZ, Humberto. *Calidad total y productividad.* 3ª ed. México, Mc Graw Hill, 2010. 36-37 p.
4. *Ingeniería de transporte.* [en línea] http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/ingenieria-de-transportes/material-de-clase-1/bandas_transportadoras.pdf. [Consulta: 20 de agosto de 2017].
5. LÓPEZ PATAL, Jorge Giovanni. *Evaluación financiera en un proyecto de inversión en maquinaria y equipo para el proceso productivo de una industria farmacéutica nacional.* Trabajo de graduación de Licenciatura en Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, 2011. 143 p.

6. PIRELLY, Willian. *Manual de fabricación de bandas y rodillos transportadores*. España, Editorial Mac Graw Hill, 1992. p. 122-135.
7. QUIÑÓNEZ FERNÁNDEZ, Pablo David. *Guía práctica para el mantenimiento preventivo de la máquina empaquetadora de envase en línea de producción número cinco de Embotelladora La Mariposa S.A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Mecánica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 11 p.
8. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Tesis de Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 185 P.
9. VELÁSQUEZ ESTRADA. *Propuesta para la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para eficientizar las operaciones del proceso productivo en la línea de producción de bebidas carbonatadas en la fábrica de gaseosas Salvavidas S. A.* Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 23 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cotización de banda transportadora de rodillos



COTIZACION: 04092017

Performance is Everything



Guatemala,

2017

Señores:

Ingeniera:

ITEMS	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Fabricacion de transportador de 1.5 metros de lasrgo x 4 pulgadas de ancho 1 metros de altura, con guias laterales ajustables fabricado en acero inoxidable de 1/8" soportes con tubo cuadrado de 3",2" y 1" en acero inoxidable con chumaceras termoplasticas y motorreductor a 90 grados de 1/2hp marca leeson/motovario con banda pvc blanca grado alimenticio.		
2	fabricacion de curva para transportador en acero inoxidable de 4 pulgadas de ancho y 1 metros de largo a base de rodillos con correa termosoldable y motorreductor lineal leeson/motovario		
3	Fabricacion de transportador de 4 metros de lasrgo x 4 pulgadas de ancho 1 metros de altura, con guias laterales ajustables fabricado en acero inoxidable de 1/8" soportes con tubo cuadrado de 3",2" y 1" en acero inoxidable con chumaceras termoplasticas y motorreductor a 90 grados de 1/2hp marca leeson/motovario con banda pvc blanca grado alimenticio.		
4	Fabricacion de mesa de espera en acero inoxidable de 0.90 centimetros de ancho por 1.54 metros de largo		
5	Fabricacion de transportador de 0.5 metros de lasrgo x 4 pulgadas de ancho 1 metros de altura, con guias laterales ajustables fabricado en acero inoxidable de 1/8" soportes con tubo cuadrado de 3",2" y 1" en acero inoxidable a gravedad a base de rodillos.		
			58,360.50
			0.00
	TOTAL	Q.	58,360.50

Fuente: Prosain. Cotización 04092017. p. 1.

Anexo 2. **Cotización de cabezal de agarre con especificaciones para envase de 2,5 lts para encajonadora *smart pack* de Krones**

		235 Goolsby Blvd - Deerfield Beach, Florida 33498 - USA			
		COTIZACION No.		7681	
CLIENTE:		VALIDEZ DE LA COTIZACION			
DIRECCION:		10 DIAS			
TELEFONO:		FORMA DE ENVIO	FECHA COT		
CORREO:		TERRESTRE			
		CONDICIONES			
ATENCION A:		VENDEDOR			
Estimados señores Presentamos a su consideracion la presente cotizacion del material solicitado para su analisis y aprobacion.					
ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO ENTREGA	UNID.	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Cabezal de Agarre para encajonadora Smark Pac KRONES					
1	Cabezal de agarre segun especificacion	A CONVENIR	1	Q 20,000	Q20,000
2	Tulipas de agarre segun especificacion	A CONVENIR	8	Q 500	Q4,000
ULTIMA LINEA					
PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO, MERCADERIA SALVO VENTA O POR ORDEN COMPRA Y/O ANTICIPO					
Agradeciendo la oportunidad de servirle, me suscribo de usted,		GASTOS ENVIO.		Q2,000	
Atentamente.		TOTAL:		Q24,000	
URIEL GONZÁLEZ ACALCO		(valor expresado en quetzales)			
Orobica PHE American Corp.					
Celular - 44 24 64 48 99					
OBSERVACIONES:					

Fuente: Orobica Plast-gom. Cotización 7681. p. 1.