



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

**MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA
GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA
ENVASADORA AUTOMÁTICA**

María José Páez Orellana

Asesorado por el Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA
GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS,
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA
ENVASADORA AUTOMÁTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARÍA JOSÉ PÁEZ ORELLANA

ASESORADO POR EL ING. ESTUARDO LEONEL GODÍNEZ ALQUIJAY

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
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:

MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA ENVASADORA AUTOMÁTICA

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha mayo de 2018.


María José Páez Orellana

Guatemala, marzo de 2019

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

Estimado Ingeniero Urquizú:

Por este medio me dirijo a usted para informarle que como asesor de la estudiante de Ingeniería Industrial María José Páez Orellana, quien se identifica con número de carné 2014-03802 y DPI 3000 66414 0101, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado: **“MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA ENVASADORA AUTOMÁTICA”**. El cual doy por aprobado, por lo tanto, recomiendo la autorización del mismo y solicito darle seguimiento al trámite respectivo.

Agradeciendo de antemano la atención y el apoyo a este medio.

Atentamente:



Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijaj
Catedrático de la Facultad de Ingeniería
Número de Colegiado: 6030

LEONEL ESTUARDO GODÍNEZ ALQUIJAJ
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 6030



REF.REV.EMI.019.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA ENVASADORA AUTOMÁTICA,** presentado por la estudiante universitaria **María José Páez Orellana,** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. María Martha Wolford Estrada
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2019.

/mgp



REF.DIR.EMI.074.019

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 **MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA ENVASADORA AUTOMÁTICA**, presentado por la estudiante universitaria **María José Páez Orellana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.**

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2019.

/mgp



DTG. 241.2019

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: **MEJORA A LA DISPONIBILIDAD DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN, EN UNA EMPRESA GUATEMALTECA DE BEBIDAS PARA AGUA PURA Y REFRESCOS CARBONATADOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED (CAMBIOS RÁPIDOS) EN UNA LÍNEA ENVASADORA AUTOMÁTICA,** presentado por la estudiante universitaria: **María José Páez Orellana,** 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, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme fortaleza, resguardarme, ser mi guía en el transcurso de mi vida y llenarla de bendiciones.

Mis padres

Roberto Páez y Nora Orellana de Páez, por todo su amor, esfuerzos y sacrificios que hicieron por darme las mejores oportunidades que pudieron y que me permitieron llegar a este momento.

Mi hermano

Roberto José Páez Orellana, por darme tu ejemplo, ser una influencia positiva y ser un gran apoyo durante toda mi vida y mi carrera.

Mi amigo

Oscar Manuel Morales Valdés, por todo el apoyo y cariño que me diste durante la carrera universitaria, por ser parte importante en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Ser el centro de mi fe. Por permitirme lograr esta meta y llenar de bendiciones mi vida.
- Mis padres** Porque gracias a sus esfuerzos y sacrificios este trabajo fue posible. Por motivarme, guiarme, acompañarme en cada etapa de mi vida y siempre darme lo mejor.
- Mi hermano** Roberto José Páez Orellana, por darme tu ejemplo, estar siempre conmigo y por tu ayuda desinteresada.
- Mis tíos** Porque en todo momento estuvieron pendientes y atentos a mi progreso, su apoyo y cariño. Adelina Páez (q.e.p.d.), por ser una inspiración en mi vida.
- Mi amigo** Oscar Manuel Morales Valdés, por todo el apoyo, amistad, alegría y cariño incondicional que me diste y siempre estar ahí para mí.
- Mis amigas** Katherine González y Rocío Quiñonez, por su amistad, apoyo y cariño durante todos estos años, sé que podré contar siempre con ustedes, son muy especiales para mí.

Mi asesor

Ing. Estuardo Godínez Alquijay, por su vocación como catedrático, transmitir sus conocimientos de forma desinteresada, consejos, apoyo y amistad.

.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVI
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Empresa de bebidas.....	1
1.1.1. Ubicación	2
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Tipo de organización	2
1.1.4.1. Organigrama.....	3
1.1.4.2. Descripción de puestos	3
1.2. Producción.....	5
1.2.1. Definición	6
1.2.2. Generalidades	6
1.2.3. Tipos de producción	7
1.2.3.1. Producción por proyecto.....	7
1.2.3.2. Producción en masa	7
1.2.3.3. Producción por lotes	8
1.2.3.4. Producción continua	8
1.2.4. Eficiencia general de los equipos	8
1.2.4.1. Disponibilidad	9
1.2.4.2. Rendimiento.....	10

	1.2.4.3.	Calidad	10
	1.2.5.	Tiempos muertos	11
	1.2.5.1.	Cambios de presentación	11
	1.2.5.2.	Microparos	11
1.3.		Agua purificada.....	12
	1.3.1.	Tipos de purificación.....	12
	1.3.2.	Lineamientos de seguridad e higiene	13
1.4.		Refrescos carbonatados.....	13
	1.4.1.	Origen.....	14
	1.4.2.	Ingredientes básicos.....	14
	1.4.2.1.	Agua carbonatada	14
	1.4.2.2.	Edulcorantes.....	14
	1.4.2.3.	Acidulantes	15
	1.4.2.4.	Colorantes	16
	1.4.3.	Lineamientos de seguridad e higiene	16
1.5.		Técnica SMED.....	16
	1.5.1.	Objetivo de la técnica	17
	1.5.2.	Fases de elaboración	18
	1.5.2.1.	Revisión del método actual de trabajo.....	18
	1.5.2.2.	Estudio del trabajo	19
	1.5.2.3.	Identificación y clasificación de las operaciones	22
	1.5.2.4.	Transformación de las operaciones.....	22
	1.5.2.5.	Mejora y simplificación.....	22
1.6.		Líneas automáticas	24
	1.6.1.	Características	24
	1.6.2.	Líneas envasadoras automáticas de líquidos.....	24
	1.6.3.	Tipos de envasadoras	25

	1.6.3.1.	Envasadora lineal	25
	1.6.3.2.	Envasadora rotativa	25
	1.6.3.3.	Envasadora universal	26
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....		27
2.1.	Descripción del producto		27
	2.1.1.	Envase pet.....	28
	2.1.2.	Etiqueta	29
	2.1.3.	Tipo de bebida.....	30
	2.1.4.	Tapa plástica	31
	2.1.5.	Código impreso en envase pet	32
	2.1.6.	Nylon termoencogible	32
	2.1.7.	Planchas de cartón	33
	2.1.8.	<i>Stretch film</i>	33
2.2.	Descripción del equipo		33
	2.2.1.	Máquinaria y equipo industrial	33
	2.2.1.1.	Transporte de envase y producto	34
	2.2.1.2.	Máquina posicionadora de envase	34
	2.2.1.3.	Máquina etiquetadora	34
	2.2.1.4.	Máquina mezcladora	35
	2.2.1.5.	Máquina enjuagadora	35
	2.2.1.6.	Máquina llenadora	35
	2.2.1.7.	Máquina taponadora	35
	2.2.1.8.	Dispositivos de inspección.....	36
	2.2.1.9.	Máquina empacadora	36
	2.2.1.10.	Máquina paletizadora	36
	2.2.2.	Implementos de trabajo y herramientas.....	37
	2.2.2.1.	Herramientas mecánicas	37
	2.2.2.2.	Dispositivos electrónicos	37

2.3.	Descripción del proceso	37
2.3.1.	Transporte de envase y producto	40
2.3.2.	Área de posicionado de envase	40
2.3.2.1.	Recepción del envase	40
2.3.2.2.	Revisión de la materia prima	41
2.3.3.	Área de etiquetado de envase	41
2.3.3.1.	Parámetros y ajustes actuales.....	41
2.3.3.2.	Proceso de etiquetado.....	41
2.3.4.	Área de formulación.....	42
2.3.4.1.	Materia prima requerida.....	42
2.3.4.2.	Requerimientos del proceso	42
2.3.5.	Área de enjuague	42
2.3.5.1.	Importancia.....	43
2.3.5.2.	Resultado del proceso	43
2.3.6.	Área de mezcla y carbonatación	43
2.3.6.1.	Niveles aceptables.....	43
2.3.6.2.	Procedimiento de mezcla y carbonatación	44
2.3.7.	Área de llenado	44
2.3.7.1.	Recepción de la mezcla.....	44
2.3.7.2.	Responsabilidades	45
2.3.8.	Área de taponado	45
2.3.8.1.	Producto terminado	45
2.3.8.2.	Aseguramiento de la calidad	45
2.3.9.	Área de inspección	46
2.3.9.1.	Separación de producto no conforme.....	46
2.3.9.2.	Parámetros de inspección	46
2.3.10.	Área de codificación	46

	2.3.10.1.	Trazabilidad	47
2.3.11.		Área de empaçado	47
	2.3.11.1.	Material de empaque	47
	2.3.11.2.	Proceso de empaçado.....	47
2.3.12.		Área de paletizado.....	48
	2.3.12.1.	Material de embalaje	48
	2.3.12.2.	Producto terminado	48
2.4.		Metodología actual de trabajo	48
2.4.1.		Cambio de presentación.....	49
	2.4.1.1.	Presentación tipo parcial	49
	2.4.1.2.	Presentación tipo total	49
2.5.		Medición del desempeño.....	50
	2.5.1.	Desempeño de la maquinaria	50
	2.5.2.	Desempeño del personal operativo	50
	2.5.3.	Personal de mantenimiento eléctrico y mecánico... 50	
2.6.		Análisis de desempeño.....	51
	2.6.1.	Desempeño de la línea.....	51
	2.6.2.	Personal operativo y de mantenimiento.....	52
3.		PROPUESTA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN.....	53
3.1.		Departamento de producción	53
	3.1.1.	Aplicación de la técnica SMED.....	54
	3.1.1.1.	Efectos de la aplicación SMED.....	54
	3.1.1.2.	Técnica para la aplicación SMED	55
	3.1.1.3.	Aplicación de SMED al cambio de presentación	55
3.2.		Línea envasadora automática	57

3.2.1.	Cronograma de actividades a realizar en el SMED	57
3.2.1.1.	Inicio y preparación.....	57
3.2.1.2.	Desarrollo de actividades	57
3.2.1.3.	Culminación del proceso	58
3.3.	Recolección de datos iniciales.....	58
3.3.1.	Estudio del trabajo	58
3.4.	Clasificación de las operaciones	60
3.4.1.	Operaciones internas.....	60
3.4.2.	Operaciones externas.....	60
3.5.	Conversión de las operaciones	60
3.5.1.	Consideraciones de seguridad e higiene Industrial	61
3.5.1.1.	Reglamento interno	61
3.5.1.2.	Equipo de protección personal	62
3.6.	Proceso de mejoramiento.....	62
3.6.1.	Técnica de gestión 5S	62
3.6.2.	Evaluación de los resultados de la técnica	64
3.6.2.1.	Matriz comparativa	64
3.6.2.2.	Eficiencia general del equipo	64
3.7.	Responsabilidades de los participantes del SMED	64
3.7.1.	Gerencia general	65
3.7.2.	Jefes de área.....	65
3.7.3.	Supervisores técnicos.....	65
3.7.4.	Personal operativo y de mantenimiento.....	66
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	67
4.1.	Fase 1: revisión del método actual de trabajo	67

4.1.1.	Lista de actividades para cambio de presentación de tipo parcial	75
4.1.1.1.	Máquina etiquetadora	76
4.1.1.2.	Máquina mezcladora	81
4.1.1.3.	Máquina llenadora	81
4.1.1.4.	Máquina taponadora	86
4.1.2.	Lista de actividades para cambio de presentación de tipo total.....	89
4.1.2.1.	Máquina posicionadora.....	89
4.1.2.2.	Máquina etiquetadora	91
4.1.2.3.	Máquina enjuagadora	91
4.1.2.4.	Máquina mezcladora	91
4.1.2.5.	Máquina taponadora	91
4.1.2.6.	Máquina llenadora	92
4.1.2.7.	Máquina empacadora	95
4.1.2.8.	Máquina paletizadora	97
4.1.2.9.	Transporte aéreo	98
4.2.	Fase 2: identificación de las operaciones	98
4.2.1.	Operaciones de cambio internas	101
4.2.2.	Operaciones de cambio externas	101
4.3.	Fase 3: transformación de operaciones	104
4.3.1.	Recursos humanos.....	105
4.3.2.	Recursos materiales.....	106
4.3.3.	Recursos financieros	106
4.4.	Fase 4: simplificación y mejora de operaciones	106
4.4.1.	Secuencia y proceso de fabricación	112
4.4.2.	Configuración y herramientas	113
4.4.3.	Manejo de materiales	114
4.4.4.	Diseño del trabajo manual	115

4.5.	Costos requeridos	116
4.5.1.	Recursos humanos.....	116
4.5.2.	Recursos materiales	117
4.5.3.	Valor del tiempo.....	117
4.6.	Estandarización del proceso	118
4.6.1.	Diseño del método de trabajo.....	118
4.6.2.	Tiempo estándar.....	123
4.6.3.	Parametrización.....	125
4.7.	Entrenamiento y capacitación.....	128
4.7.1.	Objetivos del entrenamiento	128
4.7.2.	Modalidad de trabajo	128
4.7.3.	Responsabilidades	130
4.7.4.	Tiempo requerido.....	131
5.	MEJORA Y SEGUIMIENTO.....	133
5.1.	Método propuesto de trabajo.....	133
5.1.1.	Cambio de presentación de tipo parcial.....	134
5.1.2.	Cambio de presentación de tipo total	146
5.2.	Resultados obtenidos	152
5.2.1.	Alcance propuesto	156
5.2.2.	Interpretación.....	156
5.3.	Mejora continua	157
5.3.1.	Planeación de la mano de obra	158
5.3.2.	Implementación de la propuesta.....	159
5.3.3.	Métodos de medición y control	160
5.3.4.	Evaluación de resultados.....	162
5.4.	Seguimiento al método propuesto	163
5.4.1.	Personal involucrado	163
5.4.1.1.	Gerencia general	163

5.4.1.2.	Jefes de área	163
5.4.1.3.	Supervisores.....	164
5.4.1.4.	Personal operativo y de mantenimiento	165
5.5.	Beneficio – costo	166
5.5.1.	Viabilidad	167
5.5.2.	Comparación de alternativas	168
5.6.	Auditorías	169
5.6.1.	Auditorías internas.....	169
5.6.2.	Auditorías externas.....	170
CONCLUSIONES		171
RECOMENDACIONES.....		173
BIBLIOGRAFÍA.....		175
APENDICES		181
ANEXOS		189

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la organización.....	3
2.	Estructura de la producción.....	6
3.	Sistema de gestión 5s.....	23
4.	Diagrama de flujo de operaciones de envasado de bebidas	38
5.	Aplicación de técnica de gestión 5S.....	63
6.	Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina etiquetadora.....	77
7.	Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina etiquetadora.....	80
8.	Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina llenadora.....	83
9.	Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina llenadora.....	85
10.	Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina taponadora	87
11.	Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina taponadora.....	88
12.	Cronograma de actividades de cambio total para máquina posicionadora.....	90
13.	Cronograma de actividades de cambio total para máquina llenadora.....	94
14.	Cronograma de actividades de cambio total para máquina empacadora.....	96

15.	Cronograma de actividades de cambio total para máquina paletizadora.	98
16.	Gráfico de operaciones internas y externas de cambio parcial menor.....	99
17.	Gráfico de operaciones internas y externas de cambio parcial menor.....	100
18.	Gráfico de operaciones internas y externas de cambio total.....	100
19.	Distribución propuesta de las áreas de trabajo.....	105
20.	Cronograma actual para cambio parcial menor y mayor.....	107
21.	Cronograma actual para cambio total.....	108
22.	Cronograma propuesto para cambio parcial menor.....	109
23.	Cronograma propuesto para cambio parcial mayor.....	110
24.	Cronograma propuesto para cambio total.....	111
25.	Distribución de piezas para máquina posicionadora.....	113
26.	Distribución de piezas para máquina etiquetadora.....	113
27.	Distribución de piezas para máquina llenadora y taponadora.....	114
28.	Distribución de piezas para máquina empacadora.....	114
29.	Tabla de recolección de parámetros para etiquetadora.....	126
30.	Distribución de cañas y cappers en herramental para máquina llenadora.....	127
31.	Ciclo de entrenamiento y capacitación	129
32.	Puntos que mejorar durante la capacitación y entrenamiento.....	130
33.	Responsabilidades para el entrenamiento y supervisión.....	130
34.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina posicionadora.....	134
35.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina etiquetadora.....	136
36.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial mayor y de tipo total para máquina etiquetadora.....	138

37.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina llenadora.....	141
38.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina taponadora.....	144
39.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina posicionadora.....	146
40.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina taponadora.....	148
41.	Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina empacadora.....	150
42.	Hoja de control de cambio para máquina llenadora.....	160
43.	Hoja de control de cambio para máquina etiquetadora y empacadora.....	161
44.	Hoja de control de cambio para máquina posicionadora y paletizadora.....	162

TABLAS

I.	Clasificación del EGE.....	9
II.	Simbología para diagrama de flujo de proceso	21
III.	Clasificación de presentación según envase	29
IV.	Clasificación de presentación según etiqueta	30
V.	Clasificación de presentación según bebida	31
VI.	Clasificación de presentación según tapa	32
VII.	EGE de la línea envasadora automática	52
VIII.	Descripción de cambios máquina posicionadora	68
IX.	Descripción de cambios máquina etiquetadora.....	68
X.	Descripción de cambios máquina llenadora.....	69
XI.	Descripción de cambios de máquina taponadora	69

XII.	Descripción de cambios máquina empacadora.....	70
XIII.	Muestras de tiempo para cambios parciales menores	71
XIV.	Tiempos estándar actuales para cambio parcial menor	71
XV.	Muestras de tiempos para cambios parciales mayores	72
XVI.	Tiempos estándar actuales para cambio parcial mayor	73
XVII.	Muestras de tiempo para cambios totales.....	74
XVIII.	Tiempos estándar actuales para cambio total.....	74
XIX.	Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina etiquetadora	76
XX.	Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina etiquetadora	78
XXI.	Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina llenadora	81
XXII.	Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina llenadora	83
XXIII.	Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina taponadora	86
XXIV.	Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina taponadora	87
XXV.	Registro de operaciones de cambio total para máquina posicionadora.....	89
XXVI.	Registro de operaciones de cambio total para máquina llenadora	92
XXVII.	Registro de operaciones de cambio total para máquina empacadora	. 95
XXVIII.	Registro de operaciones de cambio total para máquina paletizadora..	97
XXIX.	Identificación de operaciones internas y externas.....	99
XXX.	Costos de recursos materiales para implementación de la técnica SMED.....	117
XXXI.	Planificación de reuniones operativas.....	118
XXXII.	Tiempos estándar propuestos para cambio parcial menor	123

XXXIII.	Tiempos estándar actuales para cambio parcial mayor	124
XXXIV.	Tiempos estándar actuales para cambio total	124
XXXV.	Ajuste de parámetros para máquina enjuagadora	126
XXXVI.	Parámetros de sensores en inspeccionador de envases	127
XXXVII.	Planeación para el ciclo de entrenamiento y capacitación	131
XXXVIII.	Muestras de tiempo para cambio parcial menor con mejoras implementadas.....	152
XXXIX.	Tiempo estándar mejorado para cambio parcial menor	153
XL.	Muestras de tiempo cronometrado para cambio parcial mayor con mejoras implementadas	153
XLI.	Tiempo estándar mejorado para cambio parcial mayor	154
XLII.	Muestras de tiempo cronometrado para cambio total con mejoras implementadas.....	154
XLIII.	Tiempo estándar mejorado para cambio total	155
XLIV.	Tiempos actuales vs. tiempos mejorados	155
XLV.	Alcance propuesto.....	156
XLVI.	Aumento del tiempo disponible	166
XLVII.	Beneficio -costo.....	166
XLVIII.	Clasificación de productos	181
XLIX.	Criterio General Electric para número de ciclos a observar	189
L.	Porcentaje de calificación de actuación del sistema Westinghouse...	190
LI.	Sistema de suplementos de trabajo	191
LII.	Verificación de cumplimiento de las 5s	182

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
hr	Hora
m	Metro
min	Minuto
Q	Quetzal
%	Porcentaje
Ppm	Partes por millón

GLOSARIO

Área de trabajo	Lugar o espacio específico en el que la persona deberá desarrollar su actividad.
Capper	Máquina que sella tapas de botellas.
CIP	Sistema de limpieza CIP (<i>clearing in place</i>) se basa en la limpieza del equipo de producción sin el desmontaje.
Diagrama de flujo	Representación gráfica de un proceso donde cada paso del proceso se representa por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.
Eficacia	Capacidad de lograr un efecto o resultado buscado a través de una acción específica.
Eficiencia	Utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta.
Efectividad	Capacidad o habilidad que puede demostrar cualquier elemento para obtener determinado resultado con el uso óptimo de los recursos.

Estandarización	Concertar algo para que resulte coincidente o concordante con un modelo, un patrón o una referencia.
Herramental	Conjunto de herramientas propias de un oficio.
Parámetro	Dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación.
PET	Polietileno tereftalato es una resina plástica derivada del petróleo. Es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro que se usa para hacer recipientes para bebidas.
Presentación	Conjunto de características propias de un producto que lo diferencia de otros.
SMED	(Acrónimo de <i>Single-Minute Exchange of Die</i>) es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos.
Tiempo estándar	Tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

RESUMEN

Actualmente en la línea de producción de bebidas se tienen dificultades para alcanzar los niveles de eficiencia, meta establecidos por la gerencia, esto debido a que durante la producción ocurren en una serie de paros producidos por fallas y reajustes que se realizan en marcha y los tiempos utilizados en los cambios de presentación, siendo estos últimos los de mayor impacto para la disponibilidad de tiempo. Asimismo, las fallas y reajustes son provocados en cierta parte por la incorrecta realización de los cambios y la falta de control en los mismos

Siendo para ello necesario utilizar la técnica SMED desarrollada por Shigeo Shingo, la cual está enfocada en la mejora de procesos a través de la reducción de tiempos de cambios que pueden ser aplicadas a toda clase de máquinas. Dicha técnica permite analizar los tiempos muertos utilizados en realizar cambios de presentación mediante la revisión, identificación, conversión y simplificación de cada una de las actividades realizadas en los procesos de cambio.

Teniendo como base los principios de la técnica, se toman acciones enfocadas en la corrección y mejoramiento de las operaciones realizadas buscando la minimización del tiempo requerido en los cambios mediante la conversión de actividades que se realizan durante el proceso de cambio a actividades que puedan realizarse durante el tiempo productivo. Consiguiendo de esta forma reducir el impacto financiero de la empresa debido a los costes de preparación, provocando directamente un mejoramiento de la eficiencia de la línea y por consiguiente aumentar la competitividad de la empresa.

OBJETIVOS

General

Mejorar la disponibilidad de tiempo de producción, en una empresa guatemalteca de bebidas para agua pura y refrescos carbonatados, mediante la aplicación de la técnica SMED (cambios rápidos) en una línea envasadora automática

Específicos

1. Aumentar la eficiencia general del equipo mediante el cambio o eliminación de tareas innecesarias durante el proceso de cambio de presentación.
2. Aumentar el tiempo de producción por medio de la adecuada administración de la mano de obra e implementos de trabajo disponibles.
3. Reducir los costos provocados por los tiempos de preparación a través de la estandarización del proceso de cambio de presentación.
4. Liberar la maquinaria de la línea de producción para proporcionarle mantenimientos preventivos al equipo.
5. Minimizar los paros durante la producción debido a ajustes incorrectos realizados durante los cambios de presentación

6. Eliminar o reducir tiempo en operaciones externas.

7. Disminuir el número de piezas defectuosas producidas mediante el adecuado control del proceso de cambio de presentación

INTRODUCCIÓN

La empresa en estudio es una empresa guatemalteca que se dedica a la elaboración de agua pura y refrescos carbonatados que se distribuyen a nivel nacional, utilizando para ello una línea envasadora automática. Cada una de estas bebidas contenida en un envase *pet* posee diferentes características como lo son el sabor, tamaño y forma siendo el conjunto de las anteriores denominadas una presentación.

Los cambios de presentación en el área de producción de la empresa son una actividad necesaria que permite cumplir con las demandas y exigencias del mercado en cuanto a volumen y diversidad de productos. Si estos cambios de presentación no se realizan dentro de los tiempos planificados o de la forma correcta, la eficiencia y la competitividad de la empresa se ven afectadas.

Actualmente la eficiencia global del equipo funciona como un indicador para el área de producción, que permite medir la relación entre el tiempo ideal de producción, sin paros, defectos y produciendo a capacidad máxima, y el tiempo real utilizado para alcanzar una determinada cantidad de unidades, siendo los ejes de la eficiencia la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

El tiempo perdido en realizar los cambios es una de las principales causas en la reducción del eje de disponibilidad siendo esto una problemática mayor, debido a que prolongados periodos de paro durante el proceso pueden causar pérdidas económicas y dificultad para cumplir los pedidos afectando directamente el negocio.

El presente trabajo de graduación se realizará aplicando la técnica SMED (*Single Minute Exchange Of Die*), que asegura cambios en un tiempo de un solo dígito (por sus siglas en inglés) o en su defecto reducir sustancialmente el tiempo requerido para dichas operaciones, con el objetivo de aumentar la eficiencia global del equipo a través del aumento de la disponibilidad de tiempo.

Durante el primer capítulo se presentará una visión general de la empresa y su organización, conceptos acerca de la técnica *SMED* y de la industria de bebidas carbonatadas y agua pura. En el segundo capítulo se describirán los componentes esenciales, tanto del producto, máquinas, procesos y metodología de trabajo que se utilizan y conforman la línea de producción.

En el capítulo tres y cuatro se presentará la propuesta y desarrollo de la técnica desde la revisión, identificación, conversión, simplificación, mejora y estandarización de cada una de las actividades realizadas en los procesos de cambio. Además, se mostrarán los registros de tiempo antes y después de la mejora.

Finalmente, en el desarrollo del capítulo cinco se presentarán los resultados que se obtuvieron durante y después de finalizada la aplicación de la técnica. Se mostrarán las mejoras de forma cuantitativa y cualitativa desde el punto de vista productivo y financiero además de metodologías para el mantenimiento y mejora continua del proceso de cambio.

1. ANTECEDENTES GENERALES

En esta sección se hará una breve reseña histórica sobre la empresa que actualmente se dedica a la producción de agua pura y bebidas carbonatadas y su organización actual. Además, se incluirán conceptos generales relacionados a la producción y productividad, las definiciones básicas sobre los ingredientes que componen las bebidas a tratar, y generalidades sobre la técnica SMED.

1.1. Empresa de bebidas

La empresa productora de bebidas y refrescos carbonatados tiene sus inicios en los años treinta con la puesta en marcha de un proceso que utilizaba herramientas y maquinaria bastante sencilla, pero que tenía la capacidad para cubrir las necesidades de ese tiempo. Posteriormente a través de la implementación de equipos especializados para el embotellado de productos líquidos, se logró llenar más de 200 envases por hora de alrededor de 18 litros.

Desde sus inicios la empresa consciente de su compromiso de dar a sus clientes productos de calidad visiona con la expansión de sus instalaciones, iniciando este proyecto cuarenta años después de alcanzar 200 envases, logrando llenar más de 3 000 envases por hora.

Actualmente, la empresa se dedica a las operaciones industriales y comerciales relacionadas con la fabricación, embotellamiento, distribución y expendio de agua pura y bebidas carbonatadas contando con múltiples plantas de producción alrededor del territorio nacional con el fin de satisfacer la demanda y competir en el mercado actual.

1.1.1. Ubicación

Geográficamente la empresa se encuentra ubicada en el este de la ciudad de Guatemala. Colinda al este y norte con el municipio de Mixco, al oeste con el municipio de Palencia y al sur con el municipio de Santa Catarina Pinula.

1.1.2. Misión

Nuestra misión es proporcionar bebidas de alta calidad, accesibles y listas para el expendio a los consumidores de toda Guatemala, guiados por nuestros valores buscamos continuamente exceder las expectativas de nuestros clientes, mejorar la calidad de vida de nuestros trabajadores y de la comunidad.

1.1.3. Visión

Nuestra visión es ser una de las principales empresas en el mercado de bebidas a nivel nacional, estando comprometidos en obtener una rentabilidad justa, sin perder la calidad y la responsabilidad social en nuestra comunidad y ambiental en el planeta.

1.1.4. Tipo de organización

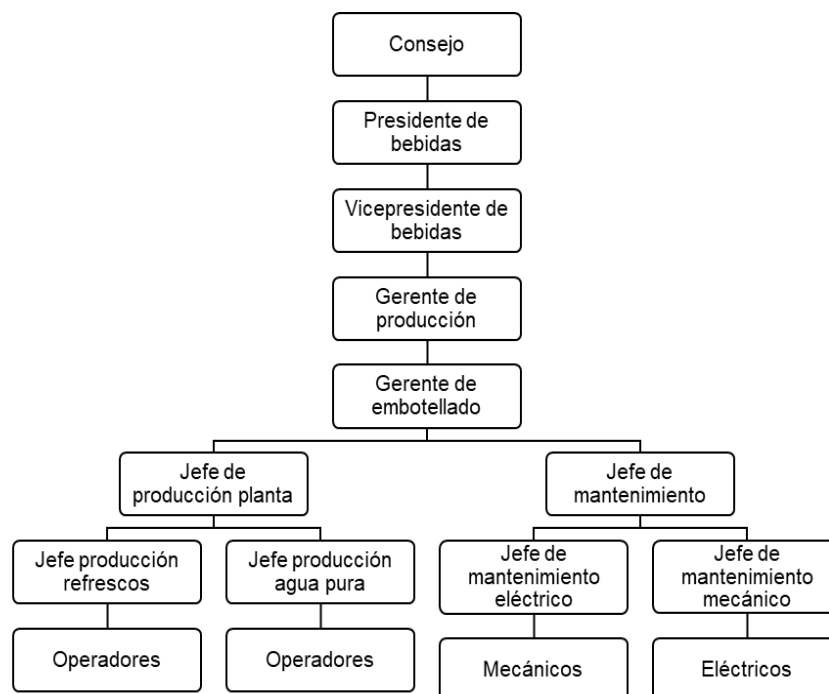
Es una empresa guatemalteca privada, lucrativa y formal. “El sector industrial al que pertenece es a la industria de consumo final donde se encuentran las industrias de bebidas.”¹ La estructura organizacional está diseñada estratégicamente para reunir en unidad de trabajo a todos los que participan en la producción y comercialización de sus productos.

¹ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p.6.

1.1.4.1. Organigrama

A continuación, se ilustra el organigrama actual de la empresa dirigido específicamente hacia el área de productiva de la misma.

Figura 1. Organigrama de la organización



Fuente: elaboración propia.

1.1.4.2. Descripción de puestos

- Consejo: tiene funciones de dirección, representación y mando cuyas acciones van dirigidas a velar por los intereses de los accionistas, a través de la toma de decisiones, orientación de estrategias, gestión presupuestaria, creación de objetivos.

- Presidente de bebidas: responsable del desempeño de la empresa. Coordinar y supervisar el cumplimiento de los objetivos planteados por el consejo y a su vez crear estrategias a corto, mediano y largo plazo.
- Vicepresidente de bebidas: velar porque las operaciones de la empresa se produzcan de forma efectiva y acorde a las estrategias planteadas por el presidente; ejecutándolas mediante la asignación de responsabilidades, la supervisión y la comunicación de estas a los gerentes de departamento.
- Gerente de producción: mantener la dirección de todos los departamentos de producción de la empresa mediante la planificación y supervisión de la mano de obra que se encuentra directamente bajo su cargo.
- Gerente de embotellado: asegurar el cumplimiento del plan de producción y de los indicadores. Dirigir la implantación de nuevos proyectos, comunicar objetivos y supervisar el cumplimiento de las mejores prácticas.
- Jefe de producción de planta: gestiona a la mano de obra y el recurso técnico que tiene a su cargo. Diseñar estrategias para el cumplimiento de la producción, los parámetros de calidad, ser un intermediario entre los jefes de área y la gerencia de embotellado.
- Jefe de producción de refrescos y jefe de producción de agua pura: supervisar la transformación de la materia prima a lo largo de todo el proceso, hasta llegar al área de producto terminado en el área de refrescos o agua pura. Controlar, entrenar y supervisar la labor de los supervisores de áreas y operarios durante el ejercicio de sus funciones.

- Operadores: responsables del manejo de la maquinaria y herramientas utilizadas en la transformación del producto, seguir las instrucciones y especificaciones de producción dadas por la gerencia. Asegurar la producción mediante la verificación de los estándares de calidad.
- Jefe de mantenimiento: define, planifica y supervisar la política de mantenimiento eléctrico y mecánico, con el objetivo de mejorar el modelo preventivo y establecer metodologías operativas de mantenimiento.
- Jefe de mantenimiento eléctrico y jefe de mantenimiento mecánico: programar, diseñar y supervisar las metas del mantenimiento eléctrico/ mecánico de la planta. Supervisar y controlar las tareas y actividades asignadas al personal a su cargo, garantizando su ejecución
- Mecánicos y eléctricos: responsables de realizar tareas de mantenimiento apropiadas de manera oportuna, resolver o reparar con los medios proporcionados por la administración las fallas mecánicas/eléctricas del equipo utilizando el menor tiempo posible.

1.2. Producción

“Es la transformación de un conjunto de insumos a través de una serie de etapas previamente definidas para obtener un producto con características diferentes al insumo inicial, que se hará llegar a los consumidores.”²

² CARRO PAZ, Roberto, & GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel. *Núlan - Portal de Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico*. http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf. Consulta: febrero de 2018.

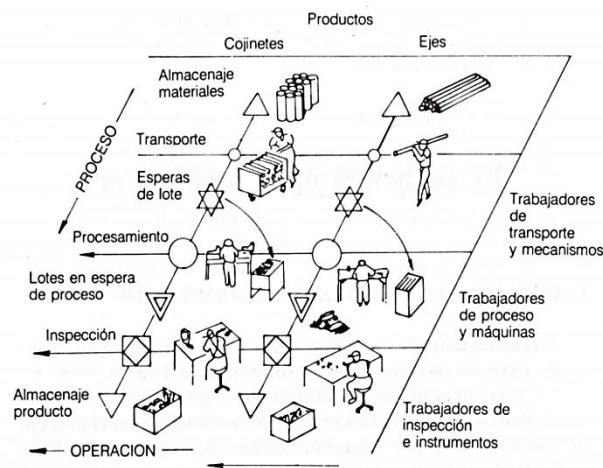
1.2.1. Definición

“En términos de un sistema productivo es cualquier actividad o grupo de actividades en donde se involucran recursos humanos y materiales, los cuales, mediante la planificación y el diseño de los procesos, uno o varios insumos son transformados adquiriendo un valor agregado, obteniendo un producto que cumple con estándares de calidad definidos para ser entregado a un cliente y satisfacer una necesidad.”³

1.2.2. Generalidades

A pesar de las diferencias entre las industrias y los tipos de producción, existen aspectos que aparecen en todo proceso de transformación como lo son: “el procesado, la inspección, el transporte y el almacenaje.”⁴

Figura 2. Estructura de la producción



Fuente: SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED* p.6.

³ NIEBEL, Benjamín, & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños de trabajo*. p.2.

⁴ SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. p.6.

1.2.3. Tipos de producción

No todos los sistemas productivos son iguales, ya que estos varían en función de su distribución, cantidad de bienes producidos, forma y ritmo de trabajo y principalmente el tipo de producto a manufacturar, por lo que se deben clasificar con el fin de adecuar los métodos y técnicas de análisis que sean propias de su forma.

1.2.3.1. Producción por proyecto

“También llamada producción por trabajo consiste en la fabricación de un producto que posee condiciones, especificaciones y entornos diferentes para cada proyecto. Su principal particularidad es que debe ser completado bajo un determinado presupuesto y lapso siendo generalmente un proceso largo, sujeto a imprevistos y de gran coste. La producción se desarrolla en un sitio específico que cumple con las condiciones para el trabajo, por lo que todos los recursos se trasladan al lugar donde deberá ser realizado el proyecto.”⁵

1.2.3.2. Producción en masa

“Consiste en un proceso productivo altamente mecanizado y automatizado, empleando máquinas muy especializadas que precisan del trabajo de una cantidad elevada de trabajadores organizados bajo el concepto de división de trabajo, es decir, el trabajo se reparte en tareas elementales para que la mano de obra según sus habilidades y conocimientos trabaje de forma especializada, logrando producir altos volúmenes generando un bajo coste unitario.”⁶

⁵ VASQUEZ, Víctor Hugo. *Introducción a los procesos de manufactura*. <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-12.pdf>. Consulta: febrero de 2018.

⁶ *Ibíd.*

1.2.3.3. Producción por lotes

“En este modelo se produce una gran variedad de artículos pero en cantidades limitadas, los cuales tienen gran similitud entre sí y comúnmente las tareas que se deben realizar para obtener el producto terminado guardan una estrecha relación, distribuidas por proceso.”⁷

1.2.3.4. Producción continua

“Se denominan de esta forma a los procesos con ritmos acelerados donde no se realizan cambios en el producto en largos periodos de tiempo y por lo tanto, las tareas se ejecutan sin interrupciones. Generalmente la materia prima se transporta a lo largo de la línea de producción donde ocurren ensambles que conforman el producto terminado.”⁸

“Es necesario que los tiempos de cada tarea sean de igual longitud y las inspecciones del producto deben realizarse durante la producción. Otra de las características es que, al tener un proceso con una relación tan estrecha entre cada etapa, la interrupción o el retraso de una de estas significa una pérdida de tiempo en toda la línea de producción.”⁹

1.2.4. Eficiencia general de los equipos

También conocido como *OEE*, por sus siglas en inglés *Overall Equipment Effectiveness* utilizada y descrita por primera vez por Seiichi Nakajima, como una medida para rastrear el rendimiento de la producción.

⁷ BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos*. p.76.

⁸ *Ibíd*, p.77.

⁹ VASQUEZ, Victor Hugo. *Introducción a los procesos de manufactura*. <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-12.pdf>. Consulta: febrero de 2018.

“Para esta métrica no solamente se enfoca en la efectividad del funcionamiento de los equipos, si no que combina las responsabilidades tanto de los operadores y el personal de mantenimiento para aumentar el desempeño general del equipo. El EGE se obtiene del producto (en términos porcentuales) de los 3 parámetros fundamentales la disponibilidad de los equipos, el rendimiento del proceso y la calidad.”¹⁰

Tabla I. **Clasificación del EGE**

Intervalo	Clasificación	Descripción
0 – 64 %	Deficiente	se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65 – 74 %	Regular	es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen bajas económicas. Existe baja competitividad.
75 – 84 %	Aceptable	debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85 – 94 %	Buena	entra en valores de clase mundial. Buena competitividad.
95 – 100 %	Excelente	valores de clase mundial. Alta competitividad.

Fuente: elaboración propia.

1.2.4.1. **Disponibilidad**

“La disponibilidad o utilización hace referencia al cociente entre el tiempo en que la máquina ha estado realmente produciendo y el tiempo que la máquina tiene programado para la producción, es decir, el tiempo de operación.”¹¹

¹⁰ SISTEMAS OEE. *Definición del OEE*. <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>. Consulta: marzo de 2018.

¹¹ Sistemas OEE. *Sistemas OEE*. <https://www.sistemasoe.com/calcular-oe/>. Consulta: marzo de 2018.

“Los tiempos muertos son pérdidas de tiempo no planificadas. es decir, cuando la máquina está disponible más, sin embargo, no produce piezas por paradas debidas a averías, faltas de material, cambios de formatos o de herramientas, descansos, entre otros.”¹²

1.2.4.2. Rendimiento

“El rendimiento resulta de dividir la capacidad real, es decir, el número de piezas realmente producidas, por la capacidad teórica, la cual es el número de piezas que la máquina es capaz de producir en un periodo de tiempo de operación determinado.”¹³ “El rendimiento busca capturar aquellas pérdidas de tiempo originadas por las reducciones de velocidad por microparos.”¹⁴

1.2.4.3. Calidad

“Las piezas producidas pueden clasificarse en función del cumplimiento de los estándares de calidad como conformes o no conformes. El eje de la calidad se obtiene del cociente entre las piezas conformes y las piezas totales producidas en un periodo de operación determinado.”¹⁵ “Las deficiencias en la calidad implican no solo la perdida por la pieza no conforme, sino que también por la pérdida de tiempo productivo que se requirió para producir una pieza defectuosa o tiempo no planificado utilizado en intentar asegurar la calidad.”¹⁶

¹² JASSO BELTRÁN, Enrique. *OEE Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de los Equipos*. <https://www.gestiopolis.com/oe-overall-equipment-effectiveness-eficiencia-global-los-equipos/>. Consulta: marzo de 2018.

¹³ *Ibíd.*

¹⁴ SISTEMAS OEE. *Definición del OEE*. <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>. Consulta: marzo de 2018.

¹⁵ SEJZER, Raúl. *¿Qué es la OEE y cómo se calcula?*. <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-la-oe-y-como-se-calcula-ejemplo.html>. Consulta: marzo de 2018.

¹⁶ CDI Lean Manufacturing S.L. *El Indicador OEE*. <http://www.cdiconsultoria.es/sites/default/files/docsPaginas/Indicador%20OEE.pdf>. Consulta: marzo de 2018.

1.2.5. Tiempos muertos

Un tiempo muerto en la línea de producción se considera cuando no se encuentra realizando ningún proceso que contribuya a la formación del producto final. Para efectos del presente trabajo se considerarán principalmente las pérdidas de tiempo por disponibilidad y por reducción de velocidad siendo los cambios de presentación y los microparos respectivamente.

1.2.5.1. Cambios de presentación

“También conocidos como cambios de herramental son una serie de procedimientos que se realizan con el fin de adaptar la línea de producción o maquinaria para producir un tipo diferente de producto o una variación de este, pudiendo para ello realizar montajes y desmontajes de piezas, ajustes de tamaño, cambios de materias primas, formulaciones, entre otros.”¹⁷

“El tiempo de cambio de presentación inicia al salir la última pieza de la producción anterior de la máquina llenadora y termina al obtener la primera pieza conforme del nuevo producto de la llenadora.”¹⁸

1.2.5.2. Microparos

“Son pequeñas paradas en la producción que pueden parecer imperceptibles e incluso despreciables, pero en realidad al ocurrir una gran cantidad de ellos causan una pérdida de tiempo considerable.”¹⁹

¹⁷ SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. p.29-30.

¹⁸ MTM Ingenieros. *¿Qué es SMED?*. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>. Consulta: marzo de 2018.

¹⁹ GONZÁLEZ, Hugo Leonel. *Una Herramienta de Mejora, El OEE (Efectividad Global del Equipo)*. <http://www.eumed.net/ce/2009b/hlag.htm>. Consulta: marzo de 2018.

1.3. Agua purificada

“Se refiere al agua que posee menos de 10 partes por millón de sólidos disueltos y baja en contenidos de minerales, la cual través de una variedad de diferentes procesos se eliminan productos químicos, toxinas, olores e impurezas.”²⁰

1.3.1. Tipos de purificación

Actualmente existen diferentes métodos de purificación de agua, los cuales dependiendo de las características iniciales del agua como lo son el nivel de contaminación y la cantidad de metales unos pueden ser más efectivos que otros. Entre los métodos más comunes podemos encontrar:

- “Filtro de sedimentos: según el objetivo de este procedimiento es la eliminación de los sedimentos sólidos como lo pueden ser tierra, limo, arena y partículas de suciedad orgánica o inorgánica que se encuentran suspendidos en el agua.”²¹
- “Filtro de carbón activado: en este sistema el agua pasa por un filtro de carbón activado, el cual contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores, contaminantes orgánicos y sólidos pesados en el agua.”²²

²⁰ FERNANDEZ DOMINGUEZ, Oscar. *¿Cuál es la diferencia entre el agua destilada y el agua purificada?*.<http://usodelagua.com/2018/02/la-diferencia-agua-destilada-agua-purificada/>. Consulta: marzo de 2018.

²¹ CUELLAR, Sergio Lili. *Tipos de purificación de agua*.
<https://tiposdeagua.com/purificacion/>. Consulta: marzo de 2018.

²² *Ibíd.*

- Desinfección con cloro: es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. “Este método por si solo no asegura la limpieza de todos los microorganismos, por lo que es recomendable utilizar métodos complementarios para asegurar la purificación.”²³

1.3.2. Lineamientos de seguridad e higiene

Con función de asegurar y velar por la salud de los habitantes del país, las fabricas envasadoras de agua para consumo humano son autorizadas, vigiladas y controladas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través del Departamento de Regulación y Control de Alimentos. Para lo cual deben registrarse por la Norma Sanitaria Para la Autorización y Control de Fábricas Envasadoras de Agua Pura Para Consumo Humano No. 002-2003.

1.4. Refrescos carbonatados

“Son bebidas sin alcohol que tienen como ingrediente base agua carbonatada, por lo que su presentación siempre se caracteriza por estar envasada y sellada de forma hermética, ya sea en botellas de plástico *pet* o vidrio. Al agua carbonatada se le agrega un jarabe que proporciona diferentes sabores, colores y aromas para darle tanto una apariencia como sabor distintivo conformando el refresco carbonatado.”²⁴

²³ WITT, Vicente., & REIFF, Fred. *La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales*. http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/Desinfeccion_Agua_Casero_Zonas_%20Urbanas_%20Marginales_Rurales.pdf. Consulta: marzo de 2018.

²⁴ ANFABRA. *El Libro Blanco De Las Bebidas Refrescantes*. Madrid: ANFABRA. http://www.refrescantes.es/w-pcontent/uploads/2013/11/Libro_Blanco_Bebidas_Refrescantes_ANFABRA.pdf. Consulta: marzo de 2018.

1.4.1. Origen

“Las bebidas refrescantes nacieron hace más de dos siglos, a finales del XVIII con el propósito de saciar la sed de forma agradable al paladar. En ese entonces se le denominaban como soda a las bebidas cuyos ingredientes principales son agua, bicarbonato sódico y anhídrido carbónico. Muchas de ellas tuvieron su origen para paliar pequeñas afecciones.”²⁵

1.4.2. Ingredientes básicos

A pesar de los diferentes tipos de bebidas carbonatadas que se encuentran en el mercado, se pueden determinar ciertos ingredientes que son un denominador común entre ellas, los cuales se describen a continuación.

1.4.2.1. Agua carbonatada

“Es una sustancia transparente e incolora que resulta de la combinación de agua con anhídrido carbónico (H_2CO_3), este último está formado por dióxido de carbono (CO_2) el cual le concede su sabor ácido y particular sensación en la lengua característica a los refrescos carbonatados.”²⁶

1.4.2.2. Edulcorantes

Se le llama edulcorante a cualquier sustancia, natural o artificial, que edulcora, es decir, que sirve para dar sabor dulce a un alimento o producto, fermentar panes y salsas o dar cuerpo a las bebidas carbonatadas.

²⁵ ANFABRA. *El Libro Blanco De Las Bebidas Refrescantes*. Madrid: ANFABRA. http://www.refrescantes.es/w-pcontent/uploads/2013/11/Libro_Blanco_Bebidas_Refrescantes_ANFABRA.pdf. Consulta: marzo de 2018.

²⁶ *Ibíd.*

“Actualmente existen diferentes tipos de edulcorantes entre los más comunes se pueden mencionar los naturales o nutritivos y artificiales o no nutritivos, cuya diferencia está en su capacidad de edulcorar.”²⁷

- “Edulcorantes artificiales: se usan como sustitutos de los edulcorantes naturales, ya que su capacidad de edulcoración es mucho mayor. Todos los edulcorantes que entran en esta categoría son aquellos fabricados químicamente. Podemos mencionar el aspartamo, sacarina, la sucralosa y el acesulfame-K.”²⁸

1.4.2.3. Acidulantes

Son sustancias que se agregan a los alimentos cuyo propósito es reforzar, desarrollar o modificar el sabor, en la industria de las bebidas es comúnmente utilizado para modificar la sensación de dulzor provocada por la cantidad de edulcorantes añadidos.

“Estos contribuyen al poseer un efecto antioxidante que ayuda a la conservación de los alimentos evitando la proliferación de bacterias. Entre algunos acidulantes comunes se puede encontrar el ácido cítrico, ácido málico, ácido ascórbico (vitamina C), ácido, entre otros.”²⁹

²⁷ ANFABRA. *El Libro Blanco De Las Bebidas Refrescantes*. Madrid: ANFABRA. http://www.refrescantes.es/w-pcontent/uploads/2013/11/Libro_Blanco_Bebidas_Refrescantes_ANFABRA.pdf. Consulta: marzo de 2018.

²⁸ AGUILAR, José Armando. *¿Dulce Alternativa? Edulcorantes Artificiales*. <https://studylib.es/doc/5408481/edulcorantes-artificiales>. Consulta: marzo de 2018.

²⁹ PÉREZ, Américo Guevara. *Tecnología de las Bebidas Carbonatadas*. <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/SeparataBebidas%20carbonatadas.pdf>. Consulta: marzo de 2018.

1.4.2.4. Colorantes

“Son utilizados en la industria, como su nombre lo indica, para modificar el color de los productos y hacerlos más atractivos de acuerdo con las preferencias de los consumidores. Existen tres tipos de colorantes: naturales obtenidos por extracción o destilación de productos naturales, sintéticos elaborados químicamente e imitan los de los colorantes naturales y los artificiales cuyos colores no se encuentran en la naturaleza.”³⁰

1.4.3. Lineamientos de seguridad e higiene

Con función de asegurar y velar por la salud de los consumidores del país, las fábricas que procesan alimentos y bebidas son autorizadas, vigiladas y controladas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través del Departamento de Regulación y Control de Alimentos. Para lo cual deben registrarse por la Norma Sanitaria Para la Autorización y Funcionamiento de Fábricas de Alimentos Procesados y Bebidas No.003-99.

Asimismo, debe registrarse bajo el Acuerdo Gubernativo No. 969-99 Reglamento Para La Inocuidad De Los Alimentos emitido por el Organismo Ejecutivo por conducto del Ministerio de Salud, según el Decreto número 90-97 del Congreso de la República.

1.5. Técnica SMED

“Técnica desarrollada por el ingeniero mecánico japonés Shigeo Shingo en los años de 1 950, enfocada en la mejora de la disponibilidad de tiempo de

³⁰ CORREA, Ricardo, & GABOT, Mariel. *Colorantes en los alimentos*. <http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf>. Consulta: abril de 2018.

operación a través de la reducción en los tiempos de cambios pudiendo ser aplicada a toda clase de máquinas. Las siglas SMED corresponden al acrónimo *Single-Minute Exchange of Die* que significa cambio de matriz en un solo dígito de minuto. ”³¹

“Es decir, la técnica plantea realizar cambios en menos de diez minutos o en su defecto obtener una reducción sustancial del tiempo a través del análisis de las operaciones realizando la identificación y conversión de operaciones internas en externas.”³²

1.5.1. Objetivo de la técnica

“Aplicar la técnica SMED permite a las industrias obtener tiempos de fabricación más cortos, lotes más reducidos, mejorando así la reducción de costos y los tiempos de entrega. En pocas palabras aumentará la flexibilidad y la fiabilidad del resultado del proceso de cambio, además:

- Reducir los tiempos de preparación, producción y de entrega.
- Ser más competitivo disminuyendo las perdidas productivas.
- Maximizar el rendimiento de las máquinas utilizando la capacidad ideal.
- Incrementar la calidad de los procesos disminuyendo el producto defectuoso.
- Creación de equipos interdisciplinarios dedicados a la mejora continua. ”³³

³¹ SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. p.23,27.

³² *Ibíd*, p.24.

³³ LÓPEZ ORTEGA, Beatríz. *Aplicación del SMED para la solución de problemas en el proceso de fabricación por termocompresión*. p. 5-6.

1.5.2. Fases de elaboración

“Sin importar la clase de proceso productivo, el proceso de análisis, transformación y mejora en la técnica SMED son invariables. La obtención y disposición de información factual del proceso es fundamental para obtener un punto de partida.”³⁴

“Además, el factor humano es esencial que se cumplan a cabalidad cada una de las etapas para lograr el éxito al momento de la aplicación de las mejoras. Los pasos claves para llevar a la práctica esta técnica según son:

- Primera etapa: revisión del método actual de trabajo.
- Segunda etapa: identificación y clasificación de las operaciones.
- Tercera etapa: transformación de las operaciones.
- Cuarta etapa: mejora y simplificación.”³⁵

1.5.2.1. Revisión del método actual de trabajo

“En esta etapa no se encuentran diferenciadas las preparaciones de tipo interna y externa. Aquí es donde se busca determinar cuál máquina en el cambio de presentación es el que representa la estación más lenta. Durante este proceso se debe de realizar una lista de actividades con sus respectivos tiempos con todos los pasos de forma detallada para obtener de esta forma el tiempo total de cambio de la pieza.”³⁶

³⁴ MTM Ingenieros. *¿Qué es SMED?*. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>. Consulta: abril de 2018.

³⁵ MTM Ingenieros. *¿Qué es SMED?*. <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>. Consulta: abril de 2018.

³⁶ LÓPEZ ORTEGA, Beatríz. *Aplicación del SMED para la solución de problemas en el proceso de fabricación por termocompresión*. p.7.

Aquí el tiempo de preparación es la sumatoria del tiempo de preparación interna y el tiempo de preparación externa. Este tiempo se utilizará como referencia para observar si los tiempos en realidad se están disminuyendo. Para realizar esta tarea se debe de ayudar de la técnica del estudio del trabajo.

1.5.2.2. Estudio del trabajo

“Es la aplicación de técnicas específicas para realizar un análisis profundo del trabajo realizado por los humanos en todos los contextos con el propósito de identificar los factores que influyen positiva como negativamente en su desempeño.”³⁷

- “Medición del trabajo: es la aplicación de las técnicas del estudio de tiempos, el cual se encarga de analizar y cuantificar el tiempo que requiere un operario en realizar cierta operación, realizándola a través de un proceso estandarizado. Entre las técnicas más conocidas para realizarlo se tiene la cronometración, el muestreo de trabajo, la estimación de datos históricos, por mencionar algunos.”³⁸. Algunos conceptos básicos son:
 - “Criterio de General Electric: es un método que establece el número de ciclos a estudiar en función de la duración de los mismos y es el más recomendado cuando los tiempos de ejecución son largos.”³⁹
 - “Tiempo cronometrado: es el tiempo que se obtiene a partir del promedio de un conjunto de ciclos de una operación observada, previamente normalizada.”⁴⁰

³⁷ NIEBEL, Benjamín, & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños de trabajo*. p.2.

³⁸ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p.179, 184.

³⁹ NIEBEL, Benjamín, & FREIVALDS, Andris, op.cit. p.340.

- “Valoración del trabajo por el método Westinghouse: sistema desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, el cual considera cuatro factores para evaluar a detalle y de forma cuantitativa el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.”⁴¹ (ver anexo 1)
- “Tiempo normal: es el tiempo que se obtiene después de ajustar el tiempo cronometrado calificando el desempeño de un operador calificado que realiza que realiza determinada actividad.”⁴²
- “Suplementos de trabajo: son concesiones de tiempo que se dan al trabajador para reponerse de los efectos de la fatiga física y psicológica, causados por los efectos del trabajo o para prever demoras legítimas que puedan aparecer.”⁴³ (ver anexo 2).
- “Tiempo estándar: es el tiempo que se requiere para completar un ciclo de trabajo por un operador calificado y con conocimiento de la operación a un ritmo normal durante un periodo de tiempo determinado sin presentar fatiga.”⁴⁴
- “Estudio del método: se encarga de analizar la planificación, diseño y desarrollo de las operaciones que se realizan en la empresa de forma cualitativa y cuantitativa, con el fin de aumentar la efectividad mediante la aplicación de métodos mejorados de trabajo. Dentro de las técnicas que

⁴⁰ NIEBEL, Benjamin, & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños de trabajo*. p.344.

⁴¹ Ibid, p.358.

⁴² Ibid, p.343.




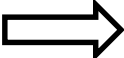


⁴³ Ibid, p.366.

⁴⁴ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*.p.240.

se utilizan para realizarlo son el análisis de productividad, operaciones, condiciones de trabajo, la diagramación, entre otros. ”⁴⁵

- “Los diagramas de flujo de procesos muestran la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, demoras y materiales, además, información que se considera esencial para el análisis como lo son tiempos y distancias. Estos se emplean en procesos de fabricación o administrativos, desde el ingreso de los materiales hasta la obtención del producto terminado .”⁴⁶

Tabla II. **Simbología para diagrama de flujo de proceso**

ACTIVIDAD	FIGURA	DESCRIPCIÓN
Proceso		Ocurre cuando se modifican las características del objeto, se le agrega algo, se prepara para otra etapa.
Inspección		Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para verificar la calidad cualesquiera de sus características.
Combinada		Se presenta cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operador en el mismo punto de trabajo.
Transporte		Ocurre cuando un objeto o un grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando forman parte de una operación o inspección.
Demora		Ocurre cuando se interfiere el flujo de un objeto o un grupo de ellos, con lo cual se retarda el siguiente paso planeado.
Almacenaje		Ocurre cuando un objeto o un grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*.p.42-43.

⁴⁵ NIEBEL, Benjamin & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños de trabajo* . p.57.

⁴⁶ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p.42-43.

1.5.2.3. Identificación y clasificación de las operaciones

“En esta etapa consiste en diferenciar y separar las operaciones de preparación internas y externas. Las preparaciones internas se refieren a las actividades que únicamente se realizan mientras la máquina no se encuentra en funcionamiento y las preparaciones externas son actividades que pueden realizarse mientras la máquina se encuentra en funcionamiento.”⁴⁷

1.5.2.4. Transformación de las operaciones

Se busca convertir la preparación interna en externa. Se debe analizar el proceso con el fin de encontrar operaciones que se tomen equivocadamente como internas haciendo uso de la tabla de actividades previamente realizada y clasificada en el primer paso.

“Por otra parte, las operaciones externas ya no se tomarán como parte del tiempo de cambio de presentación, por lo que este último será igual a la duración del cambio de las operaciones internas. Siendo esto un paso crítico, ya que es aquí donde se produce la reducción del tiempo para el cambio.”⁴⁸

1.5.2.5. Mejora y simplificación

“En esta etapa se deben mejorar todos los aspectos de la operación de preparación como lo serían principalmente el tiempo y el método de trabajo. Haciendo uso de la nueva tabla de actividades, donde las actividades que lograron ser convertidas de internas a externas se les colocó un tiempo de

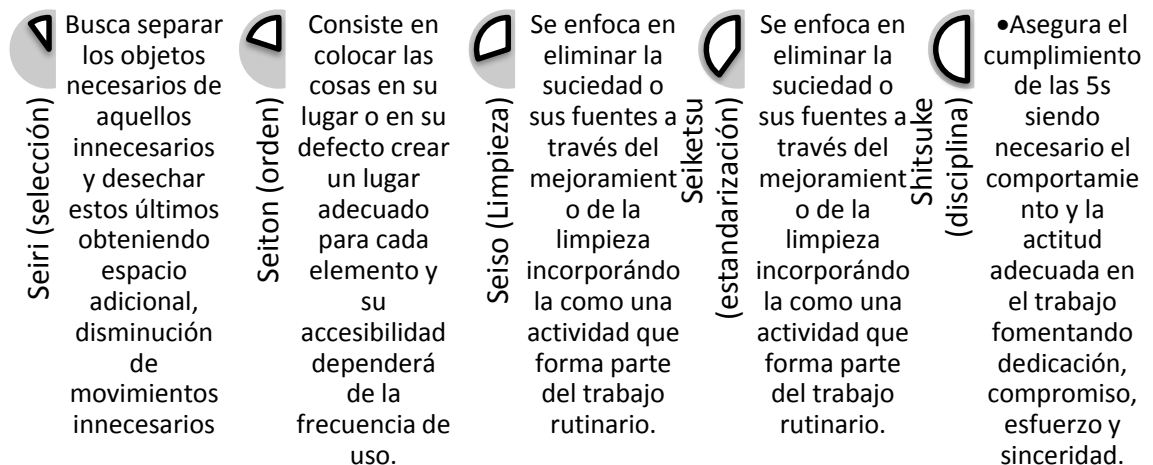
⁴⁷ LÓPEZ ORTEGA, Beatriz. *Aplicación del SMED para la solución de problemas en el proceso de fabricación por termocompresión*. p. 8.

⁴⁸ SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*.p.32-33.

duración cero, se deben perfeccionar las operaciones logrando así reducir al máximo el tiempo de cambio. Posteriormente a la estandarización, se da inicio a una fase de entrenamiento operativo con el nuevo método de trabajo. ”⁴⁹

- “Técnica de gestión 5S: metodología japonesa utilizada en la industria por primera vez en Toyota alrededor de los años de 1 960 como parte de las herramientas del método Toyota. Su propósito es conformar una cultura empresarial comprometida con los buenos hábitos de comportamiento que desemboquen en un ambiente de trabajo enfocado hacia la eficiencia y la productividad. ”⁵⁰ Para lograr su objetivo es necesario seguir una serie de pasos que se describen en la siguiente figura.

Figura 3. Sistema de gestión 5s



Fuente: HERNÁNDEZ, Matías & VIZÁN, Idoipe. *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*.p.36-41.

⁴⁹ SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*.p.33-34.

⁵⁰ REY SACRISTÁN, Francisco. *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. p.3-4.

1.6. Líneas automáticas

“Una línea de producción automatizada es un sistema donde las tareas son realizadas secuencialmente por un conjunto de máquinas y elementos tecnológicos generalmente sincronizados por fotoceldas y sensores, relegando el trabajo humano al accionamiento y supervisión de la maquinaria.”⁵¹

1.6.1. Características

“Requieren de grandes inversiones de capital y solo se recomiendan para producir bienes de alta demanda, largo ciclo de vida y diseño constante. En la actualidad cualquier sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte operativa: es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son las personas operativas que hacen que la línea de producción se mueva y empiece a funcionar.
- Parte de mando: es la parte programable de la línea. En si consta de una computadora central que tiene control a todas las partes o la mayor parte de la línea de producción en el caso de que ocasione un paro o un fallo.”⁵²

1.6.2. Líneas envasadoras automáticas de líquidos

“Una línea envasadora automática de líquidos está conformada por una serie de máquinas que se encuentran conectadas a través de una computadora central y que, dependiendo de las necesidades del producto o las condiciones

⁵¹ SALGARA, Ruth Yolanda. *Control y automatización industrial del sistema de aire acondicionado de una planta de lubricantes*. p. 12.

⁵² Ibid, p. 13.

iniciales de la materia prima, se encargan del ordenamiento, selección, enjuague, lavado y esterilización de los envases hasta el llenado, taponado, etiquetado y empaçado del producto terminado. ”⁵³

1.6.3. Tipos de envasadoras

Hoy en día existen una gran cantidad de tipos de envasadoras, pero en términos generales las envasadoras automáticas se clasifican en tres grandes grupos, las envasadoras lineales, rotativas y universales.

1.6.3.1. Envasadora lineal

“Son aquellas en las que la alimentación y el llenado se realiza en un transportador posicionador y un cabezal de válvulas que se encuentran alineados colocando los envases por debajo de los dosificadores donde se detienen por un momento para ser llenadas. La alimentación y el llenado son de forma automática. Generalmente presentan una estructura simple y de fácil operación, pudiendo ser llenadas envases de diferentes materiales. ”⁵⁴

1.6.3.2. Envasadora rotativa

“Envasadoras rotativas son utilizadas para niveles de producción elevados. Son aquellas en las que la alimentación de envases, las válvulas de llenado y la operación de envasado se realiza en un sistema tipo carrusel; realizando la operación de llenado durante el recorrido del envase.

⁵³ HERRERO, David Díaz. *Diseño de una llenadora automática con capacidad para llenar 25,000 botellas de 475ml. de vinagreta grandma en un turno de 8 horas.* http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/diaz_b_d/capitulo2.pdf. Consulta: abril de 2018.

⁵⁴ *Ibíd.*

Dicho carrusel está alineado con respecto al circuito verticalmente, de manera que cuando las botellas suben, las boquillas de las botellas coinciden con las válvulas haciendo que se abran para lo cual se utiliza un sistema de estrellas de alimentación y salida de envases las cuales van sincronizadas al tanque porta válvulas de llenado.”⁵⁵

1.6.3.3. Envasadora universal

La envasadora universal también denominada tipo anaconda, a diferencia de la máquina rotativa, este tipo de máquina permite trabajar a altas velocidades y lo más importante es que no requiere accesorios extras para ajustar para diferentes tipos de envase. Se denominan universales ya que permiten el ajuste a diferentes diámetros, alturas de botellas y varios tipos de válvulas de llenado. ⁵⁶

⁵⁵ BARRIGA HERRERO, David Díaz. *Diseño de una llenadora automática con capacidad para llenar 25,000 botellas de 475ml. de vinagreta grandma en un turno de 8 horas.*: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/diaz_b_d/capitulo2.pdf. Consulta: abril de 2018.

⁵⁶ *Ibíd.*

2. SITUACIÓN ACTUAL

En esta sección se realizará una descripción del producto, las máquinas de la línea de producción, el proceso de producción, los métodos actuales de los cambios de presentación, la medición y el análisis del desempeño de la línea.

2.1. Descripción del producto

La línea envasa produce bebidas agua pura y bebidas carbonatadas en diferentes sabores y en diferentes presentaciones contenidos en un envase *pet*. El producto envuelto en paquetes está conformado por 6 o 12 unidades. El producto paletizado en 3 o 4 camas de producto

El producto individualmente está compuesto por los primeras 5 materiales y en pallets agregando los últimos 3 materiales del siguiente listado:

- Envase plástico *pet*
- Etiqueta plástica
- Bebida
- Tapa plástica
- Código impreso en botella
- Nylon termoencogible
- Lámina de cartón
- Película plástica

Se analizarán 24 de las presentaciones de la línea, clasificadas según el apéndice1.

2.1.1. Envase pet

El envase *pet* es el medio en donde se contiene la bebida terminada, el cual dependiendo del producto a producir pueden variar unos de otros. Pueden clasificarse por su forma, tamaño, dureza y textura.

- Clasificación por forma:
 - Forma tipo A: recta (FA)
 - Forma tipo B: semi curva (FB)
 - Forma tipo C: curva (FC)

- Clasificación por dureza:
 - Dureza tipo A: suave: muy fácil de apachar (DA)
 - Dureza tipo B: medio: dificultad media para apachar (DB)
 - Dureza tipo C: muy duro: difícil de apachar (DC)

- Clasificación por textura
 - Textura tipo A: sin textura (TXA)
 - Textura tipo B: textura en algunas partes del envase (TXB)
 - Textura tipo C: textura en la mayor parte del envase (TXC)

- Clasificación por tamaño
 - Tamaño tipo A: tamaño pequeño (TA)
 - Tamaño tipo B: tamaño medio (TB)
 - Tamaño tipo C: tamaño grande (TC)

Tabla III. **Clasificación de presentación según envase**

PRESENTACIÓN	FORMA	DUREZA	TEXTURA	TAMAÑO
PRESENTACIÓN TIPO R	FB	DA	TXC	TB
PRESENTACIÓN TIPO S	FC	DB	TXC	TB
PRESENTACIÓN TIPO T	FA	DA	TXA	TB
PRESENTACIÓN TIPO U	FA	DA	TXA	TA
PRESENTACIÓN TIPO V	FC	DB	TXB	TB
PRESENTACIÓN TIPO W	FC	DB	TXC	TB
PRESENTACIÓN TIPO X	FB	DB	TXC	TA
PRESENTACIÓN TIPO Y	FB	DC	TXC	TB
PRESENTACIÓN TIPO Z	FA	DA	TXA	TC

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Etiqueta

La etiqueta es parte fundamental para la identificación del producto conteniendo el nombre del producto, lugar de producción, ingredientes, contenido e información nutricional.

Dependiendo del producto las etiquetas pueden clasificarse por su tamaño y material.

- Clasificación por tamaño
 - Tamaño tipo A: etiqueta pequeña (TEA)
 - Tamaño tipo B: etiqueta mediana (TEB)
 - Tamaño tipo C: etiqueta grande (TEC)
 - Tamaño tipo D: etiqueta muy grande (TED)

- Clasificación por material
 - Material A: elasticidad y resistencia al corte baja (MA)
 - Material B: elasticidad y resistencia media (MB)
 - Material C: elasticidad y resistencia alta al corte (MC)

Tabla IV. **Clasificación de presentación según etiqueta**

PRESENTACIÓN	TAMAÑO	MATERIAL
PRESENTACIÓN TIPO R	TEA	MA
PRESENTACIÓN TIPO S	TEA	MA
PRESENTACIÓN TIPO T	TEA	MA
PRESENTACIÓN TIPO U	TEC	MB
PRESENTACIÓN TIPO V	FB	MB
PRESENTACIÓN TIPO W	TEA	MB
PRESENTACIÓN TIPO X	TEA	MC
PRESENTACIÓN TIPO Y	TEB	MC
PRODUCTO TIPO Z.1	TEC	MA
PRODUCTO TIPO Z.1, Z.2, Z.3	TEC	MB

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Tipo de bebida

La bebida es la parte central del producto, en este elemento es donde se produce la mayor variación de características, pudiendo encontrar entre ellas el color, aroma, sabor, niveles de gasificación o densidad de azúcar, siendo esta última la que tiene una incidencia directa en el desempeño de la línea.

Esto se debe a que la acumulación de residuos de bebida durante los procesos de llenado y taponado tienden a generar una capa de producto que

hace que ciertas partes de las máquinas puedan atorarse o pegarse con una frecuencia directamente proporcional al contenido de azúcar de la bebida.

- Densidad A: nula o poca densidad de azúcar (PA)
- Densidad B: media densidad de azúcar (PB)
- Densidad C: alta densidad de azúcar (PC)

Tabla V. **Clasificación de presentación según bebida**

PRESENTACIÓN	Densidad
PRESENTACIÓN TIPO R	PA
PRESENTACIÓN TIPO S	PA
PRESENTACIÓN TIPO T	PA
PRODUCTO TIPO U.1	PA
PRODUCTO TIPO U.2 y U.3	PC
PRESENTACIÓN TIPO V	PC
PRESENTACIÓN TIPO W	PB
PRESENTACIÓN TIPO X	PC
PRESENTACIÓN TIPO Y	PC
PRODUCTO TIPO Z.1y Z.2	PA
PRODUCTO TIPO Z.2, Z.3	PB

Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Tapa plástica

Se utilizan tapas hechas de plástico las cuales varían en color y algunas en forma. Dependiendo del producto pueden clasificarse según su forma.

- Tapa forma A: tapa de superficie recta (TSR)
- Tapa forma B: tapa de superficie curva (TSC)

Tabla VI. **Clasificación de presentación según tapa**

PRESENTACIÓN	FORMA
PRESENTACIÓN TIPO R	TSC
PRESENTACIÓN TIPO S	TSC
PRESENTACIÓN TIPO T	TSC
PRESENTACIÓN TIPO U	TSR
PRESENTACIÓN TIPO V	TSR
PRESENTACIÓN TIPO W	TSR
PRESENTACIÓN TIPO X	TSR
PRESENTACIÓN TIPO Y	TSR
PRODUCTO TIPO Z.1	TSC
PRODUCTO TIPO Z.1, Z.2, Z.3	TSR

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Código impreso en envase pet

El código impreso en el envase se realiza a través de una impresora por transferencia térmica. Esta imprime sobre el envase datos como la fecha, lugar y hora de producción, así como la fecha de vencimiento del producto, siendo por esto que el código debe ser cambiado dependiendo de la bebida a producir.

2.1.6. Nylon termoencogible

También conocido como películas retráctiles son películas de nylon transparente que al ser expuestas a cierta temperatura reducen su tamaño, por lo que son utilizadas para empacar el producto en cajas de 6 o 12 unidades, utilizándose siempre el mismo para cualquier presentación.

2.1.7. Planchas de cartón

Las panchas de cartón son utilizadas para el empaque del producto en pallets, colocando una plancha de cartón entre cada cama de producto formado en cajas, siendo un total de 3 planchas por pallet, no existiendo diferencia entre las planchas de cartón según la presentación que se esté produciendo.

2.1.8. *Stretch film*

También conocida como película estirable es un material plástico y transparente de gran resistencia mecánica que le permite estirarse y envolver de forma segura los pallets, evitando que durante el transporte los pallets se caigan, siendo éste el último material de empaque utilizado en el proceso.

2.2. Descripción del equipo

Las máquinas en la línea de producción funcionan totalmente de manera automática, es decir, una vez encendidas y ajustadas a las velocidades indicadas son capaces de aumentar y disminuir la velocidad, o de parar y reanudar por ellas mismas la producción en cualquier parte de la línea.

2.2.1. Máquinaria y equipo industrial

La línea de producción está conformada por 10 máquinas, las cuales son la máquina posicionadora, etiquetadora, enjuagadora, llenadora, taponadora, empacadora, horno, paletizadora y los transportes de envase y producto. Además, se cuentan con equipos de medición y limpieza. La información descriptiva de las máquinas se obtuvo de los manuales proporcionados por la línea envasadora cuyos nombres por motivos de confidencialidad se omitirán.

2.2.1.1. Transporte de envase y producto

Durante la producción el envase viaja a cada una de las estaciones de trabajo, a través de transportes de envase y transporte de producto.

En el transporte de envase este se sostiene de la boca y viaja en el carril que conecta las estaciones siendo impulsado por aire presurizado. En el transporte de producto, este ya se encuentra terminado, el cual debe pasar a través de bandas transportadoras.

2.2.1.2. Máquina posicionadora de envase

Se compone de una estructura fija, una parte giratoria y un transportador de salida. La estructura fija le da soporte a toda la máquina compuesta por el preorientador de botellas, aros de soporte del preorientador de apoyo botellas, el bastidor de la máquina y demás elementos de transmisión. La parte giratoria, compuesta de un disco superior portas-segmentos donde se produce la selección de botellas. El transportador de salida es el elemento que entrega las botellas a la línea correctamente posicionadas.

2.2.1.3. Máquina etiquetadora

Es un equipo automático compuesto por una parte fija y otra rotativa con un conjunto de funciones que permiten decorar envases *pet* de diferentes formas con etiquetas envolventes de variados materiales y tamaños de forma precisa. Está compuesta por portabobinas para etiquetas, dispositivos de empalme automático, regulador del curso de la cinta de etiquetas, rodillos de transporte, mecanismos de corte, encolador y recipiente de adhesivo y un cilindro de transferencia.

2.2.1.4. Máquina mezcladora

Consiste en un sistema cerrado entre tanques y tubos conectados que realiza la mezcla ayudados a través de una motobomba. Esta máquina también permite el almacenaje de parámetros y fórmulas de los diferentes sabores para el aseguramiento de la producción y cambios de presentación rápidos.

2.2.1.5. Máquina enjuagadora

Utilizada para el lavado interno de las botellas nuevas. Su función consiste en eliminar los posibles cuerpos extraños y el polvo que puedan haberse introducido en las botellas en su trayecto. Consta de un controlador, boquillas, transportador de envases canales de enjuague.

2.2.1.6. Máquina llenadora

Es una llenadora de tipo rotativa la cual está dividida en tres grupos principales de construcción: carrusel de la llenadora, permite el paso de los envases hacia las válvulas de llenado y tiene la capacidad de ajuste de los cabezales para adaptarse a la altura de las botellas, sistema de tuberías permite el paso de la bebida ya formulada hacia las válvulas llenadoras.

2.2.1.7. Máquina taponadora

Incluida dentro de la máquina llenadora, se compone de una parte inferior y una parte superior. La parte inferior se encarga del ajuste de la altura y la guía del envase. La alimentación de los tapones y el cierre de las botellas se realiza en la parte superior, donde se encuentran los cabezales de taponado con un torque y velocidad ajustables.

2.2.1.8. Dispositivos de inspección

Sistema de control e inspección que se encuentra después de la salida de la máquina llenadora teniendo un producto terminado. Cuenta con sensores de detección, iluminación y cámaras de inspección que le permiten rechazar producto que no cumpla con los requerimientos de presentación de tapa y etiqueta, así como los niveles de llenado. Posee un sistema automático o manual de ajuste para el paso de cualquier tipo de envase.

2.2.1.9. Máquina empacadora

Máquina automática que se encarga de separar los envases y formar paquetes de seis o doce unidades. Los paquetes pasan por un módulo de envolvimiento, donde se utiliza nylon termoencogible. Cuenta con dos de cada uno de estos módulos dentro de la cabina para trabajar paralelamente. Finalmente los módulos de corte que seccionan dicho nylon para llevar los paquetes al túnel térmico donde este se encoge y asegura los paquetes formados.

2.2.1.10. Máquina paletizadora

Compuesta por una formadora de paquetes que gira y reparte los paquetes con exactitud evitando el daño al producto para la formación de camas, utilizando un cabezal de agarre y una envolvedora automática de brazo giratorio para la envoltura y estabilización con película extensible que permiten la finalización del proceso de paletizado.

2.2.2. Implementos de trabajo y herramientas

Las herramientas para el personal de mantenimiento van desde desarmadores, medidores de voltaje y equipo de cómputo. Para el personal operativo sus implementos de trabajo consisten en herramientas para resolver fallos menores en las máquinas, cambios de presentación o instrumentos de medición que permiten asegurar la calidad durante el proceso de producción.

2.2.2.1. Herramientas mecánicas

Principalmente utilizados para los cambios de presentación y la resolución de fallos que no requieren intervención del personal de mantenimiento los operadores utilizan: llaves de tuercas de diferentes calibres, martillos; para el aseguramiento de la calidad torquímetros análogos, medidores de presión.

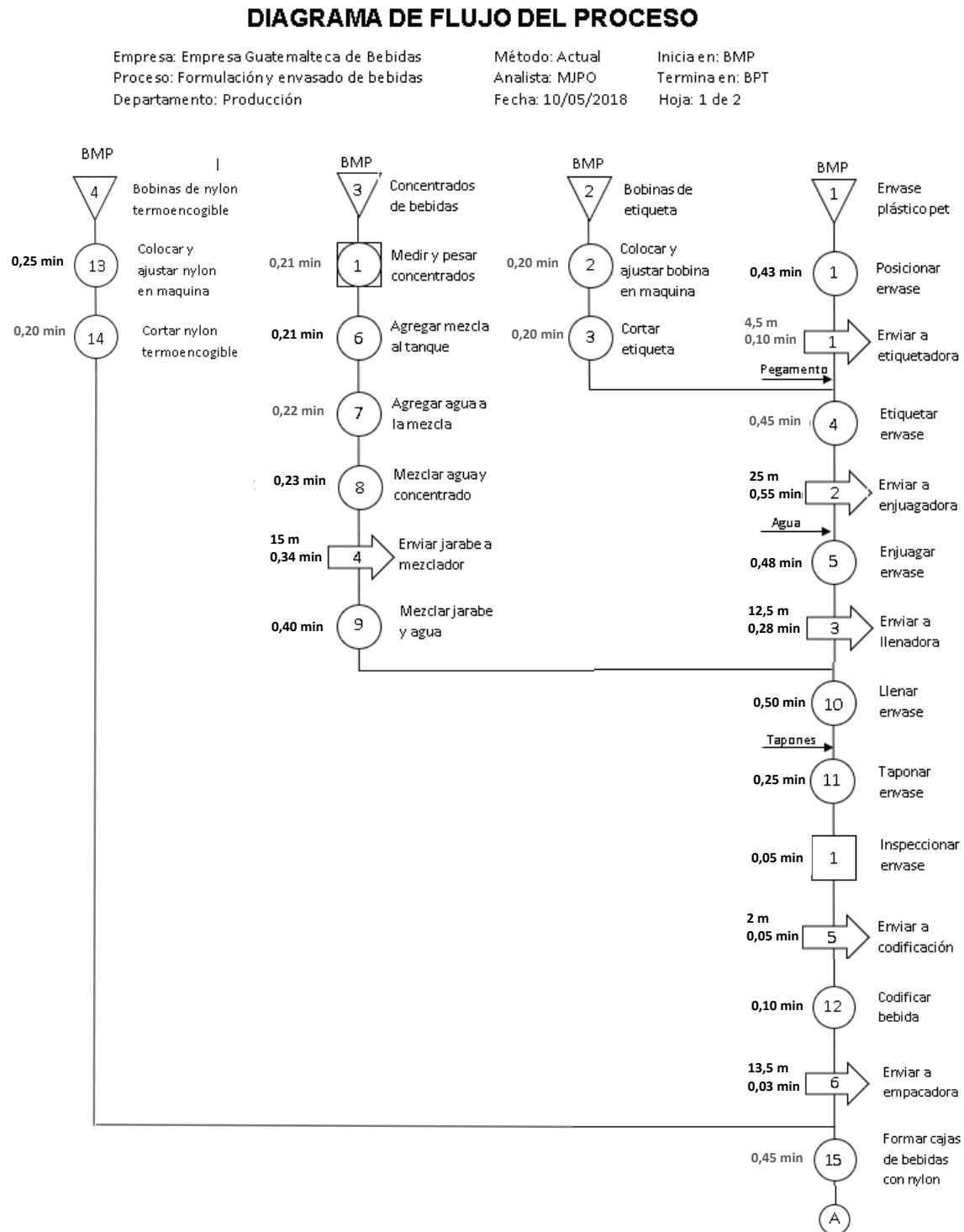
2.2.2.2. Dispositivos electrónicos

Para el aseguramiento de la calidad se utiliza: torquímetro digital, refractómetros y equipo de medición de cloro, utilizados antes como durante la marcha de la producción, así como paneles de control de cada máquina.

2.3. Descripción del proceso

El proceso corresponde a una producción continua debido a sus grandes volúmenes, relación dependiente entre las etapas del proceso, las máquinas automatizadas y el poco requerimiento de personal en contraparte con el volumen de producción. Por motivos de confidencialidad los tiempos colocados en el diagrama se les aplicó un factor de corrección y hacen referencia a la cantidad de tiempo utilizado en fabricar mil unidades.

Figura 4. Diagrama de flujo de operaciones de envasado de bebidas



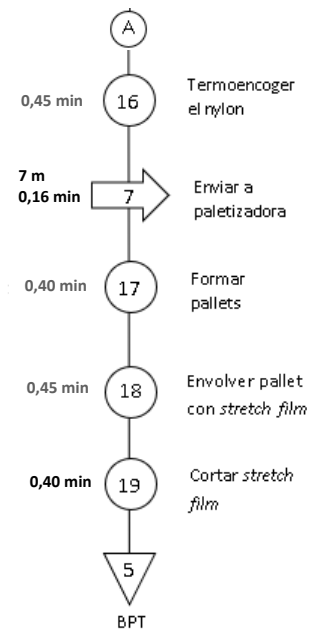
Continuación de la figura 4.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Empresa: Empresa Guatemalteca de Bebidas
 Proceso: Formulación y envasado de bebidas
 Departamento: Producción

Método: Actual
 Analista: MIPO
 Fecha: 10/05/2018

Inicia en: BMP
 Termina en: BPT
 Hoja: 2 de 2



ACTIVIDAD	FIGURA	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
Proceso	○	19	6,27 min	-
Inspección	□	1	0,05 min	
Combinada	○□	1	0,41 min	-
Transporte	→	7	2,23 min	79,5 m
Almacenaje	▽	5	-	-
TOTAL	-	-	8,96 min	79,5 m

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013

2.3.1. Transporte de envase y producto

El transporte de envase se compone de los primeros tres transportes y el transporte de producto se compone de los últimos dos, encontrando a continuación su descripción:

- Transporte #1: desde el área de posicionado hacia el área de etiquetado.
- Transporte #2: desde el área de etiquetado hacia el área de lavado.
- Transporte #3: desde el área de lavado hacia el área de llenado.
- Transporte #4: desde el área de llenado hacia el área de empacado.
- Transporte #5: desde el área de empacado hacia el área de paletizado.

2.3.2. Área de posicionado de envase

La máquina posicionadora cumple la función de hacer que las botellas descendan a través de los embudos o canales de caída posición de pie. Estos canales de caída guían a las botellas hasta la salida de la máquina depositándolas en el transporte aéreo #1.

2.3.2.1. Recepción del envase

La zona de preselección es la encargada de dejar pasar las botellas que vienen bien colocadas dentro de los cajetines de selección y de evitar que pasen las que por el contrario se encuentren fuera de las piezas selectoras, o se encuentren mal colocadas. Siguiendo a la zona de caída donde las botellas caen de pie desde su cajetín de selección tanto si vienen con el cuello tanto delante como detrás.

2.3.2.2. Revisión de la materia prima

La revisión se realiza en la zona de detección y expulsión el posicionador de envases del posicionador de envases. Esta zona detecta y expulsa las botellas defectuosas o que por tener dimensiones superiores a las normales quedan sin caer hacia sus correspondientes canales de caída.

2.3.3. Área de etiquetado de envase

Esta etapa inicia con la entrada del envase desde el transporte #1 a la máquina etiquetadora y termina hasta que el envase con una etiqueta pegada conforme a los parámetros de la presentación pasa a través de las guías de salida hacia el transporte #2.

2.3.3.1. Parámetros y ajustes actuales

La máquina se ajusta de manera manual durante los procesos de cambio por el operador encargado. Las medidas y ajustes no están estandarizados ya que por las características de la máquina existen varias combinaciones que pueden dar un resultado óptimo para el etiquetado.

2.3.3.2. Proceso de etiquetado

Un rodillo transportador desenrolla continuamente la cinta de etiquetas de la bobina. El mecanismo de corte separa las etiquetas con precisión. Un rodillo encolador coloca franjas delgadas de adhesivo termofusible en el principio y en el final de la etiqueta. La etiqueta se ciñe al envase al girar este sobre su mismo eje. Los envases etiquetados son tomados por la estrella de salida y entregados al transportador.

2.3.4. Área de formulación

Esta etapa se realiza el jarabe del sabor a envasar en la línea de producción, según las fórmulas establecidas. El proceso termina hasta que el tanque mezcla de forma homogénea la bebida pasa a través de las tuberías y llega hacia el área de llenado.

2.3.4.1. Materia prima requerida

En el caso del agua pura se requiere de agua purificada a través del sistema de tratamiento de agua. En cuanto a las bebidas carbonatadas se requieren en mayor o menor de colorantes, acidulantes, saborizantes y edulcorantes denominando a esta combinación de aditivos, jarabe.

2.3.4.2. Requerimientos del proceso

Se requiere de constante comunicación entre el área de producción y el área formulación. Debido a que el área de formulación debe preparar el tipo y la cantidad de jarabe que se requiere, con la receta preestablecida y como también enviar a tiempo requerido el jarabe al área de mezcla.

2.3.5. Área de enjuague

Inicia con la entrada del envase desde el transporte #2 a la máquina enjuagadora. Cuando la botella ingresa a la máquina esta es sostenida desde el cuello de la botella, es volteada 180 grados y es rociada por un chorro de agua a presión, finalmente se voltea boca abajo para escurrir el agua transportadas por una cadena. El proceso termina cuando el envase pasa a través de las guías de salida hacia el transporte #3.

2.3.5.1. Importancia

A pesar de que los controles de calidad e higiene del envase y todo el material de empaque se realizan desde la recepción de estos, este proceso es una medida para prevenir y mantener la calidad e higiene del envase pudiendo asegurar en un cien por ciento la entrega de un producto terminado.

2.3.5.2. Resultado del proceso

El resultado es un envase totalmente limpio, sin residuos o partículas de cualquier tipo de polvo o suciedad, que aun con poca probabilidad haya ingresado al envase, dejándolo preparado y posicionado para ser llevado al área de llenado y poder ingresar a la máquina llenadora.

2.3.6. Área de mezcla y carbonatación

El área del proceso de mezcla está compuesta de tanques y tuberías que permiten el acceso con la presión adecuada de agua y jarabe. Para el proceso de carbonatación se tiene un área de enfriamiento, un regulador de presión y una serie de platos que absorben el gas de la carbonatación.

2.3.6.1. Niveles aceptables

Los niveles de CO₂ necesarios para las bebidas carbonatados se logran a través de la consideración de la temperatura del líquido, la presión del CO₂ y el tiempo de contacto entre el líquido y el gas de CO₂. Por otra parte, los valores aceptables de la bebida se miden a través de los grados Brix, los cuales son un indicador de la concentración de solutos presentes en la bebida, teniendo una serie de valores únicos preestablecidos para cada sabor.

2.3.6.2. Procedimiento de mezcla y carbonatación

El proceso inicia cuando se recibe el jarabe del área de formulación y el agua, del área de tratamiento de agua. El equipo proporcionador realiza la mezcla de agua y jarabe, basándose en la fórmula específica para la bebida. Los componentes se mezclan en el tanque de la mezcladora añadiendo simultáneamente el agua y el jarabe.

Luego se enfría para carbonatar la bebida al nivel requerido de CO₂ y brix. Este proceso termina hasta que la mezcla pasa a través de las tuberías y llega hacia el área de llenado.

2.3.7. Área de llenado

Inicia con la entrada del envase desde el transporte #3 a la máquina llenadora y la bebida formulada desde la mezcladora. Los envases vacíos son colocados en los órganos de apriete del carrusel de la llenadora a través del transportador de alimentación. Los órganos de apriete levantan los envases y los presionan contra las válvulas de llenado, se llenan los envases al nivel requerido, los órganos de apriete descenden y las botellas llenas son llevadas a la taponadora.

2.3.7.1. Recepción de la mezcla

La bebida, el gas de presurización y el de retorno son llevados al depósito de la bebida mediante los tubos distribuidores a través de las tuberías de alimentación y entrada. Previo al momento de llenado las válvulas permanecen hasta detectar una botella evitando el desperdicio en caso de que un espacio haya quedado sin envase.

2.3.7.2. Responsabilidades

El personal operativo del área de llenado es encargado de verificar los grados Brix y los niveles de CO₂ de la bebida realizando mediciones de estos durante la producción, siendo de igual forma, con el agua pura con los niveles de Cl. Son encargados de comunicarse con el área de formulación, mantener suministro de tapas, verificar el torque de remoción, realizar limpiezas y verificar el funcionamiento del área de inspección y codificación.

2.3.8. Área de taponado

El proceso inicia cuando el envase lleno de bebida pasa a través de los coronadores que llevan la tapa correspondiente a la presentación y termina con el producto terminado taponado con el valor de torque de remoción, según las especificaciones y pasa a través de las guías de salida hacia el transporte #4.

2.3.8.1. Producto terminado

Concluido el proceso de taponado se obtiene un producto terminado que puede pasar por todos los controles de calidad que lo clasificarían como producto conforme o no conforme, estando ya conformado por los elementos esenciales: el envase, etiqueta, bebida y tapa.

2.3.8.2. Aseguramiento de la calidad

Utilizando el torquímetro se mide el torque de remoción, esencial para la conservación del producto, para los refrescos carbonatados los niveles de CO₂ y grados Brix se miden haciendo uso de medidores de presión y refractómetro. Para el agua pura los niveles de cloro a través del equipo especializado.

2.3.9. Área de inspección

Inicia cuando el producto terminado pasa a través del inspector de envase que verifica el producto tenga contenido neto especificado, tapa y etiqueta, además, de que estas últimas dos vayan colocadas correctamente y termina con el producto sin defectos siguiendo su trayecto en el transporte #4.

2.3.9.1. Separación de producto no conforme

El inspector automáticamente empuja a un área destinada al producto no conforme toda aquella bebida que no cumpla con los estándares preestablecidos para tapa, etiqueta y niveles de llenado, mientras que la bebida que no es rechazada sigue a la siguiente etapa del proceso.

2.3.9.2. Parámetros de inspección

Los parámetros que se miden en la inspección son la posición de la tapa, etiqueta y niveles de llenado de acuerdo a la presentación. Estos parámetros poseen ciertos intervalos de tolerancias en los que el producto puede pasar la inspección.

2.3.10. Área de codificación

La codificación de las botellas se realiza mediante una impresora de chorros de tinta que no toca el envase y está diseñada para imprimir sobre la botella en caracteres pequeños la hora, lugar y fecha de producción, así como el vencimiento del producto siendo este último valor el cual tiene valores específicos dependiendo del tipo de producto.

2.3.10.1. Trazabilidad

Seguido de la codificación, el operario se encarga de tomar un número determinado de muestras del producto, las cuales serán enviadas a un control de calidad especializado en laboratorio. El resultado de estas pruebas en conjunto con la codificación permitiría evidenciar en que momento de la producción, con qué materia prima fue realizado un producto que cumpliera o no con ciertos estándares de calidad.

2.3.11. Área de empaçado

Esta etapa inicia con la entrada del producto desde el transporte #4 a los separadores de botellas, formando paquetes de 6 o 12 botellas de producto terminado envueltas en plástico termoencogible luego pasa a través del túnel térmico hacia el transporte #5.

2.3.11.1. Material de empaque

El plástico termoencogible se coloca en la empacadora que tiene apartados para dos bobinas de este plástico, siendo de esta forma para evitar el paro por cambio durante la producción. Este cambio se realiza de manera manual por el operador de la máquina.

2.3.11.2. Proceso de empaçado

En la zona de entrada de la máquina, los envases se agrupan de acuerdo con el formato requerido. Simultáneamente la bobina de plástico termoencogible, posicionada en la parte inferior de la máquina, es cortada y este se envuelve alrededor del paquete y se sobrepone por debajo de este. El

paquete transita por el túnel de termorretracción que se realiza de modo homogénea en todos los puntos del paquete, lo que permite obtener paquetes sin arrugas ni pliegues, incluso a altas velocidades.

2.3.12. Área de paletizado

Los paquetes formados desde el transporte #5 pasan por un golpeador de paquetes que los repositiva para que entren de forma correcta a la máquina paletizadora. Termina cuando los paquetes son formados en pallets, envueltos en película plástica y llevados hacia bodega de producto terminado.

2.3.12.1. Material de embalaje

Las planchas de cartón son colocadas como división entre camas de paquetes, siendo su propósito darle estabilidad al pallet. Como paso final la película plástica envuelve el pallet para darle rigidez y seguridad al pallet.

2.3.12.2. Producto terminado

El producto terminado formado en pallets es trasladado desde la zona de envolvimiento por medio de un montacargas hacia la bodega de producto terminado para ser finalmente despachado al cliente.

2.4. Metodología actual de trabajo

Los cambios de presentación son realizados por los operarios que se encuentran a cargo de la supervisión de cada máquina, no contando todo el tiempo con la misma cantidad de operarios, debido a que muchas veces las horas de comida y descanso coinciden con este momento de la producción.

También es de considerar que los operarios trabajan de formas diferentes, dando prioridad a ciertas tareas, cambiando el orden de estas o realizarlas a diferentes ritmos de trabajo ya sea por esfuerzo o experiencia. La combinación de estos factores causa grandes variaciones entre los tiempos de cambio.

2.4.1. Cambio de presentación

Los cambios de presentación son tiempos dedicados dentro del tiempo de producción para hacer los cambios necesarios en las máquinas para que estas puedan producir un diferente sabor o presentación de producto, donde puede variar su sabor, forma, tamaño y envase.

2.4.1.1. Presentación tipo parcial

Un cambio de presentación parcial ocurre cuando se requiere únicamente un cambio en el sabor de la bebida, la etiqueta o tapa de la bebida, por lo que no todas las estaciones de trabajo se ven involucradas durante este proceso. El tiempo promedio para un cambio de presentación tipo parcial dura en promedio 31,88 minutos con una desviación promedio de 9,56 minutos, siendo el tiempo ideal planteado por la administración de 30 minutos.

2.4.1.2. Presentación tipo total

Un cambio de presentación total se refiere cuando se requiere de un cambio en el sabor, etiqueta, tapa, tamaño y forma de envase por lo que todas las máquinas de la línea requieren un cambio de herramental o de programa. El tiempo promedio para un cambio de presentación tipo total se encuentra en 89,45 minutos con una desviación promedio de 31,85 minutos, siendo el tiempo ideal planteado por la administración de 120 minutos.

2.5. Medición del desempeño

El desempeño de línea de producción se mide a través del EGE (Eficiencia general del equipo), tomando en cuenta los 3 ejes principales: disponibilidad, rendimiento y calidad.

2.5.1. Desempeño de la maquinaria

En la actualidad las causas que afectan la disponibilidad de tiempo se anotan de forma electrónica y manual por parte de los operarios, existiendo una variación en promedio del 18 % entre los datos registrados electrónicamente y los anotados de forma manual, lo que la medición actualmente se realiza de forma ineficaz.

2.5.2. Desempeño del personal operativo

El operador debe ser capaz de prevenir, solucionar y registrar los fallos de las máquinas. A su vez debe ser capaz de identificar cuando requiere ayuda por parte de los supervisores o personas de mantenimiento. Actualmente los ajustes operativos y los procedimientos de cambio no están estandarizados por lo que los resultados y tiempos varían dependiendo de cada operador provocando variaciones en la eficiencia de la línea.

2.5.3. Personal de mantenimiento eléctrico y mecánico

Los mecánicos y eléctricos deben ser capaces de resolver o reparar con los medios proporcionados por la administración, las fallas mecánicas o eléctricas del equipo, así como participar en los cambios de presentación donde se requiere su ayuda, utilizando el menor tiempo posible.

A su vez deben ser capaces de identificar situaciones que requieran mantenimientos o reparaciones de emergencia que provoquen un impacto mayor en la producción.

2.6. Análisis de desempeño

El desempeño de la línea se analiza mensual y trimestralmente de acuerdo con la eficiencia meta planteada por la administración. A partir de estos resultados la administración como equipo discuten y evalúan los resultados para dar soluciones a las problemáticas que causan la diferencia entre la eficiencia real y la eficiencia meta.

2.6.1. Desempeño de la línea

Actualmente la línea presenta las siguientes eficiencias medias a partir del EGE metas y reales clasificadas según las presentaciones (ver apéndice 1). En la tabla VII se puede apreciar que existe una diferencia considerable entre las metas planteadas y el valor real de la eficiencia siendo la única excepción la presentación Z.1 que logra, no solo llegar a la meta planteada, sino que también superarla en un 5 % por lo que los métodos de trabajo empleados en esta presentación se deben tomar como un precedente.

Además, se puede apreciar que en promedio la línea maneja una eficiencia del 67 %, la cual se le puede clasificar como una línea de eficiencia regular y competitividad baja según la tabla I del presente trabajo, siendo solo aceptable si esta se encontrara en algún proceso de mejora.

Tabla VII. **EGE de la línea envasadora automática**

TIPO DE BEBIDA	META TRIMESTRAL	EGE REAL	DIFERENCIA	CLASIFICACIÓN
PRESENTACIÓN T	77 %	70 %	-7 %	Regular
PRESENTACIÓN V, X	55 %	45 %	-5 %	Deficiente
PRESENTACIÓN W	60 %	57 %	-3 %	Deficiente
PRESENTACIÓN Y	77 %	65 %	-12 %	Regular
PRESENTACIÓN Z.2	55 %	47 %	-8 %	Deficiente
PRESENTACIÓN Z.1	73 %	78 %	+5 %	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.6.2. Personal operativo y de mantenimiento

El desempeño se mide a través de una evaluación anual que examina las competencias y habilidades de operarios, mecánicos y eléctricos. Basados en esa evaluación la administración es capaz de retroalimentar de forma positiva con el fin de mejorar las operaciones, la prevención de fallos y disminuir los tiempos de mantenimiento.

3. PROPUESTA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN

En el siguiente apartado se presentará la propuesta para la aplicación de la técnica *SMED* para la línea de producción, la cual se adaptará a la situación de la planta tomando en cuenta la complejidad y la cantidad de procesos requeridos para realizar el cambio.

Para ello se propondrán métodos que permitan la conversión de las operaciones internas a operaciones externas, utilizando diversas técnicas del estudio del trabajo, así como, metodologías de trabajo que permitan e incentiven la participación de todas las personas implicadas en la producción como en el proceso de mejora.

3.1. Departamento de producción

El departamento de producción está conformado por personal administrativo, de supervisión, operativo y mantenimiento, en conjunto, se encargan de realizar el proceso de envasado de las bebidas haciendo uso de todas las máquinas disponibles. Asimismo, este personal es el encargado de planificar, realizar y registrar los cambios de presentación de la línea envasadora como también de llevar un control de calidad interno durante el proceso.

La aplicación de la técnica *SMED* se llevará a cabo por todo el personal que conforma el departamento de producción, así como los insumos, herramientas y demás recursos de los que se disponga.

3.1.1. Aplicación de la técnica SMED

Para la aplicación de la técnica es necesario que previamente se creen equipos interdisciplinarios de todo el personal implicado para el proceso de cambio de presentación, definir sistemas de control de tiempos y procedimientos para dar un seguimiento real del avance de las mejoras resultantes de la aplicación de la técnica.

Este proceso incluye la revisión de los sistemas de control actual y una inducción y capacitación al personal operativo sobre la técnica, la cual permita realizar un trabajo en equipo direccionado a los mismos objetivos.

3.1.1.1. Efectos de la aplicación SMED

Los resultados de aplicar la técnica SMED en la línea envasadora para el cambio de presentación serán:

- Reducir el tiempo requerido para la preparación de las máquinas.
- Estandarizar el proceso de cambio de presentación, reduciendo los errores y las variaciones de tiempo.
- Aumentar la confiabilidad de los datos obtenidos tanto manual como electrónicamente de los tiempos de cambio.
- Reducción del tiempo de capacitación a nuevos operarios a partir de un método estandarizado de trabajo.
- Aumentar los niveles de eficiencia en términos generales.
- Crear equipos de trabajo interdisciplinarios dedicados a la mejora continua de los procesos.
- Mejora en el control del método y la duración de las operaciones de cambio.

3.1.1.2. Técnica para la aplicación SMED

La técnica SMED está compuesta por 4 etapas que pueden resumirse de la siguiente forma:

- Primera etapa: realizar una revisión del método de trabajo actual, tanto para cambios parciales como totales de forma cuantitativa y cualitativa.
- Segunda etapa: identificar operaciones innecesarias para eliminarlas y trabajar únicamente con las necesarias para clasificarlas por externas e internas.
- Tercera etapa: transformar a partir del análisis y la utilización de los recursos disponibles las operaciones internas en externas y realizar una nueva revisión de los tiempos tomando en cuenta solo el tiempo de las operaciones internas.
- Cuarta etapa: mejorar y simplificar tanto operaciones internas como externas a partir de la estandarización de los métodos y técnicas de gestión aplicadas a procesos.

3.1.1.3. Aplicación de SMED al cambio de presentación

Para la primera etapa se formarán equipos de trabajo para el proceso de mejora. Se hará una revisión al proceso de cambio de cada máquina y presentación para ser capaz de especificar cuáles son los tipos de cambio que tienen el mismo procedimiento para poder agruparlos como un mismo tipo.

Se anotarán los pasos con sus respectivos tiempos para realizar el cambio parcial o total, considerando todas las combinaciones posibles. Para ello se hará uso de técnicas del estudio de tiempos para obtener un tiempo estándar y el uso de diagramas de operaciones que permitan la visualización de los procedimientos. Aquí se determinará cual es la máquina que representa la estación más lenta de cambio y cual de todos los procesos de cambio es el que se realiza en mayor y menor tiempo.

En la segunda etapa a partir de los diagramas de operaciones se diferenciarán las operaciones que se realizan como internas y como externas. Aquí el tiempo total de cambio aún se considerará como la suma de las operaciones internas y externas además de identificar operaciones que se realicen de forma innecesaria durante el proceso de cambio.

Siguiendo con la tercera etapa a partir de los diagramas realizados y ya clasificados las operaciones de cambio se transformarán de internas a externas con la ayuda del personal involucrado en el proceso de mejora, los recursos disponibles y considerando las condiciones e implicaciones del proceso de cambio y de producción. Este proceso conlleva un cambio en el procedimiento actual de trabajo, por lo que requerirá de una inducción al personal del nuevo método. Aquí el tiempo de cambio pasa solo a tomarse como la duración del cambio de las operaciones internas.

La cuarta y última etapa está enfocada a mejorar y estandarizar los procedimientos ya existentes y los propuestos. El trabajo en equipo y la comunicación son esenciales, ya que permitirán analizar y cambiar estrategias de trabajo, basados en experiencias y resultados que lleven a obtener procesos efectivos. Para ello se utilizarán la técnica de gestión 5s, la implementación de nuevas formas del registro de datos y control de las operaciones.

3.2. Línea envasadora automática

Las máquinas que se verán involucradas en el proceso de cambio serán la posicionadora, etiquetadora, enjuagadora, mezcladora, llenadora, taponadora, empacadora y paletizadora. Por lo que se tomarán de forma individualizada, ya que cada una posee tanto procedimientos como estructuras distintas y por lo tanto tiempos diferentes.

3.2.1. Cronograma de actividades a realizar en el SMED

El cronograma de actividades estará orientado a mostrar el orden actual en que se realizan las actividades, el orden propuesto, el cual deberían tener para que el proceso de forma eficiente y estandarizada y apreciar las diferencias del antes y el después de aplicar la técnica.

3.2.1.1. Inicio y preparación

Incluido solamente en el cronograma actual se contemplarán las actividades que se refieren requisitos y procedimientos que deben ser cumplidos antes de iniciar un cambio de presentación, es decir, antes de empezar a realizar el desmontaje, desajuste y cambio de piezas.

3.2.1.2. Desarrollo de actividades

Apartado incluido tanto en el cronograma actual y propuesto estará compuesto por los procesos netamente que se consideren como un cambio en el herramental de las máquinas, es decir, desmontaje, ajuste, montaje de piezas, cambio de materias primas o reabastecimiento de estas.

3.2.1.3. Culminación del proceso

Incluido únicamente en el cronograma de actividades mejorado, aquí se registrarán actividades que deben realizarse entre la finalización del cambio de presentación y la puesta en marcha de la línea. Teniendo el propósito de eliminar paros cuya causa sea los reajustes de parámetros en las máquinas.

3.3. Recolección de datos iniciales

Los datos que recolectar serán los tiempos requeridos para los cambios de cada máquina en los cuales deberán incluirse: la fecha y hora, los operadores involucrados, las actividades realizadas incluidas las simultaneas y el código de tipo de cambio. Los códigos para los cambios de presentación se obtendrán de una matriz de las presentaciones existentes donde se obtendrán todas las combinaciones existentes de cambios (ver apéndice 8).

3.3.1. Estudio del trabajo

Para la implementación de la técnica SMED se requiere de la realización de un estudio del trabajo el cual asegurará que el análisis del método sea el correcto y el planteamiento desemboque en mejoras al proceso. Realizando para ello un estudio del método siendo el procedimiento el siguiente:

- Se realizará un primer registro y análisis de los métodos de trabajo a través de tablas de recolección de procesos y tiempos.
- Se identificarán las operaciones internas con el color gris y las externas con el color negro.
- Se eliminarán las operaciones externas del proceso y se estandarizarán las actividades internas para los métodos de trabajo previamente.

- Se comunicará e implementará el nuevo método de trabajo a partir de reuniones operativas y manuales de procesos estandarizados.

A su vez se realizará una medición del trabajo que tendrá como objetivo estandarizar los tiempos. El procedimiento se realizará de la siguiente forma:

- Realizar una muestra inicial de los datos.
- Determinar el número de observaciones para el muestreo bajo el criterio de General Electric haciendo uso del anexo 1.
- Ejecutar el estudio de tiempos bajo el método de toma de tiempo continuo.
- Dividir la operación en elementos.
- Obtener el tiempo cronometrado a partir de la formula #1:

$$T_{\text{cronometrado}} = \frac{\sum x}{N}$$

- Obtener el tiempo normal a partir de la valoración del ritmo de trabajo bajo el criterio de Westinghouse (ver anexo 2) para ser aplicado a la formula #2:

$$T_n = T_{\text{cronometrado}} * 1, \%eficiencia$$

- Obtener el tiempo estándar evaluando los suplementos de trabajo especificados en el anexo 3 para ser aplicados a la formula #3:

$$T_{\text{estandar}} = T_{\text{normal}} * 1, \%suplemento$$

3.4. Clasificación de las operaciones

Con ayuda del cronograma actual de operaciones se realizará la clasificación de las operaciones en operaciones necesarias, innecesarias, ineficientes, eficientes, y por último externas e internas.

3.4.1. Operaciones internas

La clasificación de las operaciones internas se referirá a todas aquellas que se realizarán con la máquina parada siendo a considerar un factor importante debido a que es una línea formada por máquinas automáticas, ya que de lo contrario se puede poner en riesgo la seguridad de los operadores.

3.4.2. Operaciones externas

Las actividades de cambio externas son las que se realizarán con la producción ya puesta en marcha por lo que en estas operaciones se deberá realizar un análisis que permita reducir el tiempo de estas. Estas actividades no se contarán para el tiempo total de cambio.

3.5. Conversión de las operaciones

La conversión de las operaciones se referirá a la transformación de las operaciones de internas a externas, siendo esta conversión únicamente para las operaciones, las cuales no deban realizarse con la máquina detenida. Por otra parte, habrá operaciones internas en las cuales se podrá convertirlas en externas mediante la diferente utilización de los recursos disponibles.

3.5.1. Consideraciones de seguridad e higiene Industrial

Con el fin de no poner en riesgo la integridad física de las personas involucradas, la calidad e inocuidad de las materias primas y los procesos, para la aplicación de las fases del SMED es necesario y obligatorio siempre cumplir todas las normas relacionadas con la seguridad e higiene dentro y fuera de la planta.

En cuanto a la higiene se puede mencionar las buenas prácticas de manufactura como lo serían un constante lavado de manos, mantener las herramientas, equipos y áreas de trabajo limpios y desinfectados y seguir hábitos de manipulación higiénica. Mientras que por el lado de la seguridad es importante siempre trabajar con las máquinas detenidas, manejar las herramientas de la forma correcta, no levantar pesos excesivos, no operar máquinas sin conocimiento o autorización previa.

3.5.1.1. Reglamento interno

El personal debe seguir los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento) establecidos por la administración, así como el reglamento de comportamiento dentro la planta el cual busca velar por la integridad física del personal como lo sería el uso del equipo de protección personal, guantes, redcilla, lavado constante de manos, no usar cualquier tipo de accesorios por mencionar algunos.

3.5.1.2. Equipo de protección personal

El equipo básico de protección personal para el ingreso a la planta es el uso de botas de punta de acero, reddecilla y tapones para los oídos. Para ingresar al área de almacén se debe agregar casco chaleco reflector.

El equipo para la realización de actividades operativas se tiene el cinturón de levantamiento, guantes térmicos, guantes de látex, gabacha, botas de hule, gafas protectoras y mascarilla.

3.6. Proceso de mejoramiento

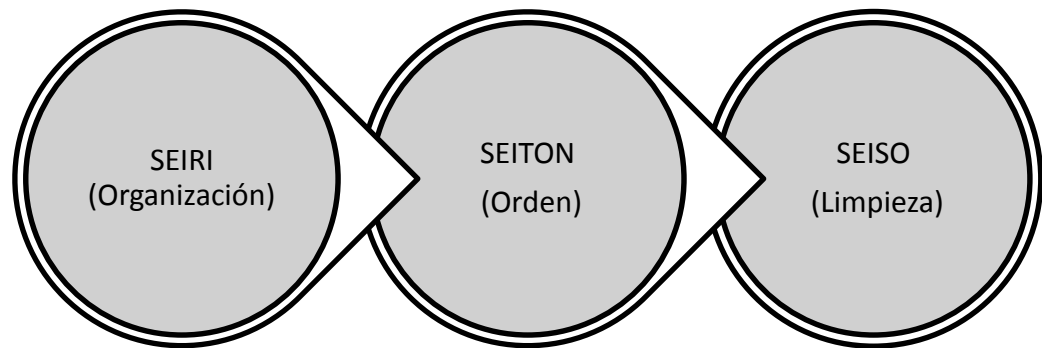
Como parte del proceso de mejoramiento primeramente se realizará una estandarización del proceso de cambio de cada máquina, es decir, una lista detallada de pasos invariables con salvedad a excepciones que indiquen el procedimiento a seguir para los cambios de presentación, ya que actualmente no existe un proceso documentado para ello.

Posterior a lo anterior se procederá a transformar las operaciones ineficientes a eficientes. El objetivo es hacer que las operaciones se realicen de forma correcta y permitan la reducción del tiempo total de preparación. Para alcanzar este objetivo se ayudará de la técnica de gestión de las 5s.

3.6.1. Técnica de gestión 5S

La aplicación de la herramienta de las 5s ayudará a que el proceso de mejora se maneje de forma en que integre a todo el personal involucrado, para trabajar de forma ordenada, estandariza y constante bajo los mismos objetivos y cultura organizacional.

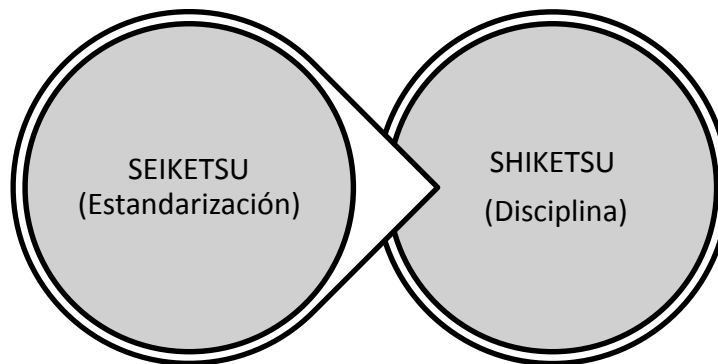
Figura 5. Aplicación de técnica de gestión 5S



- Enfocarse en la clasificación de las herramientas y piezas y corroborar que entre los implementos de trabajo no existan algunas que ya no son necesarias o que se encuentren descompuestas.

- Verificar que en las áreas de trabajo exista un espacio definido para las herramientas y piezas debidamente identificadas y con fácil acceso a las mismas.

- Corroborar que los procesos de limpieza se realicen bajo los términos establecidos por la gerencia e integrarlos como una parte más del proceso de cambio.



- Convertir en rutina para la depuración de los implementos de trabajo bajo los conceptos de la disciplina y trabajar bajo los mismos proceso .Realizando esto a través de la documentación de los pasos a seguir.

- Fomentar una actitud positiva, sincera y abierta al cambio, comprometida a trabajar en equipo que asegure el cumplimiento de las 5s.

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Evaluación de los resultados de la técnica

La evaluación de los resultados se realizará de forma cualitativa y cuantitativa. En los datos cualitativos se tendrán los avances obtenidos con el desarrollo de las 5s (ver apéndice 2). Por el lado de los datos cuantitativos se evaluarán el número de operaciones convertidas de internas a externas, los tiempos actuales en contra parte con los tiempos ideales a alcanzar.

3.6.2.1. Matriz comparativa

En función de realizar la evaluación de los resultados de la técnica se trabajará con base en las tablas que permitan la visualización de dichos resultados comparando datos actuales, propuestos y mejorados.

3.6.2.2. Eficiencia general del equipo

La aplicación de la técnica SMED al estar enfocada en el eje de la disponibilidad, siendo uno de los tres ejes principales del EGE, tendrá una repercusión directa sobre este. Al finalizar el proceso de implantación de los cambios y mejoras se podrá ser capaz de comparar si los nuevos métodos de trabajo repercutieron de forma significativa en la eficiencia de la línea.

3.7. Responsabilidades de los participantes del SMED

Todo el personal de la planta debe estar comprometido en la realización de la técnica cumpliendo con los nuevos métodos y dándole el seguimiento necesario a los mismos ya que la obtención de los resultados resultará en una reducción del tiempo de los cambios de presentación.

3.7.1. Gerencia general

La gerencia general deberá aprobar la implementación de los nuevos procedimientos en la línea, para iniciar con la mejora de las operaciones.

3.7.2. Jefes de área

El personal administrativo deberá de dar espacio en las reuniones de trabajo para informar y capacitar al personal de supervisión, operativo y de mantenimiento sobre los nuevos formatos de obtención de datos, el propósito de realizar el estudio, las fases que conlleva el mismo y los procedimientos a realizar. Repitiendo estas reuniones después del análisis de los datos obtenidos del estudio para la implantación del nuevo método y posterior a esto la presentación de los resultados obtenidos.

3.7.3. Supervisores técnicos

El personal de supervisión cumplirá con sus responsabilidades acostumbradas verificando que el personal operativo y de mantenimiento llenen de forma correcta los nuevos formatos de registro y cumplan con los procedimientos y la producción planificada.

Los supervisores durante la implementación del método tendrán a su disposición un documento el cual detalla los pasos y tiempos previamente estandarizados para los procesos de cambio. Este documento deberá ser utilizado como un punto de comparación objetivo que les permita apoyar al personal operativo de una forma particularizada para cada etapa del proceso.

3.7.4. Personal operativo y de mantenimiento

Las responsabilidades por parte del personal operativo y de mantenimiento son cumplir con los procedimientos establecidos por la administración, trabajar en equipo para los tiempos productivos, así como para los procesos de cambio. Al momento de realizar cualquier actividad deben cuidar las herramientas haciendo un uso correcto de las mismas, cumplir con las normas de seguridad tanto dentro como fuera de las instalaciones de la línea.

Como parte de sus obligaciones para mantener una buena cultura organizacional, deben mantener constante comunicación con los supervisores e informar de los problemas que puedan presentarse en cualquier momento de la producción.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Durante el proceso empleado para la aplicación de la técnica SMED se requirió de observación directa y sin intervención durante los procesos de cambio, constante comunicación con los operarios involucrados en los procesos de cambio de presentación, identificación de las piezas, así como de los materiales y herramientas con los que contaban. Todo ello para lograr recabar todos los datos necesarios y las experiencias de los operarios que pudieran ayudar al proceso de mejora.

Las mejoras pudieron plantearse a partir del análisis, simplificación, estandarización y reordenamiento de las operaciones, mejoras en las áreas de trabajo, la distribución del personal e incentivando el trabajo en equipo. Siendo para ello esencial el apoyo de la administración y supervisión quienes pasaron de solamente encargarse de sus responsabilidades de control del personal a ser parte de un equipo de trabajo que motiva, guía y dirige de forma activa al personal operativo.

La implementación de la propuesta, utilizando la mínima cantidad de recursos, llevó a la obtención de un nuevo diseño estandarizado para la operación que aumentó el tiempo disponible para la línea de producción.

4.1. Fase 1: revisión del método actual de trabajo

Se tomaron en cuenta todas las combinaciones de cambio posibles en la línea, descartando aquellos que, por implicaciones de contaminación cruzada entre sabores, nunca se realizan. Los códigos que identificaran los cambios de

cada máquina se componen de: una primera letra que corresponde a identificar que es un cambio, un número como diferenciador entre cambios de la misma máquina, siguiendo de la(s) iniciales de la máquina en función y la última letra refiriéndose si es un cambio parcial o uno total.

Mientras que para la máquina paletizadora, lavadora y el transporte aéreo solo existe un único cambio ya que no presentan más de una variación en proceso para los mismos. Siendo el código para el cambio de programa de la paletizadora C0Pa y el código para el ajuste de guías en la lavadora y el transporte aéreo C0En y C0Tr respectivamente. A continuación, se presentan las tablas que contienen los tipos de cambios que se proponen de las máquinas restantes.

Tabla VIII. **Descripción de cambios máquina posicionadora**

CODIGO DE CAMBIO	TIPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN
C1PP	Ajustes	Ajustes de parámetros y sensores
C2PP	Cambio parcial	Cambio de la mitad o menos de la mitad de las piezas
C3PT	Cambio total	Cambio de más de la mitad de las piezas

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Descripción de cambios máquina etiquetadora**

CODIGO DE CAMBIO	TIPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN
C1EP	Ajustes	Ajustes de parámetros y sensores
C2ET	Cambio total	Cambio de más de la mitad de las piezas

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Descripción de cambios máquina llenadora**

CODIGO DE CAMBIO	TIPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN
C1IIP	Sabor	Cambio de sabor + CIP 1 paso
C2IIP	Sabor + CIP	Cambio de sabor + CIP 3 pasos
C3IIP	Cañas	Cambio de cañas
C4IIP	Cañas + Sabor	Cambio de cañas + Cambio de sabor + CIP 1 paso
C5IIP	Cañas + CIP	Cambio de cañas + Cambio de sabor + CIP 3 pasos
C6IIT	Cañas + Guías	Cambio de cañas + Ajuste de guías
C7IIT	Cañas + Sabor + Guías	Cambio de cañas + Ajuste de guías + Cambio de sabor + CIP 1 paso
C8IIT	Cañas + Sabor + Guías + CIP	Cambio de cañas + Ajuste de guías + Cambio de sabor + CIP 3 pasos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Descripción de cambios de máquina taponadora**

CODIGO DE CAMBIO	TIPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN
C1TP	Cambio de tapón	Cambio de color de tapón
C2TP	Cambio de <i>Capper</i>	Cambio de color de tapón + Cambio de coronadores
C3TT	Cambio de formato	Cambio de formatos
C4TT	Cambio de formato y tapón	Cambio de color de tapón + Cambio de formatos
C5TT	Cambio de formato + <i>capper</i> + tapón	Cambio de color de tapón + Cambio de formatos + Cambio de coronador

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Descripción de cambios máquina empacadora**

CODIGO DE CAMBIO	TIPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN
C1EmP	Ajustes	Ajustes de parámetros y sensores
C2EmT	Cambio total	Cambio de más de la mitad de las piezas

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo los lineamientos anteriores se pudo identificar que actualmente existen 3 tipos de cambio de herramientas en la línea de producción, en contraste con los 2 tipos de cambios de herramientas que se tenían identificados previamente, por lo que estos se pueden clasificar bajo los siguientes 3 criterios:

Cambios parciales menores o cambios de sabor: son definidos de esta forma cuando se requiere realizar un cambio en como máximo 3 máquinas de la línea. Estos cambios tienen una duración esperada por la administración de 30 minutos. Como parte de la revisión del método se realizó un muestreo de 5 observaciones tomado según el criterio de muestreo de General Electric para el estudio de operaciones cuyo ciclo oscila entre 21 y 40 minutos.

Posteriormente, obtenido ya el tiempo cronometrado, se prosiguió con el procedimiento indicado para la medición del trabajo. Considerando la eficiencia de acuerdo con el factor de calificación y suplementos de trabajo de 8 % (suplemento base por fatiga, suplemento por trabajo de pie, postura incomoda, proceso bastante complejo) se obtuvo que el tiempo estándar actual de la operación de cambio parcial menor es de 33,87 minutos, el cual es dictado por el tiempo de preparación de la llenadora.

Tabla XIII. **Muestras de tiempo para cambios parciales menores**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De W.2 a W.4	-	C1EP	-	C1IIP	-	-	-	-	25,5
De V.1 a V.4	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	30
De U.1 a V.3	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	27
De W.3 a V.1	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	31
De U.3 a U.2	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	28
TIEMPO CRONOMETRADO									28,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Tiempos estándar actuales para cambio parcial menor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	15 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =-0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 0,98	8 %	15,8
ETIQUETADORA	15 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =-0,02 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 0,01	8 %	16,36
TAPONADORA	10 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,00 Fact. Cal = 0,09	8 %	11,77
LLENADORA	28 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 1,12	8 %	33,87
TIEMPO ESTÁNDAR				33,87

Fuente: elaboración propia.

Cambios parciales mayores o cambios de presentación: son clasificados como aquellos en los que se requiere realizar un cambio en como mínimo 4 y máximo 6 máquinas en la línea. No teniendo para estos una duración esperada ya que actualmente no se encontraban definidos como tal.

De la misma forma que con los cambios de sabor, se realizó un muestreo de 3 observaciones tomado según el criterio de muestreo de General Electric para el estudio de operaciones cuyos ciclos son mayores a 40 minutos.

Obteniendo una eficiencia siguiendo el factor de calificación de Westinghouse y considerando que los suplementos de trabajo se mantienen en 8 % (suplemento base por fatiga, suplemento por trabajo de pie, postura incomoda, proceso bastante complejo). Se obtuvo que el tiempo estándar actual de la operación de cambio parcial mayor es de 68,4 minutos el cual es dictado por el tiempo de preparación de la llenadora y 24,85 minutos del tiempo de preparación de la taponadora por la realización de actividades simultaneas.

Tabla XV. **Muestras de tiempos para cambios parciales mayores**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De R a S	C2PP	C2ET	-	C3IIP	C1TP	-	-	-	52
De Y.1 a W.4	C1PP	C2ET	-	C4IIP	C1TP	-	-	-	68
De V.3 a Y.1	C1PP	C2ET	-	C4IIP	C1TP	-	-	-	63
PROMEDIO									61

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tiempos estándar actuales para cambio parcial mayor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	15 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =-0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 0,98 Habilidad =0,00	8 %	15,88
ETIQUETADORA	55 min	Esfuerzo =-0,04 Consistencia =-0,02 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 0,91 Habilidad =0,00	8 %	54,05
TAPONADORA	37 min	Esfuerzo =-0,04 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 0,94 Habilidad =0,06	8 %	37,56
LLENADORA	36 min	Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 1,12	8 %	43,55
TIEMPO ESTÁNDAR				68,4

Fuente: elaboración propia.

Cambios totales: cuando es necesario hacer un cambio en más de 6 máquinas en la línea o se requiera hacer un CIP de 3 pasos en la llenadora. Estos cambios tienen una duración esperada de 120 minutos.

De la misma forma que con los cambios de sabor, se realizó un muestreo de 3 observaciones tomado según el criterio de muestreo de General Electric para el estudio de operaciones cuyos ciclos son mayores a 40 minutos.

Obteniendo una eficiencia siguiendo el factor de calificación de Westinghouse y considerando que los suplementos de trabajo se mantienen en 8 % el tiempo estándar actual de la operación de cambio total es 138,18 minutos, el cual es obtenido por la sumatorio de los tiempos de preparación de la empacadora, etiquetadora y 5 minutos de preparación final de la llenadora.

Tabla XVII. **Muestras de tiempo para cambios totales**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De R a Z.1	C3PT	C2ET	C0En	C6IIT	C3TT	C2EmT	C0Pa	C0Tr	126
De Z.3 a U.1	C3PT	C2ET	C0En	C8IIT	C4TT	C2EmT	C0Pa	C0Tr	123
De Z.1 a U.1	C3PT	C2ET	C0En	C7IIT	C5TT	C2EmT	C0Pa	C0Tr	135
PROMEDIO									128

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Tiempos estándar actuales para cambio total**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	84 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,17	8 %	106,14
ETIQUETADORA	55.5 min	Habilidad =0,00 Esfuerzo =-0,04 Consistencia =-0,02 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 0,91	8 %	54,55
TAPONADORA	28 min	Habilidad =-0,05 Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 1,01	8 %	30,54
LLENADORA	70 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 1,12	8 %	84,67
EMPACADORA	65 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,05 Consistencia =0,01 Condiciones = -0,03 Fact. Cal = 1,12	8 %	78,63
TIEMPO ESTÁNDAR				138,18

Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que las operaciones realizadas por cada máquina no inician una detrás de otra por lo que los tiempos estándar corresponden a la suma de tareas paralelas como se indicarán en los cronogramas de las figuras 17,18 y 19 del presente trabajo.

4.1.1. Lista de actividades para cambio de presentación de tipo parcial

Las actividades de cambio de tipo parcial engloban los cambios de sabor y los cambios de presentación, ya que no se requiere un cambio completo en todas las estaciones de trabajo.

Debido a la falta de estandarización en los procedimientos de cambio se pudo observar que existen variaciones en el orden y método de trabajo incluso en los mismos tipos de cambio. Esto dependiendo del personal operativo encargado de realizar la operación, más sin embargo estas idealmente no deberían de influir de forma significativa sobre el tiempo esperado de cada cambio.

En el momento de la recolección de los tiempos también se observaron y registraron las actividades que se realizan durante los tiempos de cambio. Dichas actividades y tiempos quedaron registrados en las tablas que se presentan en los siguientes apartados, donde NP significa nueva presentación y PA presentación anterior.

4.1.1.1. Máquina etiquetadora

La máquina es servocontrolada por lo que está diseñada para tener un cambio de bobina en menos de un minuto y de formato en un tiempo reducido. Actualmente el ajuste se realiza mediante prueba y error dado que el servocontrol ha dejado de funcionar correctamente. Dependiendo de la experiencia del operario el ajuste puede alargarse o acortarse.

Tabla XIX. **Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina etiquetadora**

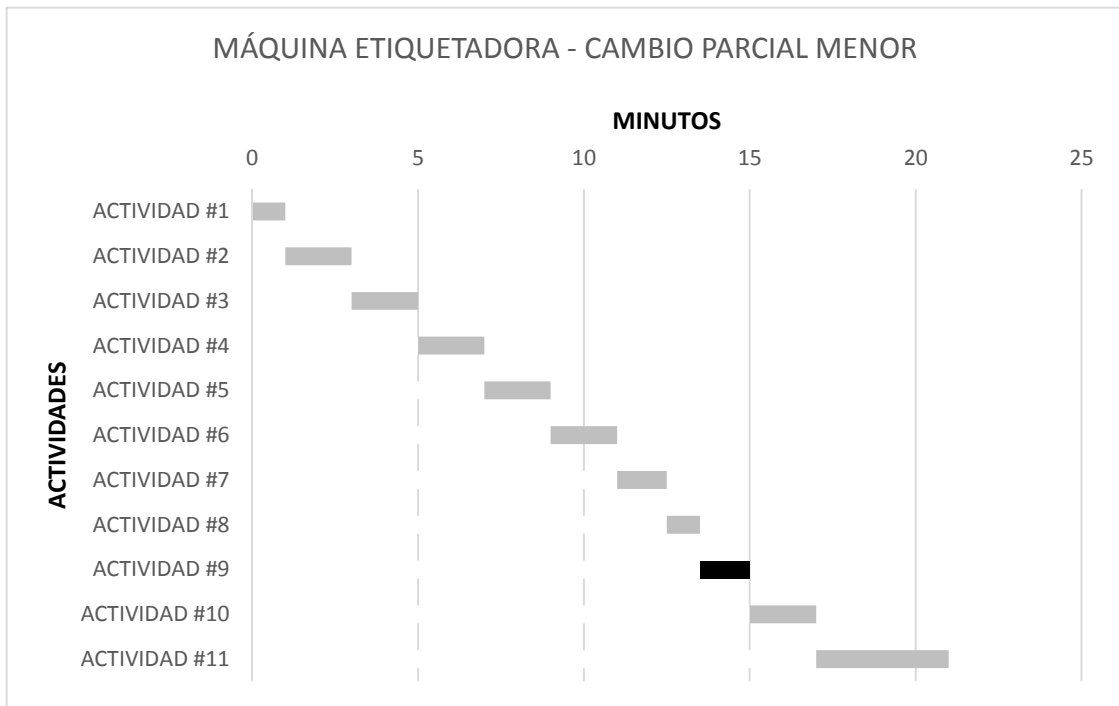
Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase detener la máquina.	1	
2	Bloquear el transporte de posicionadora a etiquetadora, anotar la producción y cambiar el programa de producción.	0,5	
3	Abrir la compuerta de la estación A y desmontar la etiqueta enrollada en los tubos estiradores.	1	
4	Enrollar la etiqueta de la bobina de la NP en estación B en los tubos estiradores exteriores, interiores y en el cilindro de corte y cilindro encolador .	2	
5	Limpiar el tambor del lado izquierdo y lado derecho, cerrar la compuerta de la estación B y trasladarse a la estación A.	1	
6	Abrir la compuerta de la estación A y desmontar la etiqueta enrollada en los tubos estiradores.	1	
7	Enrollar la etiqueta de la bobina de la NP de la estación A en los tubos estiradores exteriores, interiores y en el cilindro de corte y cilindro encolador.	2	
8	Realizar pruebas de ajuste de altura, corte y pegamento sobre envase.	3	
9	Retirar la bobina de la presentación anterior de la estación A y B y colocarlas en el almacén destinado para ello.	2	

Continuación de la tabla XIX.

10	Poner la máquina a funcionar en modo automático y verificar que el etiquetado se realice de forma uniforme.	0,5	
11	Llenar el transporte aéreo de envase etiquetado desde salida de etiquetadora hasta la enjuagadora.	1	
TOTAL		15	INT = 10 EXT = 1

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina etiquetadora**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina etiquetadora**

Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT-INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase detener la máquina.	1	
2	Bloquear el transporte de salida, anotar la producción, limpiar el área de trabajo y cambiar el programa de producción.	2	
3	Trasladarse a la parte trasera de la etiquetadora para desmontar tornillo sin fin grande, guías de entrada y estrella de entrada de la PA y llevarlos al almacenamiento de piezas.	2	
4	Traer del almacenamiento la estrella de entrada de la NP, montarla, desmontar tornillo sin fin pequeño, gaviotas y estrella pequeña de la PA.	2	
5	Llevar estrella pequeña de la PA al almacenamiento y traer del mismo, la estrella pequeña de la NP y colocarla en su lugar.	2	
6	Llevar tornillo sin fin pequeño y gaviotas de la PA al almacenamiento, tomar y llevar tornillo sin fin grande y pequeño de la NP y montarlos.	2	
7	Llevar del almacenamiento la gaviota de la NP y montarla en la máquina, subir el carrusel de salida hacia el transporte #2 y cerrar la compuerta trasera de la máquina para trasladarse a la estación B de la etiquetadora.	1,5	
8	Abrir la compuerta de la estación B y desmontar los cepillos y rodillos de la PA, llevarlos al almacenamiento de piezas.	1	
9	Tomar y llevar los cepillos y rodillos de la NP a estación B, montarlos en la máquina y trasladarse a la parte frontal de la etiquetadora.	1,5	
10	Abrir la compuerta frontal, desmontar los 20 platillos giratorios de la PA, ir hacia el herramental de platillos y llevarlo hacia la parte frontal.	2	
11	Guardar los platillos de la PA en el compartimento indicado, sacar y montar los 20 platillos giratorios de la NP, llevar el herramental de platillos a su lugar señalado.	4	

Continuación de la tabla XX.

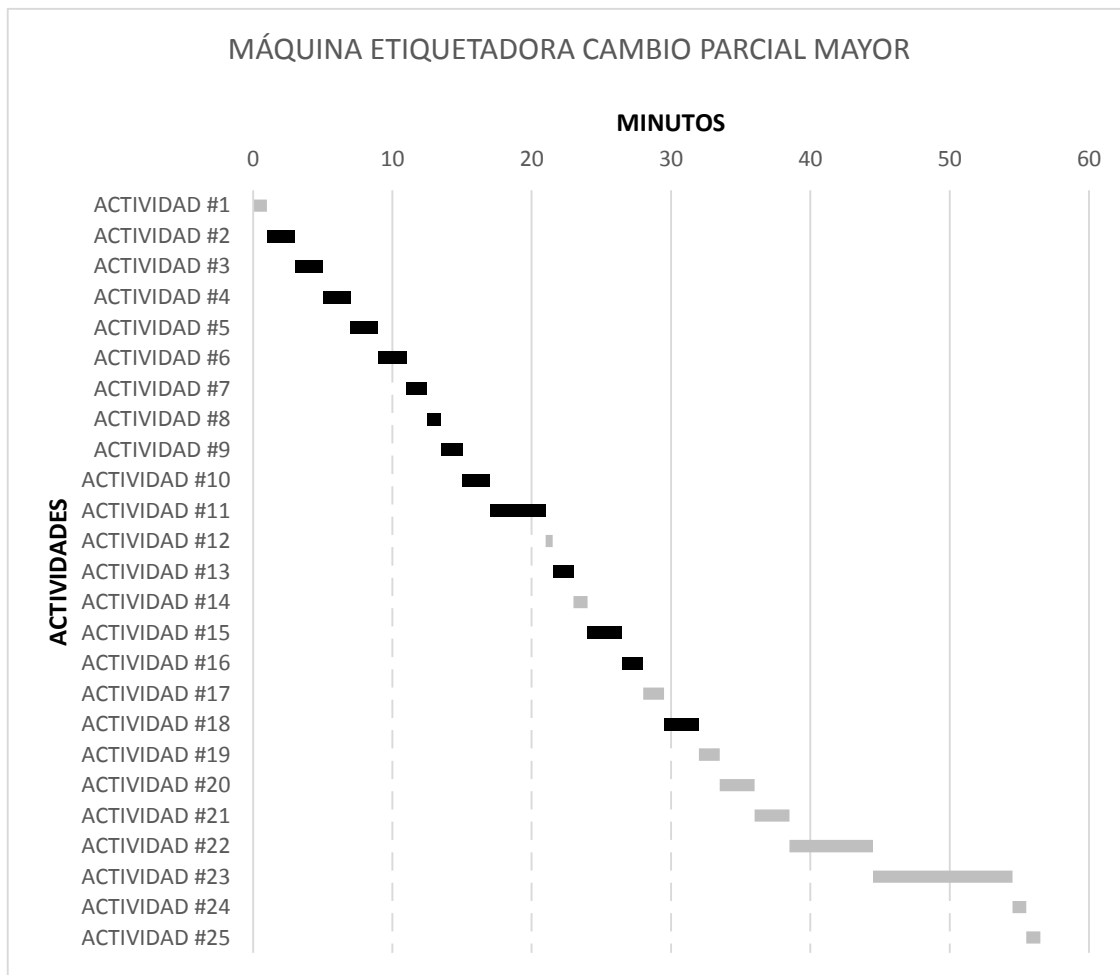
12	Ir a la estación B, desmontar la etiqueta de los tubos estiradores interiores y exterior de la PA, enrollar la etiqueta de la NP en los tubos estiradores exteriores e interiores.	0,5	
13	Ir a la estación A, abrir la compuerta, desmontar los cepillos y rodillos de la PA, llevarlos al almacenamiento de piezas.	1,5	
14	Desmontar la etiqueta enrollada en los tubos estiradores interiores y exteriores de la PA y enrollar la etiqueta de la NP en los tubos estiradores exteriores e interiores.	1	
15	Desmontar el tambor de corte de la PA de la estación A y llevarlo al almacenaje de piezas, traer el tambor de corte de la NP y montarlo.	2,5	
16	Tomar y llevar los cepillos y rodillos de la NP a la estación A y montarlos.	1,5	
17	Enrollar etiqueta de la NP en tubos estiradores exteriores, interiores y en el cilindro de corte y encolador en estación A.	1,5	
18	Desmontar el tambor de corte de la PA de la estación B, llevarlo al almacenaje de piezas, traer el tambor de corte de la NP y montarlo.	2,5	
19	Enrollar la etiqueta de la NP en el cilindro de corte y cilindro encolador en la estación B.	1,5	
20	Ajustar altura del sostenedor de bobina de la estación B, ajustar parámetros de corte, posición y traslape de etiqueta de la estación B.	2,5	
21	Ajustar altura del sostenedor de bobina de la estación A, ajustar parámetros de corte, posición y traslape de etiqueta de la estación A.	2,5	
22	Realizar pruebas de altura, corte y pegamento sobre envase en ambas estaciones.	6	
23	Llamar y esperar al mecánico para realizar el ajuste de pegamento.	10	
24	Poner la máquina a funcionar en modo automático y verificar que el etiquetado se realice de forma uniforme.	1	

Continuación de la tabla XX.

25	Llenar el transporte aéreo de envase etiquetado hasta la lavadora	1	
TOTAL		55,5	INT= 11 EXT=14

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina etiquetadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.2. Máquina mezcladora

Los pasos para los cambios parciales fueron incluidos en el procedimiento de la máquina llenadora debido a que están estrechamente relacionados y la separación de estos no tendría ningún beneficio para el estudio.

4.1.1.3. Máquina llenadora

Tabla XXI. Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina llenadora

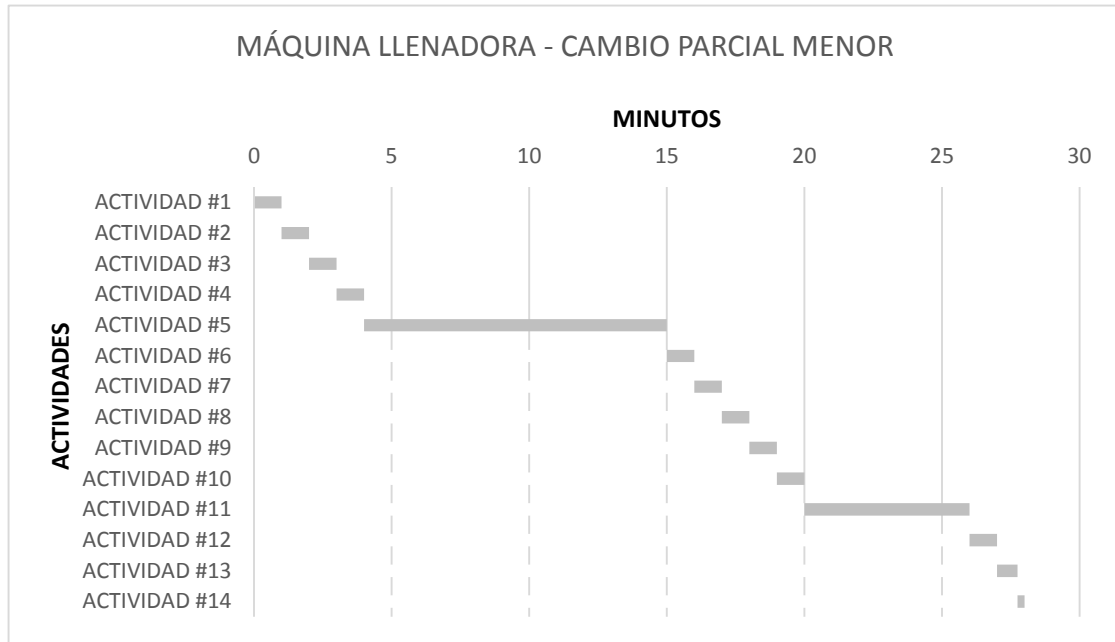
Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase, detener la máquina.	1	
2	Cerrar el bloqueador de envases y drenar el jarabe restante	1	
3	Anotar la producción final, cambiar el programa y marcar la razón de paro	1	
4	Cerrar válvula de jarabe #101 y de CO2 #183v botar la presión de llenadora abriendo la válvula #100 en la pantalla, cerrar la válvula #102 en la, liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104	1	
5	Liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104, seleccionar "CIP" en la pantalla del proporcionador, realizar el lavado, llamar a sala de jarabe para conectar el paso de agua al proporcionador	11	
6	Seleccionar en llenadora preparativos para el servicio, abrir válvula #100 y #220 manualmente, observar en la pantalla del proporcionador "Abrir válvula 563" y abrir válvula #563 dejando pasar agua fría al mezclador	1	
7	Abrir válvula 102 permitiendo el paso de agua fría a la llenadora y esperar a que el agua fría caiga del tazón o llegue a un nivel de 299	1	

Continuación de la tabla XXI.

8	Cerrar válvula #563 y #102 y abrir válvula de drenaje #104, abrir válvulas #546, #545, #541, #518 y #586, abrir válvula #513 y #510 de drenado.	1	
9	Cerrar válvulas, #564, #546, #545, #541, #518, #586, #513 y #510, llamar a sala de jarabes, pedir producto y presionar el botón purgar aire.	1	
10	Confirmar la recepción del producto, cerrar la llave #519, girar la perilla de jarabe, abrir la válvula #510, llenar de producto el proporcionador, cerrar la perilla, buscar y seleccionar la receta del producto a elaborar.	1	
11	Seleccionar redosificar y recircular en el proporcionador. Revisar y ajustar niveles de *Brix, agregar jarabe si hiciera falta	6	
12	Derramar agua fría en llenadora y seleccionar en la pantalla posición de drenaje, abrir la válvula #100, apagar el modo de recircular y redosificar en el proporcionador y enviar a llenadora	1	
13	Abrir válvula #102 para saborizar cañas, cerrar la llave #102, seleccionar en llenadora "Producción" y abrir válvula #183 para el CO2	0,75	
14	Esperar a que la llenadora alcance el nivel de 3.60 bar, abrir la llave #102, colocar el bloqueador de envases en automático e iniciar producción	0,25	
TOTAL		28	INT= 14 EXT = 0

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina llenadora**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina llenadora**

Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase detener la máquina	1	
2	Cerrar el bloqueador de envases y drenar el jarabe restante	1	
3	Anotar la producción final, cambiar el programa y marcar la razón de paro	1	
4	Cerrar válvula de jarabe #101 y de CO2 #183 botar la presión de llenadora abriendo la válvula #100 en la pantalla de la llenadora, cerrar la válvula #102, liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104	1	

Continuación de la tabla XXII.

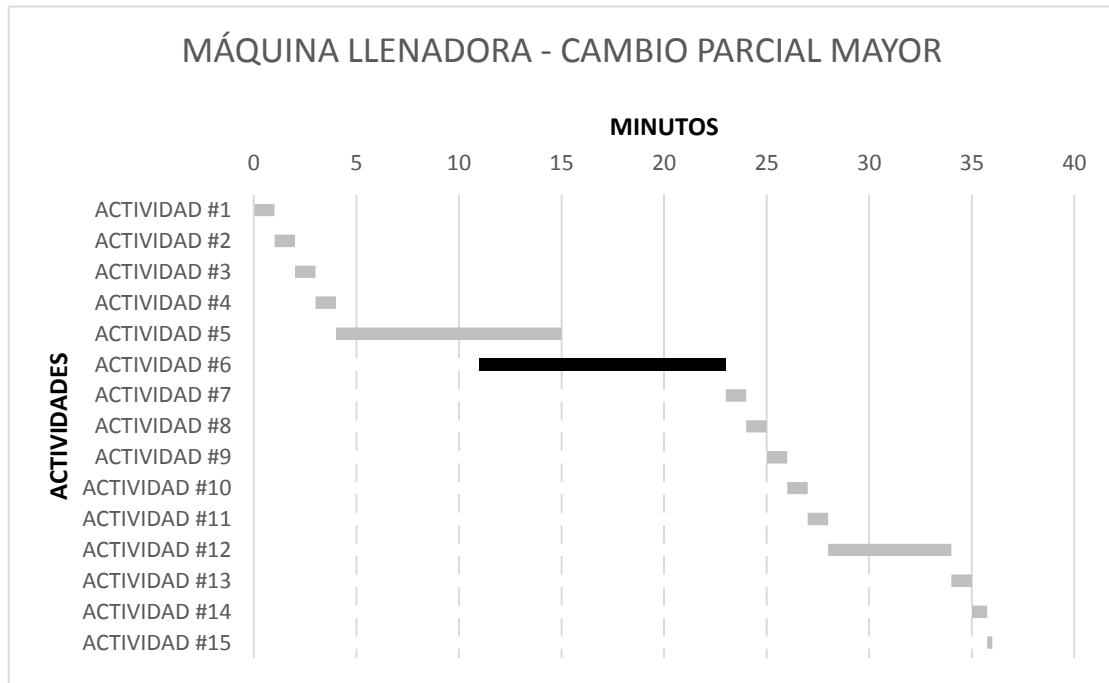
5	Liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104, seleccionar "CIP" en la pantalla del proporcionador para realizar el lavado, llamar a sala de jarabe para conectar el paso de agua al proporcionador	11	
6	Retirar las cañas de la PA y colocar las cañas de la nueva presentación.	12	
7	Seleccionar en llenadora preparativos para el servicio, abrir válvula #100 y #220 manualmente, observar en la pantalla del proporcionador "Abrir válvula 563" y permitir el paso de agua fría al mezclador abriendo válvula #563	1	
8	Abrir válvula 102 permitiendo el paso de agua fría a la llenadora y esperar a que el agua fría caiga del tazón o llegue a un nivel de 299	1	
9	Cerrar Válvula #563 y #102 y abrir válvula de drenaje #104, abrir válvulas #546, #545, #541, #518 y #586, drenar el agua del tanque abriendo válvula #513 y #510	1	
10	Cerrar válvulas, #564, #546, #545, #541, #518, #586, #513 y #510, Se llama a sala de jarabes para pedir el producto y se presiona el botón purgar aire.	1	
11	Cerrar la llave #519 después de confirmar la recepción del producto y girar la perilla de jarabe y abrir la válvula #510, llenar de producto el proporcionador y cerrar la perilla, buscar y seleccionar la receta del producto a elaborar.	1	
12	Seleccionar redosificar y recircular en el proporcionador para mezclar el producto. Revisar y ajustar niveles de *Brix, agregando jarabe.	6	
13	Derramar agua fría en llenadora y seleccionar en la pantalla de esta posición de drenaje y abrir la válvula #100, se apaga el modo de recircular y redosificar en el proporcionador para enviar a llenadora	1	

Continuación de la tabla XXII.

14	Abrir válvula #102 en la llenadora para saborizar las cañas, cerrar la llave #102 esperar a que se derrame, Seleccionar en llenadora "Producción" y se abre la válvula 183 para el CO2	0,75	
15	Esperar a que la llenadora alcance el nivel de presión de 3.60 bar y abrir la llave #102, Colocar el bloqueador de envases en automático e iniciar producción	0,25	
TOTAL		36	INT= 14 EXT = 1

Fuente: elaboración propia.

Figura 9. **Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina llenadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1.4. Máquina taponadora

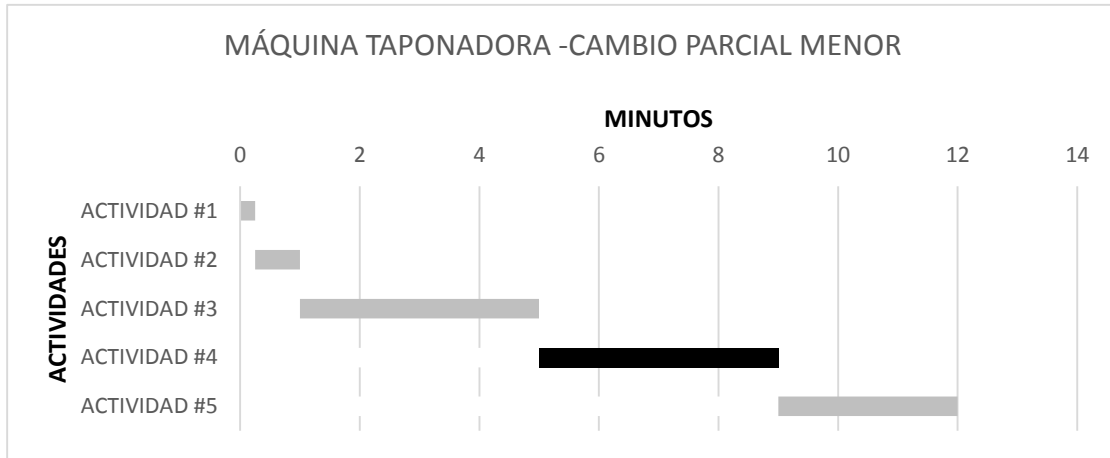
Esta máquina al estar inmediatamente después del llenado de los envases, su cambio se convierte en una etapa crucial para el inicio de la producción de la nueva presentación. A pesar de ello se observó que la mayor parte del tiempo en este proceso puede llevarse a cabo antes de inicie el cambio de presentación.

Tabla XXIII. **Registro de operaciones de cambio parcial menor para máquina taponadora**

Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Detener la máquina y desactivar el transporte de tapa hacia la taponadora	0,25	
2	Retirar los tapones restantes del carril y el alimentador de tapa	0,75	
3	Bajar al sótano y retirar las tapas restantes de la PA del dosificador	2	
4	Seleccionar y agregar la cantidad de tapas de la NP necesarias al dosificador de tapas	6	
5	Llenar el transportador, alimentador y el carril de tapas nuevas	1	
TOTAL		10	INT = 4 EXT = 1

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Cronograma de actividades de cambio parcial menor para máquina taponadora**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Registro de operaciones de cambio parcial mayor para máquina taponadora**

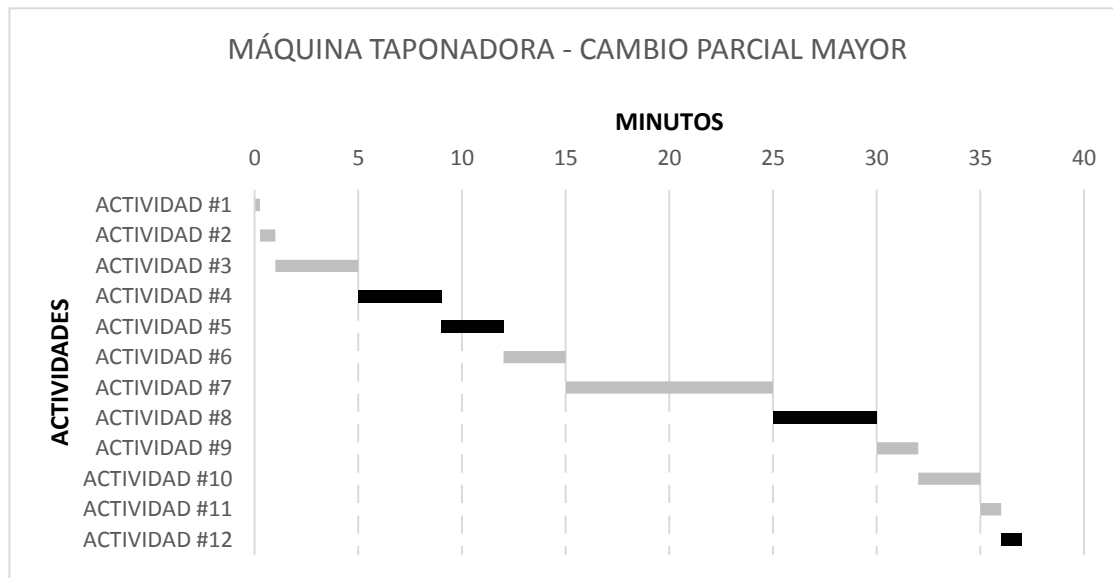
Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Detener la máquina y desactivar el transporte de tapa hacia la taponadora	0,25	
2	Retirar los tapones restantes de la PA del carril y el alimentador de tapa	0,75	
3	Bajar al sótano y retirar las tapas restantes de la PA del dosificador	4	
4	Seleccionar y agregar la cantidad de tapas de la NP necesarias al dosificador de tapas	4	
5	Subir y tomar los formatos de la NP y colocarlos en el manejo de formatos y llevarlo hacia la posición deseada.	3	
6	Desarmar la guía de los coronadores y las guías de botella de la taponadora.	3	

Continuación de la tabla XXIV.

7	Ajustar la altura de los coronadores según a la presentación a cambiar.	10	
8	Ir por los <i>cappers</i> de la NP y retirar los <i>cappers</i> de la PA y colocar los <i>cappers</i> de la NP	5	
9	Retirar la estrella pequeña de la taponadora de la PA y colocar la estrella pequeña de la NP.	2	
10	Armar la guía de los coronadores desarmada en el paso 6.	3	
11	Llenar el transportador, alimentador y el carril de tapas nuevas	1	
12	Llevar el manejo de formatos a su lugar correspondiente	1	
TOTAL		37	INT= 8 EXT = 4

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Cronograma de actividades de cambio parcial mayor para máquina taponadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Lista de actividades para cambio de presentación de tipo total

Las actividades de cambio de tipo total engloban aquellas en las que se requiera hacer un cambio en todas las estaciones de la línea o un CIP de 3 pasos, este último dado que por su duración es desproporcionada con relación a los cambios de presentación.

De igual forma que en los tipos cambios anteriores, se observó una falta de estandarización en los procedimientos de cambio. Dichas actividades y tiempos quedaron registrados en las tablas de los siguientes apartados.

4.1.2.1. Máquina posicionadora

Este procedimiento de cambio tiene una carga de trabajo mayor que otras estaciones por la cantidad de operaciones a realizar, siendo afectado también por la falta de preparación y apoyo por parte del personal de bodega.

Tabla XXV. Registro de operaciones de cambio total para máquina posicionadora

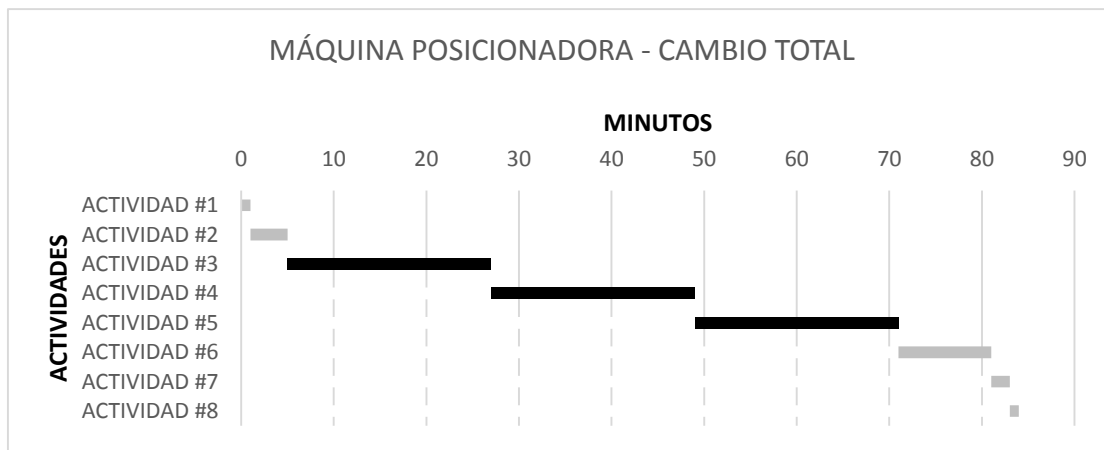
Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase detener la máquina	1	
2	Anotar la producción de la máquina y prepararla para que los ayudantes de bodega se incorporen al cambio.	4	
3	Indicar al personal de bodega que inicie con el cambio de <i>pucks</i> en la posicionadora, guardando los <i>pucks</i> en su lugar al finalizar	22	
4	Trasladarse a la estación A y realizar el cambio en canoas y bajadas de envase, tomándolas directamente del almacén	22	

Continuación de la tabla XXV.

5	destinado para ello y guardarlas en su lugar al finalizar Trasladarse a la estación B y realizar el cambio en canoas y bajadas de envase, tomándolas directamente del almacén destinado para ello y guardarlas en su lugar al finalizar	22	
6	Sincronizar las bajadas de envase con los <i>pucks</i> , solicitar envase de la NP a bodega y realizar ajustes en los sensores de altura de botella.	10	
7	Poner la máquina a funcionar en modo automático y verificar que el envase salga correctamente desde el inicio del transporte #1 hasta la entrada de la máquina etiquetadora	2	
8	Llenar el transporte aéreo de envase desde la salida de la máquina hasta la máquina etiquetadora	1	
TOTAL		84	INT = 5 EXT = 3

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Cronograma de actividades de cambio total para máquina posicionadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.2. Máquina etiquetadora

Las operaciones y el tiempo para el cambio de presentación de tipo total son las mismas que para el cambio de presentación de la tabla a XVIII y figura 10 del presente capítulo.

4.1.2.3. Máquina enjuagadora

El ajuste es realizado por el personal de mantenimiento mecánico de la línea durante el transcurso del cambio de presentación. El cambio consiste en ajustar la distancia de las cadenas de la máquina lavadora de tal forma que permita el paso del envase hacia la máquina. Este procedimiento tiene una duración aproximada de 4 minutos.

4.1.2.4. Máquina mezcladora

Los pasos para el cambio total fueron incluidos en el procedimiento de la máquina llenadora dado que los procesos están estrechamente relacionados y la separación de estos no tendría ningún beneficio para el estudio ni para el desarrollo de las operaciones.

4.1.2.5. Máquina taponadora

Las operaciones y el tiempo para el cambio de presentación de tipo total son las mismas que para el cambio de sabor o presentación indicado en las tablas VXII y figuras XXV respectivamente del presente capítulo.

4.1.2.6. Máquina llenadora

A pesar de que no todos los cambios totales requieren de un procedimiento *CIP*, para el registro de las operaciones en la tabla se consideraron los cambios que, si lo requerían ya que estos tenían una mayor duración que otros, de tal forma de capturar la mayor cantidad de tiempo que podría llevar este procedimiento. Por lo tanto, la siguiente tabla muestra la combinación del procedimiento utilizado en un cambio parcial mayor y el procedimiento *CIP*.

Tabla XXVI. **Registro de operaciones de cambio total para máquina llenadora**

Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase detener la máquina	1	
2	Cerrar el bloqueador de envases y drenar el jarabe restante	1	
3	Anotar la producción final, cambiar el programa y marcar en el sistema la razón de paro.	1	
4	Cerrar válvula de jarabe #101 y de CO2 #183 Botar la presión de llenadora abriendo la válvula #100 en la pantalla de la llenadora, cerrar la válvula #102 en la pantalla de la llenadora, liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104	1	
5	Liberar la presión del proporcionador abriendo la llave #104, seleccionar "CIP" en la pantalla del proporcionador para realizar el CIP de 3 pasos, llamar a sala de jarabe para conectar el paso de agua al proporcionador	60	
6	Retirar las cañas y colocar las cañas de la nueva presentación.	12	
7	Tomar las piezas de la nueva presentación del almacenamiento de herramientas y colocarlos en el manejo de formatos y llevarlo a la posición deseada frente a la llenadora	2	

Continuación de la tabla XXVI.

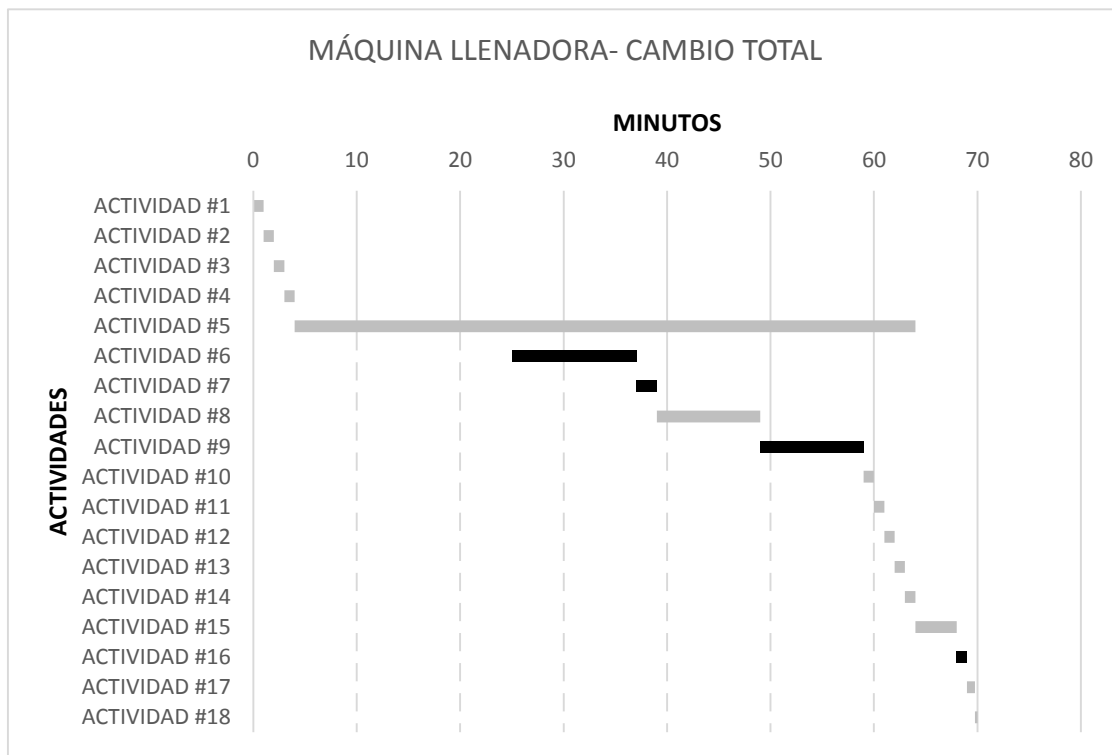
8	Retirar la estrella pequeña de la taponadora de la presentación Colocar la guía de botellas de la nueva presentación.	10	
9	Retirar la guía y la estrella de salida de la llenadora de la presentación anterior para colocar la guía y la estrella de salida de la nueva presentación. Llevar los formatos a su lugar indicado	10	
10	Seleccionar en llenadora preparativos para el servicio, abrir válvula #100 y #220 manualmente, observar en la pantalla "Abrir válvula 563" y abrir válvula #563 permitiendo el paso de agua fría	1	
11	Abrir válvula 102 permitiendo el paso de agua fría a la llenadora y esperar a que el agua fría caiga del tazón o llegue a un nivel de 299	1	
12	Cerrar Válvula # 563 y #102 y abrir válvula de drenaje #104, abrir válvulas #546, #545, #541, #518 y #586, drenar el agua del tanque abriendo válvula #513 y #510	1	
13	Cerrar válvulas, #564, #546, #545, #541, #518, #586, #513 y #510, llamar a sala de jarabes, pedir producto y presionar botón purgar aire.	1	
14	Cerrar la llave #519 después de confirmar la recepción del producto y girar la perilla de jarabe y abrir la válvula #510, llenar de producto el proporcionador y cerrar la perilla, buscar y seleccionar la receta	1	
15	Seleccionar redosificar y recircular en el proporcionador para mezclar el producto Revisar y ajustar niveles de *Brix, agregando jarabe	4	
16	Derramar agua fría en llenadora y seleccionar en la pantalla de esta posición de drenaje y abrir la válvula #100, se apaga el modo de recircular y redosificar en el proporcionador para enviar a llenadora	1	
17	Abrir válvula #102 en la llenadora para saborizar las cañas, cerrar la llave #102 esperar a que se derrame, seleccionar en llenadora producción y se abre la válvula 183 para el CO2	0,75	

Continuación de la tabla XXVI.

18	Esperar a que la llenadora alcance 3.60 bar y abrir la llave #102, colocar el bloqueador de envases en automático e iniciar producción	0,25	
TOTAL		70	INT= 14 EXT = 4

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Cronograma de actividades de cambio total para máquina llenadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.7. Máquina empacadora

El cambio de piezas en la empacadora es exclusivo del cambio total, dado que los carriles que separan los envases pasan de ser 4 a ser 3. Durante la observación de este procedimiento se hizo notar que este cambio requiere de un gran esfuerzo debido a la cantidad, tamaño y peso de las piezas a manipular para realizar el cambio, sumándole también, que este generalmente se realiza después del cambio de piezas de la máquina etiquetadora.

Tabla XXVII. **Registro de operaciones de cambio total para máquina empacadora**

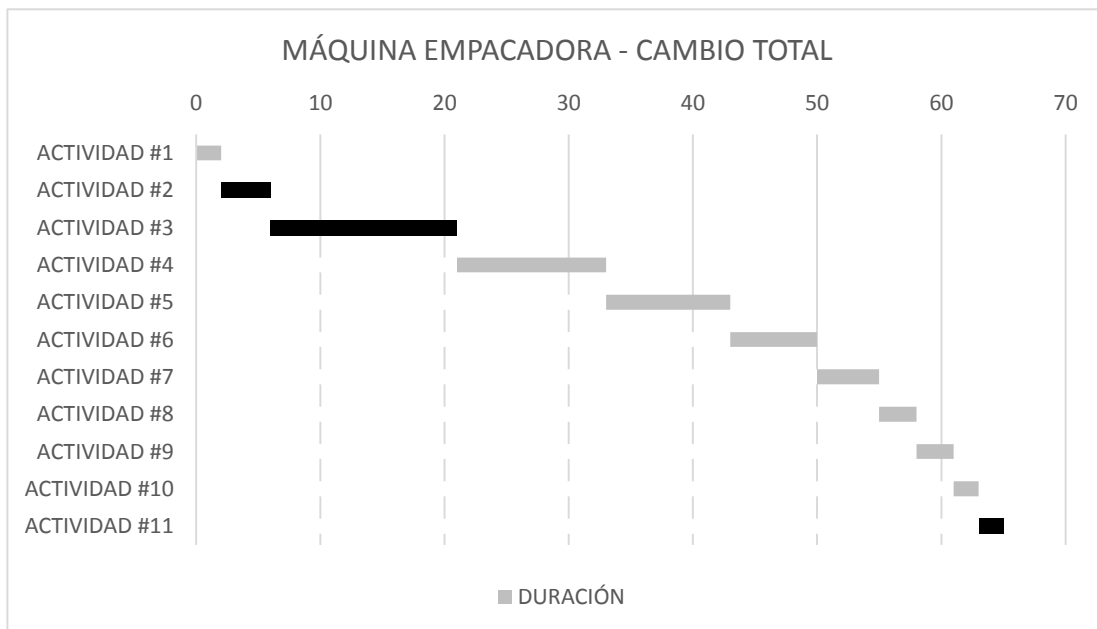
Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Confirmar que el último envase haya salido y no habrá más recepción de envase, detener la máquina	2	
2	Anotar la producción, tomar las piezas de NP y llevarlas a la empacadora	4	
3	Retirar guías internas y la mesa donde se colocan las guías internas de la PA y colocar la mesa y las guías internas de la NP	15	
4	Retirar las guías externas de entrada de la PA y colocar las de la NP	12	
5	Cambiar el formato de las guías separadoras de entrada a la empacadora según sea requerido.	10	
6	Ajustar los parámetros de separación de envase, guías internas y externas según sea requerido para la NP.	7	
7	Retirar formato de control de entrada de la PA y colocar el formato de NP	5	
8	Ajustar los parámetros de las guías de entrada al agitador de envase. Ajustar las guías de la mesa empacadora según sea requerido	3	
9	Verificar que los tiempos del formador de paquetes y el corte del plástico termoencogible estén sincronizados	3	

Continuación de la tabla XXVII.

10	Realizar ajustes y pruebas en todos los sensores y fotoceldas de acuerdo con los parámetros de la NP.	2	
11	Limpiar y ordenar el área, colocar la máquina en modo automático.	2	
TOTAL		65	INT= 8 EXT=3

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Cronograma de actividades de cambio total para máquina empacadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.8. Máquina paletizadora

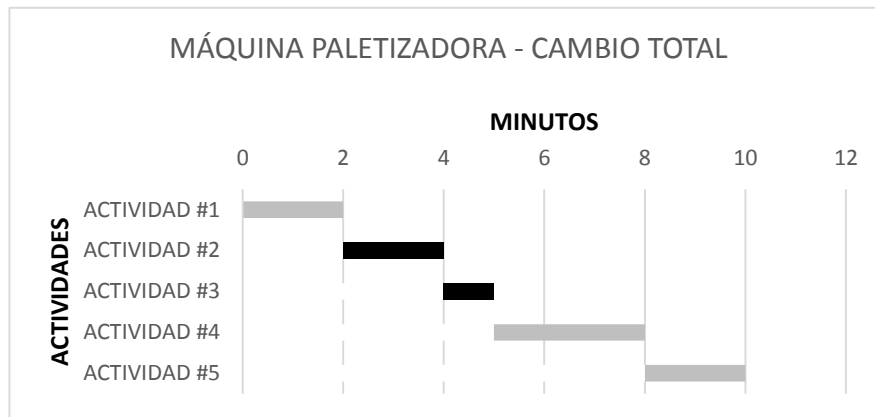
El procedimiento de cambio para la máquina paletizadora está conformado por tareas de verificación, control y coordinación del armado del último pallet hasta su envío a bodega. La dificultad en este procedimiento se encuentra en tener que iniciar el cambio en la máquina posicionadora y al mismo tiempo realizar las tareas correspondientes de supervisión de la máquina paletizadora hasta que finalice la producción.

Tabla XXVIII. **Registro de operaciones de cambio total para máquina paletizadora**

Núm.	OPERACIÓN	TIEMPO (min)	EXT - INT
1	Verificar que todos los paquetes hayan salido del transporte y hayan sido paletizado por la máquina.	2	
2	Coordinar con almacén el armado y envío del último pallet y detener la máquina.	2	
3	Apuntar la producción final y realizar el cambio del programa de la presentación anterior al de la nueva presentación	1	
4	Limpiar y ordenar el área de trabajo	3	
5	Verificar si se necesita preparar o agregar planchas de cartón o <i>stretch film</i> en la paletizadora, poner la máquina en modo automático y trasladarse a la máquina posicionadora	2	
TOTAL		10	INT= 5 EXT = 2

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Cronograma de actividades de cambio total para máquina paletizadora**



Fuente: elaboración propia.

4.1.2.9. Transporte aéreo

El ajuste en las guías del transporte aéreo y terrestre es realizado por el personal de mantenimiento mecánico de la línea durante el transcurso del cambio de presentación. Este tiene una duración de 30 minutos aproximadamente, siendo realizado en un periodo no continuo de tiempo debido a que en ocasiones se requiere de su asistencia en otras estaciones de la línea para realizar los ajustes mecánicos de las máquinas.

4.2. Fase 2: identificación de las operaciones

A partir de los registros de operaciones actuales se pudo determinar las actividades que corresponden a operaciones de cambio internas y externas. En relación con ello las operaciones de cambio internas fueron identificadas en la sección anterior con color gris y las externas con color negro. En este punto todas las actividades se realizaron como internas.

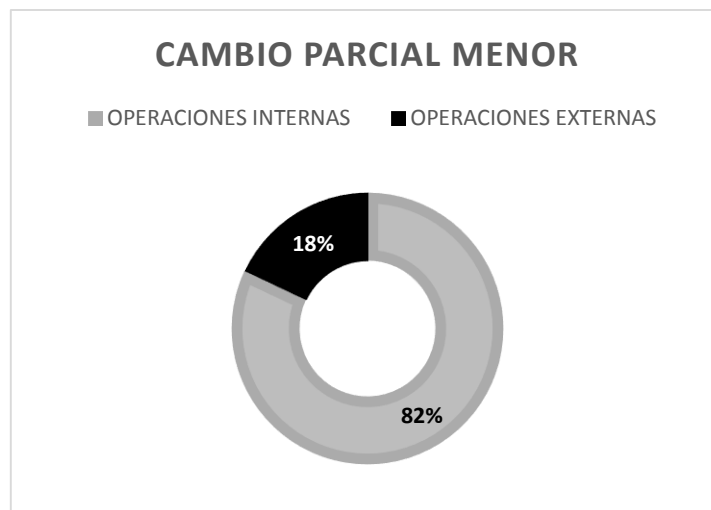
A continuación, se detallan con tablas y gráficos los porcentajes que corresponden a actividades internas y externas sobre el total del tiempo requerido para los cambios de herramienta.

Tabla XXIX. **Identificación de operaciones internas y externas**

TIPO DE CAMBIO	OPERACIONES INTERNAS	OPERACIONES EXTERNAS	TOTAL
CAMBIO PARCIAL MENOR	23,76	4,5	28,26
CAMBIO PARCIAL MAYOR	48,1	12,9	61
CAMBIO TOTAL	108	20	128

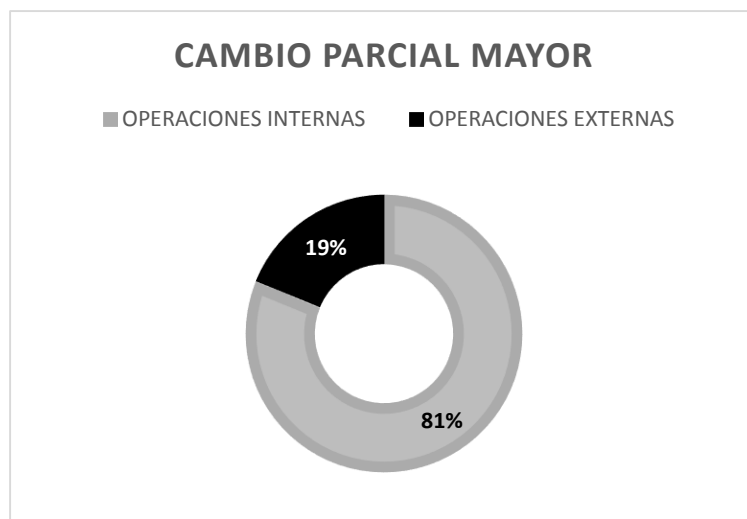
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Gráfico de operaciones internas y externas de cambio parcial menor**



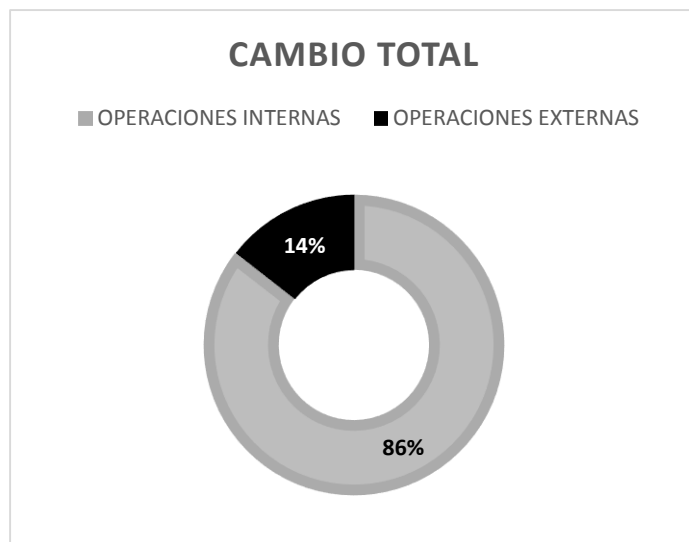
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Gráfico de operaciones internas y externas de cambio parcial menor**



Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Gráfico de operaciones internas y externas de cambio total**



Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Operaciones de cambio internas

Sabiendo que las operaciones de cambio internas son aquellas que no pueden ser transformadas por causas propias de la operación o por cuestiones de seguridad laboral, el enfoque para estas operaciones será su mejora, estandarización y control. Dicha mejora estará basada en la metodología de las 5s, realizándose con el apoyo del personal de supervisión y gerencial.

4.2.2. Operaciones de cambio externas

Para el cambio total en la máquina posicionadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 6 minutos.

- Esperar a que el personal de bodega ingrese a la planta para ayudar con el cambio de presentación.
- Sacar los *pucks*, canoas y bajadas del almacenamiento al lugar más cercano de la máquina.
- Limpiar el área alrededor de la posicionadora.

Para el cambio parcial menor en la máquina etiquetadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 5 minutos.

- Desmontar e ir al almacenamiento a dejar la bobina de etiqueta de la presentación anterior.
- Ir al almacenamiento a tomar la bobina de etiqueta de la nueva presentación y colocarla en el porta-bobinas.
- Limpiar el área alrededor de la etiquetadora.
- Realizar el cambio en la segunda bobina de la etiqueta de cada lado.

Para el cambio parcial mayor y total en la máquina etiquetadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 10 minutos.

- Ir al almacenamiento a colocar la estrella de entrada, estrella de salida, gaviota, tornillos sin fin, cepillos, rodillos y tambor de la presentación anterior a su lugar correspondiente.
- Ir al almacenamiento a tomar estrella de entrada, estrella de salida, gaviota, tornillos sin fin, cepillos, rodillos y tambor de la nueva presentación.
- Desmontar e ir al almacenamiento a dejar la bobina de etiqueta de la presentación anterior para ambas estaciones.
- Ir al almacenamiento a tomar la bobina de etiqueta de la nueva presentación y colocarla en el porta-bobinas para ambas estaciones.
- Ir por el herramental que guarda los platillos giratorios.
- Dejar el herramental que guarda los platillos giratorios.
- Limpiar el área alrededor de la etiquetadora.
- Realizar el cambio en la segunda bobina de la etiqueta de cada lado.

Para el cambio parcial en la máquina taponadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 2 minutos.

- Buscar y seleccionar la caja que contiene la tapa de la nueva presentación.
- Tomar y llevar la caja al área más cercana a la escogedora para realizar el cambio.

Para el cambio parcial mayor y total en la máquina taponadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 5 minutos.

- Buscar y seleccionar la caja que contiene la tapa de la nueva presentación.
- Tomar y llevar la caja al área más cercana a la escogedora para realizar el cambio.
- Ir al almacenamiento a colocar la guía de coronadores, *cappers*, estrella pequeña y guías de salida de la presentación anterior a su lugar correspondiente.
- Ir al almacenamiento a tomar la guía de coronadores, *cappers*, estrella pequeña y guías de salida de la nueva presentación.

Para el cambio parcial menor en la máquina llenadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 4 minutos.

- Ordenar y limpiar el área de la llenadora.
- Bajar y subir al sótano donde se cambia la tapa.

Para el cambio parcial mayor y total en la máquina llenadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración total de 10 minutos.

- Buscar, seleccionar y preparar las cañas para el cambio.
- Ordenar y limpiar el área de la llenadora.
- Ir al almacenamiento a colocar las guías de botella, estrella grande y estrella de salida de la presentación anterior a su lugar correspondiente.

- Ir al almacenamiento a tomar las guías de botella, estrella grande y estrella de salida de la nueva presentación.

Para el cambio total en la máquina empacadora se identificaron las siguientes operaciones internas que tienen una duración de 10 minutos.

- Ir al almacenamiento a colocar las guías internas, externas, mesa de la empacadora, guías externas de entrada, formato de control de entrada, guías de agitador de envase de la presentación anterior a su lugar correspondiente.
- Ir al almacenamiento a tomar las guías internas, guías externas, mesa de la empacadora, guías externas de entrada, formato de control de entrada, guías de agitador de envase de la nueva presentación.
- Ir a bodega por envases de la nueva presentación para realizar ajustes de parámetros.
- Limpiar y ordenar el área de trabajo.

4.3. Fase 3: transformación de operaciones

La transformación de las operaciones consistirá en convertir las operaciones identificadas como internas en externas. Para ello fue necesario realizar previamente las siguientes acciones que prepararían las condiciones físicas y operativas de la línea que permitirían el éxito de la conversión.

- Identificar las partes del área de trabajo.
- Definir los parámetros y ajustes para las máquinas.
- Ordenar e identificar las piezas, según la presentación a la que pertenecen.

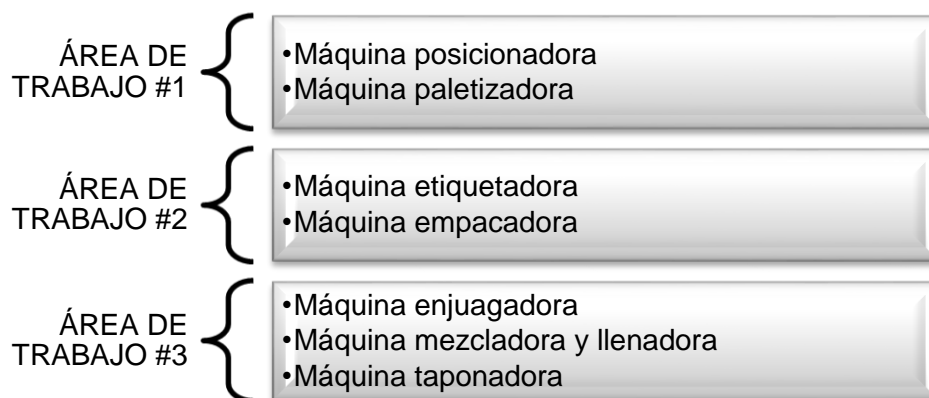
- Estandarizar las operaciones antes, durante y después de los cambios de presentación.
- Comunicar al personal operativo y de supervisión la situación actual, el nuevo método de trabajo y las metas a alcanzar.

4.3.1. Recursos humanos

Para la transformación de las operaciones fue únicamente requerido el recurso humano con el que actualmente cuenta la línea. Las tareas que debían realizar los operadores son las que se definieron como internas teniendo que realizar la preparación de las materias primas y herramientas antes de que inicie el cambio de herramental.

Dicha preparación será realizada por los operadores que se encuentren disponibles, siendo responsables del área de trabajo asignadas como se muestra en la siguiente figura.

Figura 19. **Distribución propuesta de las áreas de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Recursos materiales

Cómo se mencionó previamente, fue necesario identificar las partes de las estaciones de trabajo, definir parámetros y ajustes, ordenar e identificar piezas, para lo cual se requirió de los siguientes materiales, los cuales fueron proporcionados por la administración de la línea.

- Un rotulador electrónico.
- Etiqueta para rotulador electrónico.
- Hojas impresas con los manuales de procedimientos, ajustes, parámetros y nombres de las estaciones y piezas.
- Emplasticadora.
- Cinta adhesiva de doble cara.
- Cajas ordenadoras plásticas.

4.3.3. Recursos financieros

Dado que se utilizaron únicamente recursos materiales con los que actualmente contaba la línea de producción y no se requirió de empresas que prestarán asesoraría o apoyo en ninguna fase del desarrollo e implementación de la propuesta no fue necesario recurrir a ningún tipo de financiamiento.

4.4. Fase 4: simplificación y mejora de operaciones

Actualmente las operaciones se llevan a cabo de acuerdo con los siguientes cronogramas de procedimientos que fueron realizados mediante la observación de los procedimientos que corresponden a las figuras 20 y 21 para los cambios parcial menor, parcial mayor y total respectivamente.

Figura 20. Cronograma actual para cambio parcial menor y mayor

CRONOGRAMA CAMBIO PARCIAL MENOR

TIEMPO (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
POSICIONADORA																															
ETIQUETADORA																															
LLENADORA																															
TAPONADORA																															

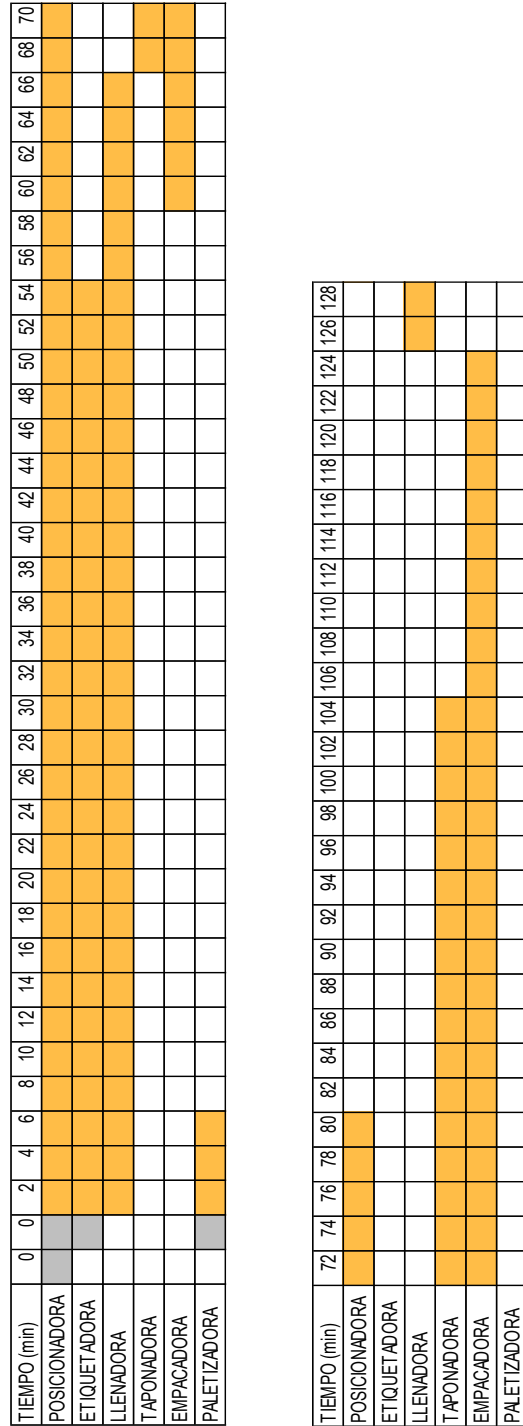
CRONOGRAMA CAMBIO PARCIAL MAYOR

TIEMPO (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
POSICIONADORA																															
ETIQUETADORA																															
LLENADORA																															
TAPONADORA																															

TIEMPO (min)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
POSICIONADORA																																
ETIQUETADORA																																
LLENADORA																																
TAPONADORA																																

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Cronograma actual para cambio total



Fuente: elaboración propia.

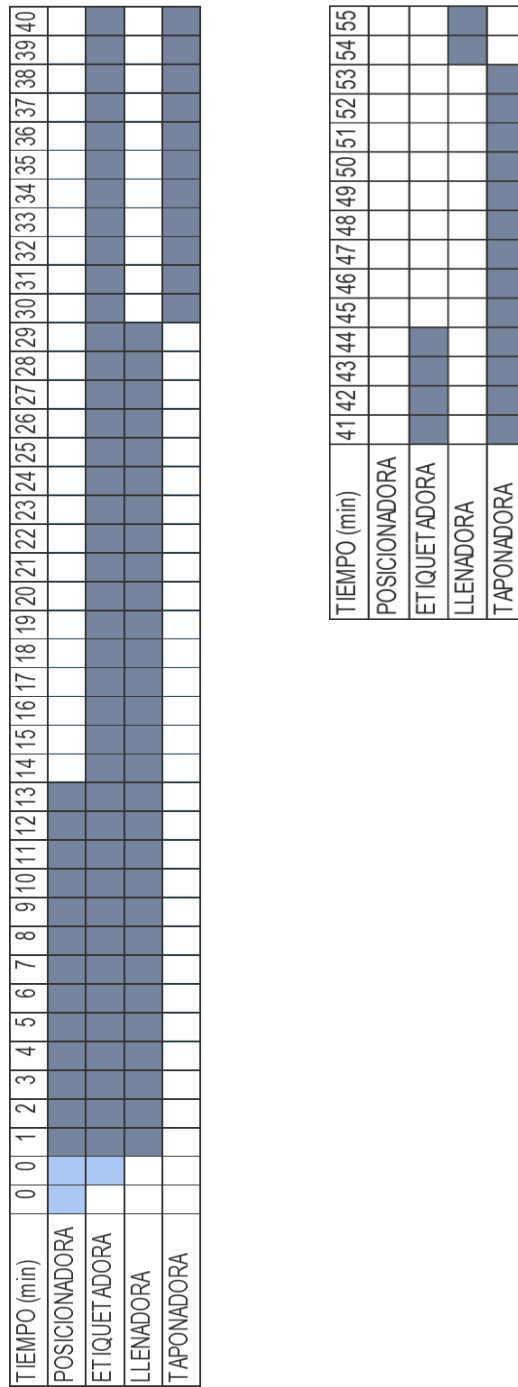
En los cronogramas anteriores las operaciones internas aun existían dentro del tiempo de cambio de herramental, además que no se contaba con una distribución adecuada de las tareas para el tiempo de cambio. Para lo cual se proponen los cronogramas de las figuras 22, 23 y 24 que optimizarán los tiempos ociosos de los operarios mediante el trabajo en equipo y además eliminan las tareas internas y las convierten en externas.

Figura 22. **Cronograma propuesto para cambio parcial menor**

TIEMPO (min)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
POSICIONADORA	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
ETIQUETADORA	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
LLENADORA	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
TAPONADORA	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

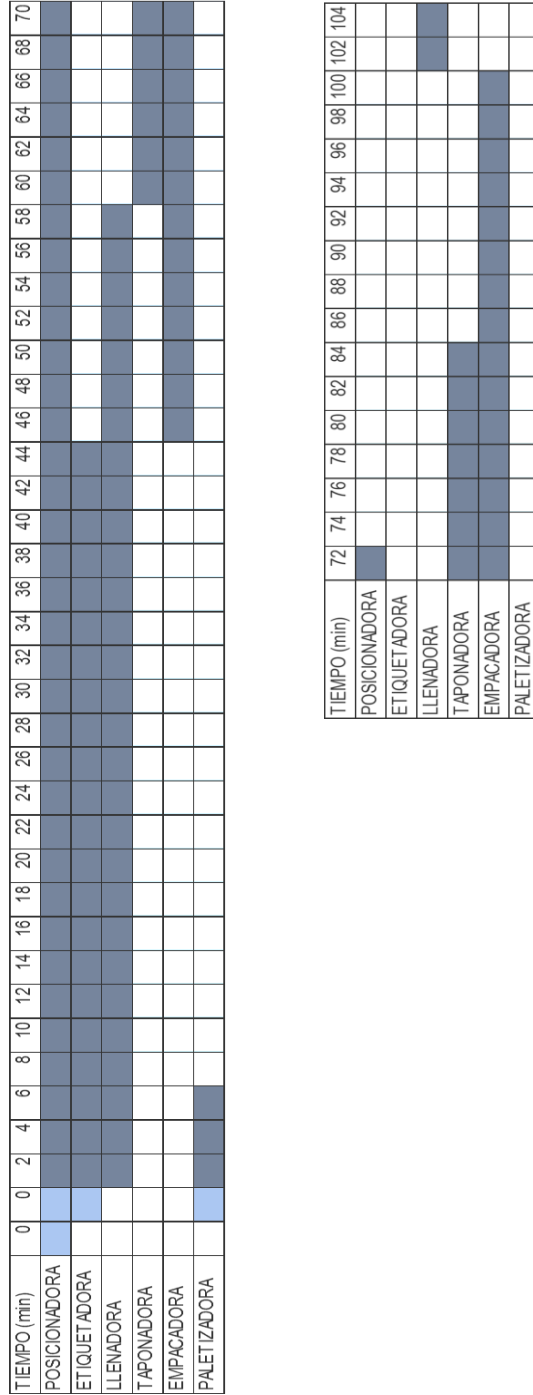
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Cronograma propuesto para cambio parcial mayor



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Cronograma propuesto para cambio total



Fuente: elaboración propia.

4.4.1. Secuencia y proceso de fabricación

Para lograr realizar la secuencia y los tiempos de los cronogramas propuestos es necesario resolver las problemáticas observadas en la línea envasadora que a continuación se describen:

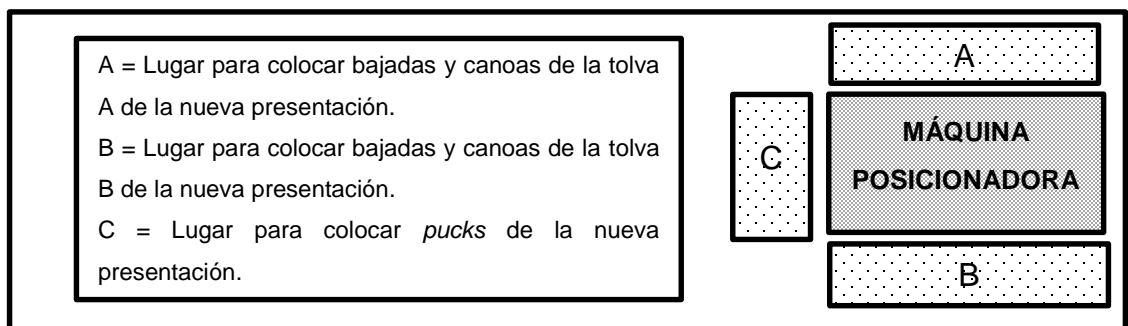
- La falta de estandarización en los procedimientos ha causado que estos se realicen de acuerdo con lo que el operador considera a su criterio que se realiza de mejor forma, alterando el orden y por lo tanto, el tiempo de realización y en otros casos la calidad del producto.
- La falta de estandarización combinado a la falta de supervisión causa que si alguna parte del proceso se realiza de forma incorrecta o el ritmo de trabajo es demasiado bajo, no exista una base sobre la cual estimar si el proceso se realizó de forma efectiva y elimina la capacidad de realizar correcciones.
- Las cargas de trabajo dependiendo del tipo de cambio tienden a estar desequilibradas, por lo que existe tiempo ocioso por parte de los operarios y en otros una sobre carga que ocasiona que el tiempo de cambio, se alargue cuando se podrían realizar tareas simultáneamente.

Para resolver estas problemáticas será necesario durante el entrenamiento y capacitación entregar un manual de procedimientos a los operadores para que realicen las actividades en el orden y forma que ahí se indican. De igual forma durante la capacitación inicial se explicará la forma en que el personal operativo deberá distribuirse durante el tiempo de cambio, esto con el propósito de repartir las cargas de trabajo mediante trabajo en equipo.

4.4.2. Configuración y herramientas

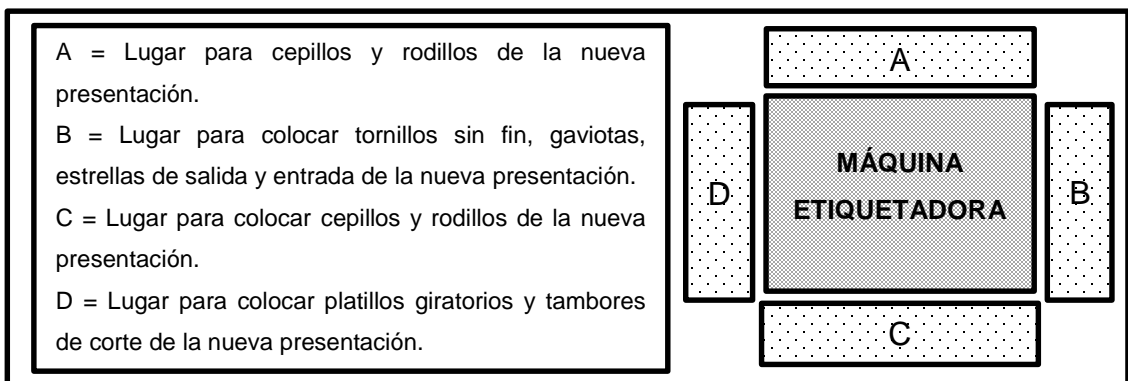
Mucha de la pérdida de ritmo es ocasionada por la falta de preparación del herramental, lo que causa que el personal operativo se desvíe de su tarea principal para traer o dejar piezas requeridas. Por lo tanto, se propone un tiempo entre 5 y 10 minutos antes del cambio dedicados preparar el herramental según la distribución de las siguientes vistas de planta.

Figura 25. **Distribución de piezas para máquina posicionadora**



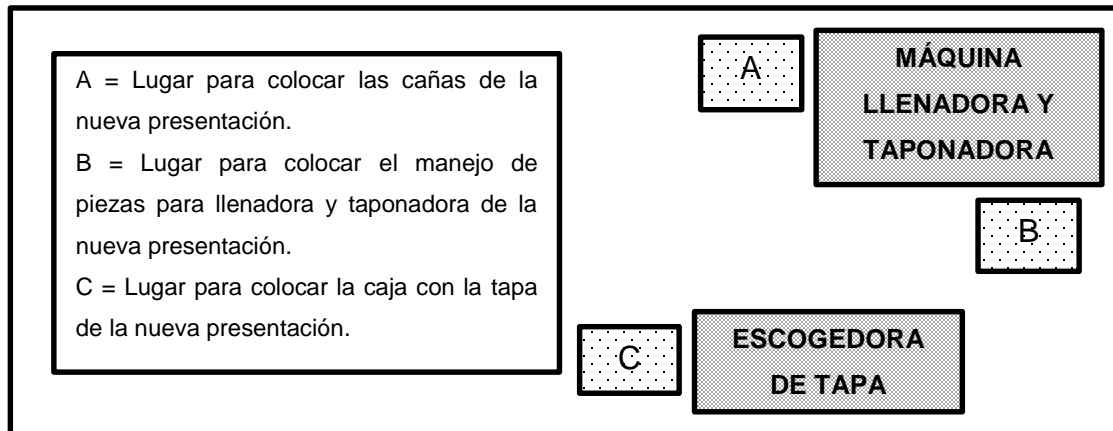
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Distribución de piezas para máquina etiquetadora**



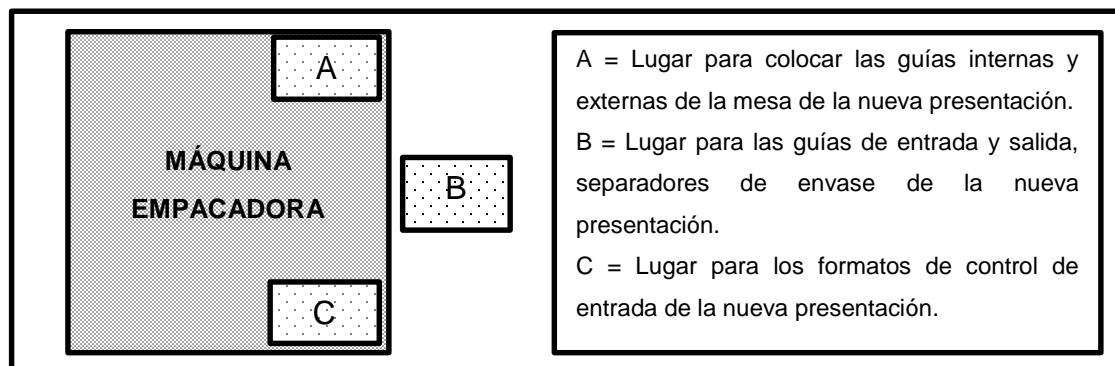
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Distribución de piezas para máquina llenadora y taponadora**



Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Distribución de piezas para máquina empacadora**



Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Manejo de materiales

Para eliminar las ineficiencias durante el proceso de cambio, y asimismo, hacer que este contribuya a eliminar los paros durante la producción se propuso considerar el principio del manejo de los materiales.

- Previsión de paro por mal ajuste: el operador de la máquina posicionadora y etiquetadora deberá hacer una prueba de envío de envase antes de que la producción inicie corroborando que este pase sin problemas a través del transporte aéreo. Asimismo, un operador de la línea deberá tomar 10 envases de la nueva presentación de bodega y llevar 3 para la máquina etiquetadora, 6 para la máquina empacadora y 1 para la máquina llenadora para realizar ajustes de parámetros como si la producción ya hubiera iniciado. Esto eliminará los recorridos que tuvieron que hacer los operadores y mecánicos de bodega hacia la máquina a ajustar.
- Previsión de paros por falta material de empaque: al finalizar las tareas de limpieza posterior al cambio, el operador encargado de las máquinas etiquetadora, taponadora, empacadora y paletizadora deberán corroborar que haya material suficiente en sus estaciones para iniciar la producción y de no ser así realizar el cambio o preparar el material lo más cerca posible de la estación.
- Eliminación de desechos: los desechos que se hayan generado durante la producción serán eliminados 10 minutos antes del inicio del cambio, esto eliminará la limpieza del área de trabajo durante el cambio y además, elimine cualquier riesgo causado por los desechos. Los desechos generados por pruebas serán recogidos al finalizar el cambio.

4.4.4. Diseño del trabajo manual

Para realizar los cambios de herramental se proponen las siguientes recomendaciones para evitar lesiones durante los cambios. Aunque estas reduzcan el ritmo de trabajo, son dadas sabiendo que la seguridad y salud de los operadores se antepone a cualquier reducción en el tiempo de cambio.

- Realizar todas las tareas de tal modo que los músculos más fuertes realicen la mayor parte de la labor.
- Evitar tener que alargar los brazos para alcanzar objetos, especialmente los pesados, así como estirarse para realizar sus tareas.
- Evitar realizar las tareas encorvados.
- Hacer uso de los bancos para elevarse a la altura requerida
- Hacer uso de manejos de formatos para llevar piezas o herramientas y disminuir el peso de la carga.
- Manejar las cargas y realizar los movimientos manuales manteniéndolas frente al cuerpo.
- Girar moviendo los pies en conjunto con todo el cuerpo.
- Realizar ejercicios de estiramiento al finalizar las actividades.

4.5. Costos requeridos

A continuación, se desglosarán los costos en los cuales se incurrirá para la transformación, simplificación y mejora de las operaciones. Los costos estarán en quetzales y en función del salario mínimo para actividades agrícolas y no agrícolas por hora 2 018 (Q11,26) así como también según las unidades que se dejarían de hacer en valor porcentual sobre la cantidad de unidades promedio producida al mes.

4.5.1. Recursos humanos

Actualmente la línea envasadora esta operada por 6 operadores los cuales están distribuidos en pares por cada una de las 3 áreas de trabajo previamente mencionadas. La cantidad del personal puede variar dependiendo el momento de la jornada debido a relevos por descansos.

Sin embargo, tanto el plan de transformación de actividades como el de mejora contempla como mínimo 3 operarios distribuidos en las 3 áreas de trabajo, dando como resultado que, no es necesario aumentar el número de operarios en la línea de producción, por lo tanto, el recurso humano no contempla un costo para la mejora.

4.5.2. Recursos materiales

El valor de los recursos materiales utilizados para la implementación de la técnica SMED serán los siguientes.

Tabla XXX. **Costos de recursos materiales para implementación de la técnica SMED**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MONTO
1	rotulador electrónico (propiedad de la empresa)	-
1	rollo de etiqueta para rotulador electrónico	Q58,90
35	hojas impresas con manuales de procedimientos, ajustes, parámetros y nombres de las estaciones y piezas	Q8,75
1	emplasticadora (propiedad de la empresa)	-
22	hojas emplasticadas	Q66,00
1	cinta adhesiva de doble cara	Q
2	cajas ordenadoras plásticas	Q159,98
TOTAL		Q293,63

Fuente: elaboración propia.

4.5.3. Valor del tiempo

Para la aplicación de la técnica SMED es necesario realizar reuniones operativas con el objetivo de comunicar los cambios, planes de trabajo a implementar. El costo por hora se basará en el salario mínimo de actividades

no agrícolas de Q11,27/hora.⁵⁷ Se tendrán contempladas las siguientes reuniones para el primer mes de implementación considerando dos turnos:

Tabla XXXI. **Planificación de reuniones operativas**

REUNIÓN	DURACIÓN	COSTO Q	COSTO (% Unidades)
Comunicación de los cambios, simplificación y nuevos métodos de trabajo a utilizar.	1h 30 min	Q16,91	0,8 %
Retroalimentación de los nuevos métodos de trabajo, comunicación de ideas, resolución de problemas e inquietudes.	30 min	Q5,64	0,3 %
Comunicación de los resultados obtenidos a partir de la implementación de los métodos.	30 min	Q5,64	0,3 %
TOTAL	2h 30 min	Q28,19	1,4 %

Fuente: elaboración propia

4.6. Estandarización del proceso

La estandarización del proceso se compondrá de un conjunto de modificaciones y definición al diseño del método de trabajo, la determinación de los tiempos estándar para cada tiempo de cambio de presentación y un conjunto de parametrizaciones preestablecidas para ajustes para las máquinas.

4.6.1. Diseño del método de trabajo

Debido a que cada tipo de cambio de herramental presenta variaciones se propuso separar las mejoras al diseño del método de trabajo por cambios de sabor, de presentación y totales:

⁵⁷ GAMARRO, Urías. *Salario mínimo 2018 para campo y ciudad sube Q3.25 y para maquila Q2.98.* <https://www.prensalibre.com/economia/salario-minimo-2018-para-campo-y-ciudad-sube-q325-y-para-maquila-q298/>. Consulta: agosto de 2018.

Se tendrá contemplado para el cambio parcial menor:

- Máquina posicionadora: aumentar el ritmo de trabajo, priorizar el corte de envase y la entrega de envase de la nueva presentación a la etiquetadora. Al finalizar trasladarse a la bodega de tapa para realizar el cambio o el abastecimiento de la tapa.
- Máquina etiquetadora: preparar las bobinas de la nueva etiqueta sobre el soporte de bobinas que no está en uso, solamente ajustar la etiqueta para 1 bobina por lado, priorizar el llenar el transporte aéreo de envase etiquetado. La última tarea debe ser la eliminación de cualquier botella o caja de la empacadora.
- Máquina llenadora: aumentar el ritmo de trabajo, realizar tareas para el lavado en 5 min, duración máxima del lavado debe ser de 10 min. Durante el lavado verificar el inspector de envase y codificador eliminación de la tapa restante en el carril. No desaguar el agua fría del mezclador. Realizar medición de Brix y puesta en marcha en 5 minutos.
- Máquina taponadora: el operario de la máquina posicionadora estará encargado de ir a bodega de tapa y realizar el cambio de tapa, teniendo tiempo disponible de 10 minutos, al finalizar verificar que el operador de llenadora necesite ayuda para la puesta en marcha de la línea.

Se tendrá contemplado para el cambio parcial mayor:

- Máquina posicionadora: aumentar el ritmo de trabajo, priorizar el corte de envase y la entrega de envase de la nueva presentación a la etiquetadora. Al finalizar trasladarse a la etiquetadora para ayudar con el

desmontaje del tambor, cepillos y rodillos. Al momento de prueba de etiqueta eliminar cualquier botella de empacadora.

- Máquina etiquetadora: preparar las bobinas de la nueva etiqueta sobre el soporte que no está en uso, solamente ajustar la etiqueta para 1 bobina por lado, priorizar el llenar el transporte aéreo de envase etiquetado. Las tareas de preparación del herramental deben realizarse 10 minutos antes de finalizar la producción. Estrella, tornillo sin fin y gaviotas deben estar colocadas en la parte superior de la estantería que se encuentra en la parte trasera de la etiquetadora. Los cepillos y rodillos deben posicionarse dentro de la etiquetadora en la parte inferior. Los tambores y cajas de platillos deben colocarse en el banco metálico que está al frente de la etiquetadora. Llamar al mecánico cuando se esté iniciando el ajuste de parámetros para evitar tiempo perdido en espera para el ajuste de pegamento.
- Máquina llenadora: aumentar el ritmo de trabajo, realizar tareas para el lavado en 5 min, duración máxima del lavado debe ser de 10 minutos. Cambiar cañas al finalizar el lavado, cambiar tapa durante el lavado con agua y llamar al mecánico o eléctrico para ajustes de Inspector de envase y codificador, cambiar *capper* durante el lavado. No desaguar el agua fría del mezclador. Llevar una bolsa para colocar las cañas que se retiraron de la llenadora para ser colocadas después del cambio. Realizar medición de Brix y puesta en marcha en 5 minutos.
- Máquina taponadora: operario de llenadora deberá encargarse de esta tarea mientras se realiza el lavado, la manera más eficiente de retirar la tapa es haciéndolo desde la escogedora no desde el carril.

Se tendrá contemplado para el cambio total:

- Máquina posicionadora: aumentar el ritmo de trabajo por parte de los ayudantes que despachan el envase. Al terminar el despacho iniciar el cambio de los *pucks*. El operador se encargará de anotar la producción, sacar todo el producto de empacadora y encargarse de la paletizadora. Al finalizar esas tareas proseguir con el cambio de *pucks*, canoas y bajadas. Asegurar la entrega de envase. Al finalizar trasladarse a la empacadora para ayudar al desmontaje y montaje de piezas.
- Máquina etiquetadora: preparar las bobinas de la nueva etiqueta sobre el soporte que no está en uso, solamente ajustar la etiqueta para 1 bobina por lado, priorizar el llenar el transporte aéreo de envase etiquetado. Las tareas de preparación deben realizarse 10 minutos antes de finalizar la producción. Estrella, tornillo sin fin y gaviotas deben estar colocadas en la parte superior de la estantería que se encuentra en la parte trasera de la etiquetadora. Los cepillos y rodillos deben posicionarse dentro de la etiquetadora. Los tambores y cajas de platillos deben colocarse en el banco metálico que está al frente de la etiquetadora. Llamar al mecánico cuando se realice el ajuste de parámetros para evitar tiempo perdido en espera para los ajustes.
- Máquina llenadora: aumentar el ritmo de trabajo, realizar tareas para el CIP en 5 min, realizar el lavado con agua durante máximo 20 minutos, duración máxima del reposo de cloro 20 minutos, enjuagado con agua 20 minutos. Cambiar cañas durante el reposo de cloro, cambiar tapa durante el enjuague con cloro y llamar al mecánico o eléctrico para ajustes de Inspector de envase y codificador, cambiar *cappers* durante el enjuague con agua, cambiar piezas de taponadora durante el CIP. No desaguar el

agua fría del mezclador. Llevar una bolsa para colocar las cañas que se retiraron de la llenadora para ser colocadas después del cambio. Realizar medición de Brix y puesta en marcha en 5 minutos. Traer botellas de la bodega para no tener que esperar a etiquetadora para asegurar el cambio, al entregarse botellas por parte de etiquetadora poner en marcha para verificar cualquier fallo. Al finalizar la prueba trasladarse a empacadora para ayudar con el cambio.

- Máquina taponadora: operario de llenadora deberá encargarse de esta tarea mientras se realiza el *CIP*, retirar la tapa es haciéndolo desde la escogedora no desde el carril. Traer las piezas con el manejo de formatos para realizar el cambio antes de iniciar el proceso de cambio.
- Máquina empacadora: deberá realizarse siempre, después del cambio de la etiquetadora. El cambio deberá iniciarse desde dentro de la empacadora (donde se envuelven los paquetes) hacia afuera (separadora de botellas), las piezas a cambiar deberán estar en posición antes del cambio, deberá tener envase vacío en su estación para realizar pruebas de parámetros antes de iniciada la producción.
- Máquina paletizadora: operario de paletizadora priorizará el inicio del cambio de posicionadora, una vez los ayudantes de bodega puedan iniciar, este se encargará de finalizar el paletizado del último paquete de la presentación anterior para posteriormente entrar de lleno con las actividades de cambio de la máquina posicionadora.

4.6.2. Tiempo estándar

Dadas todas las propuestas y mejoras al método anterior se estiman los siguientes tiempos estándar a alcanzar. Estos tiempos serán los que se le presentarán al personal operativo como meta.

Tabla XXXII. **Tiempos estándar propuestos para cambio parcial menor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	10 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,08	8 %	11,66
ETIQUETADORA	10 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09	8 %	11,77
TAPONADORA	10 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	11,45
LLENADORA	26 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	29,76
TIEMPO ESTÁNDAR				29,76

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Tiempos estándar actuales para cambio parcial mayor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	15 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,08	8 %	17,50
ETIQUETADORA	45 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09	8 %	52,97
TAPONADORA	25 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	28,62
LLENADORA	30 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	34,34
TIEMPO ESTÁNDAR				62,96

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Tiempos estándar actuales para cambio total**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	75 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,08	8 %	87,48
ETIQUETADORA	45 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09	8 %	52,97
TAPONADORA	25 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	28,62

Continuación de la tabla XXXIV

LLENADORA	62 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	70,98
EMPACADORA	55 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,08	8 %	64,15
TIEMPO ESTÁNDAR				117,12

Fuente: elaboración propia.

4.6.3. Parametrización

Para el inicio de la parametrización se propuso utilizar formatos que servirán como:

- Medio de recolección de datos para ajustes de máquina etiquetadora para la posición de la etiqueta (figura 29).
- Señalización para ajustes de máquinas (figura 30) y (tabla XXXV y XXXVI).

Figura 29. **Tabla de recolección de parámetros para etiquetadora**

AJUSTES APROXIMADOS PARA ETIQUETADORA

MEDIDAS DE ETIQUETADORA PARA PRESENTACIÓN X

ETIQUETADORA			
TAMBOR LADO A		TAMBOR LADO B	
A		A	
B		B	
C1		C1	
C2		C2	

ETIQUETADORA			
TAMBOR LADO A		TAMBOR LADO B	
A		A	
B		B	
C1		C1	
C2		C2	

ETIQUETADORA			
TAMBOR LADO A		TAMBOR LADO B	
A		A	
B		B	
C1		C1	
C2		C2	

ETIQUETADORA			
TAMBOR LADO A		TAMBOR LADO B	
A		A	
B		B	
C1		C1	
C2		C2	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Ajuste de parámetros para máquina enjuagadora**

AJUSTE DE MANIVELA DE LAVADORA	
BEBIDAS DE TAMAÑO PEQUEÑO Y MEDIANO	XXXXX
BEBIDAS DE TAMAÑO GRANDE	XXXXX

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Distribución de cañas y cappers en herramental para máquina llenadora**

PRESENTACIÓN S	PRESENTACIÓN T PRESENTACIÓN U	PRESENTACIÓN DESCONTINUADA
PRESENTACIÓN V PRESENTACIÓN W	PRESENTACIÓN X	PRESENTACIÓN Y PRESENTACIÓN Z

CAPPER #1	CAPPER #3	CAPPER #2
PRESENTACIÓN S PRESENTACIÓN T PRESENTACIÓN U PRESENTACIÓN V PRESENTACIÓN W	PRESENTACIÓN X PRESENTACIÓN Y PRESENTACIÓN Z	PRESENTACIÓN DESCONTINUADA

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Parámetros de sensores en inspeccionador de envases**

SENSORES ACTIVOS DURANTE PRODUCCIÓN	
SENSOR DE TAPA	A
SENSOR DE ETIQUETA	B
SENSOR DE NIVEL DE LLENADO	C
SENSOR DE ETIQUETA SOLO PRESENTACIÓN X	D

Fuente: elaboración propia.

4.7. Entrenamiento y capacitación

El entrenamiento y capacitación estará destinado a los operadores que realizan los cambios de presentación y para los supervisores quienes serán los encargados de controlar el desarrollo de este proceso. Este entrenamiento se basará en la adquisición, conservación, creación, transferencia y utilización del conocimiento.

4.7.1. Objetivos del entrenamiento

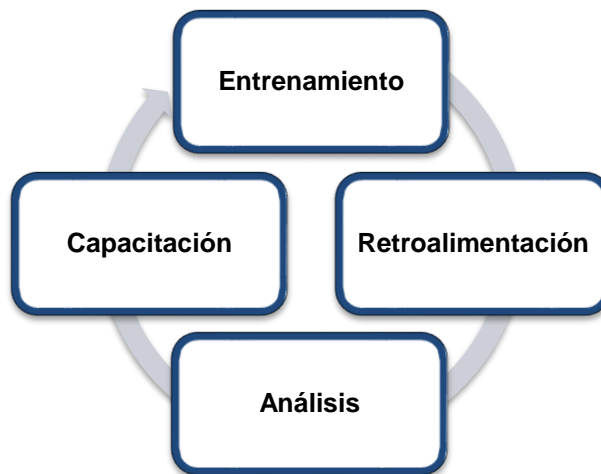
El objetivo central del entrenamiento es hacer que los operadores de la línea sean capaces de llevar a cabo los cambios bajo un proceso estandarizado sin importar cuando y quien lo realice. El entrenamiento también buscará que el operador mantenga el nuevo método de trabajo y que no busque regresar al anterior, los cuales basados en el estudio demostraron ser ineficientes.

Para el personal de supervisión la capacitación tendrá el objetivo que, a través de los cambios previamente definidos en el estudio y tener la capacidad de saber cuál es la duración de cada uno y medir el desempeño de los operarios de forma cuantitativa.

4.7.2. Modalidad de trabajo

La modalidad de este plan se realizará bajo el enfoque del entrenamiento y la capacitación. Estos se tomarán de forma separada siendo la capacitación la parte que englobaría los conocimientos presentados de forma teórica a operarios y a supervisores y el entrenamiento será considerado como la aplicación de los conocimientos aprendidos durante la capacitación.

Figura 31. **Ciclo de entrenamiento y capacitación**



Fuente: elaboración propia.

La capacitación comprenderá la presentación de los nuevos procedimientos donde la idea central será expresar los métodos mejorados y las conductas esperadas en términos aplicables para el personal.

El entrenamiento implicará la aplicación y supervisión de los procedimientos de trabajo siguiendo los estándares de trabajo presentados. Por otra parte, se tendrá el entrenamiento secundario donde ayudados por sus otros compañeros pondrán en práctica los procedimientos, no los de su estación de trabajo y apoyarán a sus compañeros cuando estos lo requieran.

La retroalimentación se llevará a cabo en las reuniones de trabajo posteriores al entrenamiento donde se evaluará la medida en que se han alcanzado los objetivos propuestos. Estos planteamientos se presentarán en una nueva capacitación operativa.

Figura 32. **Puntos que mejorar durante la capacitación y entrenamiento**

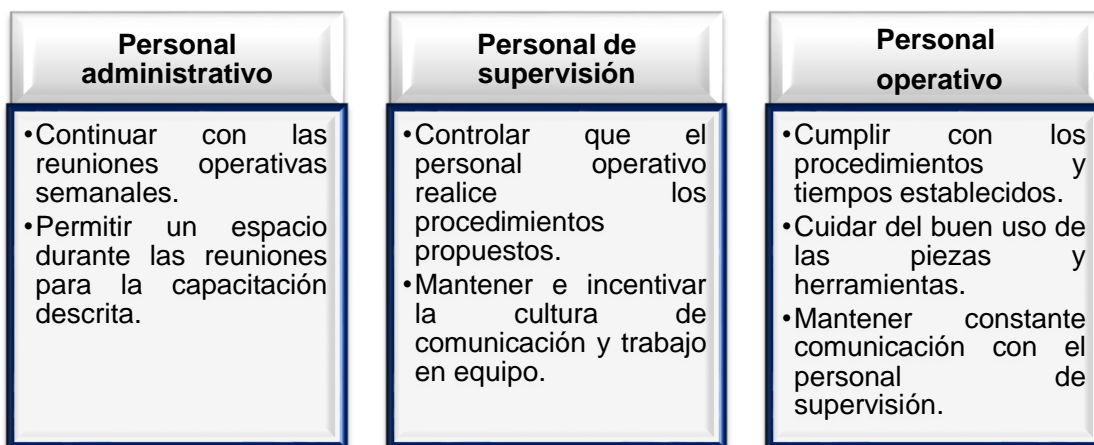


Fuente: elaboración propia.

4.7.3. Responsabilidades

Para el desarrollo de la técnica SMED es necesario determinar las responsabilidades que tendrán los miembros de la línea asegurando la formación de un compromiso que permita la obtención de los mismos objetivos bajo la misma línea de acción como lo muestra la siguiente figura:

Figura 33. **Responsabilidades para el entrenamiento y supervisión**



Fuente: elaboración propia.

4.7.4. Tiempo requerido

El tiempo requerido para el entrenamiento y la capacitación se tomarán con base en la tabla XXXVII. El tiempo de repetición para el dicho ciclo será semanal, ya que la planificación de la producción al estar dada por semana permitirá la evaluación y análisis de los resultados de esta misma forma. Este tiempo no se añadirá dentro de los costos dado que esta se realizará dentro de los tiempos que ya tiene contemplada la administración de la línea.

Tabla XXXVII. **Planeación para el ciclo de entrenamiento y capacitación**

ACTIVIDAD	DÍA PROPUESTO	DURACIÓN
Capacitación: se llevará a cabo antes del inicio de la producción, la primera reunión tendrá una duración de 30 min y posteriormente de 10 min dentro de las reuniones operativas actualmente ya contempladas por la administración.	Lunes	30 min
Entrenamiento: esta actividad se llevará a cabo durante toda la semana cuando se realicen los cambios de presentación.	Toda la semana	5-6 días
Retroalimentación: los operadores y supervisores mantendrán comunicación durante toda la semana para intercambiar información.	Toda la semana	5-6 días
Análisis de mejora: los supervisores utilizarán la información recabada durante toda la semana para replantear las actividades y preparar la capacitación.	Domingo	20 min

Fuente: elaboración propia.

5. MEJORA Y SEGUIMIENTO

A continuación, se presentan las mejoras obtenidas realizados durante la implementación de la propuesta que fue llevada a cabo en ambos grupos de trabajo, de tal manera en que se pudiera obtener un mes completo con todo el personal de la línea envasadora.

Las mejoras se traducen en la reducción en los tiempos destinados para los cambios de herramental, en una estandarización de los procesos por medios prácticos y documentados. Todo esto convergió en un aumento de la disponibilidad de tiempo; y por consecuencia en una mejora a la eficiencia general del equipo que podrá ser medida y controlada mediante los sistemas propuestos.

5.1. Método propuesto de trabajo

Dados los registros analizados durante la observación e implementación se llevó a cabo un proceso de revisión conjunta por parte del personal administrativo y operativo de los procedimientos propuestos.

De esto se obtuvo un método de trabajo optimizado factible, viable, seguro y aceptado para el personal operativo, el cual fue clasificado según los tipos de cambio que actualmente se realizan contemplando todas las variaciones que pueden existir entre estos.

5.1.1. Cambio de presentación de tipo parcial

En función de estandarizar los procedimientos, evitar confusiones y distribuir cargas de trabajo de forma equitativa se presentan los siguientes manuales de procedimiento para cada máquina y estación de trabajo para los cambios de presentación de tipo parcial menor y parcial mayor.

Figura 34. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina posicionadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO PARCIAL MENOR Y PARCIAL MAYOR
POSICIONADOR DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO DE SABOR: el cambio de sabor se refiere cuando únicamente se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tapa; y diseño del envase pero que no requiera un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

CAMBIO DE PRESENTACIÓN: el cambio de sabor se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tapa; y tipo de envase siendo necesario un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

OBJETIVO PRINCIPAL

Enviar el envase de la nueva presentación hacia la máquina etiquetadora antes de que se complete el cambio de la etiqueta.

OBJETIVO SECUNDARIO

- En caso de cambio de sabor trasladarse a la llenadora para realizar el cambio de tapa y ayudar en las actividades de cambio
- En caso de cambio de presentación: finalizar el empaque y paletizado del producto restante de la bebida anterior. Trasládarse a la etiquetadora para apoyar en las actividades de cambio de formato.

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 5 min.

1. 10 minutos antes: iniciar la limpieza del área de trabajo (envase)
2. 5 minutos antes: verificar que el envase requerido para el cambio se encuentre listo para el cambio.

Continuación de la figura 34.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 10 min.

1. Asegurar que no quede ningún envase de la presentación anterior en la tolva y detener la máquina posicionadora.
2. Anotar la producción final y pedir el nuevo envase a bodega.
3. Asegurar que el envase sea el indicado y realizar ajustes de ser necesario en los sensores.
4. Poner la máquina en modo automático y llenar el transporte aéreo hasta la máquina etiquetadora.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 10 min.

En caso de cambio de sabor:

1. Asegurar que el área de trabajo este limpia y que el llenado de la presentación de anterior haya finalizado para trasladarse a la llenadora para el cambio de tapa.

En caso de cambio de presentación

1. Finalizar el empaclado del producto restante del sabor anterior.
2. Anotar la producción indicada por la máquina empacadora.
3. Finalizar el paletizado del producto restante del sabor anterior.
4. Anotar en una nota la producción indicada por la máquina paletizadora.
5. Ayudar en los procedimientos de cambio de la máquina etiquetadora.
6. Verificar la cantidad de plástico termoencogible y realizar cambio si es necesario.
7. Verificar la cantidad de *stretch film* de la paletizadora y realizar cambio si es necesario.
8. Limpiar el área de trabajo de la empacadora.

OBSERVACIÓN: comunicarse con el operador de la etiquetadora para apoyar en las actividades de cambio que requieran ayuda, así como si fuera necesario en el traslado de formatos que llegará a requerir.

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina etiquetadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO PARCIAL MENOR
ETIQUETADORA DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO DE SABOR: el cambio de sabor se refiere cuando únicamente se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tapa; y diseño del envase pero que no requiera un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el cambio de 1 bobina de etiqueta del nuevo sabor por cada lado (A y B) en el menor tiempo posible logrando enviar el envase etiquetado a la lavadora antes de que la preparación del sabor en la llenadora se haya concluido.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Finalizar el empaque y paletizado del producto restante de la bebida anterior.
- Realizar el cambio de la segunda bobina de etiqueta del nuevo sabor por cada lado (A y B).

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 5 min.

1. 10 minutos antes: iniciar la limpieza del área de trabajo (envase y etiqueta)
2. 5 minutos antes: cambiar la bobina de etiqueta que no se encuentra en uso para cada lado (A y B) de la etiquetadora.

Continuación de la figura 35.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 10 min.

1. Obstruir el paso de envase de posicionador a etiquetadora.
2. Anotar la producción mostrada por la pantalla de la máquina.
3. Llamar al mecánico en caso de observar que pueda existir un desajuste en el pegamento.
4. Desmontar la etiqueta del lado A y enlazar la etiqueta del nuevo sabor.
5. Desmontar la etiqueta del lado B y enlazar la etiqueta del nuevo sabor.
6. Abrir el paso de envase de posicionador a etiquetadora.
7. Verificar ajustes de altura, corte y pegamento junto con mecánico de ser necesario.
8. Liberar el transporte hacia etiquetadora y llenar el transporte aéreo desde etiquetadora hasta lavadora con envase etiquetado.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 10 min.

1. Finalizar el empacado del producto restante del sabor anterior.
2. Anotar la producción indicada por la máquina empacadora.
3. Verificar la cantidad de plástico termoencogible y realizar cambio si es necesario.
4. Finalizar el paletizado del producto restante del sabor anterior.
5. Anotar en una nota la producción indicada por la máquina paletizadora.
6. Verificar la cantidad de *stretch film* de la paletizadora y realizar cambio si es necesario.
7. Limpiar los tambores de la etiquetadora.
8. Limpiar el área de trabajo de la empacadora.

OBSERVACIÓN: si ocurre un problema en paletizadora o posicionador que solamente la persona designada para el área pueda resolver de la forma más rápida, deberá dirigirse al almacén de tapa para ayudar con el cambio de tapa y colaborar con las actividades de la llenadora.

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial mayor y de tipo total para máquina etiquetadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO PARCIAL MAYOR Y CAMBIO TOTAL
ETIQUETADORA DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO DE PRESENTACIÓN: El cambio de presentación se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tipo de tapa; y tipo de envase siendo necesario un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

CAMBIO TOTAL: El cambio total se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tipo de tapa, tipo y tamaño de envase siendo necesario un cambio de formato en la máquina posicionadora, etiquetadora y empacadora.

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el cambio de los formatos necesarios y de 1 bobina de etiqueta del nuevo sabor por cada lado (A y B) en el menor tiempo posible logrando enviar el envase etiquetado a la lavadora antes de que la preparación del sabor se haya concluido.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Realizar ajustes de ser necesarios en la máquina empacadora (para cambio de presentación).
- Realizar el cambio de formatos de la máquina empacadora (para cambio total).

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 15 min.

1. 20 minutos antes: iniciar la limpieza del área de trabajo (envase y etiqueta).

Continuación de la figura 36.

2. 17 minutos antes: colocar gaviota, tornillo sin fin, estrella de salida y de entrada en la estantería designada para los formatos de cambio que se encuentra en la parte trasera de la etiquetadora.
3. 15 minutos antes: colocar los tambores de corte y la gaveta de platillos de la presentación anterior y a cambiar en los bancos metálicos que se encuentran en la parte inferior de la etiquetadora
4. 10 minutos antes: colocar cepillos y esponja de etiqueta del formato a cambiar en la parte inferior de la máquina etiquetadora.
5. 5 minutos antes: cambiar la bobina de etiqueta que no se encuentra en uso para cada lado (A y B) de la etiquetadora.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 45 min.

1. Detener la máquina y obstruir el paso de envase de posicionador a etiquetadora.
2. Anotar la producción mostrada por la pantalla de la máquina y cambiar el programa de la máquina.
3. Abrir la compuerta trasera y subir el carrusel de salida
4. Retirar el tornillo sin fin del formato anterior y colocar el tornillo de la nueva presentación. *
5. Retirar las guías del envase. *
6. Retirar la gaviota, estrella de entrada y de salida de la presentación anterior y colocar las de la nueva presentación. *
7. Bajar carrusel y cerrar la compuerta trasera. *
8. Retirar los cepillos y rodillos de la presentación anterior y colocar los de la nueva presentación del lado B de la etiquetadora. *
9. Retirar los cepillos, rodillos y tambor de corte del lado A de la etiquetadora. *
10. Retirar tambor de corte del lado B de la presentación anterior y colocar el de la nueva presentación. *
11. Retirar platillos de la presentación anterior y colocar los platillos de la nueva presentación
12. Colocar cepillos, rodillos y tambor de corte del lado A de la nueva presentación.
13. Llamar al mecánico para realizar el ajuste del pegamento de etiqueta.

Continuación de la figura 36.

14. Desmontar la etiqueta del lado A y enlazar la etiqueta del nuevo sabor.
15. Desmontar la etiqueta del lado B y enlazar la etiqueta del nuevo sabor.
16. Abrir el paso de envase de posicionador a etiquetadora.
17. Verificar ajustes de altura, corte y pegamento junto con mecánico de ser necesario.
18. Limpiar tambores de corte de ambos lados de la etiquetadora. *
19. Liberar el transporte hacia etiquetadora y llenar el transporte aéreo desde etiquetadora hasta lavadora con envase etiquetado

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 10 min.

En caso de cambio total:

1. Iniciar cambio de formatos en empacadora

En caso de cambio de presentación

1. Limpiar la estación de trabajo de la empacadora y etiquetadora
2. Llevar los formatos de la presentación anterior a sus respectivos almacenamientos.
3. Limpiar los tambores de corte de la presentación anterior de la etiquetadora.

OBSERVACIÓN: cuando el operador de la posicionadora o llenadora llegan en apoyo después de terminar sus tareas indicar en que parte del proceso se encuentran para que puedan guiarse del manual y realizar tareas simultáneas. Las tareas simultáneas se encuentran señaladas con un asterisco (*)

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina llenadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO PARCIAL MENOR, PARCIAL MAYOR Y TOTAL
LLENADORA DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO DE SABOR: el cambio de sabor se refiere cuando únicamente se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tapa; y diseño del envase pero que no requiera un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

CAMBIO DE PRESENTACIÓN: el cambio de presentación se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta o tipo de tapa; y tipo de envase siendo necesario un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

CAMBIO TOTAL: el cambio total se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tipo de tapa, tipo y tamaño de envase siendo necesario un cambio de formato en la máquina posicionadora, etiquetadora y empacadora.

OBJETIVO PRINCIPAL

Iniciar el cambio y finalizar el cambio de sabor en el menor tiempo posible asegurando que todos los elementos necesarios para obtener un producto de calidad.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Ordenar y limpiar la estación de trabajo.
- En caso de cambio de presentación colaborar con las actividades de cambio de la máquina etiquetadora.

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 5 min.

1. Al observar la señal de falta de jarabe: llamar a sala de jarabes para informar sobre el cambio de sabor y pedir que conecten el aire estéril.

Continuación de la figura 37.

2. Esperar a que se acabe el jarabe para cerrar la llave de paso de jarabe #561 y seleccionar fin de producción en el proporcionador.
3. Esperar a que se termine el producto en el mezclador y en la pantalla de la llenadora vaciar la instalación activando el bloqueador de envases manual.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 20 min.

1. Cerrar el bloqueador de envases y drenar el jarabe restante.
2. Anotar la producción final, cambiar el programa y marcar la razón de paro.
3. Llamar al mecánico o eléctrico para que realicen el cambio en los parámetros del inspector de envase e impresora de fecha de caducidad.
4. Cerrar válvula de jarabe #101 y de CO2 #183.
5. Botar la presión de llenadora abriendo la válvula #100 en la pantalla de la llenadora.
6. Cerrar la válvula #102 en la pantalla de la llenadora.
7. Botar la presión del proporcionador abriendo la llave #104.
8. Seleccionar *C/P* en la pantalla del proporcionador para realizar el lavado.
9. Llamar a sala de jarabe para conectar el paso de agua al proporcionador.
10. Enfriar el agua para la llenadora seleccionando en el proporcionador preparativos para el servicio.
11. Retirar las cañas de la presentación anterior y colocar las cañas de la nueva presentación.
12. Seleccionar en llenadora preparativos para el servicio.
13. Abrir válvula #100 y #220 manualmente
14. Observar en la pantalla del proporcionador abrir válvula 563 y abrir válvula #563 permitiendo el paso de agua fría al mezclador
15. Abrir válvula 102 permitiendo el paso de agua fría a la llenadora y esperar que el agua fría caiga del tazón o llegue a un nivel de 299
16. Cerrar válvula # 563 y #102 y abrir válvula de drenaje #104
17. Abrir válvulas #546, #545, #541, #518 y #586
18. Drenar el agua del tanque abriendo válvula #513 y #510
19. Cerrar válvulas, #564, #546, #545, #541, #518, #586, #513 y #510
20. Se llama a sala de jarabes para pedir el producto y se presiona el botón purgar aire.
21. Realizar el procedimiento de cambio necesario indicado en el manual de cambios de la taponadora.

Continuación de la figura 37.

22. Cerrar la llave #519 después de confirmar la recepción del producto y girar la perilla de jarabe y abrir la válvula #510
23. Llenar de producto el proporcionador y cerrar la perilla
24. Buscar y seleccionar la receta del producto a elaborar y seleccionar redosificar y recircular en el proporcionador para mezclar el producto
25. Revisar y ajustar niveles de *Brix, agregando jarabe si hiciera falta en la mezcla
26. Derramar agua fría en llenadora y seleccionar en la pantalla de la llenadora posición de drenaje y abrir la válvula #100
27. Se apaga el modo de recircular y redosificar en el proporcionador para enviar a llenadora
28. Abrir válvula #102 en la llenadora para saborizar las cañas
29. Cerrar la llave #102 esperar a que se derrame
30. Seleccionar en llenadora producción y se abre la válvula 183 para el CO2
31. Esperar a que la llenadora alcance el nivel de presión de 3.60 bar y abrir la llave #102
32. Colocar el bloqueador de envases en automático e iniciar producción

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 5 min.

En caso de cambio sabor:

1. Realizar una inspección del inicio de la producción durante 5 minutos para verificar cualquier fallo existente en el arranque y calidad del producto.

En caso de cambio de presentación

1. Limpiar la estación de trabajo.
2. Ayudar con el cambio de formatos de la máquina etiquetadora.

En caso de cambio total:

1. Iniciar o ayudar con el cambio de formatos en la máquina empacadora

OBSERVACIÓN: en caso de que la persona encargada de la posicionadora se encuentre ocupada por una causa inesperada la persona encargada de la etiquetadora deberá dirigirse al almacén

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo parcial para máquina taponadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO PARCIAL MENOR Y PARCIAL MAYOR
TAPONADORA DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO DE SABOR: el cambio de sabor se refiere cuando únicamente se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tapa; y diseño del envase pero que no requiera un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

CAMBIO DE PRESENTACIÓN: el cambio de presentación se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tipo de tapa; y tipo de envase siendo necesario un cambio de formato en la etiquetadora de envases.

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el cambio del color de la tapa para el nuevo sabor tanto en el almacén de tapa como en el carril que suministra la taponadora en la llenadora antes de que el cambio del sabor se haya concluido.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Apoyar en las actividades de cambio de sabor en la máquina llenadora.
- Apoyar en el orden y limpieza de la estación de trabajo de la llenadora.

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 5 min.

1. Al bajar al sótano para agregar la última caja de tapa necesaria para la producción, buscar la caja de la tapa para la nueva presentación para abrirla y acercarla a la escogedora para que esté lista para el cambio.

Continuación de la figura 38.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 10 min.

1. Verificar que el transporte de tapa se encuentre desconectado
2. Retirar la tapa de la presentación anterior que se encuentre en solo la carrilera en una bolsa plástica.
3. Con la misma bolsa plástica, bajar al almacén de tapa y retirar la tapa de la presentación anterior y colocarla en la bolsa plástica.
4. Colocar en la tolva la tapa de la nueva presentación.
5. Subir a la llenadora e iniciar a vaciar la tapa restante y verificar que la tapa de la nueva presentación llene la carrilera y esté lista para utilizarse.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 5 min.

1. Colaborar con el orden y limpieza de la llenadora.
2. Verificar el cambio de los valores de fecha de vencimiento en Videojet.
3. Apoyar en las actividades de puesta en marcha de la producción.

OBSERVACIÓN: en caso de que la persona encargada de la posicionadora se encuentre ocupada por una causa inesperada la persona encargada de la etiquetadora deberá dirigirse al almacén de tapa para ayudar con el cambio de tapa y colaborar con las actividades de la llenadora.

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Cambio de presentación de tipo total

De igual forma que con los cambios de presentación parcial se realizaron los manuales para los cambios de presentación total. En este apartado se omiten los manuales de algunas máquinas para el cambio total ya que estos fueron incluidos junto con los manuales de cambio de presentación parcial.

Figura 39. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina posicionadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO TOTAL
POSICIONADOR DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS**

CAMBIO TOTAL: el cambio total se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta o tipo de tapa, tipo y tamaño de envase siendo necesario un cambio de formato en la máquina posicionadora, etiquetadora y empacadora.

OBJETIVO PRINCIPAL
Enviar el envase de la nueva presentación hacia la máquina etiquetadora para apoyar en las otras estaciones de trabajo y poder iniciar la producción en el menor tiempo posible.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Trasládarse a la máquina empacadora para apoyar con el cambio de formato.

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 20 min.

1. 20 minutos antes: iniciar la limpieza del área de trabajo (envase).
2. 15 minutos antes: Sacar de sus almacenamientos los *pucks*, canoas y bajadas para ser colocadas fuera de la máquina posicionadora y estar listas para el cambio.
3. 5 minutos antes: verificar que el envase requerido para el cambio se encuentre listo para el cambio para llevar 10 envases a la estación de etiquetadora y 5 a llenadora para que puedan realizar pruebas y ajustes de parámetros, aunque la posicionadora aun no esté lista.

Continuación de la figura 39.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 80 min.

5. Asegurar que no quede ningún envase de la presentación anterior en la tolva y detener la máquina posicionadora.
6. Anotar la producción final e indicar a los ayudantes de bodega que inicien el cambio de *pucks* de la presentación anterior y coloquen los de la nueva presentación.
7. Mientras los ayudantes inician el cambio de *pucks* se deberá finalizar el empaquete y paletizado de la producción restante de la línea y realizar el cambio de programa de la paletizadora.
8. Al finalizar el paso anterior realizar el ajuste de los sensores y guías de salida de la posicionadora.
9. Finalizar el cambio de *pucks* y verificar su correcta colocación.
10. Retirar las canoas y bajadas de la presentación anterior y colocar las canoas y bajadas de la nueva presentación de la tolva A.
11. Retirar las canoas y bajadas de la presentación anterior y colocar las canoas y bajadas de la nueva presentación de la tolva B.
12. Realizar el cambio de programa de la máquina posicionadora.
13. Llamar a eléctrico para que pueda ayudar en caso de una dificultad en la sincronización de tolvas y la faja porta-*pucks*.
14. Pedir a ayudantes que guarden los *pucks* de la presentación anterior en su lugar indicado.
15. Finalizar con el ajuste de altura de las tolvas y sincronización del equipo.
16. Pedir el envase a bodega, poner la máquina en modo automático y llenar transporte aéreo hasta la máquina etiquetadora de envase.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 10 min.

1. Asegurar que el área de trabajo este limpia y ordenada para trasladarse a la empacadora para el cambio de tapa.

OBSERVACIÓN: los *pucks* para 2lt se colocarán en porta *pucks* de color negro

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina taponadora**

**PROCEDIMIENTO PARA
CAMBIO TOTAL
TAPONADORA DE BOTELLAS LINEA DE REFRESCOS**

CAMBIO TOTAL: el cambio total se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta o tipo de tapa, tipo y tamaño de envase siendo necesario un cambio de formato en la máquina posicionadora, etiquetadora y empacadora.

OBJETIVO PRINCIPAL
Realizar el cambio de los formatos necesarios y de tapa del nuevo sabor en el menor tiempo posible logrando tener ambos elementos listos antes de que la preparación del sabor se haya concluido.

OBJETIVO SECUNDARIO

- Verificar y asegurar que todos los elementos de cambio se hayan realizado de forma correcta en la máquina llenadora.
- Limpiar y ordenar la estación de trabajo.
- Apoyar en el cambio de formatos de la máquina empacadora.

PROCEDIMIENTO POR SEGUIR

ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 10 min.

1. Al bajar al sótano para agregar la última caja de tapa necesaria para la producción, buscar la caja de la tapa para la nueva presentación para abrirla y acercarla a la escogedora para que esté lista para el cambio.
2. 10 minutos antes: colocar los *cappery* y formatos necesarios para el cambio de tapa y de guías de salida de llenadora en el manejo de formatos y acercarlos lo más posible a la llenadora.

Continuación de la figura 40.

ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 45 min.

1. Verificar que la máquina este detenido y llevar el manejo de formatos hacia la posición deseada.
2. Desarmar la guía de los coronadores y las guías de botella de la taponadora. *
3. Ajustar la altura de los coronadores según a la presentación a cambiar. +
4. Retirar los *cappers* de la presentación anterior y colocar los *cappers* de la nueva presentación *
5. Retirar la estrella pequeña de la taponadora de la presentación anterior y colocar la estrella pequeña de la nueva presentación. +
6. Colocar la guía de botellas de la nueva presentación. +
7. Armar la guía de los coronadores desarmada en el paso 2. *
8. Retirar la guía y la estrella de salida de la llenadora de la presentación anterior para colocar la guía y la estrella de salida de la nueva presentación. +
9. Verificar que el transporte de tapa se encuentre desconectado.
10. Retirar la tapa de la presentación anterior que se encuentre en solo la carrilera en una bolsa plástica.
11. Con la misma bolsa plástica, bajar al almacén de tapa y retirar la tapa de la presentación anterior y colocarla en la bolsa plástica.
12. Colocar en la tolva la tapa de la nueva presentación.
13. Subir a la llenadora e iniciar a vaciar la tapa restante y verificar que la tapa de la nueva presentación llene la carrilera y esté lista para utilizarse.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 5 min.

3. Llevar el manejo de formatos a su lugar correspondiente
4. Continuar con las tareas de lavado y preparación de la bebida.
5. Trasládarse a empacadora o etiquetadora para apoyar con el cambio de formato.

OBSERVACIÓN: en caso de requerir solo el cambio de formato de tapa realizar únicamente los pasos señalados con un asterisco (*), mientras que si se requiere cambiar solo las guías de salida de la llenadora realizar únicamente los pasos señalados con un signo más (+)

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Manual de procedimientos para cambio de presentación de tipo total para máquina empacadora**

<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO PARA CAMBIO TOTAL EMPACADORA DE BOTELLAS LÍNEA DE REFRESCOS</p> <p>CAMBIO TOTAL: el cambio total se refiere cuando se requiere realizar un cambio en el sabor de la bebida, etiqueta y/o tipo de tapa, tipo y tamaño de envase siendo necesario un cambio de formato en la máquina posicionadora, etiquetadora y empacadora.</p> <p>OBJETIVO PRINCIPAL</p> <p>Realizar los ajustes y cambio de los formatos necesarios en el menor tiempo posible trabajando en conjunto con todos los miembros de la línea para poder iniciar con la producción.</p> <p>OBJETIVO SECUNDARIO</p> <ul style="list-style-type: none">• Verificar y asegurar que todos los elementos de cambio se hayan realizado de forma correcta en la máquina empacadora.• Limpiar y ordenar la estación de trabajo. <p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO POR SEGUIR</p> <p>ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN: duración estimada 5 min.</p> <ol style="list-style-type: none">1. 10 minutos antes: llevar todos los formatos a la par de la máquina empacadora colocándolos en el banco metálico. <p>ACTIVIDADES DE CAMBIO: duración estimada 50 min.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Verificar que la máquina esté detenida y cambiar el programa de empacado según sea necesario.2. Retirar guías internas y la mesa donde se colocan las guías internas de la presentación anterior y colocar la mesa y las guías internas de la nueva presentación.
--

Continuación de la figura 41.

3. Retirar las guías externas de entrada de la presentación anterior y colocar las guías externas de entrada de la nueva presentación.
4. Cambiar el formato de las guías separadoras de entrada a la empacadora según sea requerido.
5. Ajustar los parámetros de separación de envase, guías internas y externas según sea requerido para la nueva presentación.
6. Retirar el formato de control de entrada de la presentación anterior y colocar el formato de control de entrada de la nueva presentación.
7. Ajustar los parámetros de las guías de entrada al agitador de envase.
8. Ajustar las guías de la mesa empacadora según sea requerido.
9. Verificar y cambiar si es necesario la bobina de termoencogible.
10. Poner la máquina en modo automático y esperar la producción.

ACTIVIDADES DE FINALIZACIÓN: duración estimada 5 min.

1. Llevar el manejo de formatos a su lugar correspondiente.
2. Limpiar y ordenar el área de trabajo.

OBSERVACIÓN: Al momento de realizar el cambio de formatos, indicar a los compañeros de trabajo las actividades del proceso en que pueden ayudar y trabajar en forma simultánea. Las tareas pueden ir desde desmontaje, montaje o colocación de las piezas en los lugares destinados para los mismos.

Fuente: elaboración propia.

5.2. Resultados obtenidos

Mediante la realización de un nuevo muestreo de trabajo, bajo el criterio de General Electric y con las mejoras ya implementadas, se obtuvieron los nuevos tiempos cronometrados para los cambios de presentación.

Cabe mencionar que, debido al ordenamiento del área de trabajo, el seguimiento de los métodos propuestos y la motivación infundida en los operadores se logró mantener un estándar tanto en el ritmo de trabajo como en el empeño puesto para las tareas y las condiciones en las que se realizan los cambios, por lo que el factor de calificación se mantuvo constante en la mayoría de las estaciones de trabajo tal y como se había propuesto, siendo de igual forma las mismas tolerancias que las indicadas al inicio.

Tabla XXXVIII. **Muestras de tiempo para cambio parcial menor con mejoras implementadas**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De U.1 a U.3	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	30
De V.1 a V.2	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	22,17
De U.3 a U.2	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	22,42
De W.1 a W.4	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	22,67
De U.3 a U.2	-	C1EP	-	C1IIP	C1TP	-	-	-	27,42
TIEMPO CRONOMETRADO									24,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Tiempo estándar mejorado para cambio parcial menor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	8 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09	8 %	9,42
ETIQUETADORA	8 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,11	8 %	9,59
TAPONADORA	10 min	Habilidad =0,00 Esfuerzo =0,05 Consistencia =0,1 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,07	8 %	11,56
LLENADORA	24,93 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	29,08
TIEMPO ESTÁNDAR				28,53

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Muestras de tiempo cronometrado para cambio parcial mayor con mejoras implementadas**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De U.2 a W.1	C2PP	C2ET	-	C4IIP	C1TP	-	-	-	56
De U.2 a W.1	C2PP	C2ET	-	C4IIP	C1TP	-	-	-	57
De V.2 a X	C2PP	C2ET	-	C4IIP	C1TP	-	-	-	51
TIEMPO CRONOMETRADO									54,67

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Tiempo estándar mejorado para cambio parcial mayor**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	15 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,02 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,08	8 %	17,50
ETIQUETADORA	31 min	Habilidad =0,06 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09	8 %	36,49
TAPONADORA	24 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	27,47
LLENADORA	30 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06	8 %	34,44
TIEMPO ESTÁNDAR				61,91

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Muestras de tiempo cronometrado para cambio total con mejoras implementadas**

CAMBIO	POSICIONADORA	ETIQUETADORA	ENJUAGADORA	LLENADORA	TAPONADORA	EMPACADORA	PALETIZADORA	TRANS AEREO	TIEMPO (MIN)
De Z.1 a R	C3PT	C2ET	C0En	C3IIP	C3TT	C2EmT	C0Pa	C0Tr	75
De Y.1 a U.1	C2PP	C2ET	-	C5IIT	C1TP	-	-	-	107
De Z.3 a U.1	C3PT	C2ET	C0En	C3IIP	C3TT	C2EmT	C0Pa	C0Tr	91,5
TIEMPO CRONOMETRADO									91,2

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Tiempo estándar mejorado para cambio total**

ELEMENTOS	TIEMPO CRONOMETRADO	FACTOR DE ACTUACIÓN	TOLERANCIA	TIEMPO ESTÁNDAR
POSICIONADORA	60 min	Habilidad =0,03 Esfuerzo =0,05 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,16 Habilidad =0,06	8 %	75,17
ETIQUETADORA	31 min	Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09 Habilidad =0,03	8 %	36,49
TAPONADORA	24 min	Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,06 Habilidad =0,06	8 %	27,47
LLENADORA	67 min	Esfuerzo =0,00 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,09 Habilidad =0,03	8 %	78,87
EMPACADORA	45 min	Esfuerzo =0,08 Consistencia =0,01 Condiciones = 0,02 Fact. Cal = 1,14	8 %	55,40
TIEMPO ESTÁNDAR				106,34

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Tiempos actuales vs. tiempos mejorados**

TIPOS DE CAMBIO	TIEMPOS ACTUALES	TIEMPOS MEJORADOS	DIFERENCIA
CAMBIO PARCIAL MENOR	33,87 min	28,53 min	15,77 %
CAMBIO PARCIAL MAYOR	68,4 min	61,91 min	9 %
CAMBIO TOTAL	138,18 min	106,34 min	23,04 %
TOTAL	240,45 min	196,78 min	18 %

Fuente: elaboración propia.

5.2.1. Alcance propuesto

El alcance propuesto como se había identificado en las tablas XXXII, XXXIII, XXXIV puede compararse en la tabla XLV donde se puede apreciar que este fue alcanzado y además superado según lo planteado en un 6 % sobre el total de los tiempos utilizados para cambios de presentación.

Tabla XLV. **Alcance propuesto**

TIPOS DE CAMBIO	TIEMPOS PROPUESTOS	TIEMPOS MEJORADOS	DIFERENCIA
CAMBIO PARCIAL MENOR	29,76 min	28,53 min	4,13 %
CAMBIO PARCIAL MAYOR	62,96 min	61,91 min	2 %
CAMBIO TOTAL	117,12 min	106,34 min	9,20 %
TOTAL	209,84 min	196,78 min	6 %

Fuente: elaboración propia

5.2.2. Interpretación

Al observar los porcentajes de mejora sobre los tiempos estándar actuales podemos inferir que la aplicación de la técnica SMED fue exitosa, ya que logró reducir los tiempos de las actividades consideradas internas.

Se puede observar también que el cambio que tuvo menor porcentaje de mejora fue el cambio parcial menor. Esto puede deberse a que las preparaciones requeridas para este cambio eran menores comparadas con los demás, por lo que resultaban en una menor pérdida de tiempo.

Mientras para un cambio parcial mayor o total, el número de operaciones y piezas a cambiar era mayor y en consecuencia requería una mayor preparación de la cual hasta el momento se carecía.

Por otra parte, al analizar la tabla LIII, los porcentajes de mejora sobre los tiempos estándar propuestos son mayores. Esto pudo causarse debido a que al eliminar las operaciones a realizar durante los tiempos de cambio la fatiga del operador haya disminuido para ese momento. Además, pudo notarse un aumento generalizado del ritmo de trabajo y compromiso por el personal, por lo que sus acciones estuvieron totalmente direccionadas a trabajar lo mejor y más rápido posible.

Siendo posible concluir que la diferencia entre los tiempos propuestos y mejorados, que no se tuvo contemplada, se debió a la combinación de estos factores.

5.3. Mejora continua

El objetivo principal de la mejora continua será disminuir al mínimo óptimo el tiempo utilizado en los cambios de presentación mediante el alcance permanente de la excelencia en los procedimientos. Por lo que será inaceptable el retroceso a partir del punto de mejora.

Se enfocará en garantizar una gestión donde se utilicen todas las capacidades, experiencias y talentos del personal. Esta será una gestión donde al haber alcanzado las metas, debe proponerse una nueva que alcanzar siendo por ello un proceso el cual prácticamente no se detiene.

Para llevar a cabo una mejora continua se deberá seguir la estructura del PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) que por sus siglas en inglés significa planear, hacer, verificar y actuar.

- Planear: establecer el siguiente objetivo a alcanzar, determinar cuál será el indicador que medirá el cumplimiento de dicho objetivo, el método de recolección de información, el enfoque del análisis de dicha información y la forma del establecimiento de las acciones.
- Hacer: preparar los elementos que se requerirán para la aplicación del plan, realizar y verificar que las acciones de acuerdo con lo establecido en el plan.
- Verificar: comprobar mediante el indicador seleccionado el grado en que se cumplieron los objetivos en contraste con lo propuesto.
- Actuar: a partir de los resultados obtenidos, plantear alternativas de mejora, estandarización y control que ayuden a cumplir el objetivo anteriormente propuesto o el cumplimiento de uno nuevo partiendo del análisis de lo actualmente alcanzado.

5.3.1. Planeación de la mano de obra

Dado que el plan irá dirigido en mayor parte al personal operativo se deberán tener las siguientes consideraciones para la elaboración de este:

- La comunicación debe ser el eje central sobre el cual se realicen los planes de mejora. La información debe ser eficaz y dada con anticipación para darle tiempo al personal para prepararse a el cambio.

- El personal debe sentirse apoyado tanto por quienes realizan la gestión de la mejora, esto ayudará a que estén dispuestos a brindar información valiosa y propuestas a la solución de problemas.
- Permitir la participación del personal en ciertas decisiones ayudará a disminuir la resistencia al cambio que es común cuando se están realizando procesos de reestructuración en el modo de operación, así como a aumentar el interés en apoyar y ser parte de las mejoras.
- Deben eliminarse hábitos que resulten ineficientes y estimular positivamente aquellos que correspondan con el seguimiento del plan propuesto y la obtención de los objetivos, aunque esto implique que las personas deban salir de su zona de confort.

Las responsabilidades para los participantes en la mejora continua serán descritas en la sección siguiente.

5.3.2. Implementación de la propuesta

Durante la implementación será necesario seguir la asignación de responsabilidades y los procedimientos designados en el plan de acción. La propuesta en relación con los procedimientos deberá partir de los manuales preparados para cada máquina.

El personal administrativo será el encargado de preparar y brindar todos aquellos recursos necesarios para el plan y el personal operativo de llevarlo a cabo de la forma más rápida posible, pero asegurando la calidad de los mismos.

5.3.3. Métodos de medición y control

Para asegurar que todos los pasos críticos y el trabajo en equipo haya sido realizado por todo el personal, los operadores deberán llenar una autoevaluación la cual posteriormente el personal operativo pueda revisar, corroborar y corregir procedimientos o actitudes que no contribuyan con los objetivos de la técnica SMED.

Figura 42. Hoja de control de cambio para máquina llenadora

HOJA DE CONTROL DE CAMBIOS DE PRESENTACIÓN LÍNEA DE REFRESCOS – MÁQUINA LLENADORA				
OPERADOR: _____ FECHA: _____ HORA: _____				
TIPO DE CAMBIO: _____ DE: _____ A: _____				
Núm.	DESCRIPCIÓN	SI	NO	NA
1	La hora y fecha de producción son las correctas en la bebida			
2	La fecha de caducidad de la bebida es la correcta			
3	Los sensores del inspector de envase requeridos están encendidos			
4	Se realizó el cambio en el programa de producción			
5	Se realizó el marcaje en el sistema del cambio de formatos			
6	En la estación no hay de desechos de la presentación anterior			
7	Las herramientas fueron devueltas a sus lugares de almacenaje			
8	Se ha realizado el cambio en el tiempo esperado.			
OBSERVACIONES: _____				
_____ FIRMA				

Fuente: elaboración propia

Figura 43. Hoja de control de cambio para máquina etiquetadora y empacadora

HOJA DE CONTROL DE CAMBIOS DE PRESENTACIÓN
LÍNEA DE REFRESCOS - MÁQUINA ETIQUETADORA Y EMPACADORA

OPERADOR: _____ FECHA: _____ HORA: _____
TIPO DE CAMBIO: _____ DE: _____ A: _____

Núm.	DESCRIPCIÓN	SI	NO	NA
1	La hora y fecha de producción son las correctas en la bebida			
2	La fecha de caducidad de la bebida es la correcta			
3	Los sensores de entrada de la empacadora fueron ajustados y revisados.			
4	Se realizó el cambio de programa de producción en etiquetadora			
5	Se realizó el cambio de programa de producción en empacadora			
6	Se registro los parámetros de altura y corte de la etiquetadora			
7	En la estación no hay de desechos de la presentación anterior			
8	Se ha realizado el cambio en el tiempo esperado.			

OBSERVACIONES: _____

FIRMA

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Hoja de control de cambio para máquina posicionadora y paletizadora**

HOJA DE CONTROL DE CAMBIOS DE PRESENTACIÓN
LÍNEA DE REFRESCOS - MÁQUINA POSICIONADORA Y PALETIZADORA

OPERADOR: _____ FECHA: _____ HORA: _____

TIPO DE CAMBIO: _____ DE: _____ A: _____

Núm.	DESCRIPCIÓN	SI	NO	NA
1	La hora y fecha de producción son las correctas en la bebida			
2	La fecha de caducidad de la bebida es la correcta			
3	Los sensores de salida de la posicionadora fueron ajustados y revisados.			
4	Se realizó el cambio de programa de producción en posicionadora			
5	Se realizó el cambio de programa de producción en paletizadora			
6	En la estación no hay de desechos de la presentación anterior			
7	Se verificó la (y) se cambió la bobina de stretch film			
8	Se ha realizado el cambio en el tiempo esperado.			

OBSERVACIONES: _____

FIRMA

Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Evaluación de resultados

Lo obtenido con base en las hojas de control y los datos capturados por el sistema de recolección de paros en la línea deberán ser revisados y analizados antes de finalizar la producción semanal y decidir qué acciones se deberán implementar antes del inicio de la producción de la siguiente semana. Los resultados se evaluarán a partir de los tiempos estándar actualmente logrados, siendo los que corresponden a la tabla LIII, los cuales deberán ser minimizados semana con semana.

5.4. Seguimiento al método propuesto

Para asegurar que los métodos propuestos sigan en constante mejora se deben de considerar las nuevas responsabilidades y atribuciones que el personal de la línea deberá de cumplir.

5.4.1. Personal involucrado

Todo el personal de la planta debe estar comprometido con el mantenimiento de los objetivos logrados al momento, el cumplimiento de las nuevas metas propuestas, el seguimiento de las indicaciones dadas por la administración y la busca de métodos más efectivos para la realización de los cambios de presentación.

5.4.1.1. Gerencia general

La gerencia deberá mantenerse informada sobre el proceso de mejora con el fin de proponer metas de acuerdo con la situación actual y que impulsen la busca de mejoras en el proceso. Brindar el apoyo y los recursos necesarios para permitir el mejoramiento y mantener comunicación con los jefes de área para la combinación de esfuerzos hacia los mismos objetivos.

5.4.1.2. Jefes de área

Su principal función será de asignar responsabilidades tanto al personal de supervisión como operativo a partir del análisis de la información proporcionada por estos últimos. Estas mejoras deberán ser implementadas en un tiempo prudencial para que los datos obtenidos aun sean representativos de la situación actual, por lo que sus responsabilidades serán las siguientes:

- Dirigir reuniones operativas quincenales para obtener información por parte del personal operativo sobre el avance en las mejoras para los cambios de presentación y los problemas de la línea.
- Registrar de forma ordenada la información proporcionada durante las reuniones quincenales para ser entregada al personal de supervisión.
- Analizar los resultados semanales entregados por el personal de supervisión en base a las fichas de control de procedimientos de cambio.
- Analizar los resultados quincenales entregados por el personal de supervisión con base en la información dada de las reuniones operativas quincenales.
- Implementa medidas para la corrección de los problemas y el mejoramiento a partir de los resultados entregados por el personal de supervisión en un periodo no mayor de 15 días.

5.4.1.3. Supervisores

Los supervisores serán los encargados de controlar que el personal operativo lleve a cabo todas las indicaciones dadas por los jefes de área, verificar que se le dé un uso adecuado a las hojas de registro y sigan los procedimientos propuestos, por lo que dentro de sus atribuciones tendrán:

- Verificar la realización de las actividades de acuerdo con el manual de procedimientos proporcionado al personal operativo.
- Verificar que se haya completado las hojas de registro al finalizar cada cambio.
- Asistir a las reuniones operativas quincenales.
- Analizar los datos obtenidos por los jefes de área en las reuniones operativas quincenales y los datos de las hojas de registro de cambio.

- Dar seguimiento a las asignaciones de cada miembro del equipo acordadas en las reuniones.
- Incentivar el trabajo en equipo en los operadores de la línea de producción.
- Verificar que las soluciones planteadas se estén llevando a cabo en base al plan de acción.
- Aportar ideas a las problemáticas de la línea de producción.

5.4.1.4. Personal operativo y de mantenimiento

El personal deberá estar en constante comunicación con el personal de supervisión y los jefes de área, con el fin de trabajar en equipo para continuamente mejorar, no solamente los procesos de cambio si no que las actividades en general de la línea de producción. Para ello se tendrán las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- Realizar las actividades de acuerdo con el manual de procedimientos entregado.
- Llenar las hojas de registro al finalizar cada cambio.
- Trabajar en equipo con los compañeros de la misma estación.
- Trabajar en equipo con los compañeros de diferentes estaciones.
- Mantener las áreas limpias y ordenadas .
- Trabajar con el mejor ritmo de trabajo .
- Asistir a las reuniones operativas programadas a tiempo.
- Aportar ideas y soluciones a los problemas que analice el equipo.
- Cumplir con las asignaciones que les fueran impuestas en las reuniones para el seguimiento de mejoras y solución de los problemas.

5.5. Beneficio – costo

Para determinar el beneficio costo se realizará un análisis del tiempo invertido contra los beneficios que se obtuvieron durante el primer mes de la aplicación de la técnica.

Tabla XLVI. **Aumento del tiempo disponible**

TIPOS DE CAMBIO	MEJORA DE TIEMPO	CAMBIOS PROMEDIO AL MES	AUMENTO MENSUAL DE TIEMPO
CAMBIO PARCIAL MENOR	5,3 min	22	117,5
CAMBIO PARCIAL MAYOR	6,5 min	13	84,4
CAMBIO TOTAL	3,8 min	9	286,6
TOTAL			488,41

Fuente: elaboración propia.

El valor del aumento del tiempo disponible se obtuvo de la multiplicación del tiempo mensual aumentado

Tabla XLVII. **Beneficio - costo**

RUBRO	VALOR
Aumento del tiempo disponible	Q5 504,38
Costos materiales	-Q293,63
Costos del tiempo	-Q28,19
Beneficio Neto	Q5 182,56
BENEFICIO/COSTO	17,10

Fuente: elaboración propia.

Dando un aumento total de 8,14 horas de tiempo disponible de producción, y tomando como base las horas actuales disponibles para la producción se obtuvo un aumento del 4,23 %.

Considerando una inversión inicial de un 1,4 % de la producción de un mes obtenido de la tabla XXXI, el retorno del costó para la implementación de la técnica se obtuvo en el primer mes, dando como resultado un aumento en la disponibilidad del tiempo neto en un 2,83 % contra el tiempo actual.

Siendo a partir de los meses posteriores la mejora calculada a partir de los tiempos estándar obtenidos. Los beneficios de la aplicación de la técnica serán proporcionales a cuanto el personal este comprometido a continuar con la mejora demostrando que en poco tiempo se obtuvieron resultados significativos para una línea con un alto nivel productivo.

5.5.1. Viabilidad

El proyecto mostró ser viable para la línea de producción en términos financieros y operacionales, ya que no se requirió de ningún tipo de inversión y los procedimientos propuestos fueron aceptados y adoptados por el personal operativo asegurando que todos ellos fueran lo más eficientes y seguros para ellos.

Además de que se aprovecharon los recursos actualmente disponibles por la administración, demostró que generará un impacto productivo y económico altamente positivo a largo plazo en contraste con el tiempo y recursos invertidos para ello, considerando que estos solo fueron requeridos como una inversión inicial.

5.5.2. Comparación de alternativas

El aumento en la disponibilidad podrá ser utilizado por la administración de la forma en que mejor se enfoque a sus objetivos y metas, pero también se presentan recomendaciones y alternativas en las que se puedan utilizar este tiempo obtenido.

Las opciones para el aprovechamiento del tiempo obtenido a través de la técnica SMED pueden ser las siguientes:

- Tiempo para mantenimiento: es un hecho que durante la producción ocurren paros en las diferentes máquinas que conforman la línea que pueden llegar a ser desde bajo a alto impacto, por lo que utilizar el tiempo ganado para mantenimiento en las máquinas que presentan mayores problemas durante la producción podría ser la alternativa que a largo plazo repercuta en mayores beneficios para la eficiencia general de la línea.
- Tiempo para aumentar la producción: debido a la creciente demanda y al aumento en la cartera de productos, puede aprovecharse este tiempo para producir más de los productos actualmente existentes o la capacidad de introducir nuevas presentaciones que anteriormente no se producían en la línea por falta de tiempo.
- Tiempo para capacitaciones: el recurso humano es la parte esencial de cualquier empresa por lo que el tiempo podría ser utilizado en capacitaciones las cuales podrían ser acerca del mantenimiento autónomo que permita ayudar a disminuir los paros durante la producción

o temas de salud y seguridad ocupacional y ergonomía en el trabajo que ayuden a crear un ambiente de trabajo agradable y seguro.

- Tiempo para apoyar a otras líneas de producción: esta es una opción que podría ser útil si en dado caso una línea de producción que maneje las mismas presentaciones presente problemas o requiera de algún mantenimiento, el tiempo ganado pueda servir para trasladar la producción planeada a esta línea.

La decisión de la alternativa a tomar estará a cargo del personal administrativo y gerencial.

5.6. Auditorías

Las auditorías estarán enfocadas a controlar los procesos realizados en la técnica SMED, siendo elaboradas de forma interna y externa con el fin de efectuar mejoras y correcciones.

5.6.1. Auditorías internas

Las auditorías internas deberán ser realizadas por el personal de supervisión y administrativo hacia el personal operativo verificando los siguientes puntos:

- Verificar el cumplimiento de los procedimientos de acuerdo con los manuales propuestos.
- Verificación del cumplimiento del tiempo de realización de los procedimientos de cambio de presentación.
- Cumplimiento de la metodología de las 5s.

- Mantenimiento del trabajo en equipo.
- Conocimiento del objetivo del plan de la mejora continua.
- Revisión de las hojas de control de cambio para cada estación.

Se recomienda realizar las auditorías internas mensualmente para evitar el descuido de los buenos hábitos y la pérdida de la cultura organizacional.

5.6.2. Auditorías externas

Serán realizadas por profesionales independientes a la línea de producción, que realizarán las auditorías según acordado previamente con la gerencia y la administración. Esto servirá para obtener un punto de vista que logre identificar falencias que se hayan dejado pasar por la incorrecta acomodación a ciertas formas y procedimientos.

Los resultados de las auditorías para efectos de la técnica SMED serán valiosos cuando se evalúe el mantenimiento del orden y la limpieza en las áreas de trabajo.

CONCLUSIONES

1. La eficiencia general del equipo aumentó debido a que al eliminar las tareas innecesarias durante el proceso de cambio se redujeron los tiempos perdidos lo cual impacta directamente en este indicador. Si se considera que los ejes de rendimiento y calidad se mantuvieran constantes el aumento del EGE sería aproximadamente de un 2 % lo cual tendría un gran impacto en una línea con alto nivel productivo.
2. Se logró aumentar el tiempo de producción en 8,14 horas al mes sobre el total del tiempo disponible actual. Para lograr este aumento no fue necesaria la contratación de personal adicional ni utilización de implementos de trabajo que no se tuvieran disponibles en la línea.
3. Con la implementación de manuales de procedimientos se lograron eliminar del proceso aquellas tareas que no ayudaran con la finalización de los cambios y que podían realizarse después de finalizado este. Estos manuales a su vez inculcan el trabajo en equipo de forma ordenada el cual desembocó en un aumento del ritmo de trabajo, reduciendo el tiempo de preparación y por lo tanto una reducción de costos.
4. Una de las alternativas para la utilización de este tiempo obtenido además de aumentar la producción es utilizar este tiempo en realizar un mantenimiento preventivo y predictivo mayor a las máquinas para reducir la frecuencia y el impacto de los paros ocurridos por fallas en estas.

5. Con el diseño de las estaciones de trabajo, la estandarización de los parámetros en las máquinas y la conjunción de los registros realizados por los operadores se establecieron parámetros que fueron seguidos en la forma en que se indicaban logrando disminuir significativamente los paros durante la producción por reajustes.
6. Se eliminaron del proceso de cambio todas aquellas actividades de preparación de las piezas del herramental como buscar, seleccionar y posicionarlas cerca de la máquina que antes se consideraban internas convirtiéndolas en externas, además, facilitando las mismas mediante el diseño de su disposición y haciendo uso de medios que facilitarán el desplazamiento de estas.
7. El número de piezas defectuosas producidas al inicio de la producción fue disminuido debido al conjunto de mejoras realizadas como serían la definición de parámetros y procedimientos, además que la reducción de tiempo en ciertas actividades del cambio les permitió más tiempo a los operarios de realizar pruebas antes de iniciada la producción.

RECOMENDACIONES

1. Seguir con la metodología de mejora planteada y mantener una medición mediante muestreo constante que permita mantener y mejorar el proceso de tal forma en que los tiempos sigan reduciéndose y por lo tanto, aumentando la eficiencia general del equipo.
2. Inculcar e impulsar el trabajo en equipo entre los operadores ya que este fue un factor que logró aumentar el tiempo más de lo que se planteaba en las expectativas y será este el que permita seguir mejorando los procesos, no solamente los de cambio, sino que también los productivos.
3. Controlar continuamente que el personal prepare sus herramientas y piezas antes de los tiempos de cambio y que no realicen actividades que no sean propias de este, ya que si se permite regresar a los procedimientos anteriores se corre el riesgo de perder los avances alcanzados.
4. Utilizar parte del tiempo en mantenimientos, capacitaciones y entrenamientos ya que esto tendría un beneficio a largo plazo a la línea reduciendo los tiempos medios entre fallas y promoviendo el mantenimiento autónomo de las máquinas.
5. Tomar el tiempo necesario para realizar los análisis pertinentes de los datos proporcionados por los operadores, y supervisores ya que estos serán premisas que muestren cuales son los problemas reales analizar

y que los procedimientos solicitados y las soluciones se adecuen a la realidad del proceso.

6. Buscar formas y métodos que reduzcan los tiempos utilizados en el cambio de piezas, herramientas universales y luchar por una mejor planeación de la producción que evite los cambios en los que se utilice más tiempo.
7. Reconocer el esfuerzo y los objetivos logrados por el personal operativo para aumentar el compromiso en las responsabilidades diarias y que logren reducir continuamente los tiempos y los errores durante la producción

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, José Armando. *¿Dulce Alternativa? Edulcorantes Artificiales.* [en línea].<<https://studylib.es/doc/5408481/edulcorantes-artificiales>> [Consulta: marzo de 2018].
2. ANFABRA. *El Libro Blanco De Las Bebidas Refrescantes.* Madrid: ANFABRA. [en línea].<http://www.refrescantes.es/wp-content/uploads/2013/11/Libro_Blanco_Bebidas_Refrescantes_ANFABRA.pdf>. [Consulta: marzo de 2018].
3. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de Proyectos.* 6a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 333 p.
4. CARRO PAZ, Roberto & GÓMEZ, Daniel. *Nulan - Portal de Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico.* [en línea].<http://nulan.mdp.edu.ar/1831/1/logistica_empresarial.pdf>. [Consulta: febrero de 2018].
5. CDI Lean Manufacturing S.L. *El Indicador OEE.* [en línea].<<http://www.cdiconsultoria.es/sites/default/files/docsPaginas/Indicador%20OEE.pdf>>.[Consulta: marzo de 2018].
6. CORREA, Ricardo, & GABOT, Mariel. *Colorantes en los alimentos.* [en línea].<<http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf>>.[Consulta: marzo de 2018].

7. CUELLAR, Sergio Lili. *Tipos de purificación de agua*. [en línea]. <<https://tiposdeagua.com/purificacion/>>.[Consulta: marzo de 2018].
8. FERNANDEZ DOMINGUEZ, Oscar. *¿Cuál es la diferencia entre el agua destilada y el agua purificada?* [en línea]. <<http://usodelagua.com/2018/02/la-diferencia-agua-destilada-agua-purificada/>>.[Consulta: marzo de 2018].
9. GAMARRO, Urias. *Salario mínimo 2018 para campo y ciudad sube Q3.25 y para maquila Q2.98*. [en línea]. <<https://www.prensalibre.com/economia/salario-minimo-2018-para-campo-y-ciudad-sube-q325-y-para-maquila-q298/>>.[Consulta: agosto de 2018].
10. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw- Hill, 2005. 459 p.
11. GONZÁLEZ, Hugo Leonel. *Una Herramienta de Mejora, El OEE (Efectividad Global del Equipo)*. [en línea]. <<http://www.eumed.net/ce/2009b/hlag.htm>>.[Consulta: marzo de 2018].
12. HERNÁNDEZ MATÍAS, Juan Carlos, & VIZÁN IDOIOE, Antonio. *Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación*. [en línea]. <<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>>.[Consulta: abril de 2018].

13. HERRERO, David Díaz. *Diseño de una llenadora automática con capacidad para llenar 25,000 botellas de 475ml. de vinagreta grandma en un turno de 8 horas.* [en línea]. <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/diaz_b_d/capitulo2.pdf>.[Consulta: abril de 2018].
14. JASSO BELTRÁN, Enrique. *OEE Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia Global de los Equipos.* [en línea]. <<https://www.gestiopolis.com/oee-overall-equipment-effectiveness-eficiencia-global-los-equipos/>>.[Consulta: marzo de 2018].
15. LÓPEZ ORTEGA, Beatríz. *Aplicación del SMED para la solución de problemas en el proceso de fabricación por termocompresión.* Tesina de Ingeniería Industrial. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, 2007. 47 p.
16. LSI Group. *Clasificación Eficiencia General de los Equipos.* [en línea]. <<http://www.lsi-group.net/productos/eficiencia-global-de-los-equipos-oee/clasificacion/>>. [Consulta: marzo de 2018].
17. MARTÍ OGAYAR, Juan José, & TORRUBIANO GALANTE, Juan. *Seminario control de gestión, lean process y reingeniería.* [en línea].<<http://www.femeval.com/informesycomunic/documentacionjornadas/Documents/curso%20lean%20v3.pdf>>.[Consulta:abril de 2018].
18. MTM Ingenieros. *¿Qué es SMED?.* [en línea]. <<http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>>. [Consulta: abril de 2018].

19. PÉREZ, Américo Guevara. *Tecnología de las Bebidas Carbonatadas* . [en línea]. <<http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/SeparataBebidas%20carbonatadas.pdf>>.[Consulta: marzo de 2018].
20. REY SACRISTÁN, Francisco. *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. España: FC Editorial, 2005. 167 p.
21. SALGARA, Ruth Yolanda. *Control y automatización industrial del sistema de aire acondicionado de una planta de lubricantes*. Tesis de Ingeniería Química Industrial. Instituto Politécnico Nacional, 2015. 100 p.
22. SEJZER, Raúl. *¿Qué es la OEE y cómo se calcula?* [en línea]. <<http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-la-oee-y-como-se-calcula-ejemplo.html>>.[Consulta: marzo de 2018].
23. SHINGO, Shigeo. *Una revolución en la producción: El sistema SMED*. 3a ed. España: Tecnología de Gerencia y Producción S.A., 1993. 395 p.
24. Sistemas OEE. *Sistemas OEE*. [en línea]. <<https://www.sistemasoe.com/calcular-oe/>>.[Consulta: marzo de 2018].
25. SISTEMAS OEE. *Definición del OEE*. [en línea]. <<https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>>. [Consulta: marzo de 2018].

26. VASQUEZ, Víctor Hugo. *Introducción a los procesos de manufactura*. [en línea]. <<http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-12.pdf>>. [Consulta: febrero de 2018].
27. Visión OEE. *¿Por qué medir el OEE?*. Obtenido de OEE: <https://visionoee.com/oe/>. Consulta: marzo de 2018
28. NIEBEL, Benjamin, & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños de trabajo*. 12a ed. México: McGraw -Hill, 2009. 614 p.
29. WITT, Vicente., & REIFF, Fred. *La Desinfección del Agua a Nivel Casero en Zonas Urbanas Marginales y Rurales*. [en línea]. <http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/agua/Desinfeccion_Agua_Casero_Zonas_%20Urbanas_%20Marginales_Rurales.pdf>. [Consulta: marzo de 2018].

APENDICES

Apéndice 1. Clasificación de productos

PRESENTACIÓN	PRODUCTO	TIPO DE BEBIDA
PRESENTACIÓN TIPO R	Producto tipo R.1	A
PRESENTACIÓN TIPO S	Producto tipo S.1	A
PRESENTACIÓN TIPO T	Producto tipo T.1	A
	Producto tipo T.2	A
	Producto tipo T.3	A
	Producto tipo T.4	A
PRESENTACIÓN TIPO U	Producto tipo U.1	C
	Producto tipo U.2	C
	Producto tipo U.3	A
PRESENTACIÓN TIPO V	Producto tipo V.1	C
	Producto tipo V.2	C
	Producto tipo V.3	C
PRESENTACIÓN TIPO W	Producto tipo V.4	B
	Producto tipo W.1	B
	Producto tipo W.2	B
	Producto tipo W.3	B
	Producto tipo W.4	B
PRESENTACIÓN TIPO X	Producto tipo X.1	C
PRESENTACIÓN TIPO Y	Producto tipo Y.1	C
	Producto tipo Y.2	C
PRESENTACIÓN TIPO Z	Producto tipo Z.1	A
	Producto tipo Z.2	A
	Producto tipo Z.3	B
	Producto tipo Z.4	B

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Verificación de cumplimiento de las 5s

LINEA AUTOMÁTICA DE AGUA PURA Y REFRESCOS			
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO DE LAS 5S			
MÁQUINA XX			
MÁQUINA: _____	MÉTODO: _____		
FECHA: _____			
REQUERIMIENTO	SI	NO	COMENTARIOS
Seiri			
Existen herramientas que ya no son necesarias			
Existen piezas que ya no son necesarias			
Existen herramientas que deban ser desechadas			
Existen piezas que deban ser desechadas			
Existen herramientas que deban ser reparadas			
Existen piezas que deban ser reparadas			
Seiton			
El área de trabajo tiene un espacio definido para cada herramienta			
El área de trabajo tiene un espacio definido para cada pieza			
El área de trabajo tiene fácil acceso a las herramientas			
El área de trabajo tiene fácil acceso a las piezas			
Seiso			
La limpieza se realiza bajo un proceso estandarizado por la administración			
El proceso de limpieza está integrado como una parte del proceso de cambio			
Seiketsu			
Todos los elementos de Seiri se cumplen y monitorean como una rutina en el trabajo			
Todos los elementos de Seiton se cumplen y monitorean como una rutina en el trabajo			
Todos los elementos de Seiso se cumplen y monitorean como una rutina en el trabajo			
Existe documentación que respalde los procedimientos Seiri			
Existe documentación que respalde los procedimientos Seiton			
Existe documentación que respalde los procedimientos Seiso			
Shiketsu			
Existe una actitud positiva hacia el trabajo			
Existe el trabajo en equipo y comunicación a nivel operativo			
Existe el trabajo en equipo y comunicación entre el nivel operativo y el administrativo			

Fuente: elaboración propia.

PRESENTACIÓN		AJUSTES - CAMBIO DE ENVASE		CAMBIO PARCIAL		CAMBIO TOTAL	
		C1P	C2P	C1P	C2P	C3P	C3P
PRESENTACION R							
PRESENTACION S							
PRESENTACION W2							
PRESENTACION W3							
PRESENTACION W4							
PRESENTACION W5							
PRESENTACION V.1							
PRESENTACION V.2							
PRESENTACION V.3							
PRESENTACION W.1							
PRESENTACION U.1							
PRESENTACION U.2							
PRESENTACION U.3							
PRESENTACION T.1							
PRESENTACION T.2							
PRESENTACION T.3							
PRESENTACION T.4							
PRESENTACION Y.1							
PRESENTACION Y.2							
PRESENTACION X							
PRESENTACION Z.1							
PRESENTACION Z.2							
PRESENTACION Z.3							
PRESENTACION Z.4							
PRESENTACION R							
PRESENTACION S							
PRESENTACION W.1							
PRESENTACION W.2							
PRESENTACION W.3							
PRESENTACION W.4							
PRESENTACION W.5							
PRESENTACION V.1							
PRESENTACION V.2							
PRESENTACION V.3							
PRESENTACION U.1							
PRESENTACION U.2							
PRESENTACION U.3							
PRESENTACION T.1							
PRESENTACION T.2							
PRESENTACION T.3							
PRESENTACION T.4							
PRESENTACION Y.1							
PRESENTACION Y.2							
PRESENTACION X							
PRESENTACION Z.1							
PRESENTACION Z.2							
PRESENTACION Z.3							
PRESENTACION Z.4							
PRESENTACION R							
PRESENTACION S							
PRESENTACION W.1							
PRESENTACION W.2							
PRESENTACION W.3							
PRESENTACION W.4							
PRESENTACION W.5							
PRESENTACION V.1							
PRESENTACION V.2							
PRESENTACION V.3							
PRESENTACION U.1							
PRESENTACION U.2							
PRESENTACION U.3							
PRESENTACION T.1							
PRESENTACION T.2							
PRESENTACION T.3							
PRESENTACION T.4							
PRESENTACION Y.1							
PRESENTACION Y.2							
PRESENTACION X							
PRESENTACION Z.1							
PRESENTACION Z.2							
PRESENTACION Z.3							
PRESENTACION Z.4							
PRESENTACION R							
PRESENTACION S							
PRESENTACION W.1							
PRESENTACION W.2							
PRESENTACION W.3							
PRESENTACION W.4							
PRESENTACION W.5							
PRESENTACION V.1							
PRESENTACION V.2							
PRESENTACION V.3							
PRESENTACION U.1							
PRESENTACION U.2							
PRESENTACION U.3							
PRESENTACION T.1							
PRESENTACION T.2							
PRESENTACION T.3							
PRESENTACION T.4							
PRESENTACION Y.1							
PRESENTACION Y.2							
PRESENTACION X							
PRESENTACION Z.1							
PRESENTACION Z.2							
PRESENTACION Z.3							
PRESENTACION Z.4							
PRESENTACION R							
PRESENTACION S							
PRESENTACION W.1							
PRESENTACION W.2							
PRESENTACION W.3							
PRESENTACION W.4							
PRESENTACION W.5							
PRESENTACION V.1							
PRESENTACION V.2							
PRESENTACION V.3							
PRESENTACION U.1							
PRESENTACION U.2							
PRESENTACION U.3							
PRESENTACION T.1							
PRESENTACION T.2							
PRESENTACION T.3							
PRESENTACION T.4							
PRESENTACION Y.1							
PRESENTACION Y.2							
PRESENTACION X							
PRESENTACION Z.1							
PRESENTACION Z.2							
PRESENTACION Z.3							
PRESENTACION Z.4							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Matriz de cambios de presentación en etiquetadora**

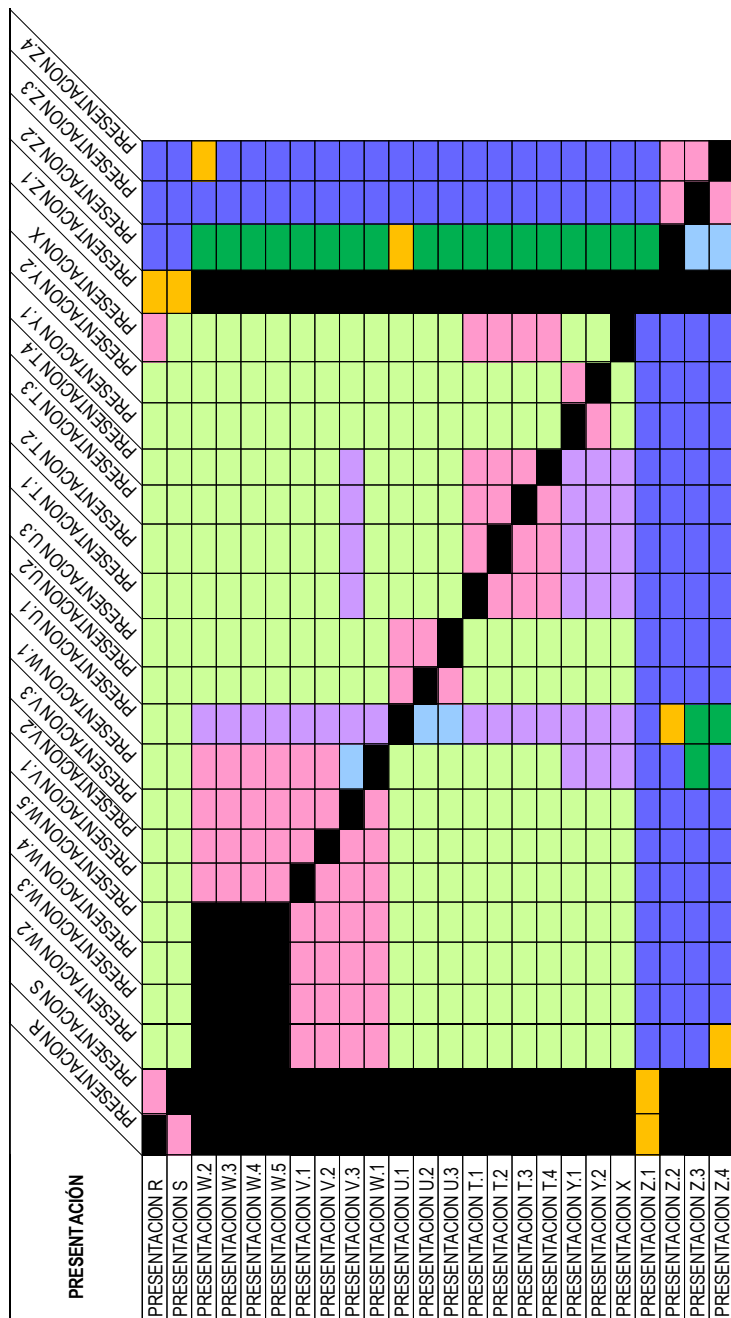
CAMBIOS DE PRESENTACIÓN ETIQUETADORA LINEA REFRESCOS

PRESENTACIÓN	CAMBIO DE ETIQUETA		CAMBIO TOTAL	
	C1P	C2P	C1P	C2P
PRESENTACION R				
PRESENTACION S				
PRESENTACION W.2				
PRESENTACION W.3				
PRESENTACION W.4				
PRESENTACION W.5				
PRESENTACION V.1				
PRESENTACION V.2				
PRESENTACION V.3				
PRESENTACION W.1				
PRESENTACION U.1				
PRESENTACION U.2				
PRESENTACION U.3				
PRESENTACION T.1				
PRESENTACION T.2				
PRESENTACION T.3				
PRESENTACION T.4				
PRESENTACION Y.1				
PRESENTACION Y.2				
PRESENTACION X				
PRESENTACION Z.1				
PRESENTACION Z.2				
PRESENTACION Z.3				
PRESENTACION Z.4				
PRESENTACION R				
PRESENTACION S				
PRESENTACION W.2				
PRESENTACION W.3				
PRESENTACION W.4				
PRESENTACION W.5				
PRESENTACION V.1				
PRESENTACION V.2				
PRESENTACION V.3				
PRESENTACION W.1				
PRESENTACION U.1				
PRESENTACION U.2				
PRESENTACION U.3				
PRESENTACION T.1				
PRESENTACION T.2				
PRESENTACION T.3				
PRESENTACION T.4				
PRESENTACION Y.1				
PRESENTACION Y.2				
PRESENTACION X				
PRESENTACION Z.1				
PRESENTACION Z.2				
PRESENTACION Z.3				
PRESENTACION Z.4				
PRESENTACION R				
PRESENTACION S				
PRESENTACION W.2				
PRESENTACION W.3				
PRESENTACION W.4				
PRESENTACION W.5				
PRESENTACION V.1				
PRESENTACION V.2				
PRESENTACION V.3				
PRESENTACION W.1				
PRESENTACION U.1				
PRESENTACION U.2				
PRESENTACION U.3				
PRESENTACION T.1				
PRESENTACION T.2				
PRESENTACION T.3				
PRESENTACION T.4				
PRESENTACION Y.1				
PRESENTACION Y.2				
PRESENTACION X				
PRESENTACION Z.1				
PRESENTACION Z.2				
PRESENTACION Z.3				
PRESENTACION Z.4				
PRESENTACION R				
PRESENTACION S				
PRESENTACION W.2				
PRESENTACION W.3				
PRESENTACION W.4				
PRESENTACION W.5				
PRESENTACION V.1				
PRESENTACION V.2				
PRESENTACION V.3				
PRESENTACION W.1				
PRESENTACION U.1				
PRESENTACION U.2				
PRESENTACION U.3				
PRESENTACION T.1				
PRESENTACION T.2				
PRESENTACION T.3				
PRESENTACION T.4				
PRESENTACION Y.1				
PRESENTACION Y.2				
PRESENTACION X				
PRESENTACION Z.1				
PRESENTACION Z.2				
PRESENTACION Z.3				
PRESENTACION Z.4				
PRESENTACION R				
PRESENTACION S				
PRESENTACION W.2				
PRESENTACION W.3				
PRESENTACION W.4				
PRESENTACION W.5				
PRESENTACION V.1				
PRESENTACION V.2				
PRESENTACION V.3				
PRESENTACION W.1				
PRESENTACION U.1				
PRESENTACION U.2				
PRESENTACION U.3				
PRESENTACION T.1				
PRESENTACION T.2				
PRESENTACION T.3				
PRESENTACION T.4				
PRESENTACION Y.1				
PRESENTACION Y.2				
PRESENTACION X				
PRESENTACION Z.1				
PRESENTACION Z.2				
PRESENTACION Z.3				
PRESENTACION Z.4				

Fuente: elaboración propia.

CAMBIOS DE PRESENTACIÓN LLENADORA LINEA REFRESCOS

SABOR	C1LL
SABOR + CIP	C2LL
CAÑAS	C3LL
CAÑAS + SABOR	C4LL
CAÑAS + CIP + SABOR	C5LL
CAÑAS + GUIAS	C6LL
CAÑAS + SABOR + GUIAS	C7LL
CAÑAS + SABOR + GUIAS + CIP	C8LL



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Matriz de cambios de presentación en línea de refrescos**

CAMBIOS DE PRESENTACIÓN LINEA REFRESCOS																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #f4cccc;">CAMBIO PARCIAL MENOR</td> <td style="background-color: #f4cccc;">28.53 MIN</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #a6c9ec;">CAMBIO PARCIAL MAYOR</td> <td style="background-color: #a6c9ec;">61.91 MIN</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ffffcc;">CAMBIO TOTAL</td> <td style="background-color: #ffffcc;">106.34 MIN</td> </tr> </table>																										CAMBIO PARCIAL MENOR	28.53 MIN	CAMBIO PARCIAL MAYOR	61.91 MIN	CAMBIO TOTAL	106.34 MIN																										
CAMBIO PARCIAL MENOR	28.53 MIN																																																								
CAMBIO PARCIAL MAYOR	61.91 MIN																																																								
CAMBIO TOTAL	106.34 MIN																																																								
PRESENTACIÓN	PRESENTACION R	PRESENTACION S	PRESENTACION W.2	PRESENTACION W.3	PRESENTACION W.4	PRESENTACION W.5	PRESENTACION V.1	PRESENTACION V.2	PRESENTACION V.3	PRESENTACION W.1	PRESENTACION U.1	PRESENTACION U.2	PRESENTACION U.3	PRESENTACION T.1	PRESENTACION T.2	PRESENTACION T.3	PRESENTACION T.4	PRESENTACION Y.1	PRESENTACION Y.2	PRESENTACION X	PRESENTACION Z.1	PRESENTACION Z.2	PRESENTACION Z.3	PRESENTACION Z.4	PRESENTACION R	PRESENTACION S	PRESENTACION W.2	PRESENTACION W.3	PRESENTACION W.4	PRESENTACION W.5	PRESENTACION V.1	PRESENTACION V.2	PRESENTACION V.3	PRESENTACION W.1	PRESENTACION U.1	PRESENTACION U.2	PRESENTACION U.3	PRESENTACION T.1	PRESENTACION T.2	PRESENTACION T.3	PRESENTACION T.4	PRESENTACION Y.1	PRESENTACION Y.2	PRESENTACION X	PRESENTACION Z.1	PRESENTACION Z.2	PRESENTACION Z.3	PRESENTACION Z.4									

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Criterio General Electric para número de ciclos a observar

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos recomendados
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
De 4 a 5	15
De 6 a 10	10
De 11 a 20	8
De 21 a 40	5
Más de 40	3

Fuente: NIEBEL, Benjamin & FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseños de trabajo*.p.340.

Anexo 2. **Porcentaje de calificación de actuación del Sistema Westinghouse**

HABILIDAD		
0,15	A1	Extrema
0,13	A2	Extrema
0,11	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Buena
0,03	C2	Buena
0	D	Normal
-0,1	E1	Aceptable
-0,1	E2	Aceptable
-0,2	F1	Deficiente
-0,2	F2	Deficiente

ESFUERZO		
0,13	A1	Excesivo
0,12	A2	Excesivo
0,1	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,05	C1	Bueno
0,02	C2	Bueno
0	D	Normal
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Deficiente
-0,17	F2	Deficiente

CONDICIONES		
0,06	A	Ideales
0,04	B	Excelentes
0,02	C	Buenas
0	D	Regulares
-0	E	Aceptables
-0,1	F	Deficientes

CONSISTENCIA		
0,04	A	Perfectas
0,03	B	Excelente
0,01	C	Buena
0	D	Regular
-0,02	E	Aceptable
-0,04	F	Deficiente

Fuente: GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*.p.213-214.

Anexo 3. Sistema de suplementos de trabajo

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	Hombre	Mujer
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplemento base por fatiga	4	4
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal		
Ligeramente incómoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C. Uso de fuerza/energía muscular		
(Levantar, tirar, empujar) Peso levantado en kg		
2,5	0	1
5	1	2
10	3	4
25	9	20(max)
35,5	22	--
D. Mala iluminación		
Ligeramente por debajo de la potencia adecuada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
E. Condiciones atmosféricas	Hombre	Mujer
Índice de enfriamiento Kata		
16	0	
8	10	
4	45	
2	100	
F. Concentración intensa		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
G. Ruido		
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2

Continuación del anexo 3.

Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte	7	7
H. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Muy complejo	8	8
I. Monotonía		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo bastante aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo*.p.228.