



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

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE
(SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE
ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**

Edward Mario Augusto Guerrero Gutiérrez

Asesorado por la Inga. Glenda Carolina Zuñiga Garrido

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE
(SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE
ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWARD MARIO AUGUSTO GUERRERO GUTIÉRREZ
ASESORADO POR LA INGA. GLENDA CAROLINA ZUÑIGA GARRIDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Aku
EXAMINADORA	Inga. María del Rosario Colmenares
EXAMINADOR	Ing. Mynor Armando Dardón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

Guatemala, julio del 2018

Ing. Juan José Peralta Dardón
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable ingeniero Peralta:


Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado "IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS" desarrollado por el estudiante de Ingeniería Industrial Edward Mario Augusto Guerrero Gutiérrez, con carné No. 2003-12362 y DPI, No. 2646 78648 1601.

Por lo cual, después de haber realizado la revisión del respectivo informe final y de haberle hecho las correcciones pertinentes, considero que llena los requisitos para su aprobación.

Atentamente,

Glenda Carolina Zuñiga Garrido

Ingeniera Industrial
Colegiado No. 10,512


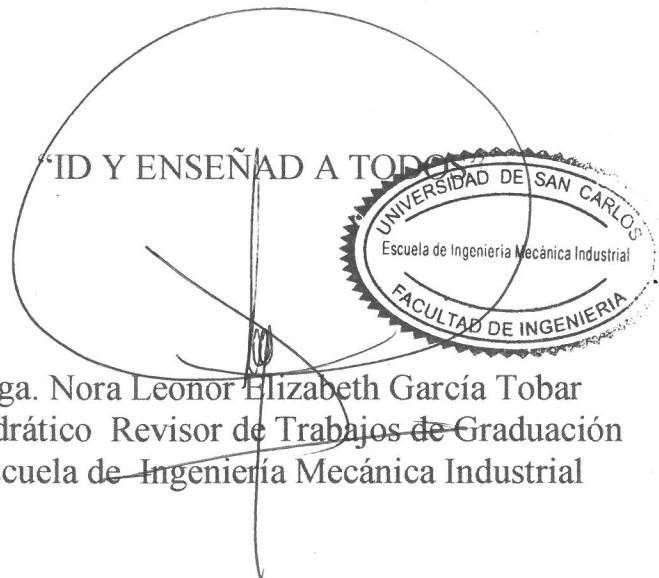

Inga. Glenda Carolina Zuñiga Garrido
Ingeniera Industrial
Colegiado No. 10,512



REF.REV.EMI.129.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario **Edward Mario Augusto Guerrero Gutiérrez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“...ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

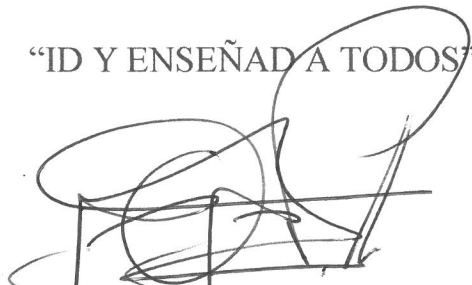
Guatemala, septiembre de 2018.

/mgp



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 **IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario **Edward Mario Augusto Guerrero Gutiérrez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



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

Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp



Universidad de San Carlos
de Guatemala

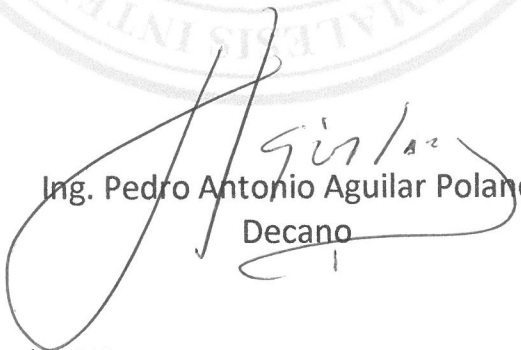


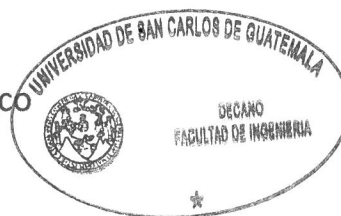
Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 521.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) PARA REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN DE LA LÍNEA DE ENVASADO EN UNA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario: **Edward Mario Augusto Guerrero Gutiérrez**, 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, noviembre de 2018

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido llegar a este momento.
Mis padres	Mario Augusto Guerrero y Cruz Elizabeth Gutiérrez Franco, por su amor, alegría y apoyo incondicional. Los amo.
Mis hermanas y sobrina	Keila Guerrero, Cruz Guerrero y Minna Sofía. Por alegrarme, aconsejarme y apoyarme día con día. Por estar siempre presentes.
Mi familia y amigos	Por ofrecerme su amistad, esas tardes de risa interminable y su compañía.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesora

Por guiarme con su conocimiento en el desarrollo de este trabajo de graduación.

Ing. Erick Velásquez

Por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de graduación en las instalaciones de la empresa.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO.....	XIX
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.2. Descripción de la empresa	2
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Estructura organizacional	4
1.1.5.1. Organigrama.....	5
1.1.5.2. Puestos.....	5
1.2. Estudios de tiempo	27
1.2.1. Definición.....	27
1.2.2. Alcance	28
1.2.3. Desarrollo	28
1.2.4. Elementos y preparación del estudio de tiempos	28
1.2.4.1. Elección del operario	29
1.2.4.2. Registro de información significativa	29
1.2.4.3. Posición del observador	29

1.2.4.4.	División de la operación en elementos	29
1.2.5.	Equipo técnico industrial utilizado.....	30
1.2.5.1.	Cronómetro	30
1.2.5.2.	Tabla de datos.....	30
1.2.5.3.	Hoja de observaciones	31
1.2.6.	Estudio de tiempo con cronómetro	31
1.2.6.1.	Definición.....	31
1.2.6.2.	Lineamientos técnicos	31
1.3.	Tiempo estándar	32
1.3.1.	Definición.....	32
1.3.2.	Aplicaciones del tiempo estándar	32
1.3.3.	Ventajas de la utilización del tiempo estándar.....	33
1.3.4.	Cálculo del tiempo estándar	33
1.4.	<i>Lean Manufacturing</i>	34
1.4.1.	Definición.....	34
1.4.2.	Objetivos y estrategia	34
1.4.3.	<i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	35
1.4.3.1.	Definición.....	35
1.4.3.2.	Metodología.....	36
1.4.3.3.	Conceptos	36
1.4.3.3.1.	Actividades internas	36
1.4.3.3.2.	Actividades externas	37
1.4.3.3.3.	Tiempo de preparación de la línea.....	37
1.4.4.	Metodología 5S	37
1.4.4.1.	Clasificación en las áreas de trabajo: Seiri	38
1.4.4.2.	Orden en el área de trabajo: Seiton.....	39

	1.4.4.3.	Higiene en el proceso: Seiso	39	
	1.4.4.4.	Estandarización de procesos: Seiketsu	42	
	1.4.4.3.	Disciplina en el área de trabajo: Shitsuke	42	
1.5.		Agroquímicos.....	44	
	1.5.1.	Definición.....	44	
	1.5.2.	Características.....	44	
	1.5.3.	Tipos de agroquímicos	45	
		1.5.3.1. Insecticidas.....	45	
		1.5.3.2. Herbicidas.....	45	
		1.5.3.3. Fungicidas	45	
2.		SITUACIÓN ACTUAL.....	47	
	2.1.	Departamento de producción	47	
		2.1.1. Recurso humano	47	
			2.1.1.1. Jefe de producción	47
			2.1.1.2. Programador de producción	51
			2.1.1.3. Supervisor de producción.....	53
		2.1.2. Departamento de formulación	55	
			2.1.2.1. Área formulación sólida	56
			2.1.2.2. Área formulación líquida	56
		2.1.3. Departamento de envasado	57	
			2.1.3.1. Área envasado formulación líquida	57
	2.2.	Descripción general de los productos.....	57	
		2.2.1. Insecticidas.....	57	
			2.2.1.1. Baythroid XL 12,5 SC	57
			2.2.1.1.1. Ingrediente activo	58

	2.2.1.1.2.	Recomendaciones de uso	58
	2.2.1.2.	Plural 20 OD	59
	2.2.1.2.1.	Ingrediente activo	59
	2.2.1.2.2.	Recomendaciones de uso	59
2.2.2.	Herbicidas		61
	2.2.2.1.	Henodal 60 SL	61
	2.2.2.1.1.	Ingrediente activo	61
	2.2.2.1.2.	Recomendaciones de uso	61
	2.2.2.2.	Merlin 75 WG	62
	2.2.2.2.1.	Ingrediente activo	62
	2.2.2.2.2.	Recomendaciones de uso	62
2.2.3.	Fungicidas		64
	2.2.3.1.	Trivia 72,7 WP	64
	2.2.3.1.1.	Ingrediente activo	64
	2.2.3.1.2.	Recomendaciones de uso	65
	2.2.3.2.	Verita 71,1 WG	66
	2.2.3.2.1.	Ingrediente activo	66
	2.2.3.2.2.	Recomendaciones de uso	66
2.3.	Personal en la línea de envasado		67
	2.3.1.	Personal de ingeniería	67
	2.3.2.	Técnicos de producción	70
2.4.	Descripción del proceso de envasado		73
	2.4.1.	Llenado de envase	73

2.4.2.	Colocación de tapa a envase	75
2.4.3.	Sellado de envase	75
2.4.4.	Ensamble de cajas	75
2.4.5.	Inserción de envases y etiquetado de caja	79
2.5.	Descripción de maquinaria y equipo en la línea de envasado	79
2.5.1.	Maquinaria	79
2.5.1.1.	Llenadora de envase	79
2.5.1.2.	Selladora de envase	81
2.5.1.3.	Taponadora de envase	82
2.5.1.4.	Etiquetadora	83
2.5.2.	Equipo	83
2.5.2.1.	Balanza analítica	84
2.6.	Diagramas actuales	84
2.6.1.	Diagrama de operaciones	84
2.6.2.	Diagrama de flujo	86
2.6.3.	Diagrama de recorrido	87
2.7.	Costos de operación actuales	88
2.7.1.	Costos de fabricación	88
2.7.2.	Costo de mano de obra	89
2.7.3.	Materiales directos	90
2.7.4.	Costos indirectos	91
3.	PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA TÉCNICA SMED	93
3.1.	Línea de envasado	93
3.1.1.	Toma de datos del proceso de cambio de formato	95
3.1.2.	Análisis del área de trabajo	96
3.1.3.	Herramientas utilizadas para el cambio	

	de formato	102
3.1.4.	Cuellos de botella en línea de envasado	103
	3.1.4.1. Gráfica de Pareto	103
	3.1.4.2. Diagrama de causa y efecto	104
3.2.	Estudio de tiempos para el proceso de envasado.....	106
	3.2.1. Tabla de toma de datos.....	106
	3.2.2. Tabla de datos de operación	107
	3.2.3. Normalización y estandarización de tiempos	112
3.3.	Asignación de responsabilidades para la propuesta	119
	3.3.1. Personal de ingeniería.....	119
	3.3.2. Técnicos de producción.....	119
3.4.	Propuesta para implementar SMED	120
	3.4.1. Informar al personal sobre la técnica SMED	125
	3.4.2. Toma de datos para determinación de actividades internas.....	126
	3.4.3. Toma de datos para determinación de actividades externas.....	126
	3.4.4. Análisis de información obtenida.....	127
3.5.	Evaluación de la línea de envasado.....	127
	3.5.1. Metodología 5S	127
	3.5.1.1. Clasificación en la línea de envasado.....	127
	3.5.1.2. Orden en la línea de envasado	130
	3.5.1.3. Higiene en la línea de envasado	131
	3.5.1.4. Estandarización de procesos	132
	3.5.1.5. Disciplina en el área de trabajo	134
3.6.	Equipo requerido para la propuesta	135
	3.6.1. Equipo de seguridad para banda transportadora ..	135
3.7.	Materiales y herramientas requeridas	136

3.7.1.	Postes separadores de zonas	136
3.7.2.	Delimitadores de espacios.....	137
3.7.3.	Organizadores de herramientas	139
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	141
4.1.	Análisis FODA para implementación de SMED.....	141
4.1.1.	Fortalezas de la implementación	141
4.1.2.	Oportunidades de la línea de envasado	142
4.1.3.	Debilidades de la línea de envasado	143
4.1.4.	Amenazas para la línea de envasado.....	143
4.2.	Diagramas por implementar	146
4.2.1.	Diagrama de flujo	146
4.2.2.	Diagrama de operación	148
4.2.3.	Diagrama de recorrido	149
4.3.	Análisis del estudio de tiempos	150
4.3.1.	Determinación de operación más lenta	150
4.3.2.	Evaluación del tiempo de preparación de la línea de envasado	151
4.3.3.	Determinación de tiempos muertos	153
4.4.	Implementación de SMED	155
4.4.1.	Separación de actividades internas y externas	156
4.4.2.	Conversión de actividades internas a actividades externas	157
4.5.	Implementación en la línea de envasado los cambios con la metodología de 5S	157
4.5.1.	Clasificación en las áreas de trabajo	158
4.5.1.1.	Separación de equipo, materiales y herramientas	158

4.5.1.2.	Identificación de equipo, materiales y herramientas del área.....	158
4.5.2.	Orden en la línea de envasado	159
4.5.2.1.	Identificación visual en el área de trabajo	160
4.5.2.2.	Eliminar elementos que se no se empleen.....	161
4.5.2.3.	Colocar las herramientas, maquinarias y equipo en sitio adecuado.....	161
4.5.3.	Higiene en la línea de envasado	162
4.5.3.1.	Eliminación de fuentes de contaminación	162
4.5.3.2.	Establecer la higiene en el área como parte del proceso.....	162
4.5.4.	Estandarización de procesos	165
4.5.4.1.	Mantenimiento del grado de organización, orden e higiene en la línea de envasado	165
4.5.5.	Disciplina en el área de trabajo	165
4.5.5.1.	Establecimiento de una cultura de respeto por los estándares establecidos	165
4.6.	Reducción del tiempo de preparación de la línea.....	167
4.6.1.	Índices de evaluación	170
4.7.	Análisis de costos para la implementación.....	174
4.7.1.	Costos de fabricación	175
4.7.2.	Costo de mano de obra	175
4.7.3.	Materiales directos	175

4.7.4.	Costo indirecto.....	175
5.	PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA.....	177
5.1.	Programa de control.....	177
5.1.1.	Reuniones con personal de producción.....	177
5.1.2.	Reuniones con personal técnico de producción	177
5.1.3.	Entrega de informes mensuales	178
5.2.	Medición.....	178
5.2.1.	Formularios de control.....	178
5.2.2.	Análisis de datos obtenidos	180
5.3.	Estrategias de seguimiento	180
5.3.1.	Hojas de verificación.....	181
5.4.	Análisis de la mejora continua	181
5.4.1.	Kaizen.....	181
5.5.	Auditorías	183
5.5.1.	Programación de auditorías internas.....	183
5.5.1.1.	Evaluación del desempeño.....	183
5.5.1.2.	Reportes de evaluación.....	184
5.5.2.	Programación de auditorías externas.....	185
5.5.2.1.	Calendarización para auditoría externa.....	185
5.6.	Control estadístico del programa de mejora continua	185
5.6.1.	Control del programa con apoyo de Minitab Statistical Software	186
5.6.2.	Gráficas de control del programa de mejora continua	186
	CONCLUSIONES	189
	RECOMENDACIONES.....	191

BIBLIOGRAFÍA.....	193
APÉNDICES.....	197

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	4
2.	Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S clasificación.....	38
3.	Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – orden.....	40
4.	Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – higiene	41
5.	Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – estandarización y disciplina.....	43
6.	Diagrama de proceso para llenado de envase.....	74
7.	Diagrama de proceso para colocación de tapa a envase	76
8.	Diagrama de proceso para sellado de envase	77
9.	Diagrama de proceso para ensamble de cajas	78
10.	Diagrama de proceso para inserción de envases y etiquetado de caja	80
11.	Llenadora de envases tipo Mewes.....	81
12.	Selladora de envase	82
13.	Taponadora de envase	83
14.	Diagrama de operación para el proceso de cambio de formato..	85
15.	Diagrama de flujo para el proceso de cambio de formato.....	86
16.	Diagrama de recorrido del proceso de cambio de formato	87
17.	Diagrama de operaciones de envasado en línea Mewes IV	94

18.	Posición de las operaciones de envasado en la línea Mewes IV	95
19.	Formatos utilizados para la taponadora	103
20.	Gráfica de Pareto de las causas de paro en la línea de llenado Mewes IV en el 2017	104
21.	Diagrama de causa y efecto para las causas de paro que afectan el cambio de formato en la línea de envasado	105
22.	Tabla de datos para estudio de tiempos	107
23.	Formato de separación de actividades internas y externas	122
24.	Clasificación en la línea de envasados – área de llenado	128
25.	Clasificación en la línea de envasados – área de taponado y etiquetado de envase	130
26.	Orden en el área de envasado - caja de herramientas (A) y en área de taponadora (B)	131
27.	Higiene en el área de envasados líquidos	132
28.	Estandarización para la línea de llenado Mewes IV - situación actual	133
29.	Equipo de seguridad para banda transportadora	136
30.	Postes separadores de zonas	137
31.	Organizador de herramienta	139
32.	Diagrama de flujo para el proceso de cambio de formato por implementar	147
33.	Diagrama de operación para el cambio de formato por implementar	148
34.	Diagrama de recorrido para el proceso de cambio de formato por implementar	149
35.	Tiempo de preparación de la línea de envasado Mewes IV para realizar un cambio de formato	152
36.	Clasificador de formatos utilizados en el área de envasado	158

37.	Identificación de formatos para taponadora	159
38.	Identificación visual en el área de trabajo	160
39.	Herramientas asignadas a un lugar establecido	161
40.	Diagrama de toma de decisión para proceso de limpieza.....	164
41.	Formato de estandarización para organizar, ordenar y mantener la limpieza en el área de trabajo. Ver numerales 4, 9, 10, 13 y 14	166
42.	Tiempo de cambio de formato de la línea Mewes IV, luego de la implementación de SMED	168
43.	Tiempo de cambio de formato de la línea Mewes IV, luego de la implementación de SMED y capacitación operario 3	169
44.	Formulario de control para el cambio de formato.....	179
45.	Hoja de verificación del proceso	182
46.	Media y la desviación estándar frente a la muestra	187
47.	Corridas de peso neto (g) frente a las muestras analizadas	188

TABLAS

I.	Descripción del área del departamento de calidad	5
II.	Descripción del área del laboratorio de control de calidad	8
III.	Descripción del área del departamento de seguridad e higiene	10
IV.	Descripción del área del departamento de finanzas	13
V.	Descripción del área del departamento de ventas.....	15
VI.	Descripción del área del departamento de producción.....	17
VII.	Descripción del área del departamento de cadena de suministro.....	20
VIII.	Descripción del área del departamento de mantenimiento	22
IX.	Descripción del departamento de recursos humanos.....	25

X.	Descripción del puesto de jefe de producción	48
XI.	Descripción del puesto de programador de producción	51
XII.	Descripción del puesto de supervisor de producción	53
XIII.	Recomendaciones de uso para Baythroid XL 12,5 SC.....	58
XIV.	Recomendaciones de uso para Plural 20 OD.....	60
XV.	Recomendaciones de uso para Henodal 60 SL	61
XVI.	Recomendaciones de uso para Merlin 75 WG	62
XVII.	Recomendaciones de uso para Trivia 72,7 WP.....	65
XVIII.	Recomendaciones de uso para Verita 71,1 WG.....	66
XIX.	Descripción del puesto del personal de ingeniería	68
XX.	Descripción del puesto de técnicos de producción – área de envasado	71
XXI.	Costo de fabricación.....	88
XXII.	Costo de fabricación por presentación de producto. Base: 1 000 envases	89
XXIII.	Costo de mano de obra	90
XXIV.	Costo de materiales directos	90
XXV.	Costos indirectos	92
XXVI.	Costo mensual para producir un lote de 1 L de una suspensión concentrada.....	92
XXVII.	Descripción de equipos en línea Mewes IV.....	93
XXVIII.	Análisis del área de trabajo de la línea Mewes IV	97
XXIX.	Operaciones de cambio de formato para llenadora de envases	108
XXX.	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases	109
XXXI.	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases. Operaciones realizadas de manera paralela	110

XXXII.	Operaciones de cambio de formato para la selladora de inducción.....	110
XXXIII.	Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de envase	111
XXXIV.	Operaciones de cambio de formato para la armadora y selladora de caja, para la línea Mewes IV	111
XXXV.	Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de caja	112
XXXVI.	Suplementos concedidos para el cambio de formato	113
XXXVII.	Tiempo normal y estándar para el cambio de formato de llenadora de envases.....	114
XXXVIII.	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases	115
XXXIX.	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases. Operaciones realizadas de manera paralela	116
XL.	Operaciones de cambio de formato para la selladora de inducción.....	116
XLI.	Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de envase	117
XLII.	Operaciones de cambio de formato para la armadora y selladora de caja	117
XLIII.	Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de caja	118
XLIV.	Formato de identificación de actividades internas y externas	121
XLV.	Formato para conversión de actividades internas a actividades externas	123
XLVI.	Formato para la evaluación de las líneas luego de la implementación de SMED	124

XLVII.	Actividades internas del cambio de formato	126
XLVIII.	Actividades externas del cambio de formato	127
XLIX.	Formato para evaluar la línea Mewes IV con metodología 5S - clasificación.....	129
L.	Guía de marcaje de áreas por colores	138
LI.	Matrix integrada análisis FODA	144
LII.	Operación más lenta en la línea Mewes IV	150
LIII.	Leyenda utilizada en figura 35.....	151
LIV.	Tiempo muerto (TM) para el personal de Mewes IV durante el cambio de formato	154
LV.	Tiempo muerto debido al proceso de limpieza. Impacto el cambio de formato	155
LVI.	Tiempo muerto por falta de actualización de documentación de aseguramiento de calidad	155
LVII.	Separación de actividades internas y externas determinadas para línea Mewes IV	156
LVIII.	Conversión de actividades internas a externas	157
LIX.	Hoja de registro para proceso de limpieza en línea Mewes IV.....	163
LX.	Reducción de TM para los operarios en la línea Mewes IV luego de la implementación de SMED.....	170
LXI.	Índices obtenidos.....	174

LISTA DE SÍMBOLOS

%CAV	Porcentaje de calificación de la actuación del operario
%tol	Porcentaje de tolerancia por suplementos concedidos
SC	Suspensión concentrada
TC	Tiempo cronometrado
TE	Tiempo estándar
TN	Tiempo normal
VA	Valor actual
VI	Valor luego de la implementación

GLOSARIO

Cambio de formato	Son todas las operaciones que se desarrollan en cada una de las etapas del proceso de envasado cuando se requiere un cambio de presentación de producto. Incluye tamaño de envase, tamaño de tapa, peso neto, etiquetas de envase y caja, codificación de lote, armado y sellado de caja.
Diagrama de flujo	Es una representación gráfica que incluye todas las operaciones, los transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren en el proceso.
Diagrama de operación	Representa los puntos donde se introducen los materiales en el proceso, las inspecciones y todas las operaciones.
Diagrama de recorrido	Este diagrama indica la distribución del proceso de acuerdo con las áreas dónde se realizan.
Flexibilidad	Capacidad de una línea de producción de realizar una modificación debido a una circunstancia especial, como es un pedido urgente o cambios súbitos en el programa de producción.

Setup time

Tiempo de ajustes requerido de un dispositivo, una máquina, proceso o sistema, con el fin de obtener el primer producto en los límites especificados de calidad del turno de producción.

SMED

Single Minute Exchange of Die es una herramienta de *lean manufacturing* que permite reducir los tiempos de preparación de la línea de producción, teóricamente, en menos de 10 minutos.

Tiempo muerto

Es el tiempo que un operario se encuentra sin ninguna tarea asignada. También se entiende como el tiempo que una máquina se encuentra apagada sin producir dentro de las horas efectivas de la jornada de trabajo.

RESUMEN

Se implementó la técnica *Single Minute Exchange of Die* (SMED) para reducir el tiempo de preparación de la línea de envasado denominada Mewes IV en una industria de fabricación de agroquímicos.

El primer paso para reducir el del tiempo de preparación de la línea, fue determinar la situación actual de la planta de agroquímicos. Se realizó una descripción de cada una de las etapas en el área de envasado de insecticidas líquidos. Adicionalmente, se describieron las maquinarias y equipos utilizados en el proceso de envasado.

Luego de analizar la situación actual de la planta, se realizó una propuesta para la implementación de la técnica de SMED. Se efectuó un análisis del área de trabajo, identificando los cuellos de botella de la línea por medio de una gráfica de Pareto y un diagrama de causa y efecto. Además, se realizó un estudio de tiempos. Para ello, se identificaron y se cronometraron todas las operaciones de cambio de formato en cada una de las etapas del proceso. Se asignaron responsabilidades para la propuesta, se tomaron datos para la determinación de actividades internas y externas para la implementación de SMED. Complementando todo lo anterior, se utilizó la metodología 5S para realizar una evaluación de la línea de envasado.

Finalizado el proceso de la propuesta, se realizó un análisis FODA para la implementación de SMED, se describieron los diagramas de flujo, operación y recorrido para el proceso de cambio de formato, se determinaron las operaciones más lentas en cada una de las etapas del proceso, se realizó la evaluación del

tiempo de preparación de la línea y los tiempos muertos. Además, se separaron y convirtieron las actividades internas a externas, se sugirieron correcciones en la línea cambios utilizando como base la metodología 5S. También fueron determinados los índices de evaluación para cuantificar la eficiencia de la implementación del proyecto.

Finalmente, se presenta un programa de mejora continua como seguimiento a los cambios propuestos en la línea de envasado en donde se proponen estrategias como las auditorías internas y externas, reuniones con el personal de producción y el personal técnico, complementado con un programa estadístico y gráficas de proceso que permiten el control de proceso de envasado.

OBJETIVOS

General

Implementar de la técnica *Single Minute Exchange of Die* (SMED) para reducir el tiempo de preparación de la línea de envasado en una industria de fabricación de agroquímicos.

Específicos

1. Aumentar la productividad de la línea de envasado por medio de la simplificación de las operaciones de cambio de formato.
2. Determinar el tiempo estándar para cada operación durante la preparación de la línea de envasado para disminuir los costos de operación.
3. Reducir el tiempo muerto en la línea de envasado por medio del establecimiento de las actividades internas y externas que se producen durante el cambio de formato.
4. Aumentar la productividad de la línea mediante la determinación de la operación más lenta con el fin de obtener un mayor aprovechamiento de las horas hombre-máquina, y horas-hombre.
5. Aumentar la flexibilidad de producción en la línea de envasado por medio de la conversión de actividades internas a actividades externas.

6. Coordinar diferentes actividades con el personal de la línea de envasado para mejorar la organización y limpieza en el área de trabajo.
7. Determinar la viabilidad de la propuesta mediante un análisis de costos para los cambios establecidos en la línea de envasado.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la empresa de agroquímicos, tiene inconvenientes con el tiempo de preparación de la línea después de finalizado un lote. El proceso presenta un área de oportunidad para reducir el tiempo de preparación de las líneas de producción cuando se hace un cambio en el producto producido. Algunas de las variables que se han establecido a través del tiempo en la empresa que provocan esta situación son: la falta de un estudio que determine tiempos estándares de operación y en algunos casos falta de detección de necesidades de capacitación (DNC).

Actualmente, las líneas de producción cumplen con las metas establecidas pero los tiempos de preparación de la línea de producción consumen la mayor parte del turno de producción. Esto hace que se empleen horas extras, provocando costos adicionales. De igual manera, los procesos de mejora continua de la planta requieren que los tiempos de producción sean más cortos y efectivos, la aplicación de técnicas de *lean* permiten alcanzar estos objetivos.

Para reducir el tiempo de preparación de la línea de envasado (denominada Mewes IV), se implementó la técnica *Single Minute Exchange of Die* (SMED). El análisis empezó por medio de una gráfica de Pareto y un diagrama de causa y efecto. Con estos gráficos se analizaron los cuellos de botella en el proceso de envasado; además, se realizó un estudio de tiempos del proceso de cambio de formato en la línea de envasado. Finalizado el estudio de tiempos, se aplicó la metodología SMED para identificar y convertir las actividades internas a actividades externas. Se utilizó la metodología 5S para realizar una evaluación de la línea de envasado.

Al finalizar el estudio de tiempos, se determinaron los tiempos de preparación de la línea, así como los tiempos muertos. Los resultados muestran que el tiempo de preparación de la línea de envasado se redujo un 27 % al implementar la técnica de SMED y que la productividad de la línea de envasado aumentará un 62 % por medio de la simplificación de las operaciones de cierre de órdenes, la reasignación de actividades de cambio de formato y la simplificación del proceso de limpieza de los tanques de formulación y las máquinas de envasado.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa

Esta planta fue fundada en 1964, y desde entonces ha tenido producción sin suspenderla. La distribución de productos es hacia los mercados de Centroamérica, el Caribe, parte de México, Brasil y Venezuela. Esta empresa invierte en la innovación en el mercado de agroquímicos, con el fin de enfrentar los retos de mercados internacionales en temas fitosanitarios, sanitarios, capacitación y de certificación.

Esta empresa de agroquímicos, se encuentra a la vanguardia en la introducción de nuevas tecnologías y soluciones que están relacionadas con la materia química, por ejemplo, la formulación de nuevos ingredientes activos, amigables al ambiente (perfil eco-toxicológico mejorado). La empresa ya no produce agroquímicos de etiqueta roja. Estos productos se sacaron del mercado debido al impacto que generaba al ambiente y se catalogaron como no amigables con el ambiente. La política de la empresa está comprometida con la planeación, formulación, envasado, almacenado y provisión de forma responsable, eficiente y oportuna de productos fitosanitarios de acuerdo con reglamentos internacionales de seguridad y medio ambiente.

La planta tiene la capacidad de formular y envasar agroquímicos tanto en fase líquida, así como en fase sólida. Esto con el fin de satisfacer la demanda creciente en el mercado agroindustrial de la región centroamericana y del Caribe.

Un dato importante, es que el 90 % de los empleados son originarios de Amatitlán, por lo que la empresa se preocupa por promover el desarrollo económico de la región donde se encuentra ubicada.

1.1.1. Ubicación

La planta se encuentra ubicada en las afueras del municipio de Amatitlán, en el kilómetro 29,5 carretera al Pacífico, departamento de Guatemala, en la zona central del país, en la vertiente del Pacífico, en la cuenca del río María Linda.

1.1.2. Descripción de la empresa

La empresa se encuentra comprometida con la planeación, producción, almacenado y distribución de forma responsable, eficiente de acuerdo con estándares internacionales como lo son:

- ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2008.
- Requerimientos claves de QHSE, lineamientos y especificaciones de casa matriz (Alemania).

Con ello, la empresa busca dar y mantener la satisfacción en los clientes, prevenir la contaminación ambiental y proveerle un ambiente de trabajo seguro a sus colaboradores. Además, contribuirá a optimizar el uso de los recursos, tanto humano como materiales.

Para cumplir con lo anterior, la empresa se encuentra dividida seis áreas que son: el departamento de calidad, de finanzas de producción, cadena de suministros, de mantenimiento y de personal. El área de producción cuenta con

dos divisiones importantes: la formulación y envasado de productos producción líquidos y formulación y envasado de productos sólidos.

Entre los productos en fase líquida que se formulan están los insecticidas y herbicidas. La empresa cuenta con diferentes líneas de producción que envasan productos líquidos en presentaciones de 100, 250, 500 mililitros, 1 litro. La empresa, adicionalmente cuenta con los equipos requeridos para empacar productos sólidos desde presentaciones de 15 g hasta sacos de 1,5 kilogramos.

La empresa de agroquímicos puede satisfacer la demanda de su mercado gracias a la capacidad instalada, tanto tecnológica como personal técnico capacitado.

1.1.3. Visión

La visión se refiere a la imagen que la organización plantea a largo plazo sobre cómo espera que sea su futuro, una expectativa ideal de lo que espera que ocurra.

La empresa agroquímica posee la siguiente visión: ser una planta sostenible, preferente y rentable para el abastecimiento del mercado de *CropScience* y *Enviromental Science*.

1.1.4. Misión

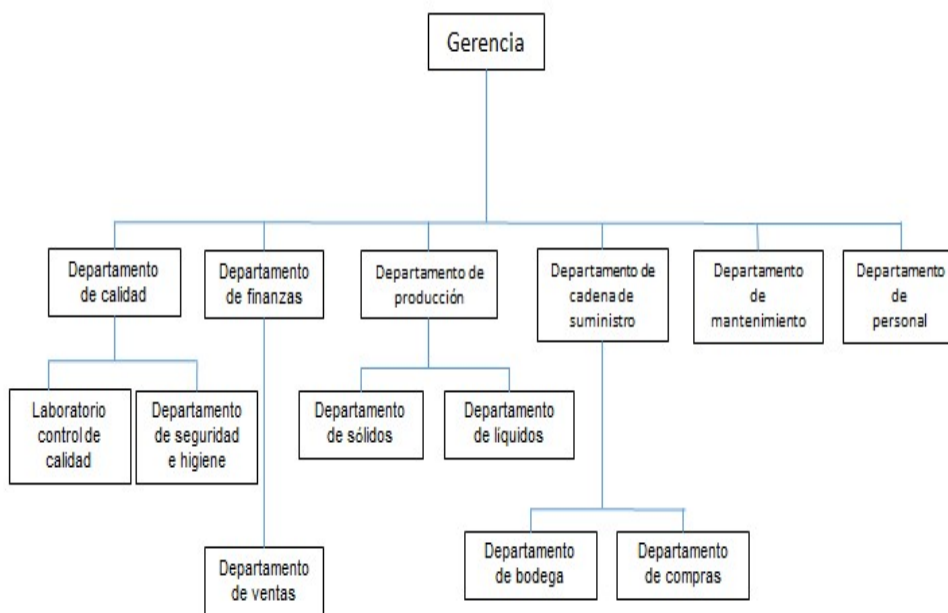
La misión se refiere a un motivo o una razón de ser por parte de una organización, una empresa o una institución. Este motivo se enfoca en el presente, es decir, es la actividad que justifica lo que el grupo o el individuo está haciendo en un momento dado.

La empresa agroquímica posee la siguiente misión: “Ciencia para una vida mejor”.¹

1.1.5. Estructura organizacional

La empresa se encuentra dividida en varios departamentos. Cada uno de estos, posee funciones específicas a su cargo; además se caracteriza por poseer una estructura vertical. La figura 1 muestra el organigrama donde se representan las líneas jerárquicas de la empresa.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: industria agroquímicos. Amatitlán, Guatemala.

¹ Nuestra compañía [en línea] <https://www.bayercropscience-ca.com/Nuestra-compania/Mision.aspx> [Consulta: 23 de diciembre de 2017].

1.1.5.1. Organigrama

La empresa se encuentra compone de seis diferentes departamentos. Entre los cuales están el departamento de calidad, finanzas, producción, cadena de suministros, mantenimiento y personal. Todos estos departamentos son dirigidos por la gerencia. El departamento de calidad tiene a su cargo el laboratorio de control de calidad y el departamento de seguridad e higiene. El de producción tiene dentro de su cargo al departamento de sólidos y el departamento de líquidos.

1.1.5.2. Puestos

Los puestos y funciones de cada departamento se detallan a continuación:

- Departamento de calidad: es el encargado de asegurar el cumplimiento de la política de calidad de la empresa. Dentro de los puestos se encuentran, el director del departamento e ingenieros de material de empaque.

La tabla I describe las funciones del departamento de calidad de la empresa de agroquímicos.

Tabla I. Descripción del área del departamento de calidad

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: CA-01
Departamento: calidad	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de Calidad	
Jefe directo	Director de Calidad	

Continuación de la tabla I

Unidad organizacional	Administrativo		
Característica del departamento			
Descripción general			
<ul style="list-style-type: none"> Este departamento es el encargado de asegurar el cumplimiento de la política de calidad de la empresa. 			
Funciones			
<ol style="list-style-type: none"> Velar que se cumplan con los requerimientos del sistema de gestión de la calidad (ISO 9 001 y ISO 14 001). Dirigir y coordinar proyectos relacionados a la calidad en la empresa. Administrar la documentación relacionada a la política de calidad de la empresa y los procesos de calidad. Impulsar proyectos de mejora continua relacionados a la calidad empresarial. Promover el entrenamiento del personal de la planta con relación a temas de calidad. Participar en procesos de toma de decisiones relacionados con la política de calidad de la empresa. Participar en los procesos de diseño y elaboración de nuevos productos. Gestionar los reclamos de los clientes. Asegurar la calidad del producto de acuerdo a lo establecido por los estándares de la empresa y el cliente. Realizar auditorías internas. Realizar auditorías a proveedores. Aprobar y supervisar proveedores nuevos. Asegurar que el departamento cuente con la información más reciente respecto a temas de aseguramiento de la calidad. 			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Control de inventarios de materia prima y material de empaque
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros y certificados
Información confidencial	X		Política de calidad, patentes
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Personal puede laborar en horario fijo y flexible

Continuación de la tabla I

Organización		
Áreas que dependen del departamento		
Producción		
Cadena de suministros		
Mantenimiento		
Resultados esperados		
Acciones (¿Qué hace?)	Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Administración de recursos del área de calidad	Optimización del uso de los recursos y cumplir con lo establecido en la ISO 9001 e ISO 14001	
Apoyar en el desarrollo de los proyectos del área	Cumplimiento de los objetivos planeados en los proyectos	
Velar por la documentación de los procesos relacionados a la calidad de la empresa	Cumplir con los objetivos planteados para la gestión de documentación de la empresa	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Visitar diarias a las líneas de producción • Trabajo administrativo 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente calidad	Cargo: gerente recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Laboratorio de control de calidad: realiza las pruebas físicas y fisicoquímicas a los productos que se producen. Verifica que cumplan con los parámetros establecidos dentro de la política de calidad. La tabla II describe detalladamente las funciones del área del laboratorio de control de calidad.

Tabla II. Descripción del área del laboratorio de control de calidad

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: CA-02
Departamento: calidad	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Laboratorio de control de calidad	
Jefe directo	Director de calidad	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
<p>Descripción general</p> <ul style="list-style-type: none"> Realiza las pruebas físicas y fisicoquímicas a los productos que se producen. Verifica que cumplan con los parámetros establecidos dentro de la política de calidad. <p>Funciones</p> <ol style="list-style-type: none"> Recibir y analizar muestras para análisis provenientes del área de formulación y envasado. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del laboratorio de control de calidad. Dirigir y coordinar proyectos relacionados al análisis de materiales de la planta. Realizar los métodos de análisis de las muestras basados en estándares internacionales como lo son los ASTM o normas ISO. Registrar todos los análisis realizados en el sistema de gestión de calidad del laboratorio. Informar los resultados obtenidos a las áreas que solicitaron el análisis para que se realicen acciones correctivas, de ser necesario. Elaborar los informes requeridos por el jefe inmediato. Administrar la documentación relacionada con la política de calidad de la empresa y los procesos de calidad. Seguir las normas de seguridad y buenas prácticas de laboratorio. Llenar los documentos de laboratorio siguiendo las buenas prácticas de documentación. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del laboratorio. Realizar manuales operativos para el uso de los equipos de laboratorio. Participar en los procesos de diseño y elaboración de nuevos productos. 		

Continuación de la tabla II

14. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal del laboratorio, para identificar necesidades en su formación profesional			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Todos los equipos que se encuentran en el laboratorio
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros y certificados
Información confidencial	X		Especificaciones de producto
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Personal puede laborar en horario fijo y flexible
Organización			
Áreas que dependen del departamento			
Producción			
Cadena de suministros			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión para el análisis de muestras del área de producción		Asegurar con un nivel del 99 % el resultado obtenido del análisis físico o químico del producto	
Estandarizar operaciones de análisis fisicoquímicos de muestras		Proveer el resultado del análisis en un tiempo menor a una hora, luego de recibir la muestra	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa		Cumplir con las auditorías de la ISO 9001 e ISO 14001	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Visitas diarias a las líneas de producción • Trabajo con sustancias químicas • Trabajo en posición vertical (de pie) • Uso de bata, gafas y guantes • Uso de zapato cerrado, de preferencia con suela antideslizante • Trabajo minucioso 			
Control de autorizaciones			

Continuación de la tabla II

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente calidad	Cargo: gerente recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de seguridad e higiene: este departamento el encargado de asegurar el cumplimiento de las políticas de seguridad e higiene de la empresa. Además, garantiza la eficacia y la eficiencia de las operaciones con base en la prevención de accidentes y/o enfermedades. La descripción de las funciones de esta área se encuentra ubicadas en la tabla III.

Tabla III. Descripción del área del departamento de seguridad e higiene

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: CA-03
Departamento: calidad	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de seguridad e higiene	
Jefe directo	Director de calidad	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Este departamento el encargado de asegurar el cumplimiento de las políticas de seguridad e higiene de la empresa 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área de seguridad e higiene. 2. Garantizar la eficacia y la eficiencia de las operaciones con base en la prevención de accidentes y/o enfermedades. 		

Continuación de la tabla III

<p>3. Dirigir y coordinar proyectos relacionados al área de seguridad e higiene de la empresa.</p> <p>4. Realizar los monitoreos de las áreas para identificar puntos de mejora con relación a la seguridad ocupacional.</p> <p>5. Registrar todos los análisis y sus resultados en el sistema de gestión del área de seguridad e higiene.</p> <p>6. Informar los resultados obtenidos a las áreas evaluadas para que realicen acciones correctivas, de ser necesario.</p> <p>7. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la seguridad e higiene de la empresa.</p> <p>15. Administrar la documentación relacionada a la política de seguridad e higiene de la empresa.</p> <p>16. Velar que se sigan las normas de seguridad e higiene dentro de la empresa.</p> <p>17. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación.</p> <p>18. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del laboratorio.</p> <p>19. Realizar manuales operativos del área de seguridad e higiene de la planta.</p> <p>20. Realizar adiestramientos al personal de la empresa.</p> <p>21. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo.</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Todos los equipos, herramientas y equipos utilizados
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros y certificados
Información confidencial	X		Registros de salud de los empleados. Auditorías internas relacionadas a la seguridad e higiene
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento a todo el personal de la empresa
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Personal puede laborar en horario fijo y flexible

Continuación de la tabla III

Organización		
Áreas que dependen del departamento		
Producción		
Cadena de suministros		
Finanzas		
Mantenimiento		
Departamento de personal		
Laboratorio de control de calidad		
Resultados esperados		
Acciones (¿Qué hace?)	Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar la seguridad ocupacional de los empleados	Asegurar con un nivel del 99 % que los empleados estén laborando en un ambiente seguro	
Estandarizar operaciones en las áreas de trabajo	Proveer soporte a todas las áreas con relación a temas de seguridad e higiene	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa	Cumplir con las auditorías de la OHSAS 18 001	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Visitas a las líneas de producción • Trabajo en posición vertical (de pie) • Uso de overol, gafas y guantes • Uso de bota de seguridad • Uso de casco en áreas que lo requieran 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente calidad	Cargo: gerente recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de finanzas: realiza todas las actividades relacionadas con las finanzas de la empresa. La descripción de las funciones de este departamento está contenida en la tabla IV.

Tabla IV. Descripción del área del departamento de finanzas

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: FN-01
Departamento: finanzas	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de finanzas	
Jefe directo	Gerente general	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Realiza todas las actividades relacionadas con las finanzas de la empresa. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer los costos a las operaciones generales de la planta. 2. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. 3. Dirigir y coordinar proyectos relacionados al área de finanzas. 4. Establecer los indicadores financieros de la empresa. 5. Dirigir la estrategia financiera de la planta a nivel centroamericano y del Caribe. 6. Realizar todos análisis financieros de la empresa luego del periodo contable. 7. Realizar un análisis de todos los estados financieros de la empresa. 8. Registrar las operaciones contables y datos financieros. 9. Informar los resultados obtenidos a las áreas evaluadas para que realicen acciones correctivas, de ser necesario. 10. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área de finanzas. 11. Administrar la documentación relacionada a la política de financiera de la empresa. 12. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación. 13. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. 14. Realizar manuales operativos del área financiera de la planta. 		

Continuación de la tabla IV

15. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo.			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos		X	
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros
Información confidencial	X		Estados financieros
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo
Organización			
Áreas que dependen del departamento			
Producción			
Cadena de suministros			
Mantenimiento			
Departamento de personal			
Laboratorio de control de calidad			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Comparar el rendimiento financiero de la empresa con los objetivos propuestos		Establecer la situación financiera de la empresa al finalizar el período contable	
Administrar los fondos asignados a los proyectos en todas las áreas de la empresa		Determinar el grado de ejecución de los proyectos con base a la capitalización de los proyectos	
Liderar el proceso de formulación de presupuesto anual		Que las áreas cuenten con los recursos monetarios suficientes para ejecutar los proyectos	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo en escritorio 			

Continuación de la tabla IV

Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente finanzas	Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de ventas: se encarga de la distribución y venta de los productos. Da seguimiento a todas las ventas para certificar la satisfacción del cliente. La tabla V describe las funciones de este departamento.

Tabla V. Descripción del área del departamento de ventas

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: FN-02
Departamento: finanzas	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de ventas	
Jefe directo	Gerente de finanzas	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Se encarga de dar seguimiento y control continuo a todas las actividades relacionadas al área de ventas. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dar seguimiento a todas las ventas para certificar la satisfacción del cliente. 2. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. 3. Dirigir y coordinar proyectos relacionados al área de ventas. 4. Establecer los indicadores del área mensualmente. 		

Continuación de la tabla V

<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirigir la estrategia para buscar nuevos mercados de ventas a nivel centroamericano y del Caribe. 2. Determinar un pronóstico de ventas para un período determinado. 3. Establecer los precios de venta del producto. 4. Dar a conocer los resultados de indicadores de venta a todos los colaboradores de la planta. 5. Realizar un análisis de todos los índices de venta. 6. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área. 7. Administrar la documentación relacionada a las ventas de la empresa. 8. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación. 9. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. 10. Realizar manuales operativos del área de ventas de la planta. 11. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo. 			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos		X	
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros
Información confidencial	X		Información de clientes. Información de ventas mensuales
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo y/o flexible
Organización			
Áreas que dependen del departamento			
N/A			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)	Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)		
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar una venta exitosa.	Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos		

Continuación de la tabla V

Optimizar el proceso de ventas	Obtener el mayor margen de ganancia del período analizado	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa	Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo en escritorio • Visita de clientes de la región centroamericana y del Caribe 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente finanzas	Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de producción: es el encargado de transformar la materia prima y convertirla en producto terminado. Cuenta con dos sub departamentos que son: el departamento de sólidos y el departamento de líquidos.

Tabla VI. Descripción del área del departamento de producción

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-01
Departamento: Producción	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: Marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Gerente de producción	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		

Continuación de la tabla VI

Descripción general			
<ul style="list-style-type: none"> Se encarga de la transformación de materia con la finalidad de obtener un producto de para ser puesto a la venta 			
Funciones			
<ol style="list-style-type: none"> Dirigir el área productiva de la empresa y cumplir con los objetivos y estrategias de producción. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. Dirigir y coordinar proyectos de mejora continua en el área de producción. Establecer los indicadores del área mensualmente. Administrar el recurso humano requerido para producir. Llevar un registro de todas las desviaciones de las especificaciones del producto, con el fin de realizar las correcciones a los procesos. Dar seguimiento a los procesos productivos para garantizar que el producto se encuentra bajo las especificaciones dictadas por el departamento de calidad. Dar a conocer los resultados de indicadores de producción. Realizar un análisis de todos los índices del área. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área. Administrar la documentación relacionada a los procesos productivos de la empresa. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. Realizar manuales operativos del área de ventas de la planta. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo. 			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Herramientas de limpieza, cambio de formato, limpieza del área.
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros
Información confidencial	X		Especificaciones de producto

Continuación de la tabla VI

Adiestramiento	X	Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X	Horario fijo y/o flexible
Organización		
Áreas que dependen del departamento		
Calidad		
Resultados esperados		
Acciones (¿Qué hace?)	Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar un producto bajo especificaciones.	Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos.	
Optimizar el proceso de producción	Obtener la mayor productividad de las líneas de producción	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa	Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo en escritorio • Trabajo en posición vertical (de pie) • Turnos rotativos • Expuesto a sustancias químicas (sólidos y líquidos) • Expuesto a vapores químicos 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente de producción	Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de cadena de suministro: tiene bajo su responsabilidad la planificación del abastecimiento de materia prima y materiales indirectos a la planta. Además, procesa todas las órdenes de compra. La tabla VII contiene las funciones del departamento de cadena de suministros.

Tabla VII. Descripción del área del departamento de cadena de suministro

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: CS-01
Departamento: cadena de suministros	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de cadena de suministros	
Jefe directo	Gerente de cadena de suministros	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Tiene bajo su responsabilidad la planificación del abastecimiento de materia prima y materiales indirectos a la planta. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Procesa todas las órdenes de compra para abastecer de suministros a la empresa. 2. Asegurar que el producto final llegue en óptimas condiciones al consumidor. 3. Transportar las materias primas y productos terminados a los lugares de almacenamiento. 4. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. 5. Dirigir y coordinar proyectos de mejora continua en el área. 6. Establecer los indicadores del área mensualmente. 7. Administrar el recurso humano requerido para cumplir con los objetivos de la cadena de suministro. 8. Almacenar y resguardar los insumos requeridos por la empresa. 9. Llevar un registro de todas las desviaciones de los procesos del área, con el fin de realizar las correcciones a dichos procesos. 10. Dar seguimiento a los procesos productivos para garantizar que el producto se encuentra bajo las especificaciones dictadas por el departamento de calidad. 11. Dar a conocer los resultados de indicadores del área. 12. Realizar un análisis de todos los índices del área. 		

Continuación de la tabla VII

<p>13. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área.</p> <p>14. Administrar la documentación relacionada a los procesos productivos de la empresa.</p> <p>15. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación.</p> <p>16. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área.</p> <p>17. Realizar manuales operativos del área de la cadena de suministros de la planta.</p> <p>18. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo.</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Montacargas
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros
Información confidencial	X		Información de proveedores y distribuidores
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo y/o flexible
Organización			
<p>Áreas que dependen del departamento</p> <p>Calidad</p> <p>Producción</p> <p>Mantenimiento</p>			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar un producto almacenado en óptimas condiciones.		Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos	
Optimizar los procesos de la cadena de suministro		Entregar y obtener los suministros en el menor tiempo posible	

Continuación tabla VII

Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa	Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo en escritorio • Trabajo en posición vertical (de pie) • Turnos rotativos • Expuesto a sustancias químicas (sólidos y líquidos) • Expuesto a vapores químicos • Uso de equipo de seguridad (botas, casco y lentes de seguridad) • En algunos casos utilizar arnés de seguridad 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente de cadena de suministros	Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de mantenimiento: es responsable de la reparación y mantenimiento de la maquinaria, equipo y facilidades. La tabla VIII describe todas las funciones correspondientes a esta área de la empresa.

Tabla VIII. **Descripción del área del departamento de mantenimiento**

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: MN-01
Departamento: manteniendo	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de mantenimiento	
Jefe directo	Gerente de mantenimiento	
Unidad organizacional	Administrativo	

Continuación de la tabla VIII

Característica del departamento			
Descripción general			
<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona oportuna reparación y mantenimiento de la maquinaria, equipo y las facilidades de la empresa. 			
Funciones			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un presupuesto anual para gastos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos en las líneas de producción e infraestructura de la planta. 2. Verificar la contratación de compañías externas encargadas de los procesos de mantenimiento. 3. Elaborar un programa anual de mantenimiento correctivo para los equipos y maquinarias utilizadas dentro de las instalaciones. 4. Realizar visitas periódicas a las instalaciones para detectar mantenimiento preventivo y/o correctivo. 5. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. 6. Dirigir y coordinar proyectos de mejora continua en el área. 7. Establecer los indicadores del área mensualmente. 8. Administrar el recurso humano requerido para cumplir con los objetivos del área. 9. Llevar un registro de todas las desviaciones de los procesos del área, con el fin de realizar las correcciones a dichos procesos. 10. Dar a conocer los resultados de indicadores del área. 11. Realizar un análisis de todos los índices del área. 12. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área. 13. Administrar la documentación relacionada a los procesos productivos de la empresa. 14. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación. 15. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. 16. Realizar manuales operativos del área mantenimiento. 17. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo. 			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos	X		Montacargas

Continuación de la tabla VIII

Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros, etc.
Información confidencial		X	
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo y/o flexible
Organización			
Áreas que dependen del departamento			
Calidad			
Producción			
Cadena de suministro			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar el manteniendo y reparación de los equipos.		Asegurar con un nivel del 99 % que los equipos operen en óptimas condiciones para obtener un producto de calidad y alta productividad	
Optimizar los procesos mantenimiento		Darle mantenimiento a los equipos y el tiempo ocupado sea el menor	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa		Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Turnos rotativos • Expuesto a sustancias químicas (sólidos y líquidos) • Expuesto a vapores químicos • Uso de equipo de seguridad (botas, casco y lentes de seguridad) • En algunos casos utilizar arnés de seguridad 			
Control de autorizaciones			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Cargo: gerente de mantenimiento	Cargo: gerente de recursos Humanos	Cargo: gerente general	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Departamento de personal: es el encargado del reclutamiento y contratación de personal, capacitaciones técnicas, administración de los sueldos y salarios, y finalmente crea las políticas generales para la administración del recurso humano en la planta. La tabla IX describe las funciones del departamento de recursos humanos

Tabla IX. Descripción del departamento de recursos humanos

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: RH-01
Departamento: recursos humanos	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Área	Departamento de recursos humanos	
Jefe directo	Gerente de recursos humanos	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del departamento		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Recluta y contratación de personal, capacitaciones técnicas, administración de los sueldos y salarios, y finalmente crea las políticas generales para la administración del recurso humano en la planta. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la gestión administrativa de todo el personal de la planta. 2. Verificar la contratación de personal para las áreas dentro de la empresa. 3. Elaborar un programa anual de adiestramientos para los colaboradores de la planta. 4. Resolver conflictos que puedan surgir dentro de la compañía. 5. Coordinar, con las demás áreas de la empresa, las evaluaciones de desempeño. 6. Gestionar los pagos de planillas a todos los colaboradores de la planta. 7. Realizar los análisis de los puestos de trabajo. 8. Ejecutar tareas asignadas de programas relacionados con la gestión del área. 		

Continuación de la tabla IX

<p>9. Dirigir y coordinar proyectos de mejora continua en el área. 10. Establecer los indicadores del área mensualmente. 11. Administrar el recurso humano requerido para cumplir con los objetivos del área. 12. Dar a conocer los resultados de indicadores del área. 13. Realizar un análisis de todos los índices del área. 14. Elaborar los informes sobre situaciones relacionadas con la gestión administrativa del área. 15. Administrar la documentación relacionada a los procesos productivos de la empresa. 16. Llenar los documentos del área siguiendo las buenas prácticas de documentación. 17. Promover un ambiente de trabajo y de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. 18. Realizar manuales operativos del área mantenimiento. 19. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal área, para identificar necesidades en su formación profesional y determinar el desempeño de su trabajo.</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Supervisar y generar evaluaciones
Materiales, herramientas y equipos		X	
Dinero, títulos o documentos	X		Manuales, procedimientos, registros
Información confidencial	X		Información personal de todos los colaboradores de la empresa
Adiestramiento	X		Monitoreo de adiestramiento al personal del área
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo y/o flexible
Organización			
Áreas que dependen del departamento			
Calidad			
Producción			
Cadena de suministro			
Finanzas			
Mantenimiento			
Resultados esperados			

Continuación de la tabla IX

Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar que se cuenta con el personal adecuado en cada área de trabajo.		Asegurar con un nivel del 99 % que las áreas cuenten con el personal con el conocimiento técnico y/o científico requerido.
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa.		Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas.
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo administrativo en escritorio de trabajo 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente general	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

1.2. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos permite establecer la duración de una operación durante el proceso de producción.

1.2.1. Definición

El estudio de tiempos es “una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea, según una norma de la ejecución preestablecida”.²

² Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Introducción al estudio del trabajo*. p.251.

1.2.2. Alcance

“En el proceso sistemático de desarrollar un centro de trabajo eficiente es establecer los tiempos estándar. Tres elementos ayudan a determinarlos: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición”.³

1.2.3. Desarrollo

Frederik Winslow Taylor realizó, a principios del siglo XX, los primeros estudios de tiempos de trabajo formales y en modernos aparatos electrónicos inventados para medirlo de la manera más precisa. Pero, ante todo, para medir los tiempos de trabajo existen dos premisas fundamentales:

- Las medidas deben tomarse con la más escrupulosa justicia, es decir, con las mayores garantías de que está perfectamente realizada, ya que la determinación del tiempo se emplea para calcular los salarios con incentivos, por lo cual si las medidas no son tomadas con verdadero sentido de responsabilidad se producen perjuicios graves para los trabajadores o para la empresa.
- Las medidas deben tomarse con el grado de exactitud estrictamente necesario, de acuerdo con la importancia de lo que se mide.⁴

1.2.4. Elementos y preparación del estudio de tiempos

“Para asegurar el éxito, el analista debe inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar distintas funciones relacionadas con el estudio”.⁵ Entre los elementos del estudio de tiempos se encuentra: la elección del operario, el registro de información significativa, posición del observador y la división de la operación en elementos.

³ NIEBEL, Benjamín.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p.373.

⁴ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.183.

⁵ NIEBEL, Benjamín.; FREIVALDS, Andris. *Op. cit.* p.383.

1.2.4.1. Elección del operario

En general, un operario que tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de este operario tenderá a estar en el rango normal y facilita para el analista del estudio de tiempos la aplicación de un factor de desempeño correcto. El operador debe de estar bien capacitado en el método. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto en los métodos del estudio como en el analista.⁶

1.2.4.2. Registro de información significativa

“El registro debe contener máquinas, herramientas, manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número de operario, departamento, fecha de estudio y nombre del observador”.⁷

1.2.4.3. Posición del observador

El observador debe de estar de pie, no sentado, unos cuantos pies hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario mientras este realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que podría distraerlo o estorbar las rutinas.⁸

1.2.4.4. División de la operación en elementos

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Para identificar por completo los puntos terminales y desarrollar consistencia en las lecturas del cronómetro de un ciclo al siguiente, se toman en cuenta los sonidos y lo que se ve al desglosar los elementos. Por ejemplo, los puntos terminales de los elementos se pueden asociar con sonidos como: una pieza terminada que cae al contenedor o una fresa que muerde un molde.

⁶ NIEBEL, Benjamín.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p.383-384.

⁷ *Ibíd.* p.384.

⁸ *Ibíd.* p.385.

Cada elemento se registra en la secuencia adecuada, se incluye una división básica de la tarea terminada mediante un sonido distintivo o un movimiento.⁹

1.2.5. Equipo técnico industrial utilizado

El estudio de tiempos requiere cierto equipo técnico industrial como: un cronómetro, tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

1.2.5.1. Cronómetro

Los cronómetros son aparatos empleados para medir el tiempo.

Son movidos regularmente por un mecanismo de relojería que puede ponerse en marcha o detenerse a voluntad del operador. Los cronómetros ordinarios sólo llevan un pulsador para ponerlos en marcha, pararlos y volverlos a cero. Los cronómetros vuelta a cero llevan dos pulsadores, uno generalmente combinado con corona, para ponerlos en marcha, pararlos y volverlos a cero, y otro independiente que al pulsarlo retorna la aguja a cero y soltándolo inmediatamente la aguja recomienza su marcha.¹⁰

1.2.5.2. Tabla de datos

“Es una de las herramientas más utilizadas para realizar la medición de tiempos: es una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, en cuyo ángulo superior derecho se asegura un reloj para tomar tiempos”.¹¹

⁹ NIEBEL, Benjamín.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p.385-386.

¹⁰ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.195

¹¹ *Ibid.* p.197

1.2.5.3. Hoja de observaciones

La hoja de observaciones se utiliza para anotar datos importantes de la toma de tiempo, por ejemplo, el nombre del producto, de la pieza, de la parte, identificación del dibujo, nombre del analista, fecha, operación, línea evaluada y los datos cronometrados del estudio de tiempos.

1.2.6. Estudio de tiempo con cronómetro

El estudio de tiempos es una técnica que permite cuantificar el tiempo requerido para realizar una operación. En la sección 1.2.6.1. y 1.2.6.2. se encuentra la definición y los lineamientos técnicos, respectivamente.

1.2.6.1. Definición

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación. Encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones. Pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos. Encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.¹²

1.2.6.2. Lineamientos técnicos

Entre los lineamientos técnicos del estudio de tiempo con cronómetro, está la preparación, ejecución, valoración y suplementos.

¹² GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.185.

La preparación consiste en seleccionar la operación, al trabajador, se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo y se establece una actitud frente al trabajador. En la ejecución, se obtiene y registra la información, las tareas se descomponen en elementos, se realiza la cronometración y se calcula el tiempo observado. La valoración, consiste en determinar el ritmo normal del trabajador promedio por medio de técnicas de valoración. Además, se calcula el tiempo base o el tiempo valorado. Los suplementos nos ayudan a realizar un análisis de demoras, estudiar las fatigas y cuantificar los suplementos y sus tolerancias.¹³

1.3. Tiempo estándar

El tiempo estándar determina el tiempo requerido para realizar una operación.

1.3.1. Definición

El tiempo estándar es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos. A estos tiempos ya valorados se les agrega los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales.¹⁴

1.3.2. Aplicaciones del tiempo estándar

- **Planeación:** ayuda a cuantificar el tiempo en que se ejecutará una tarea, se implementará un proyecto, ayuda a predecir cuantificar el personal requerido dentro de la línea de producción y el tiempo que se tomará una producción en particular.
- **Organización de recursos:** el tiempo estándar permite establecer la cantidad de operarios que se deben asignar a una línea de trabajo. Permite visualizar si una operación requiere un reajuste en la cantidad de personal asignado a la tarea.

¹³ García Criollo, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.185.

¹⁴ *Ibíd.* p.240.

- Control: establece estándares de producción que el personal debe de cumplir. Teniendo el control del sistema de producción se puede medir la eficiencia de la producción sin que variables externas al proceso interfieran en el resultado.
- Evaluación: permite evaluar al personal de una manera objetiva. Además, permite el entrenar a personal nuevo y evaluar su progreso durante el entrenamiento.

1.3.3. Ventajas de la utilización de tiempo estándar

Entre las ventajas de tener estandarizados los tiempos en el proceso se encuentra el eliminar los tiempos improductivos, como lo son los tiempos muertos de los operarios y de las máquinas. La productividad de la línea aumenta debido a que se puede producir mayor cantidad de piezas en el mismo periodo de producción. Además, permite establecer un sistema de desempeño que evalúe objetivamente al personal. Se pueden distribuir los incentivos con base al estudio de tiempos y la productividad de la línea evaluada.

1.3.4. Cálculo del tiempo estándar

El tiempo estándar se calcula por medio de la ecuación 1:

$$TE = TN * (1 + \%tol) \quad (1)$$

Donde:

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

%Tol = porcentaje de tolerancia por suplementos concedidos

En el cual el tiempo normal se calcula utilizando ecuación 2:

$$TN = TC * \%CAV \quad (2)$$

Donde:

TN = tiempo normal de la operación

TC = tiempo cronometrado

%CAV = porcentaje de calificación de la actuación del operario

1.4. *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing es una filosofía industrial en donde su objetivo es la eliminación de todo tipo de desperdicio del proceso de producción

1.4.1. Definición

“Esta metodología era conocida como justo a tiempo (JAT) antes de la década de 1980. Actualmente, se conoce como *Lean Manufacturing*, que en esencia posee los mismos objetivos y metodologías”.¹⁵

1.4.2. Objetivos y estrategia

La metodología de *Lean Manufacturing* se basa en estos principios:

- Todo desperdicio debe ser eliminado.
- Se debe implementar la mejora continua y calidad en los procesos de producción.

¹⁵ *Lean Solutions*. [en línea] <http://www.leansolutions.co/conceptos/> [Consulta: 22 de diciembre 2017]

- Todo personal debe ser involucrado, además la cultura del respeto hacia todo el personal se debe implementar.

1.4.3. Single Minute Exchange of Die (SMED)

Para incrementar la productividad es necesario reducir el tiempo de producción, pero el total del tiempo de producción es la suma del *setup time* y el tiempo de producción. “Un *setup time* que consume mucho tiempo hace que el precio en el producto incremente, convirtiéndolo en una actividad que no añade valor al producto que se fabrica”.¹⁶

1.4.3.1. Definición

Single Minute Exchange of Die (SMED) fue desarrollada en 1950 en Japón por Sheigo Shingo. “Esta es una de los métodos de *lean* utilizados para reducir desperdicio y tiempo en un proceso de manufactura”.¹⁷

Fue creada para incrementar la demanda de lotes pequeños requerida por los consumidores. SMED está relacionada con la reducción del tiempo de preparación de la línea, su principal objetivo es reducirlo.

El análisis con la técnica SMED debe empezar con detallar el proceso y un estudio de tiempos. Si una actividad interna no puede ser eliminada o convertida, debe ser combinada o simplificada o reemplazada. Uno de los retos de esta técnica es identificar adecuadamente las actividades y luego separarlas.

¹⁶ NADAF-PINJAR, Mohammed. *Productivity Improvement through Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique*. International Journal of Scientific and Research Publications. p.1.

¹⁷ DAVE, Yash. *Single Minute Exchange of Dies: Literature Review*. International Journal of Lean Thinking. p.27.

1.4.3.2. Metodología

“La metodología que se sigue para implementar la técnica SMED es la siguiente:”¹⁸

- Revisar la literatura acerca de SMED que se encuentra en libros, revistas científicas.
- Realizar un detallado estudio de las operaciones y el tiempo de preparación de la línea.
- Identificación de las actividades internas y externas durante la preparación de la línea.
- Separar las actividades internas y externas cuidadosamente.
- Convertir las actividades internas a externas.
- Optimizar todas las actividades, confirmar los resultados y estandarizar las operaciones.

1.4.3.3. Conceptos

Los conceptos utilizados en SMED son: actividades internas, externas y tiempo de preparación de la línea.

1.4.3.3.1. Actividades internas

“Son esas actividades las cuales se tienen que realizar después de detener la máquina. Por ejemplo, remover un accesorio de la máquina”.¹⁹

¹⁸ NADAF-PINJAR, Mohammed. *Productivity Improvement through Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique*. International Journal of Scientific and Research Publications. p.2.

¹⁹ GADE, Pallavi. *Reduction In Setup Time By Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology*. International Journal of Scientific & Technology Research. p. 364.

1.4.3.3.2. Actividades externas

Son aquellas actividades que se pueden realizar aun cuando la máquina se encuentra encendida. Por ejemplo, traer un nuevo formato o realizar un procedimiento de inspección cuando la máquina está en uso.

1.4.3.3.3. Tiempo de preparación de la línea

“Es definido como el tiempo que se toma desde que la última pieza de la corrida en marcha, hasta que se obtenga la primera pieza buena fabricada de la siguiente corrida”.²⁰

1.4.4. Metodología 5S

La metodología de las 5S agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, en un área de trabajo ordenada y limpia que permita aumentar la productividad de la línea de producción.

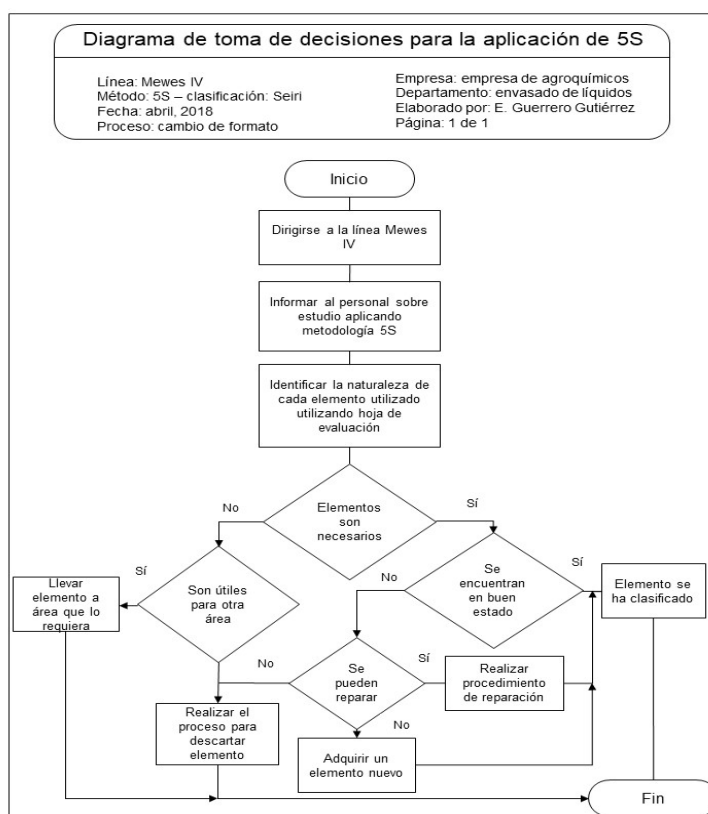
Dicha metodología se compone de cinco etapas que son: clasificación u organización – Seiri, orden – Seito, higiene – Seiso, estandarización – Seiketsu y disciplina - Shitsuke. En los incisos del 1.4.4.1 al 1.4.4.5 se presentan diagramas de toma de decisiones para la implementación de dicha metodología a la línea de producción en la empresa de agroquímicos.

²⁰ GADE, Pallavi. *Reduction In Setup Time By Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology*. International Journal of Scientific & Technology Research. p. 364.

1.4.4.1. Clasificación en las áreas de trabajo: Seiri

“La clasificación en las áreas de trabajo consiste en identificar la naturaleza de cada elemento. Separar lo que realmente sirve de lo que no; identificar lo necesario de lo innecesario”.²¹ En la figura 2 se presenta un diagrama de toma de decisión para poder aplicar esta etapa del proceso de 5S.

Figura 2. Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – clasificación



Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

²¹ SALAZAR, Bryan. [en línea] <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>> [Consulta: 22 de diciembre 2017]

1.4.4.2. Orden en el área de trabajo: Seiton

Ordenar en el área de trabajo consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario. Se debe de disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Además, se debe emplear identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición. El identificar el grado de utilidad de cada elemento, disminuye los movimientos innecesarios.²²

La figura 3 exhibe los pasos por seguirse para implementar esta etapa (orden) en la línea de envasado en la empresa de agroquímicos.

1.4.4.3. Higiene en el proceso: Seiso

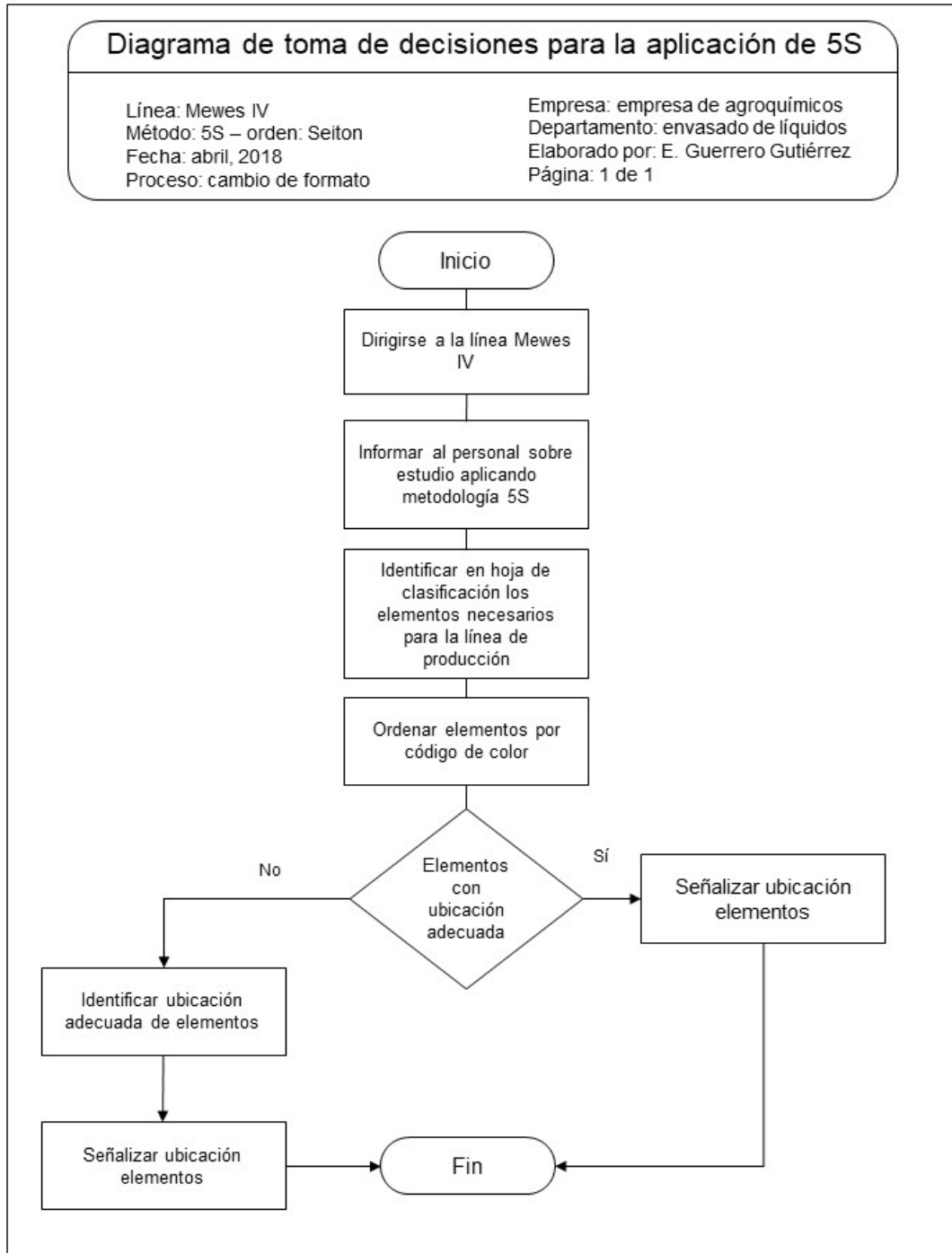
“El proceso de higiene consiste en: integrar la limpieza como parte del trabajo, asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo y rutinario, eliminar las fuentes de contaminación, no solo la suciedad. La herramienta utilizada en esta etapa es la hoja de verificación de inspección y limpieza”.²³

El proceso para aplicar esta etapa de la metodología 5S se encuentra establecida en la en la figura 4.

²² SALAZAR, Bryan. [en línea] <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>> [Consulta: 22 de diciembre 2017]

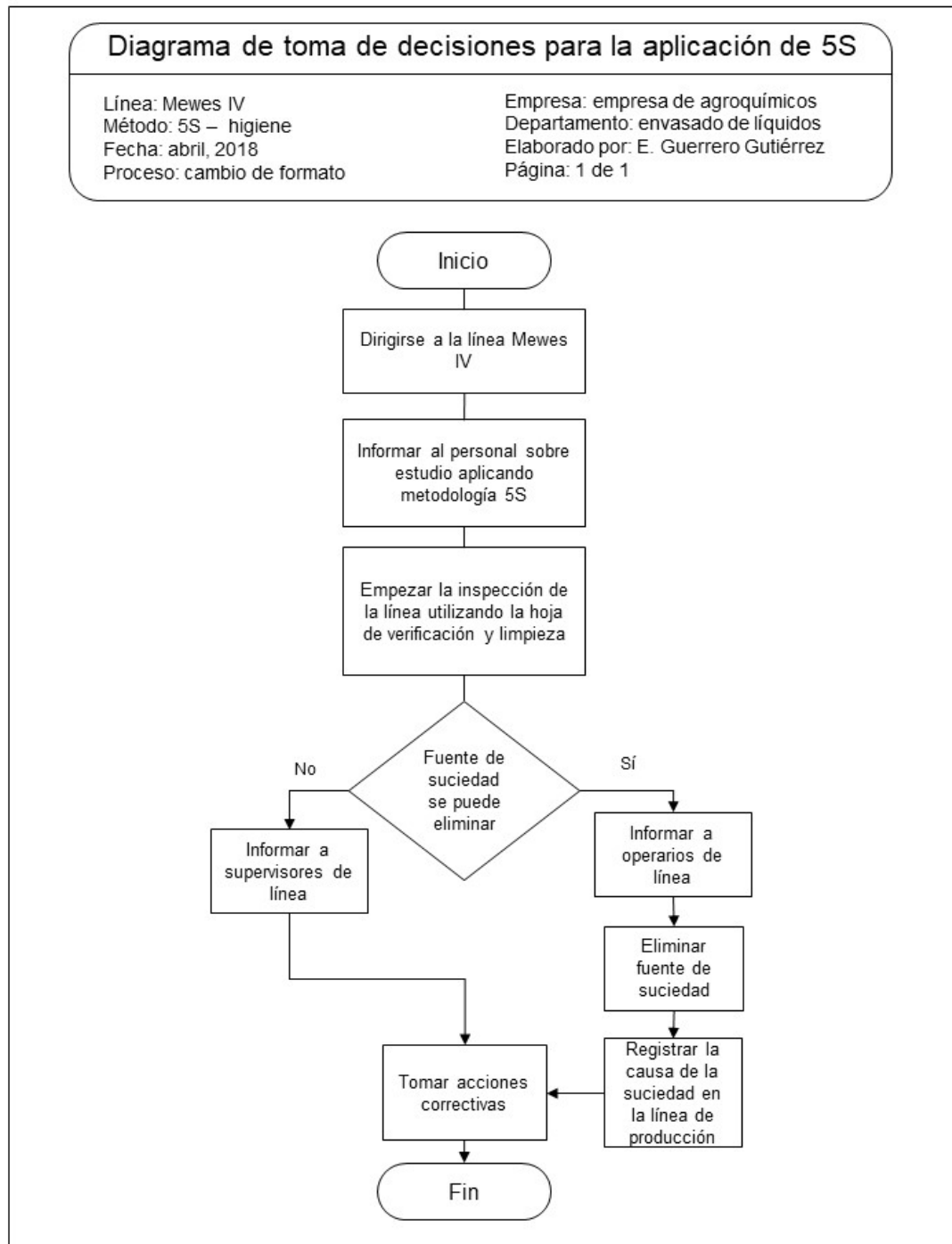
²³ *Ibid.*

Figura 3. Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – orden



Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 4. Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – higiene



Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

1.4.4.4. Estandarización de procesos: Seiketsu

“La estandarización de procesos consiste en: mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzado con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo. Se debe de utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas”.²⁴

Los pasos por seguir, para implementar la estandarización y disciplina, en la línea de producción se encuentra detallados en la figura 5.

1.4.4.5 Disciplina en el área de trabajo: Shitsuke

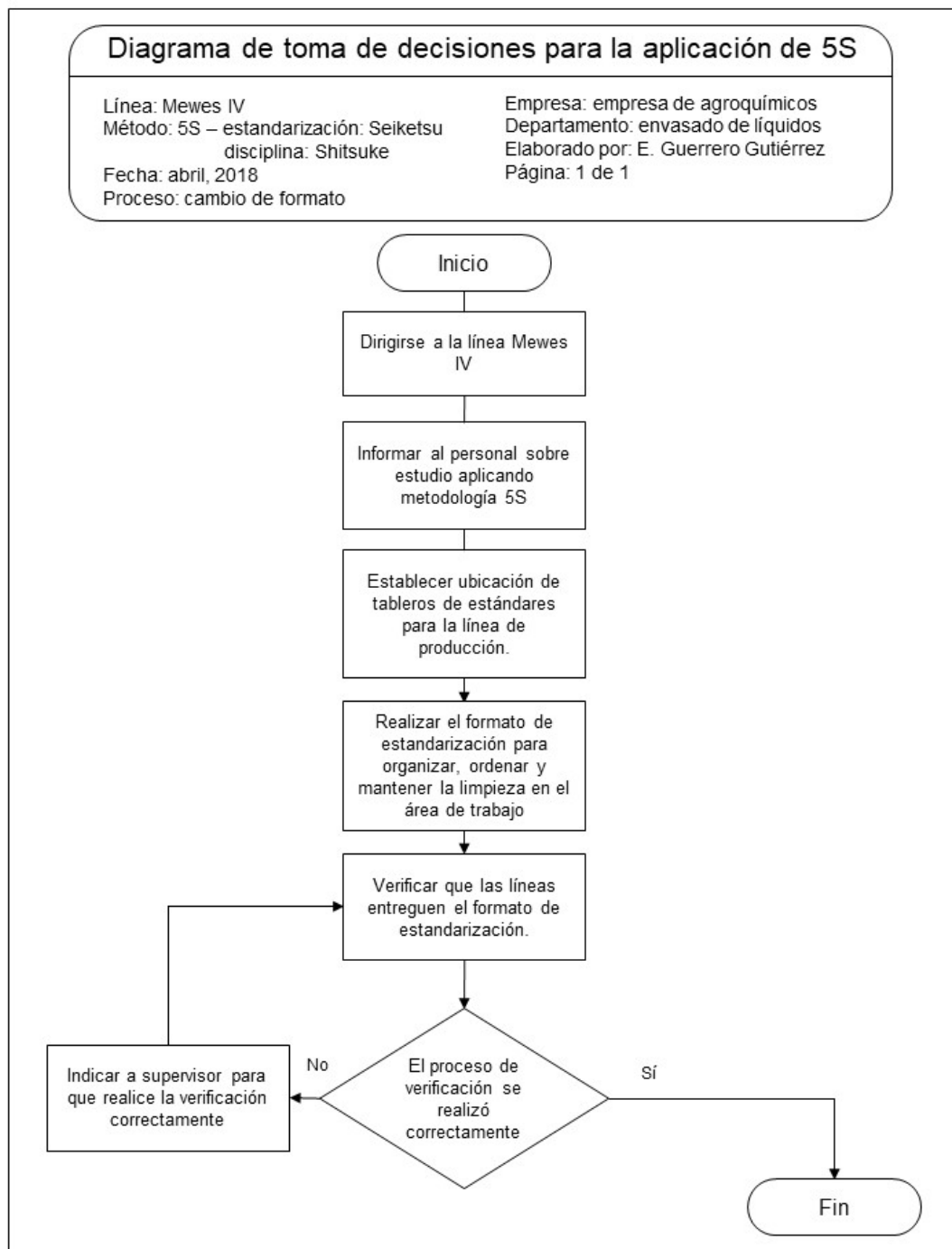
Para mantener la disciplina en el área de trabajo se debe de establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza. Además, se promueve el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología. Las herramientas utilizadas en esta etapa son: la hoja de verificación 5S y la ronda de las 5S. Una de las ventajas de mantener la disciplina en el área de trabajo es que se crea el hábito de la organización, el orden y la limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas.²⁵

La figura 5 muestra conjuntamente los pasos por seguir para implementar la estandarización y disciplina en el área de trabajo.

²⁴ SALAZAR, Bryan. [en línea] <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gestion-y-control-de-calidad/metodologia-de-las-5s/>> [Consulta: 22 de diciembre 2017]

²⁵ *Ibíd.*

Figura 5. Diagrama de toma de decisión para la aplicación de 5S – estandarización y disciplina



Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

1.5. Agroquímicos

En los incisos del 1.5.1 al 1.5.3 se presenta la definición, características y los diferentes tipos de agroquímicos que existen comercialmente.

1.5.1. Definición

“Los agroquímicos son aquellas sustancias químicas empleadas en la agricultura con el fin de mantener y conservar los cultivos vegetales y animales. Su uso está extensamente generalizado; no obstante, como todo producto químico, debe ser empleado con precaución ya que en ocasiones puede llegar a ser perjudicial para los seres vivos”.²⁶

1.5.2. Características

Todo plaguicida comercial consta de cuatro componentes que son: la materia activa, la materia inerte, los coadyuvantes y los aditivos. La materia activa es el componente nocivo para el organismo que se quiere combatir, puede ser una sustancia orgánica, inorgánica y natural o de síntesis. La materia inerte es aquella sustancia destinada a diluir la concentración de materia activa y permitir un mejor reparto de la misma. Los coadyuvantes mejoran las propiedades del producto. Los aditivos son sustancias que se agregan para modificar las propiedades de la materia activa, aunque no mejoran la eficacia del producto, tales como: colorantes, espesantes, repelentes o anticongelantes.²⁷

²⁶Universitat de València. [en línea] <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/agroquimicos-mas-utilizados-1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285953068917> [Consulta: 23 de diciembre 2017]

²⁷Agrológica. Autodiagnóstico de plagas [en línea] <http://blog.agrologica.es/los-plaguicidas-presentacion-abreviaturas-y-orden-de-mezcla/> [Consulta: 23 de diciembre 2017]

1.5.3. Tipos de agroquímicos

Existen diferentes tipos de agroquímicos entre los cuales están los siguientes: insecticidas, herbicidas y fungicidas.

1.5.3.1. Insecticidas

Son sustancias que se usan con el fin de acabar con los insectos que puedan llegar a ser perjudiciales. “Es de gran utilidad para erradicar plagas que destrozan los cultivos a su paso. A grandes rasgos se pueden clasificar como ovicidas, si actúan sobre los huevos; larvicidas, si eliminan la larva”.²⁸

1.5.3.2. Herbicidas

“Son sustancias que se usan con el fin de destruir o controlar el crecimiento de malezas o hierbas que se consideran indeseables, principalmente en la agricultura, porque causan problemas al competir con el cultivo por agua, nutrimentos, luz y espacio o por la fitotoxicidad de cada una de ellas, todo lo cual causa un incremento del costo de la cosecha y la disminución de su valor”.²⁹

1.5.3.3 Fungicidas

“Son sustancias tóxicas que tienen como objetivo el impedir el crecimiento y/o para matar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas, los animales y el hombre. La mayoría de los fungicidas de uso agrícola se fumigan o

²⁸ Agrológica. Autodiagnóstico de plagas [en línea] <<http://blog.agrologica.es/los-plaguicidas-presentacion-abreviaturas-y-orden-de-mezcla/>> [Consulta: 23 de diciembre 2017]

²⁹ WordPress.com [en línea] <<https://productosquimicos.wordpress.com/2009/10/11/clasificacion-de-agroquimicos/>> [Consulta: 23 de diciembre 2017]

espolvorean sobre las semillas, hojas o frutas para impedir la propagación de enfermedades que afecten la agricultura”.³⁰

³⁰ WordPress.com [en línea] <<https://productosquimicos.wordpress.com/2009/10/11/clasificacion-de-agroquimicos/>> [Consulta: 23 de diciembre 2017]

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Departamento de producción

El departamento de producción cuenta con dos áreas de formulación y envasado de agroquímicos sólido y líquido. En las áreas de formulación líquido se realizan los procesos de mezclado entre el solvente y el compuesto activo. Si se realiza una suspensión concentrada el proceso requiere la molienda del compuesto activo y su dispersión en el solvente. En la formulación sólida se producen todos los agroquímicos que se encuentran en polvo o contenidos en un sistema sólido. El proceso de formulación se describe en la sección 2.1.2.1 de este documento. Ambas áreas cuentan con un área de envasado. Si es un agroquímico sólido se utilizan bolsas o sacos dependiendo de la presentación del producto y si es líquido se utilizan envases de polietileno o toneles.

2.1.1. Recurso humano

El recurso humano con que cuenta el departamento de producción es el siguiente: jefe de producción, programador de producción y supervisores de producción.

2.1.1.1. Jefe de producción

La función del jefe de producción es supervisar el proceso de transformación de la materia, desde el ingreso la materia prima a la línea de producción hasta su transformación en producto terminado. Tiene a su cargo la formulación de los productos que se manufacturan en tanto en fase líquida como

en fase sólida. Otra de las funciones es coordinar la labor de los supervisores del área y de los técnicos de producción. Adicionalmente, verifica que la producción cumpla con los estándares establecidos por el sistema de calidad y que todo personal siga el manual de seguridad e higiene de la empresa. Mediante el descriptor de puestos (tabla X) se detallan las responsabilidades que debe tener el jefe de producción en la industria de agroquímicos.

Tabla X. Descripción del puesto de jefe de producción

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-02
Departamento: recursos Humanos	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Nombre del puesto	Jefe de producción	
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Gerente de producción	
Unidad organizacional	Jefe/administrativo	
Característica del puesto		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> Supervisar el proceso de transformación de la materia, desde el ingreso la materia prima a la línea de producción hasta su transformación en producto terminado 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> Velar que se cumplan con los requerimientos del sistema de gestión de la calidad (ISO 9 001 y ISO 14 001). Dirigir y coordinar proyectos a la mejora continua en las líneas de producción. Administrar la documentación relacionada a la política de calidad de la empresa y los procesos de calidad en las líneas de producción. Promover el entrenamiento del personal de la planta en relación a temas de buenas prácticas de manufactura, <i>six sigma</i> y <i>lean manufacturing</i>. 		

Continuación de la tabla X

<ol style="list-style-type: none"> 5. Participar en procesos de toma de decisiones relacionados con los procesos de producción. 6. Participar en los procesos de diseño y formulación de nuevos productos. 7. Gestionar los reclamos de los clientes (si son asignados al área de producción). 8. Asegurar la calidad del producto de acuerdo a lo establecido por los estándares de la empresa y el cliente. 9. Realizar informes de la productividad de las líneas de producción. 10. Informar los resultados al gerente de producción. 11. Elaborar los informes requeridos por el jefe inmediato. 12. Administrar la documentación relacionada a la política de calidad de la empresa y los procesos de calidad. 13. Seguir las normas de seguridad y buenas prácticas de manufactura. 14. Asegurar que los documentos se llenen de acuerdo a las buenas prácticas de documentación. 15. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área. 16. Realizar manuales operativos para el área de producción. 17. Realizar las evaluaciones correspondientes al personal operativo de manufactura e identificar necesidades en su formación profesional. 			
Perfil del puesto			
<p>Edad mínima: 28 años Sexo: indiferente Estado civil: indiferente Formación académica: estudios universitarios completos Profesión requerida: ingeniero químico/industrial/en alimentos, o afín Experiencia: 2 años en cargos similares Conocimientos: seguridad e higiene industria, buenas prácticas de manufactura (BMP), buenas prácticas de documentación (BPD), procesos de formulación de agroquímicos, uso de <i>softwares</i> (<i>Microsoft office</i> o similar, Minitab), normas de calidad y seguridad industrial (ISO, COGUANOR) Habilidades y actitudes requeridas: capacidad de adaptarse a cambios rápidamente, toma de decisiones, alta capacidad de comunicación, trabajo en equipo y manejo de personal.</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		Personal de las líneas de producción
Materiales, herramientas y equipos	X		Todos

Continuación de la tabla X

Dinero, títulos o documentos	X		Manejo de procedimientos de producción
Información confidencial	X		Especificaciones de producto, recetas de formulación
Adiestramiento	X		En el sistema de gestión de la compañía
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario flexible
Organización			
Puestos que dependen jerárquicamente			
Operarios en las líneas de producción Técnicos de producción			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Realizar toda la gestión correspondiente para garantizar un producto bajo especificaciones.		Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos	
Optimizar el proceso de producción		Obtener la mayor productividad de las líneas de producción	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa		Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo con sustancias químicas (líquidos y sólidos) • Uso de overol, gafas de seguridad, botas de seguridad y casco • Uso de equipos de protección contra ruido • Expuesto a vapores orgánicos 			
Control de autorizaciones			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Cargo: gerente de recursos humanos	Cargo: gerente de producción	Cargo: gerente general	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.1.1.2. Programador de producción

El programador de producción tiene como función coordinar todas las líneas de producción, tanto del área de sólidos y líquidos, para que cumplan con la demanda del mercado y las metas de producción de la empresa. La descripción del puesto se encuentra en la tabla XI.

Tabla XI. Descripción del puesto de programador de producción

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-03
Departamento: producción	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Nombre del puesto	Programador de la producción	
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Gerente de producción	
Unidad organizacional	Administrativo	
Característica del puesto		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar todas las líneas de producción, tanto del área de sólidos y líquidos, para que cumplan con la demanda del mercado y las metas de producción de la empresa. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ejecuta los procedimientos de programación de la producción. 2. Administrar la documentación relacionada a órdenes de producción. 3. Coordinar las órdenes de las materias primas y las necesidades de producción para cumplir con los objetivos de producción. 4. Realizar un seguimiento a los inventarios de materia prima, producto en proceso y material de empaque. 5. Asegurar que existe material disponible para la producción. 6. Establecer el orden y la cantidad a producir a partir de la demanda del cliente. 7. Reajustar la programación, inducidos por la demanda del mercado. 		

Continuación de la tabla XI

<p>8. Asegurar que los documentos relacionados a su área, se llenen de acuerdo a las buenas prácticas de documentación.</p> <p>9. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área de trabajo.</p> <p>10. Realizar manuales operativos relacionados a sus funciones.</p>			
Perfil del puesto			
<p>Edad mínima: 28 años</p> <p>Sexo: indiferente</p> <p>Estado civil: indiferente</p> <p>Formación académica: estudios universitarios completos</p> <p>Profesión requerida: ingeniero industrial / ingeniero en sistemas o afín</p> <p>Experiencia: 3 años en puestos similares</p> <p>Conocimientos: buenas prácticas de manufactura (BMP), buenas prácticas de documentación (BPD), procesos de formulación y empaque de agroquímicos, uso de <i>softwares</i> (<i>Microsoft office</i> o similar, Minitab)</p> <p>Habilidades y actitudes requeridas: capacidad de adaptarse a cambios rápidamente, toma de decisiones, alta capacidad de comunicación, habilidad de resolver problemas, elaborar planes de producción, destrezas en informática, bien organizado y trabajo en equipo</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal		X	No supervisa personal
Materiales, herramientas y equipos		X	No tiene herramientas a su cargo
Dinero, títulos o documentos	X		Manejo de órdenes de proceso
Información confidencial		X	
Adiestramiento		X	No capacita a personal
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario flexible
Organización			
<p>Puestos que dependen jerárquicamente</p> <p>N/A</p>			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
<p>Coordinar la ordenes de producción del área de formulación y envasado</p> <p>Verificar inventario de materia prima y empaque</p>		<p>Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos.</p>	

Continuación de la tabla XI

Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo en escritorio (administrativo) 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: gerente de producción	Cargo: recursos humanos	Cargo: gerente general
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala

2.1.1.3. Supervisor de producción

El supervisor de producción tiene dentro de sus responsabilidades, supervisar y coordinar las labores del personal de turno, establece los procedimientos requeridos para el funcionamiento de maquinarias y equipos. Además, es responsable de monitorear los indicadores y control en los procesos y la calidad del producto durante su fabricación. La descripción detallada del puesto se encuentra en la tabla XII.

Tabla XII. Descripción del puesto de supervisor de producción

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-04
Departamento: producción	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Nombre del puesto	Supervisor de producción	
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Jefe de producción	
Unidad organizacional	Operativo	

Continuación de la tabla XII

Característica del puesto			
Descripción general			
<ul style="list-style-type: none"> Supervisar y coordinar las labores del personal de turno, establece los procedimientos requeridos para el funcionamiento de maquinarias y equipos 			
Funciones			
<ol style="list-style-type: none"> Supervisar los procesos de producción que tiene a su cargo. Coordinar labores de turno. Verificar la labor de los operarios de turno. Verificar que posea el material necesario para poder cumplir con la orden de proceso. Realizar informes de los índices de productividad de la línea de producción. Controlar en los procesos la calidad del producto. Verificar que se cumplan las buenas prácticas de manufactura en la línea de producción. Verificar que se cumplan las buenas prácticas de documentación. Ejecutar y supervisar los planes de seguridad e higiene industrial. Identificar desviaciones en el proceso de producción. Realizar informes que el jefe inmediato requiera. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área de trabajo. Realizar manuales operativos relacionados a sus funciones. Ejecutar los proyectos de mejora continua. 			
Perfil del puesto			
Edad mínima: 25 años			
Sexo: indiferente			
Estado civil: indiferente			
Formación académica: estudios universitarios completos			
Profesión requerida: ingeniero industrial / ingeniero químico o afín			
Experiencia: 1 año			
Conocimientos: seguridad e higiene industria, buenas prácticas de manufactura (BMP), buenas prácticas de documentación (BPD), uso de <i>softwares (Microsoft office)</i>			
Habilidades y actitudes requeridas: capacidad de organización y planificación, manejo de personal, adaptabilidad al cambio, trabajo en equipo			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal	X		
Materiales, herramientas y equipos			
Dinero, títulos o documentos	X		

Continuación tabla XII

Información confidencial		X	
Adiestramiento		X	
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo
Organización			
Puestos que dependen jerárquicamente			
N/A			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Producir de acuerdo a especificaciones de producción		Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos	
Realizar los procesos de manufactura de acuerdo a los procedimientos		Obtener la mayor productividad de las líneas de producción	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa		Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo con sustancias químicas (líquidos y sólidos) • Uso de overol, gafas de seguridad, botas de seguridad y casco • Uso de equipos de protección contra ruido • Exposición a vapores orgánicos • Exposición a particulado suspendido en el ambiente 			
Control de autorizaciones			
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	
Cargo: jefe de producción	Cargo: gerente de producción	Cargo: recursos humanos	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.1.2. Departamento de formulación

La planta de agroquímicos se divide en dos áreas: formulación en fase sólida y en fase líquida.

2.1.2.1. Área formulación sólida

En esta área se producen todos los agroquímicos que se encuentran en fase sólida. El proceso de elaboración de producto consiste en las siguientes operaciones.

- Traslado de materia prima a área de molienda.
- Molienda de materia prima y traslado a un separador de polvos. En este proceso se reduce el tamaño de la materia prima hasta que alcance el tamaño de partícula establecido por los parámetros de producción. Se utiliza un separador de polvos para que no se introduzca dicho material al secador.
- Secado de materia prima. En esta operación se utiliza un secador rotatorio que utiliza aire seco en contracorriente. La humedad del material que sale del secador es crítica, por tal motivo se monitorea por medio de un medidor de humedad.
- El material seco es trasladado hacia tamizador industrial que separa las partículas. Si las partículas se encuentran en el parámetro establecido pasan a almacenaje, si no, vuelven a ser trituradas hasta que alcancen el tamaño de partícula requerido.
- El material seco pasa al área de impregnación del compuesto activo y luego es empacado.

2.1.2.2. Área formulación líquida

En esta área se producen agroquímicos en fase líquida, como lo son suspensiones concentradas y soluciones líquidas. La diferencia entre cada una

de ellas, radica en que las primeras poseen el compuesto activo (en forma de partícula) disperso en el solvente. En las soluciones líquidas, tanto el compuesto activo y el solvente se encuentran mezclados en la misma fase.

2.1.3. Departamento de envasado

El departamento de envasado es el encargado de empacar el producto en proceso que proviene del área de formulación. El área de sólidos y líquidos cuenta con áreas separadas de envasado.

2.1.3.1. Área envasado formulación líquida

En el área se encuentran cuatro líneas de envasado en la cual se empaca todo el producto formulado en fase líquida. El proceso de envasado se lleva a cabo por medio de una envasadora automatizada.

2.2. Descripción general de los productos

La empresa produce los siguientes agroquímicos: insecticidas, herbicidas y fungicidas.

2.2.1. Insecticidas

Entre los insecticidas que se producen encontramos: Baythroid XL y Plural 20 OD.

2.2.1.1. Baythroid XL 12,5 SC

En la sección 2.2.1.1.1 y 2.2.1.1.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este insecticida.

2.2.1.1.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es Beta – Ciflutrina, pertenece a la familia química llamada Piretroide y su formulación es una suspensión concentrada.

2.2.1.1.2. Recomendaciones de uso

Las recomendaciones de uso establecidas para este insecticida se encuentran en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Recomendaciones de uso para Baythroid XL 12,5 SC**

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para El Salvador		
Algodón <i>Gossypium hirsutum</i>	Picudo <i>Anthonomus sp.</i> Gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> Medidor <i>Alabama arguillacea</i> Falso medidor <i>Trichoplusia ni</i> Gusano bellotero <i>Heliothis zea</i> Minador <i>Bucculatrix thurberiella</i> Chinche <i>Disdercus spp.</i>	125-200 ml/ha (90-140 ml/mz)
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	Gusano del fruto <i>Heliothis sp.</i>	100-200 ml/ha
Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>	Gusano cachudo <i>Protoparce sexta</i> Minador <i>Agromiza sp., Lyriomiza sp.</i> Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i>	(70-140 ml/mz)
Papa <i>Solanum tuberosum</i>		

Continuación de la tabla XIII

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para El Salvador		
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	Gusano del fruto <i>Heliothis sp.</i>	100-200 ml/ha
Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>	Gusano cachudo <i>Protoparce sexta</i> Minador <i>Agromiza sp., Lyriomiza sp.</i> Cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i>	(70-140 ml/mz)
Arroz <i>Oryza sativa</i>	Cogollero <i>Spodoptera sp.</i> Novia del arroz <i>Rupela albinella</i>	100-200 ml/ha

Fuente: Productos e innovación [en línea] <http://www.bayercropscience-ca.com/Productos.aspx>. [Consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.2.1.2. Plural 20 OD

En la sección 2.2.1.2.1 y 2.2.1.2.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este insecticida.

2.2.1.2.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es Beta – Ciflutrina, pertenece a la familia química llamada Neonicotinoide y su formulación es una dispersión oleosa.

2.2.1.2.2 Recomendaciones de uso

Las recomendaciones de uso para Plural 20 OD se encuentran en la tabla XIV.

Tabla XIV. Recomendaciones de uso para Plural 20 OD

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para Costa Rica		
Sandía <i>Citrullus lanatus</i> Melón <i>Cucumis melo</i>	Mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>	0,6-0,8 l/ha
Recomendaciones de uso para Costa Rica		
Cítricos <i>Citrus spp.</i>	Psílicos <i>Diaphorina citri</i>	0,75-1,25 l/ha
Piña <i>Ananas comosus</i>	Cocinilla harinosa <i>Pseudococcus elisae</i>	1,5-2,0 l/ha
Banano <i>Musa sp. AAA</i>	Cocinilla harinosa <i>Pseudococcus elisae</i>	1,6-3,2 l/ha
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i> Chile <i>Capsicum annum</i> Sandía <i>Citrullus lanatus</i> Melón <i>Cucumis melo</i> Papa <i>Solanum tuberosum</i>	Mosca blanca <i>Bemisia spp.</i> Pulgones <i>Aphis sp.</i> Chicharritas <i>Empoasca spp.</i> Tortuguillas <i>Diabrotica sp.</i>	0,6 l/ha (0,4 l/mz)
Pepino <i>Cucumissativus</i> Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i> Hortalizas	Mosca blanca <i>Bemisia spp.</i> Pulgones <i>Aphis sp.</i> Chicharritas <i>Empoasca spp.</i> Tortuguillas <i>Diabrotica sp.</i>	0,6 l/ha (0,4 l/mz)
Frijol <i>Phaseolus vulgaris</i>	Todas las anteriores y Picudo de la vaina <i>Apion godmani</i>	0,5 l/ha (0,35 l/mz)

Fuente: Productos e Innovación [en línea] <http://www.bayercropscience-ca.com/Productos.aspx>.
[Consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.2.2. Herbicidas

Entre los herbicidas que se producen encontramos el Henodal 60 SL y Merlin 75 WG.

2.2.2.1. Henodal 60 SL

En la sección 2.2.2.1.1 y 2.2.2.1.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este herbicida.

2.2.2.1.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es el “2,4-D, pertenece a la familia química llamada Alkylchlorophenoxy y su formulación es una solución líquida”.³¹

2.2.2.1.2. Recomendaciones de uso

La tabla XV muestra las recomendaciones de uso para este herbicida.

Tabla XV. **Recomendaciones de uso para Henodal 60 SL**

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso en Guatemala, El Salvador y Honduras		
Maíz <i>Zea mays</i>	Lengua de vaca	2-3 l/ha
Sorgo <i>Sorghum vulgare</i>	<i>Rumex crispus</i>	(1,4 - 2
Trigo <i>Triticum vulgare</i>	Bledo <i>Amaranthus spp.</i>	l/mz)

³¹ Productos e Innovación [en línea] [http:// www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Hedonal.aspx](http://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Hedonal.aspx) [consulta: 23 de diciembre de 2017]

Continuación de la tabla XV

Caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i>	Apazote <i>Chenopodium ambrosoides</i>	3-3,5 l/ha (2 – 2,45 l/mz)
Pastos	Bejuco <i>Ipomea spp.</i> Escobillo <i>Sida spp.</i> Mozote <i>Bidens pilosa</i>	

Fuente: Productos e Innovación [en línea] [http:// www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Hedonal.aspx](http://www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Hedonal.aspx) [consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.2.2.2. Merlin 75 WG

En las secciones 2.2.2.2.1 y 2.2.2.2.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este herbicida.

2.2.2.2.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es el “Isoxaflutole, pertenece a la familia química llamada Isoxazole y su formulación son gránulos dispersables en agua”.³²

2.2.2.2.2. Recomendaciones de uso

La tabla XVI muestra las recomendaciones de uso para Merlin 75 WG.

Tabla XVI. **Recomendaciones de uso para Merlin 75 WG**

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para Costa Rica		

³² Productos e Innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Merlin.aspx [consulta: 23 de diciembre de 2017]

Continuación de la tabla XVI

Caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i>	GRAMINEAS Caminadora <i>Rottboellia cochinchinensis</i> HOJA ANCHA Verdolaga <i>Portulaca oleracea</i>	Caña planta Pre emergencia al cultivo y la maleza: suelo arcilloso o pesado: 133-166 g/ha.
Recomendaciones de uso en Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Panamá, Cuba y República Dominicana		
Maíz <i>Zea mays</i>	Pata de gallina <i>Eleusine indica</i> Zacatón <i>Paspalum paniculatum</i> Pajilla <i>Panicum fasciculatum</i> Flor azul <i>Ageratum conyzoides</i> Flor amarilla <i>Melampodium divaricatum</i>	70-100 g/ha (50-70 g/mz)
Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso en Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Panamá, Cuba y República Dominicana		
Caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i>	Chalchupa <i>Solanum nigrum</i> Flor blanca <i>Bidens pilosa</i> Gusano <i>Alcalypha spp.</i> Bledo <i>Amaranthus spinosus</i> Flor amarilla <i>Oxalis neaei</i> Caminadora <i>Rottboellia cochinchinensis</i> Pajilla o Plumilla <i>Leptochloa filiformis</i> Digitaria <i>Digitaria sanguinalis</i>	Socas sin riego: Textura media: 175-200 g/ha (122-140 g/mz) Textura arcillosa: 200-225 g/ha (140-160 g/mz) Socas verano: (riego aspersión y/o pivote): Textura

Continuación de la tabla XVI

Pasto <i>Jhonson Sorghum halepense</i>	media: 175 g/ha (122 g/mz)
Verdolaga <i>Portulaca oleracea</i>	Textura arcillosa:
Lechosa (En semilla) <i>Euphorbia heterofila</i>	200 g/ha

Productos e Innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Herbicidas/Merlin.aspx
[consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.2.3. Fungicidas

Entre los fungicidas que se producen se encuentran Trivia 72,7 WP y Verita 71,1 WG.

2.2.3.1. Trivia 72,7 WP

En la sección 2.2.3.1.1 y 2.2.3.1.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este fungicida.

2.2.3.1.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es “Fluopicolide y Propineb, pertenece a la familia química llamada Acy Picolide - Ditiocarbamato y su formulación es un polvo mojable”.³³

³³ Productos e Innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Fungicidas/Trivia.aspx
[consulta: 23 de diciembre de 2017]

2.2.3.1.2. Recomendaciones de uso

La tabla XVII presenta las recomendaciones de uso para este fungicida.

Tabla XVII. **Recomendaciones de uso para Trivia 72,7 WP**

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para Guatemala y El Salvador		
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i> Papa <i>Solanum tuberosum</i> Berenjena <i>Solanum melongena</i> Chile <i>Capsicum spp.</i>	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	1,2 – 1,8 kg/ha (0,85-1,25 kg/mz)
Recomendaciones de uso para Nicaragua		
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	1,2 – 1,8 kg/ha
Recomendaciones de uso para Costa Rica		
Papa <i>Solanum tuberosum</i>	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	1,2 – 1,8 kg/ha (0,85-1,25 kg/mz)
Recomendaciones de uso para Guatemala y El Salvador		
Melón <i>Cucumis melo</i> Sandía <i>Citrulus lannatus</i>	Sarna <i>Cladosporium cucumerinum</i> Tizón tardío	1,2 – 1,8 kg/ha (0,85-1,25 kg/mz)
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i> Papa <i>Solanum tuberosum</i>	<i>Phytophthora infestans</i>	1,2 – 1,8 kg/ha
Pepino <i>Cucumis sativus</i> Calabazas <i>Cucurbita sp.</i>	Mildiú veloso <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	1,2 – 1,8 kg/ha (0,85-1,25 kg/mz)

Fuente: Productos e Innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Fungicidas/Trivia.aspx [consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.2.3.2. Verita 71,1 WG

En la sección 2.2.3.2.1 y 2.2.3.2.2 se describe el compuesto activo y las recomendaciones para este fungicida.

2.2.3.2.1. Ingrediente activo

El ingrediente activo es “Fosetyl AI y Fenamidone, pertenece a la familia química llamada fosfónico y su formulación son gránulos dispersables en agua”.³⁴

2.2.3.2.2. Recomendaciones de uso

Tabla XVIII muestra las recomendaciones de uso para este fungicida.

Tabla XVIII. Recomendaciones de uso Verita 71,1 WG

Cultivo	Plagas	Dosis
Recomendaciones de uso para Costa Rica		
Papa <i>Solanum tuberosum</i>	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	1,5 – 2,0 kg/ha
Recomendaciones de uso para Nicaragua		
Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>	<i>Peronospora tabacina</i>	2,0 – 3,0 kg/ha
Recomendaciones de uso para Guatemala		
Melón <i>Cucumis melo</i> Pepino <i>Cucumis sativus</i> Sandía <i>Citrullus lanatus</i>	Moho felpudo <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	2,0 kg/ha

³⁴ Productos e innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Fungicidas/Verita.aspx [consulta: 23 de diciembre de 2017].

Continuación de la tabla XVIII

Hule <i>Hevea brasiliensis</i>	<i>Raya negra</i> <i>Phytophthora sp.</i>	Aplicar 50 g fungicida por 3 785 litros de agua
Recomendaciones de uso para Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana		
Tomate <i>Solanum lycopersicum</i>	Tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i> Tizón temprano <i>Alternaria solani</i> Mancha foliar gris <i>Septoria spp.</i>	Aplicar de 2,0 – 2,5 kg /ha (1,4 – 1,75 kg/mz).

Fuente: Productos e innovación [en línea] www.bayercropscience-ca.com/Productos/Fungicidas/Verita.aspx [consulta: 23 de diciembre de 2017].

2.3. Personal en la línea de envasado

En la línea de envasado se encuentra personal de ingeniería y técnicos de producción quienes son los encargados de verificar que el proceso de envasado se lleve según los estándares requeridos de la empresa.

2.3.1. Personal de ingeniería

Entre las funciones del personal de ingeniería en el área de envasado hay que planificar, organizar y administrar los recursos tanto humanos, materiales y financieros que se les haya asignado para cumplir con los proyectos asignados a su área.

Otra función asignada es revisar y analizar los objetivos, indicadores y metas del área de producción, evaluando la eficacia y eficiencia de los resultados obtenidos. Adicionalmente, el personal tiene entre sus tareas realizar proyectos de mejora continua; para ello utilizan herramientas de *lean manufacturing* y *six sigma* para ejecutar los proyectos y evaluar sus resultados.

Tabla XIX. Descripción del puesto del personal de ingeniería

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-05
Departamento: producción	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Nombre del puesto	Personal de ingeniería	
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Jefe de producción	
Unidad organizacional	Operativo	
Característica del puesto		
Descripción general		
<ul style="list-style-type: none"> • Planificar, organizar y administrar los recursos tanto humanos, materiales y financieros que se les haya asignado para cumplir con los proyectos asignados a su área. 		
Funciones		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar y analizar los objetivos, indicadores y metas del área de producción. 2. Evaluar la eficacia y eficiencia de los resultados obtenidos en el área de producción. 3. Realizar proyectos de mejora continua; para ello utilizan herramientas de <i>lean manufacturing</i> y <i>six sigma</i> para ejecutar los proyectos y evaluar sus resultados 		

Continuación de la tabla XIX

<p>4. Realizar informes de los proyectos de mejora continua aplicados en las líneas de producción.</p> <p>5. Gestionar los procesos de la calidad del producto en las líneas de producción.</p> <p>6. Verificar que los documentos relacionados al área de producción se actualizados y en el sistema de gestión de la compañía.</p> <p>7. Apoyar en la ejecución de los planes de seguridad e higiene industrial.</p> <p>8. Resolver las desviaciones en el proceso de producción.</p> <p>9. Realizar informes que el jefe inmediato requiera.</p> <p>10. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área de trabajo.</p> <p>11. Realizar manuales operativos relacionados a sus funciones.</p> <p>12. Verificar los proyectos de mejora continua.</p>			
Perfil del puesto			
<p>Edad mínima: 25 años</p> <p>Sexo: indiferente</p> <p>Estado civil: indiferente</p> <p>Formación académica: estudios universitarios completos</p> <p>Profesión requerida: ingeniero industrial / ingeniero químico o afín</p> <p>Experiencia: 1 año</p> <p>Conocimientos: seguridad e higiene industria, buenas prácticas de manufactura (BMP), buenas prácticas de documentación (BPD), uso de <i>softwares (Microsoft office)</i>.</p> <p>Habilidades y actitudes requeridas: capacidad de organización y planificación, manejo de personal, adaptabilidad al cambio, trabajo en equipo</p>			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal		X	No supervisa personal
Materiales, herramientas y equipos		X	No tiene a su cargo
Dinero, títulos o documentos	X		Proyectos de mejora continua
Información confidencial		X	
Adiestramiento		X	
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo
Organización			
<p>Puestos que dependen jerárquicamente</p> <p>N/A</p>			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	

Continuación de la tabla XIX

Optimizar procesos de manufactura	Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos	
Realizar los procesos de manufactura de acuerdo a los procedimientos	Obtener la mayor productividad de las líneas de producción	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa	Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo con sustancias químicas (líquidos y sólidos) • Uso de overol, gafas de seguridad, botas de seguridad y casco • Uso de equipos de protección contra ruido • Exposición a vapores orgánicos • Exposición a particulado suspendido en el ambiente 		
Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: jefe de producción	Cargo: gerente de producción	Cargo: recursos humanos.
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.3.2. Técnicos de producción

Los técnicos de producción deben realizar las operaciones relacionadas con el proceso de envasado de producto, siguiendo de guía los procedimientos realizados por el personal de ingeniería. Otra función asignada es llenar la documentación requerida para el control en proceso de envasado. Llevando el control del producto envasado y entregado a bodega. Adicionalmente, deben participar en las reuniones diarias donde se discuten los indicadores de producción que deben cumplir en el día y proponen ideas para mejorar o solucionar algún problema encontrado en el área de envasado. La tabla XX muestra la descripción para el puesto de técnico de producción

Tabla XX. Descripción del puesto de técnicos de producción – área de envasado

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS	MANUAL DE PUESTOS Y FUNCIONES	CÓDIGO: PR-06
Departamento: producción	DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018		
Identificación del puesto		
Nombre del puesto	Técnicos de producción - envasado	
Área	Departamento de producción	
Jefe directo	Supervisores de producción	
Unidad organizacional	Operativo	
Característica del puesto		
<p>Descripción general</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar las operaciones relacionadas con el proceso de envasado de producto, siguiendo de guía los procedimientos realizados por el personal de ingeniería. <p>Funciones</p> <ol style="list-style-type: none"> Asegurar de operar y manejar las máquinas y herramientas del área de manera que cumpla con el manual de seguridad de la planta. Llenar la documentación requerida para el control en proceso de envasado. Llevar el control del producto envasado y entregado a bodega. Participar en las reuniones diarias donde se discuten los indicadores de producción que deben de cumplir en el día. Proponer ideas para mejorar o solucionar algún problema encontrado en el área de envasado. Evaluar la productividad diaria de la línea de producción. Ejecutar los proyectos de mejora continua. Realizar informes de los proyectos de mejora continua, aplicados a las líneas de producción. Producir de acuerdo con los estándares de calidad del producto en las líneas de producción. Apoyar en la ejecución de los planes de seguridad e higiene industrial. Resolver problemas que estén relacionados al proceso de producción. Realizar informes que el jefe inmediato requiera. Apoyar para realizar manuales operativos relacionados a sus funciones 		

Continuación de la tabla XX

14. Promover un ambiente de trabajo de respeto hacia todos los colaboradores que trabajan dentro y fuera del área de trabajo.			
Perfil del puesto			
Edad mínima: 21 años Sexo: indiferente Estado civil: indiferente Formación académica: estudios de diversificado completos Profesión requerida: bachiller ciencias y letras/técnico agroindustrial o afín Experiencia: 1 año Conocimientos: uso de <i>softwares</i> (<i>Microsoft office</i>), uso de equipo industrial Habilidades y actitudes requeridas: capacidad de organización y planificación, ágil, adaptabilidad al cambio, trabajo en equipo			
Responsabilidades			
Categoría	SI	NO	Observaciones
Supervisión de personal		X	No supervisa personal
Materiales, herramientas y equipos	X		Equipos de envasado
Dinero, títulos o documentos		X	
Información confidencial		X	
Adiestramiento		X	
Horario laboral (fijo, flexible, medio tiempo, otros)	X		Horario fijo
Organización			
Puestos que dependen jerárquicamente			
N/A			
Resultados esperados			
Acciones (¿Qué hace?)		Resultado final esperado (¿Para qué lo hace?)	
Producir de acuerdo a los estándares del producto		Asegurar con un nivel del 99 % que los clientes se encuentren satisfechos	
Realizar los procesos de manufactura de acuerdo a los procedimientos		Obtener la mayor productividad de las líneas de producción	
Proveer soporte al sistema de gestión general de la empresa		Cumplir con lo establecido en los objetivos de la organización y cumplir con las auditorías externas e internas	
Condiciones de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo bajo presión • Trabajo con sustancias químicas (líquidos y sólidos) • Uso de overol, gafas de seguridad, botas de seguridad y casco • Uso de equipos de protección contra ruido • Exposición a vapores orgánicos • Exposición a particulado suspendido en el ambiente 			

Continuación de la tabla XX

Control de autorizaciones		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Cargo: jefe de producción	Cargo: gerente de producción	Cargo: recursos humanos.
Fecha:	Fecha:	Fecha:

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.4. Descripción del proceso de envasado

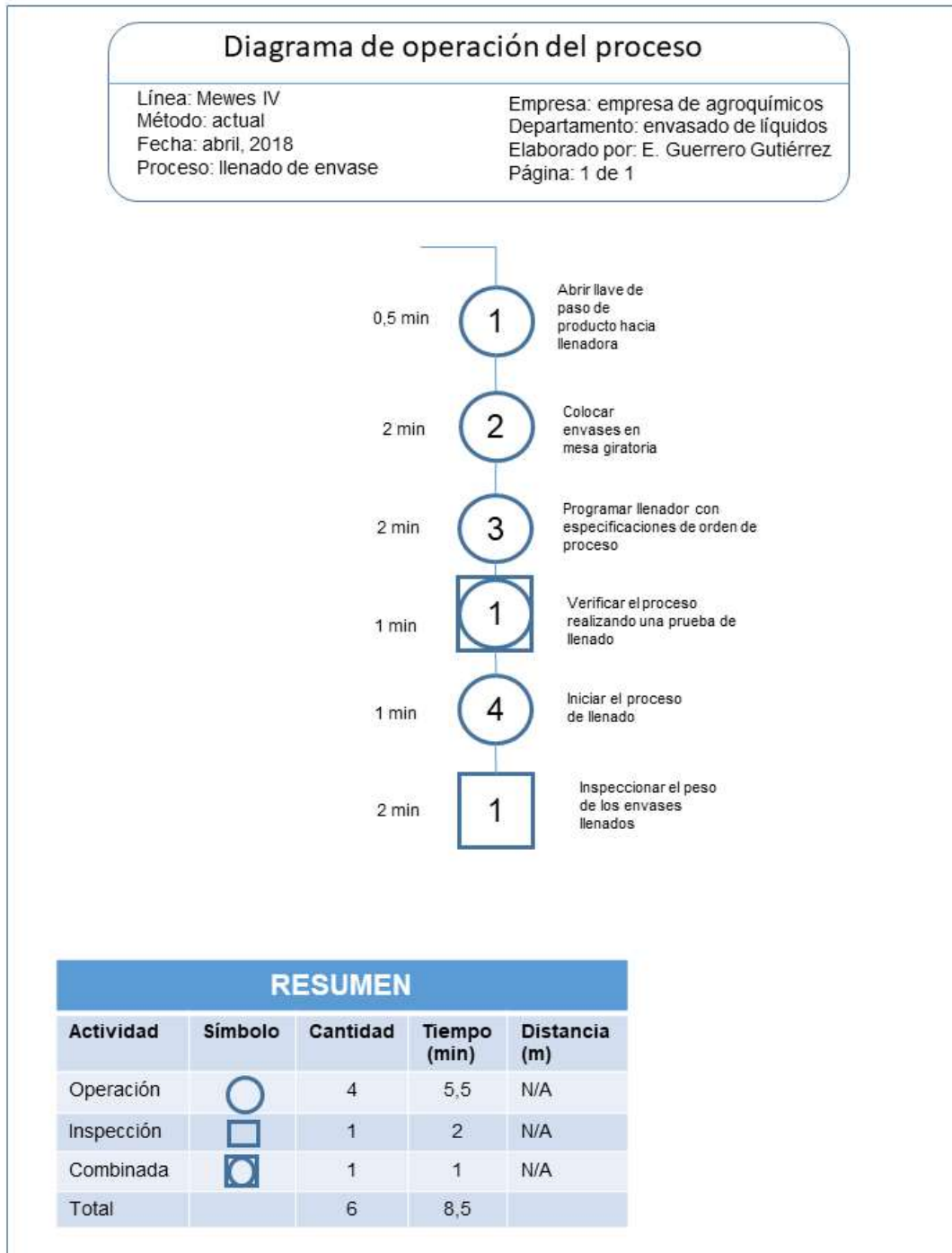
El proceso de envasado consta de seis etapas: llenado de envase, colocación de tapa, sellado de envase, ensamble de caja e inserción y etiquetado de caja.

2.4.1. Llenado de envase

El llenado es la primera operación de la línea de envasado. En ese proceso se colocan los envases en una mesa giratoria. Su función es ordenar los envases de tal manera puedan ingresar a la llenadora en un orden en específico. La llenadora posee una contadora de envases que permite el ingreso de solamente ocho envases. Los envases se colocan en una posición en específico en donde los 8 pistones ingresan al envase y empiezan a dosificar la cantidad correcta de la formulación líquida al envase plástico. El operario de la llenadora es el encargado de programar la máquina, dependiendo de la presentación que se desea producir.

Al finalizar el proceso de llenado, se liberan los envases con producto y la banda transportadora los dirige hacia la taponadora. En la sección 2.5.1.1 se describe la llenadora de envases. La figura 6 muestra el diagrama del proceso de llenado de envase.

Figura 6. Diagrama de proceso para llenado de envase



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.4.2. Colocación de tapa a envase

La colocación de tapa es la segunda operación del proceso de envasado. Esta etapa cuenta de dos procesos, el primero es clasificación de tapas y su transporte hacia la taponadora. El segundo proceso es la colocación de la tapa en los envases. Los envases ingresan a la taponadora por medio de un tornillo sin fin que los coloca en una base giratoria. La base giratoria alinea los envases con la tapa. Al estar alineados, la máquina taponadora ejerce un torque sobre las tapas y procede a colocarlas sobre el envase.

Luego del este proceso, se colocan de nuevo sobre la banda transportada que los transporta hacia la selladora. La figura 7 muestra el diagrama del proceso de colocación de tapa a envase.

2.4.3. Sellado de envase

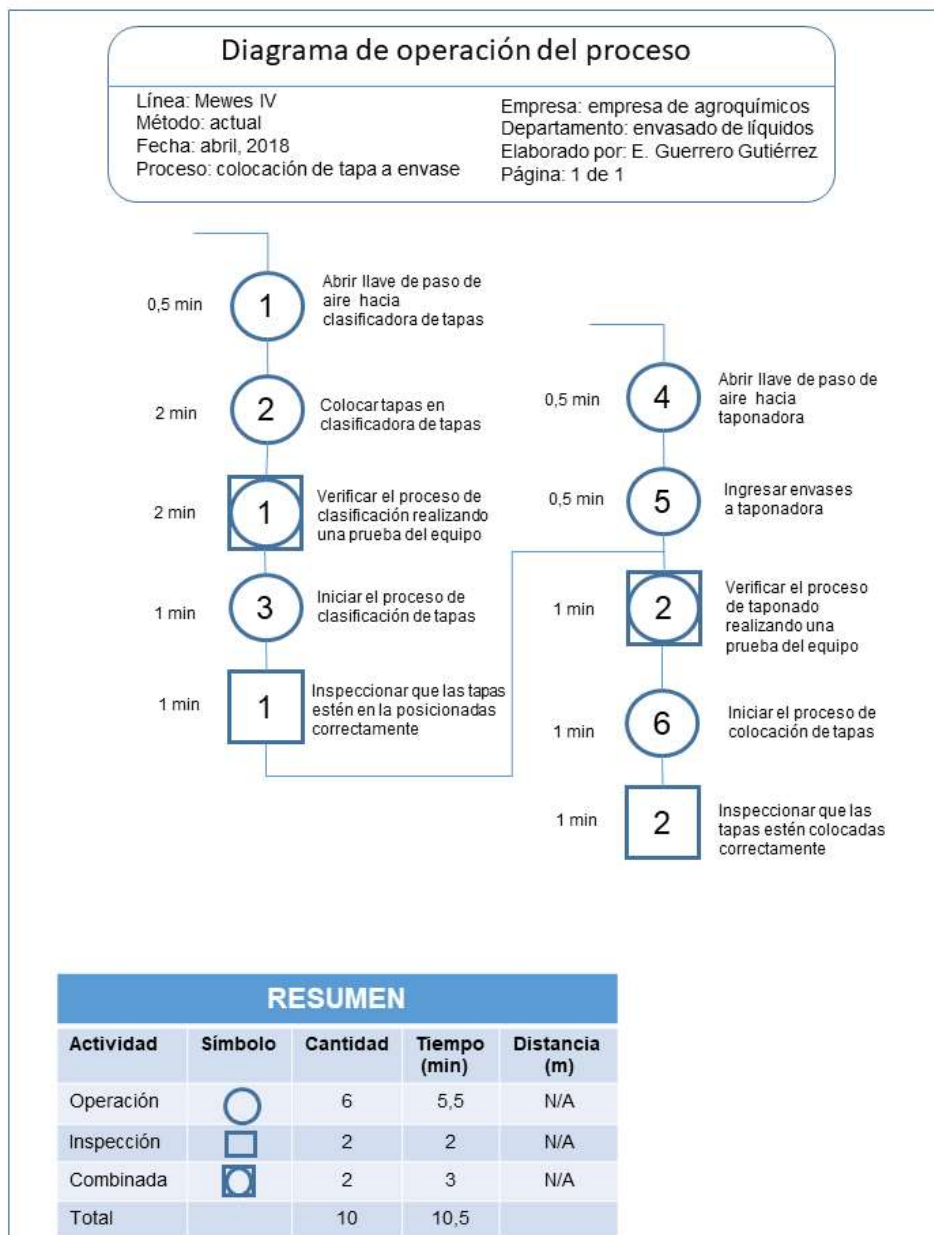
El sellado de los envases es la tercera operación en el proceso de envasado. Se utiliza una selladora de inducción para realizar dicho proceso. La tapa del envase contiene una lámina de aluminio, que cuando se transporta a través de la selladora se adhiere a la boca plástica del envase, realizando el sellado hermético. Al finalizar este proceso el envase es transportado hacia otra mesa giratoria donde los envases se acumulan para ser colocados dentro de la caja. La figura 8 muestra el diagrama del proceso de llenado de envase.

2.4.4. Ensamble de cajas

El ensamblaje de la caja consiste en colocar la caja (no ensamblada) sobre unos agarradores mecánicos, que al accionarlos hacen que se ensamble la caja.

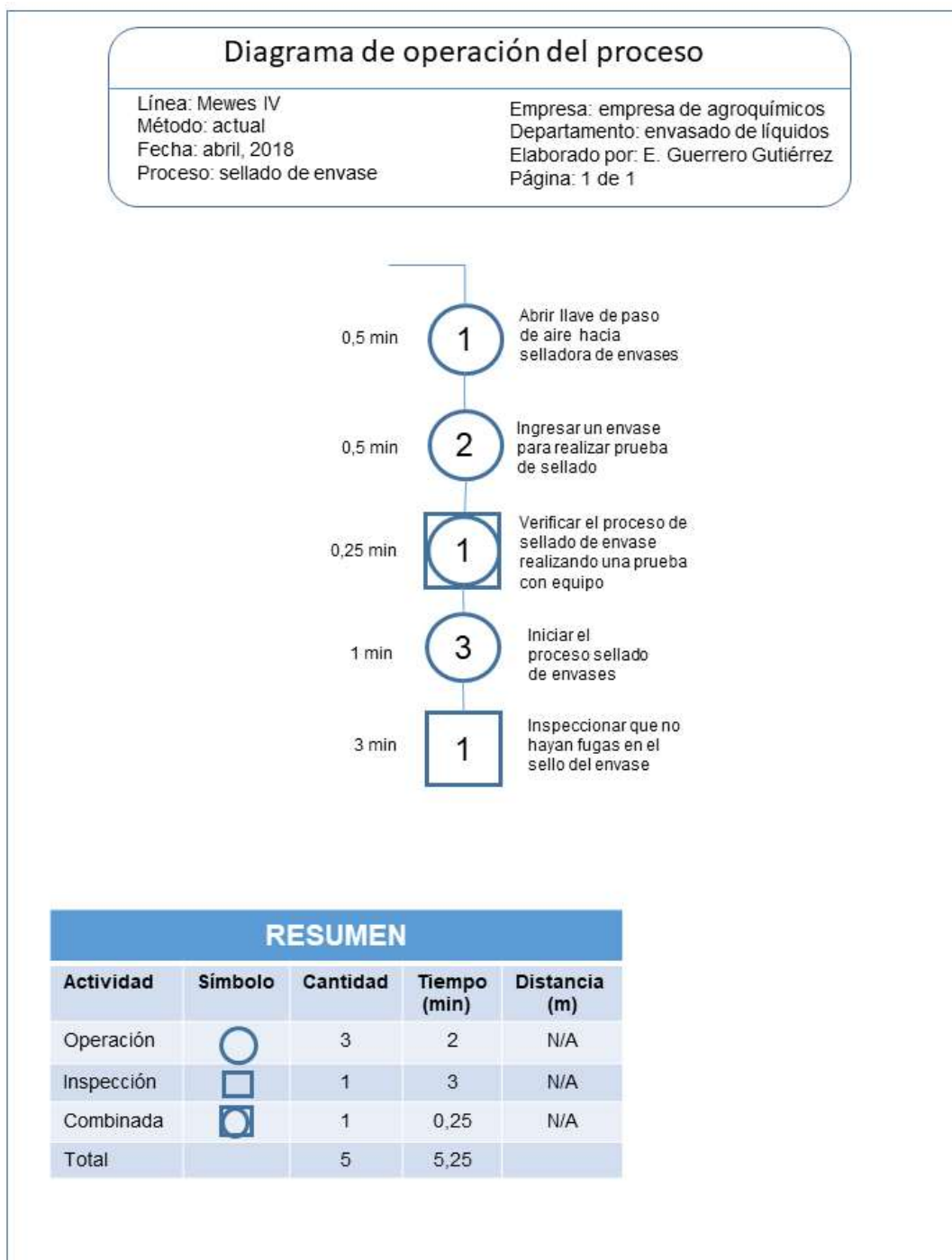
Al finalizar este proceso, el operario la coloca la caja sobre un sujetador, que permite que la caja mantenga su forma sin desarmarse. La figura 9 muestra el diagrama del proceso de llenado de ensamble de cajas.

Figura 7. Diagrama de proceso para colocación de tapa a envase



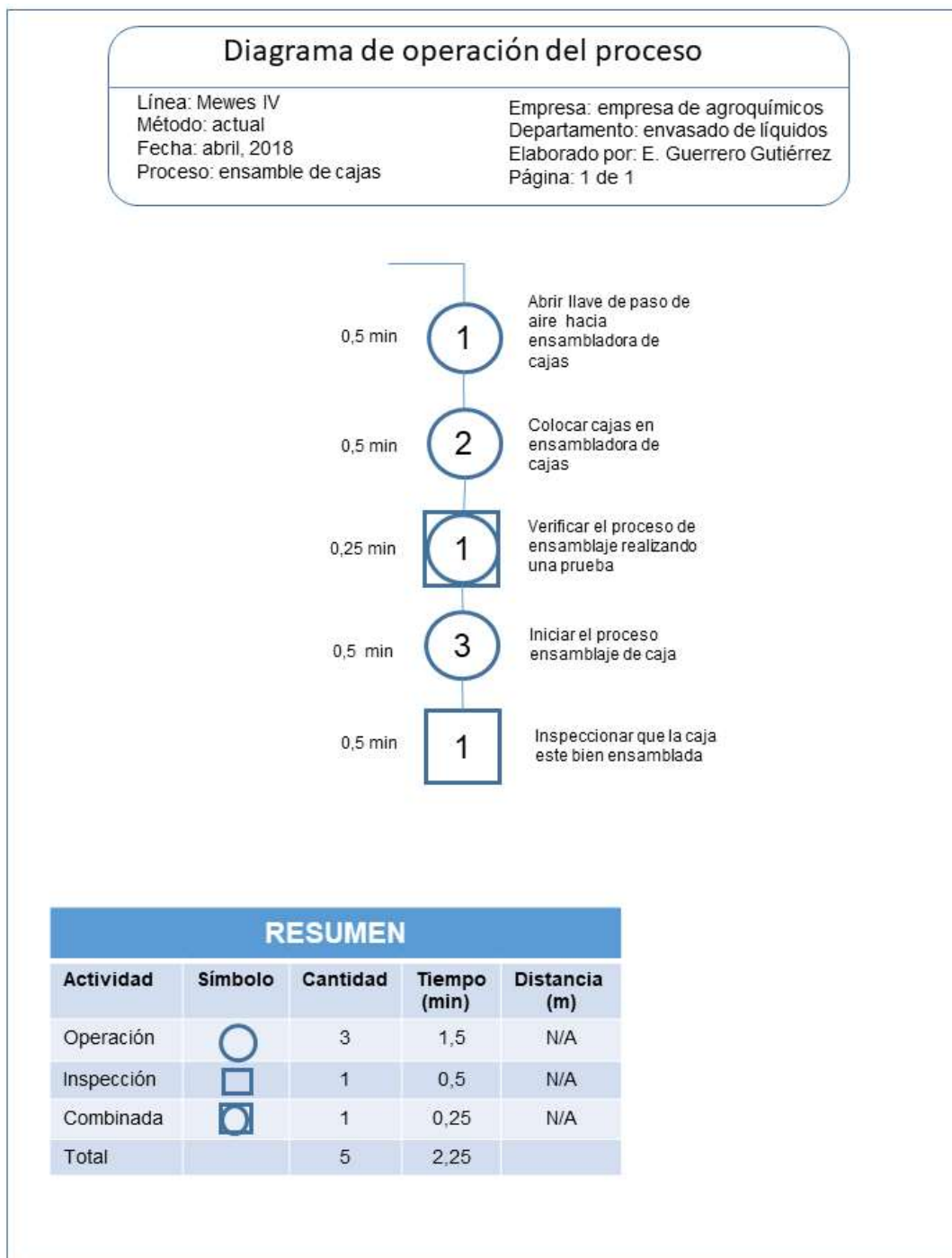
Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 8. Diagrama de proceso para sellado de envase



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 9. Diagrama de proceso para ensamble de cajas



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.4.5. Inserción de envases y etiquetado de caja

La última etapa del proceso de envasado es la inserción de envases en la caja y etiquetado de caja. En la inserción, los operarios colocan la cantidad establecida sobre la caja dependiendo de los requisitos de producción. Finalizada la operación, la caja es sellada por medio de una selladora de cajas. En esta última etapa, se le coloca la etiqueta con la información del producto. La caja es colocada en la tarima y dependiendo su destino, se fleja. La figura 10 muestra el diagrama del proceso de llenado de envase.

2.5. Descripción de maquinaria y equipo en la línea de envasado

La línea de envasado cuenta en su área las siguientes máquinas para el proceso de envasado: una llenadora, selladora, taponadora y etiquetadora. Cada una se describe en la sección subsecuente. El equipo utilizado en el proceso es una balanza analítica.

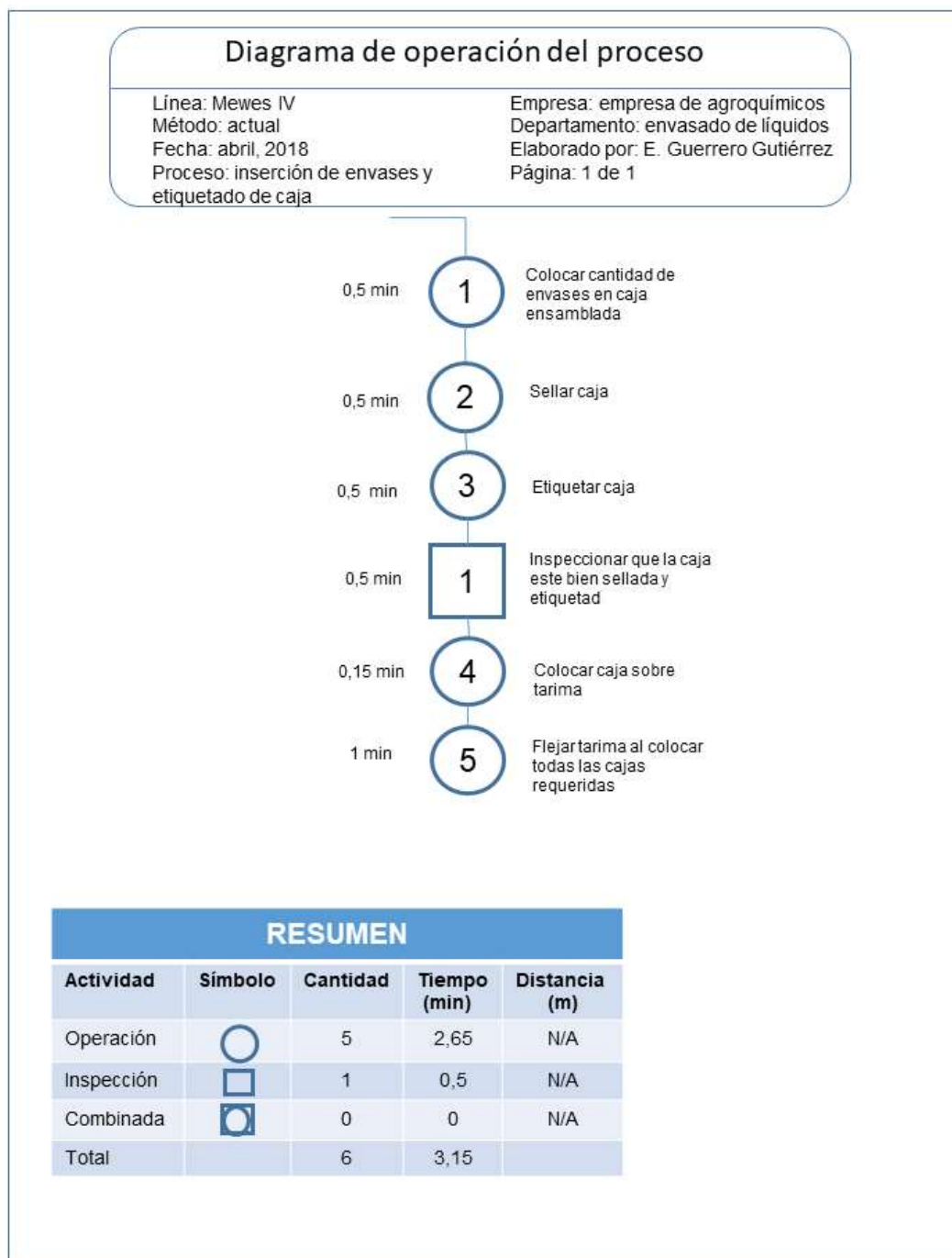
2.5.1. Maquinaria

Entre la maquinaria empleada en la línea de producción hay una llenadora de envase, selladora de envase, taponadora de envase y etiquetadora.

2.5.1.1. Llenadora de envase

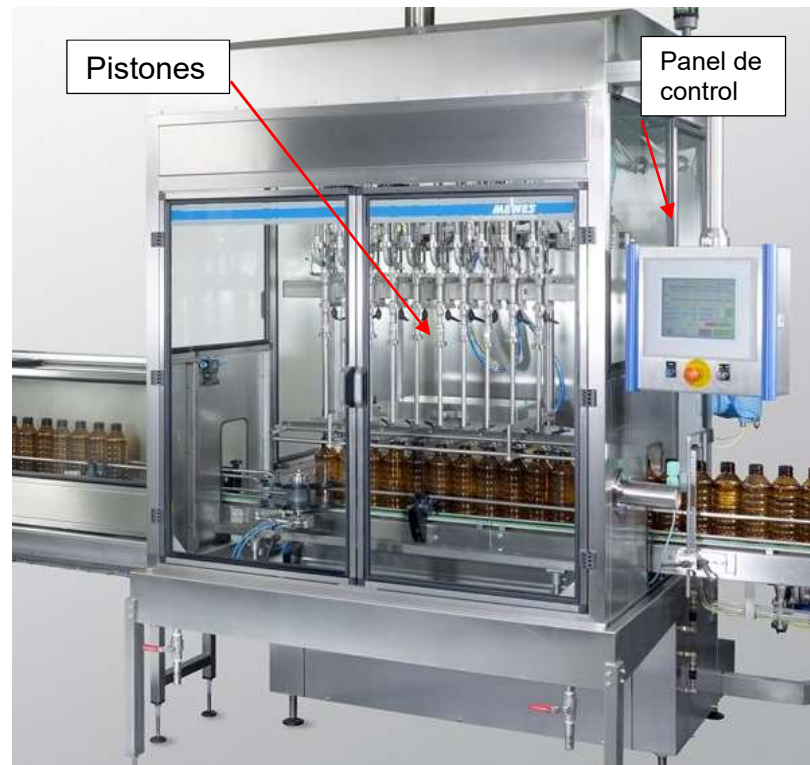
La marca y modelo de la llenadora es Mewes GMBH que consta de ocho pistones para llenado. Esta máquina tiene la capacidad de llenar envases de 100, 125, 250, 500 mL y 1 L. Los pistones son los encargados de dosificar el producto en los envases. En la figura 11 se presenta la llenadora tipo Mewes.

Figura 10. Diagrama de proceso para inserción de envases y etiquetado de caja



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 11. Llenadora de envases tipo Mewes

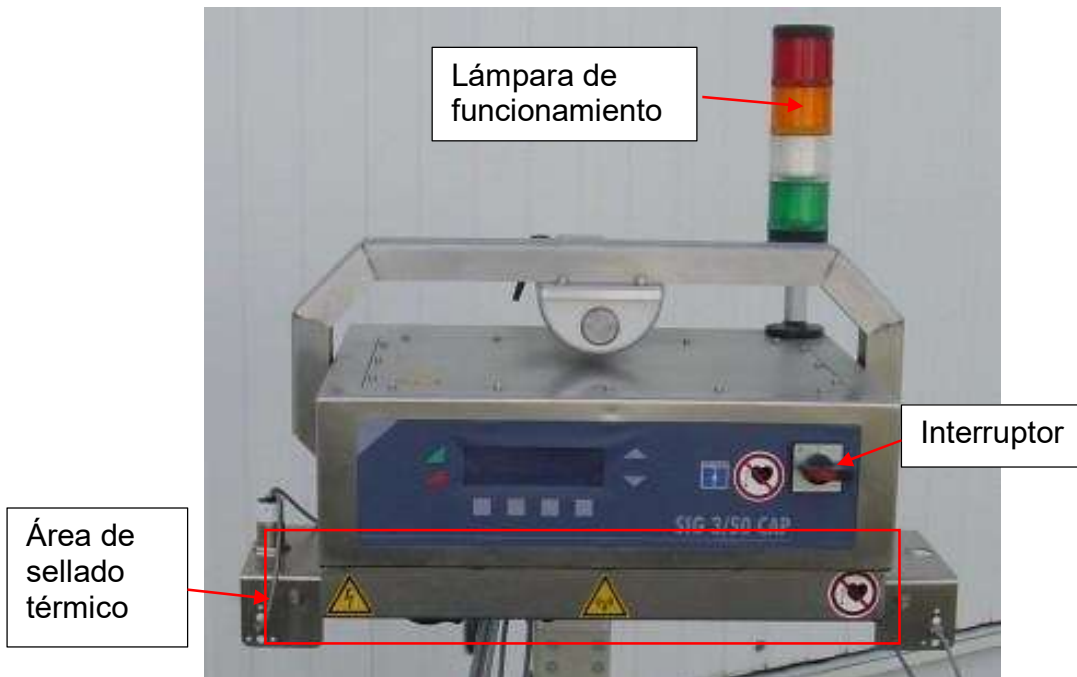


Fuente: www.automation.siemens.com/mc-app/machine-booklet/mobile/fairs/interpack2014/home_en.htm. Consultado 23 de diciembre de 2017.

2.5.1.2. Selladora de envase

La selladora de inducción es el equipo que permite un cierre hermético del envase. Se compone de: área de sellado térmico, lámpara de funcionamiento, interruptor de encendido apagado. En la figura 12 se muestra la selladora utilizada en el proceso de envasado.

Figura 12. **Selladora de envase**



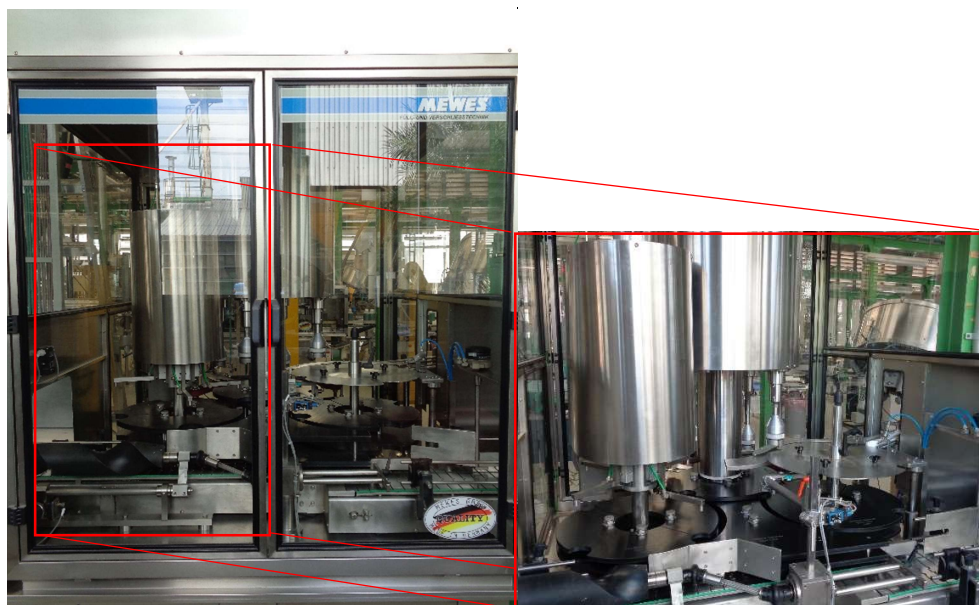
Fuente: área de envasado líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.5.1.3. Taponadora de envase

La taponadora es una máquina de uso continuo donde los envases que se cerrarán se acumulan y son ordenados por un tornillo sin fin, al mismo tiempo de que una máquina auxiliar clasifica la alimentación de tapones y hace que tanto los envases como los tapones coincidan, para que la botella sea cerrada adecuadamente.

La figura 13 muestra la taponadora utilizada en el proceso de envasado en la línea Mewes IV. La taponadora cuenta con una puerta de seguridad que al accionarse detiene su funcionamiento.

Figura 13. Taponadora de envase



Fuente: área de envasado líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.5.1.4. Etiquetadora

La etiquetadora de envases se utiliza exclusivamente para adherir las etiquetas en los envases o cajas. La etiquetadora posee una banda lateral que trabaja a menor velocidad que la banda principal, con el objetivo de crear una distancia de salida entre los envases que se etiquetarán y adherir la etiqueta. En esta etapa se debe colocar la información de la trazabilidad del producto como el lote, fecha de formulación y vencimiento.

2.5.2. Equipo

El equipo utilizado en la línea de envasado de líquidos es una balanza analítica.

2.5.2.1. Balanza analítica

La función de la balanza analítica es determinar el peso del producto empaquetado. Si el peso se encuentra dentro de los rangos establecidos por control de calidad, se imprime el peso, la fecha y la hora a la cual fue tomado el valor. Caso contrario se debe verificar la llenadora para identificar la variabilidad en el material dosificado.

2.6. Diagramas actuales

La empresa tiene bien establecidas todas las operaciones requeridas para envasar, pero no ha realizado un estudio de tiempos para estandarizar los tiempos del cambio de formato. Por tal motivo, los diagramas propuestos en las secciones 2.6.1 a 2.6.3 servirán como base a la empresa para optimizar la línea de envasado.

2.6.1. Diagrama de operaciones

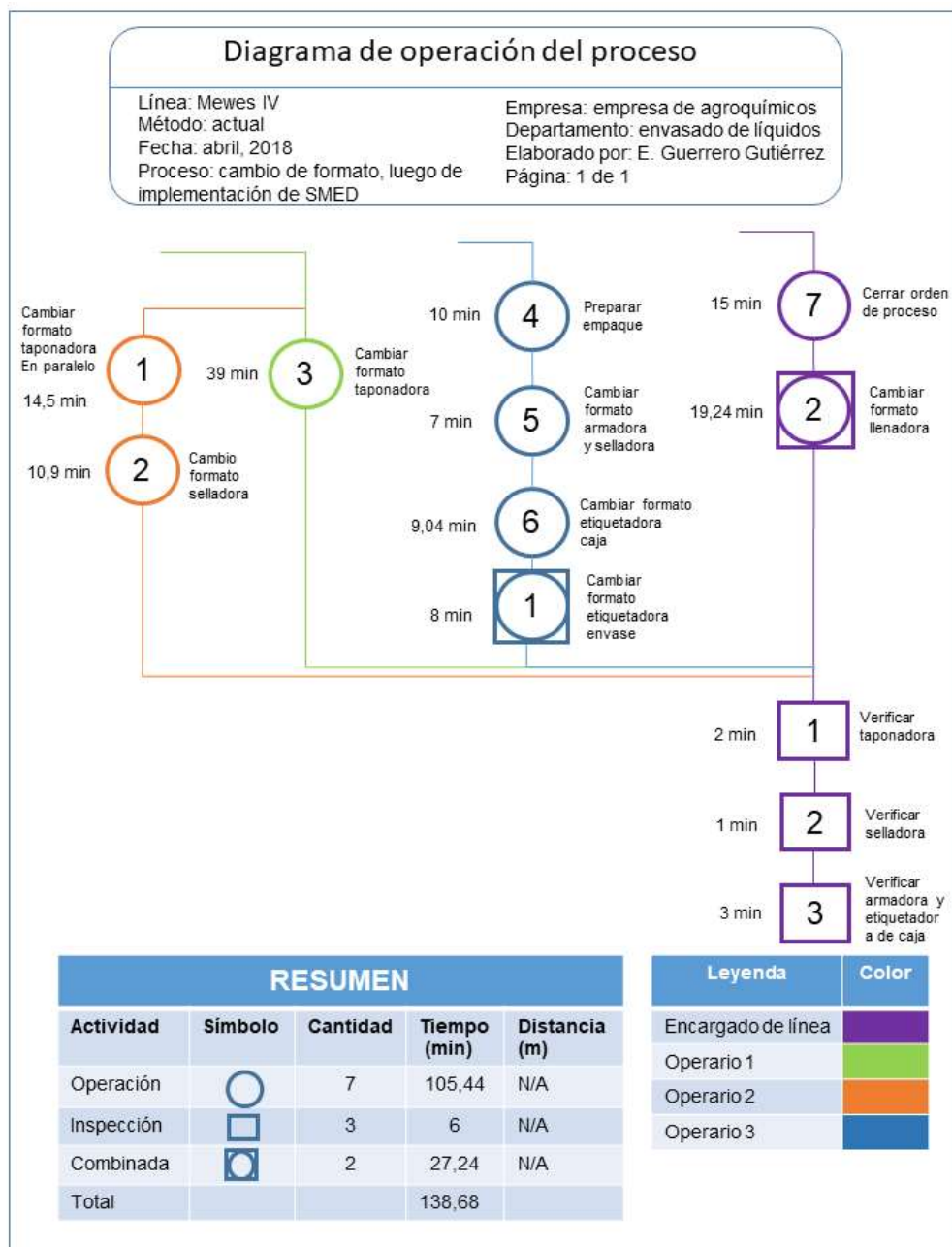
“El diagrama de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen los materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto la manipulación de los materiales”.³⁵

La figura 14 presenta el diagrama de operación para el cambio de formato. Las operaciones de cambio de formato las realizan entre 4 personas: el encargado de línea, el operario 1, el operario 2 y el operario 3. De este diagrama se lograron identificar siete operaciones, dos operaciones combinadas y tres inspecciones. El encargado de línea tiene a su cargo una operación, dos operaciones combinadas y las tres inspecciones. El operario 1 solamente tiene

³⁵ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.45.

una operación, el operario 2 posee dos operaciones y el operario 3 posee tres. No se cuantificaron transportes ni demoras para el proceso de cambio de formato.

Figura 14. Diagrama de operación para el proceso de cambio de formato

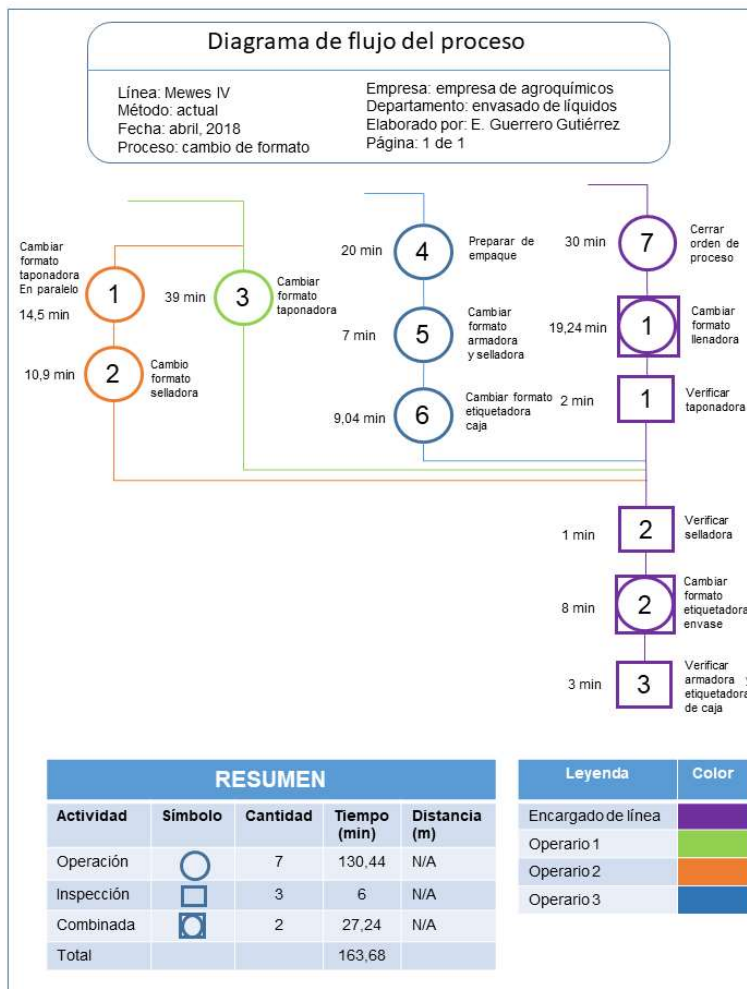


Fuente: datos obtenidos, empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.6.2. Diagrama de flujo

“El diagrama de flujo es una representación gráfica que incluye todas las operaciones, los transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren en el proceso”.³⁶ La figura 15 presenta el diagrama de flujo para el cambio de formato.

Figura 15. Diagrama de flujo para el proceso de cambio de formato



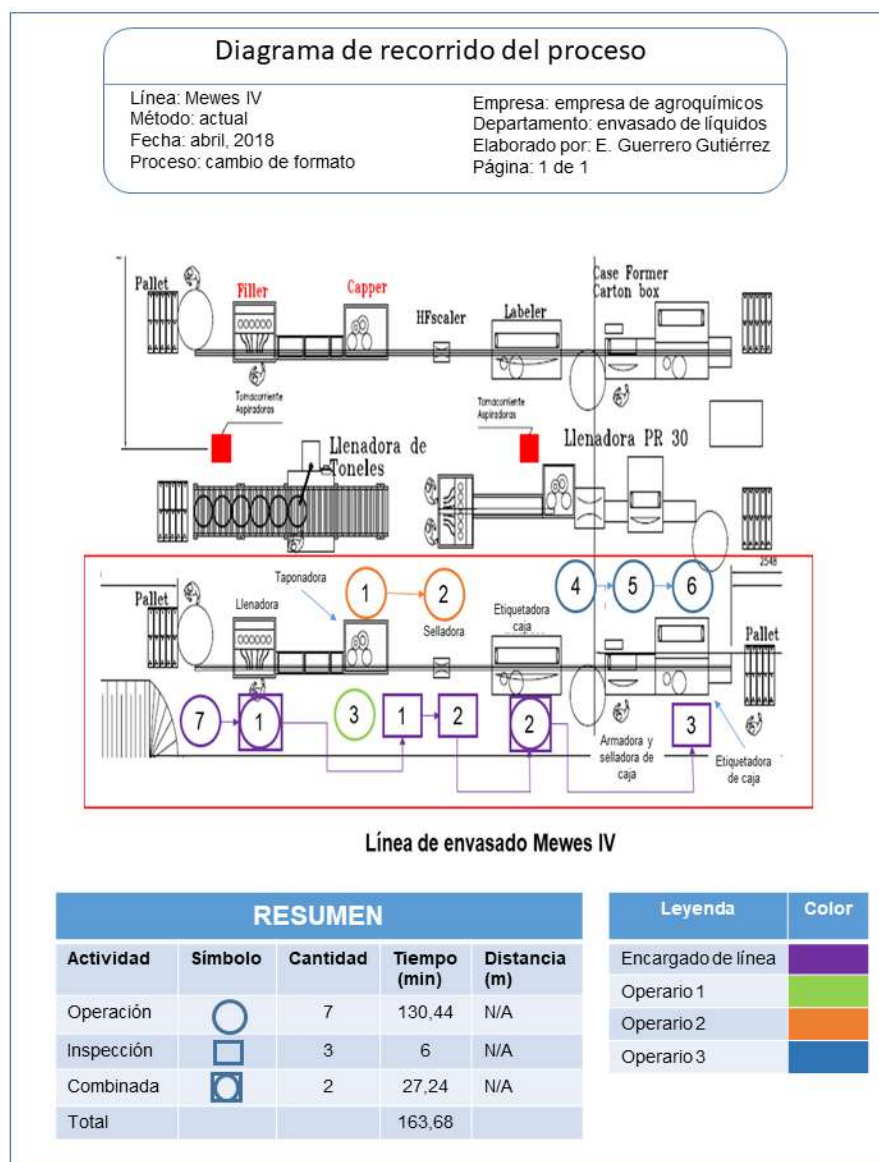
Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

³⁶ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.53.

2.6.3. Diagrama de recorrido

Este diagrama indica la circulación del proceso. La figura 16 muestra el diagrama de recorrido para el proceso actual de cambio de formato.

Figura 16. Diagrama de recorrido del proceso de cambio de formato



Fuente: datos obtenidos, empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.7. Costos operación actuales

Los costos que se evaluaron fueron los siguientes: costos de fabricación, de mano de obra, materiales directos y costos indirectos.

2.7.1. Costos de fabricación

Está determinado por los elementos de materia prima y la mano de obra principalmente. En la tabla XXI se muestra el costo de fabricación por kilogramo. Los datos fueron obtenidos por medio de la empresa de agroquímicos.

Tabla XXI. **Costo de fabricación**

Costo	Valor (Q)
De fabricación	3/kg

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Cálculo para el costo de fabricación presentación 1 L:

El promedio de la densidad para las formulaciones líquidas se encuentra alrededor de 1,2 g/mL

$$\text{Costo de fabricación: } 1 L * \frac{1\ 000\ mL}{1\ L} * \frac{1,2\ g}{1\ mL} * \frac{1\ kg}{1\ 000\ g} * \frac{3\ Q}{1\ kg} = 3,6\ Q$$

Para una producción de 1 000 envases al mes de 1 L el costo de fabricación sería de 3 600 quetzales. La tabla XXII muestra los resultados para las presentaciones de productos fabricados en la empresa. Base de cálculo 1 000 envases por presentación de producto.

Tabla XXII. **Costo de fabricación por presentación de producto.**
Base: 1 000 envases

Presentación de producto	Costo de fabricación (Q)/mes
100 mL	360
125 mL	450
250 mL	900
500 mL	1 800
1 L	3 600

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

2.7.2. Costo de mano de obra

El costo de mano de obra está compuesto por el salario pagado a los empleados que trabajan en la línea de producción u operarios cuya función es transformar las materias directas en productos terminados. En la tabla XXIII, se indica el costo de la mano de obra.

Tabla XXIII. Costo de mano de obra

Costo	Valor (Q)
Mano de obra	50/h

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Cálculo de la mano de obra mensual:

$$Mano\ de\ obra\ mensual = \frac{50\ Q}{h} * \frac{40\ h}{semana} * \frac{4\ semana}{1\ mes} = 8\ 000\ \frac{Q}{mes}$$

El costo de mano de obra mensual es de 8 000 Q/mes.

2.7.3. Materiales directos

Son todos aquellos costos en la fabricación del producto terminado y en este caso se mencionan principalmente la materia prima que se procesará. En la tabla XXIV, se muestran los precios de estos productos por kilogramo.

Tabla XXIV. Costo de materiales directos

Costo	Valor (Q)
Solvente	100/kg
Compuesto activo	2 000/kg

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Por ejemplo, si se posee una solución concentrada que se compone de 75 %wt solvente y 25 %wt compuesto activo para una presentación de 1 kg es costo de materiales directos sería:

$$\text{Costo materiales directos (solvente): } 1 \text{ kg} * \frac{75}{100} * \frac{100 \text{ Q}}{\text{kg}} = 75 \text{ Q}$$

$$\text{Costo materiales directos (compuesto activo): } 1 \text{ kg} * \frac{25}{100} * \frac{2\,000}{\text{kg}} = 500 \text{ Q}$$

$$\text{Costo materiales directos} = \text{solvente} + \text{compuesto activo} = 575 \text{ Q}$$

El costo de materiales directos para preparar 1 kg de una solución concentrada es de 575 quetzales. Si al mes se producen 1 000 envases el costo sería:

$$\text{Costo materiales directos por mes: } \frac{575 \text{ Q}}{\text{envase}} * \frac{1\,000 \text{ envases}}{\text{mes}} = 575\,000 \frac{\text{Q}}{\text{mes}}$$

2.7.4. Costos indirectos

Los costos indirectos de fabricación son aquellos que no se relacionan directamente con el proceso de manufactura, pero contribuyen y forman parte de los costos de producción: aire acondicionado, luz y energía para la fábrica. Asimismo, arrendamiento del edificio de fábrica, depreciación del edificio y de equipo de fábrica, mantenimiento del edificio y equipo de fábrica, seguro, prestaciones sociales e incentivos, son ejemplos de costos indirectos de fabricación. La tabla XXV muestra el costo indirecto.

Tabla XXV. **Costo indirecto**

Costo	Valor (Q)
Costo indirecto	250/h

Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Cálculo del costo indirecto por mes:

$$\text{Costo indirecto} = \frac{250 \text{ Q}}{h} * \frac{40 \text{ h}}{\text{semana}} * \frac{4 \text{ semana}}{1 \text{ mes}} = 40\,000 \frac{\text{Q}}{\text{mes}}$$

El costo directo de fabricación es de 40 000 quetzales al mes.

La tabla XXVI muestra el resumen de los costos por mes. La base de cálculo es un lote de 1 000 unidades de 1L

Tabla XXVI. **Costo mensual para producir un lote de 1L de una suspensión concentrada**

Costo	Valor (Q)/mes
De fabricación	3 600,00
Mano de obra	8 000,00
Materiales directos	575 000,00
Costo indirecto	40 000,00
Total	626 600,00

Fuente: datos calculados, empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

El costo mensual para producir un lote de 1 000 unidades de una presentación de 1L sería de 626 600,00 quetzales.

3. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA TÉCNICA SMED

3.1. Línea de envasado

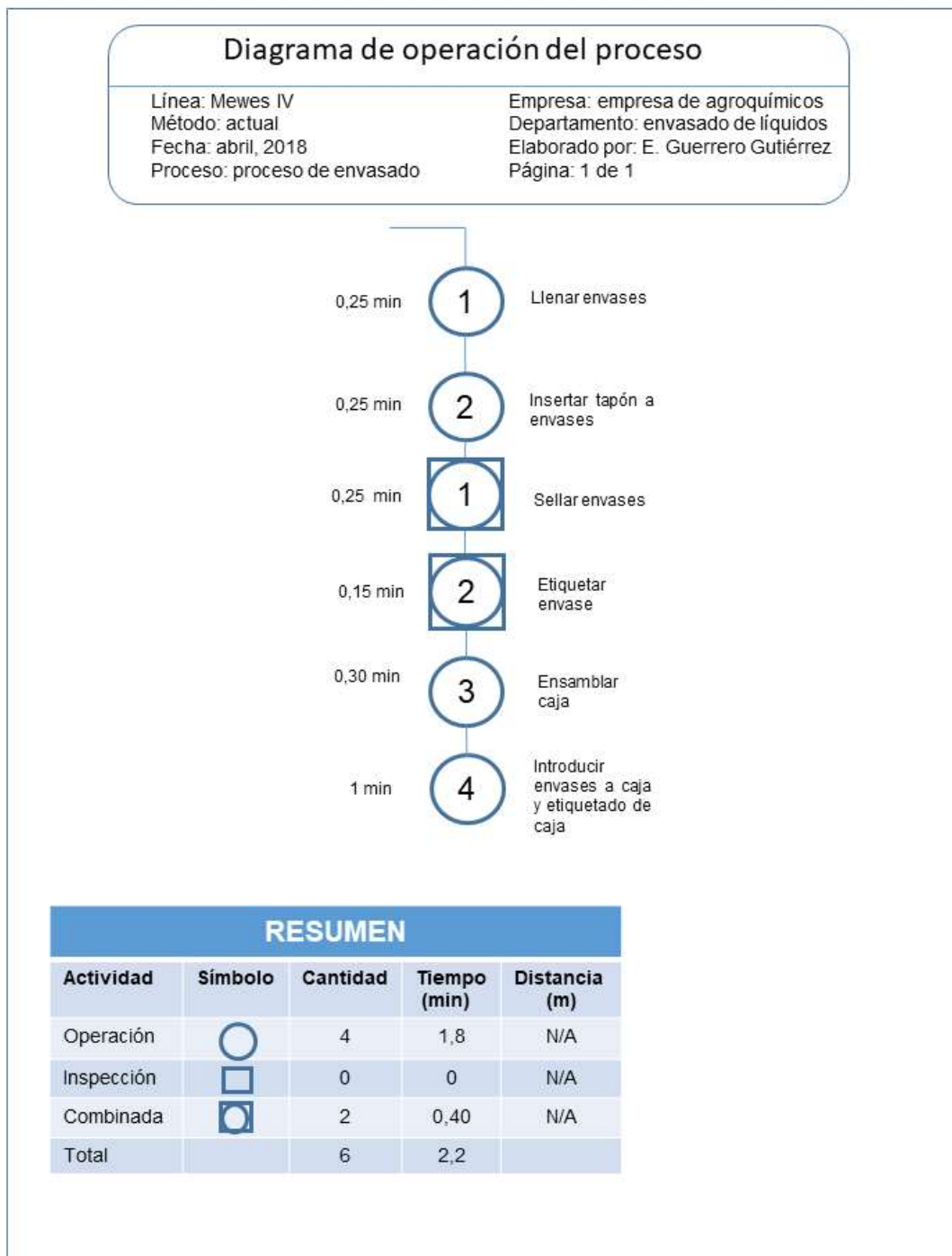
La línea de envasado denominada Mewes IV está dividida en las siguientes etapas: llenadora, taponadora, selladora por inducción, etiquetadora de envase, armadora - selladora de caja y etiquetadora de caja. La figura 17 muestra el diagrama de operaciones de envasado en línea Mewes IV. Los tiempos obtenidos corresponden al tiempo que se tarda un envase desde su entrada a la llenadora hasta que se coloca la caja completa sobre la tarima. La figura 18 muestra el posicionamiento de cada una de las operaciones antes mencionadas; adicionalmente, tabla XXVII muestra la descripción de los equipos en la línea de envasado.

Tabla XXVII. Descripción de equipos en línea Mewes IV

Letra	Descripción
A	Llenadora
B	Taponadora
C	Selladora por inducción
D	Etiquetadora envase
E	Armadora de caja
F	Selladora de caja
G	Etiquetadora de caja

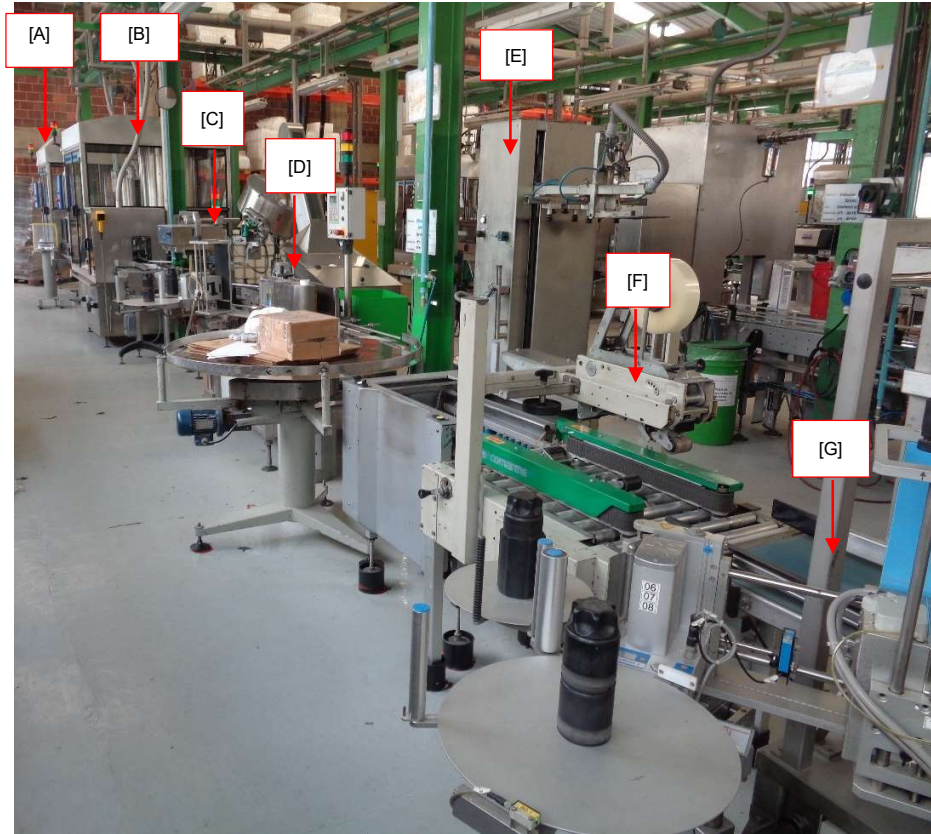
Fuente: área de envasado líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 17. Diagrama de operaciones de envasado en línea Mewes IV



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 18. Posición de las operaciones de envasado en la línea Mewes IV



Fuente: área de envasado líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.1.1. Toma de datos del proceso de cambio de formato

Del proceso de envasado se obtuvieron los siguientes datos para el proceso de cambio de formato:

- Llenadora: solamente el supervisor de línea se encarga del cambio de formato de la llenadora. Antes de empezar a ejecutar dicho proceso, el supervisor debe cerrar las órdenes de proceso y realizar los cálculos para cambiar los parámetros de llenado en el equipo.

- Taponadora: el cambio de formato lo realizan dos operarios diferentes, esto se debe a que la taponadora representa el cambio de formato más complejo de toda la línea. Las operaciones de cambio de formato se realizan de manera simultánea entre ambos operarios.
- Selladora por inducción: el cambio de formato lo realiza uno de los operarios asignados en el cambio de formato de la taponadora. En este caso los parámetros de la máquina solamente pueden ser cambiados por personal de mantenimiento. El personal de producción solamente tiene permitido realizar cambios en la altura que se encuentra entre el tapón del envase y el área de sellado de la máquina selladora.
- Etiquetadora de envase: actualmente el único encargado de realizar el cambio de formato de la etiquetadora de envase es el supervisor de línea.
- Armadora y selladora de caja: un tercer operario se encarga de realizar el cambio de formato. Se requiere un tercer operario debido a que, simultáneamente se realiza el cambio de formato en la taponadora y en dicho proceso se encuentran dos operarios trabajando.
- Etiquetadora de caja: el encargado de realizar el cambio de formato para etiquetadora de caja es el operario 3 (encargado de armadora y selladora de caja).

3.1.2. Análisis del área de trabajo

Se realizó un análisis del área de trabajo tomando en cuenta los factores que afectan al trabajador establecidos por García Criollo, R.³⁷

³⁷ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.24.

En la tabla XXVIII se encuentra la evaluación para el área de trabajo.

Tabla XXVIII. **Análisis del área de trabajo de la línea Mewes IV**

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS DEL ÁREA DE TRABAJO		CÓDIGO: SHE-001
Departamento: seguridad e higiene		Análisis de la línea Mewes IV		Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018				
Identificación general				
Objetivo			Realizar un análisis del área de trabajo de la línea de producción llamada Mewes IV	
Nombre del evaluador			E. Guerrero Gutiérrez	
Área			Envasado de líquidos	
Característica del área evaluadas				
Condición evaluada	Si	No	Acción correctiva/ preventiva	Observaciones
1. Limpieza				
Basura se recoge diariamente	X		N/A	Existe un encargado que recoge la basura
Pasillos se encuentran libres de basura		X	Establecer una estrategia para que personal coloque la basura en el área correspondiente	Basura de material de empaque
Equipos se encuentran libres de suciedad como: polvo, material a envasar, aceite		X	Colocar cortinas de aire para evitar que entre el polvo y limpieza del área en períodos más cortos	El área se encuentra expuesta a polvo proveniente del área de piedra pómez
Área se encuentra libre de polvo		X	Establecer una limpieza del área en períodos más cortos	El área se encuentra expuesta a polvo proveniente del área de piedra pómez

Continuación de la tabla XXVIII

2. Orden			
Herramientas se encuentran en lugar establecido	X		Cotizar y comprar caja de herramienta adecuada No cumple con 5S
Los equipos se encuentran identificados	X		N/A N/A
Pasillos se encuentran libres para paso peatonal		X	Eliminar basura de pasillos Basura del material de empaque
Existen tarimas, cajas, bolsas u otros objetos fuera de área designada	X		Eliminar tarima del área de mesa giratoria Tarima en área de mesa giratoria
3. Agua potable			
Cuentan con un abastecimiento de agua potable limpia y fresca, proveniente de una fuente segura y controlada	X		N/A N/A
4. Cantidad e intensidad de iluminación			
Cuentan con lámparas incandescentes	X		N/A N/A
Cuentan con iluminación natural	X		N/A N/A
Tareas requieren bastante esfuerzo visual		X	N/A El proceso se encuentra automatizado. No requiere esfuerzo visual
5. Ventilación			
Personal expuesto a vapores orgánicos	X		Utilizar mascarillas para trabajo con vapores orgánicos El personal cuenta con el equipo de protección personal para trabajar con vapores

Continuación de la tabla XXVIII

Posee ventilación natural	X		N/A	El edificio se construyó para utilizar la ventilación natural
Posee ventilación forzada	X		N/A	Cuenta con ventiladores de techo y pared
6. Temperatura del cuarto				
La temperatura del cuarto alcanza más de 25 grados Centígrados durante el día	X		Establecer si se puede instalar un sistema de aire acondicionado al área	La temperatura se alcanza específicamente en verano
7. Acondicionamiento cromático				
Las paredes se encuentran pintadas		X	Realizar un estudio para identificar si el color afecta al operario	Las paredes son de ladrillo y poseen el color original
El techo se encuentra pintado		X	Realizar un estudio para identificar si el color afecta al operario	El techo es de lámina y posee el color original
La maquinaria se encuentra pintada		X	N/A	La maquinaria posee el color original
8. Ruido y vibraciones				
La maquinaria realiza alguna vibración que afecte al trabajador		X	Realizar estudios preventivos en maquinaria para evitar vibraciones	Maquinaria de envasado no produce vibraciones
Trabajador expuesto a ruido mayor a 135 decibeles		X	Realizar controles para evitar que ruido alcance 135 decibeles	El personal de seguridad contrata personal externo para realizar evaluaciones de ruido
9. Música ambiental				
En el área existe música ambiental			Colocar un sistema de audio para colocar música ambiental	No se cuenta con un sistema de audio para colocar música ambiental

Continuación de la tabla XXVIII

10. Equipo de protección personal				
Personal cuenta con botas de seguridad	X		Cambiar equipo de personal periódicamente	Cada seis meses se cambian las botas de seguridad
Personal utiliza overol en área de trabajo	X		Cambiar equipo de personal periódicamente	Cada seis meses se cambian los overoles. En bodega hay inventario por si requieren un cambio de inmediato
Personal posee casco de seguridad	X		Cambiar equipo de personal periódicamente	Cada seis meses se cambian los cascos de seguridad
Personal posee guantes para trabajo con agroquímicos	X		Verificar que los guates se encuentren en óptimas condiciones	Dirigirse al área de seguridad para solicitar guantes
Cuenta con mascarillas especiales para trabajo con vapores orgánicos	X		Verificar que mascarillas se encuentren en óptimas condiciones	Dirigirse al área de seguridad para solicitar mascarillas
Control de autorizaciones				
Elaborado por: E. Guerrero			Aprobado por:	
Cargo: practicante			Cargo: jefe de seguridad industrial	
Fecha: abril, 2018			Fecha: abril, 2018	

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Adicional al análisis de trabajo se analizaron los puntos críticos de control en las líneas de envasado están que se encuentran en función del cambio de formato. Si en alguno de los puntos mencionados en sección 3.1.1 el cambio de formato falla, la calidad del producto envasado se ve afectada.

- Área de llenadora: en esta parte del proceso se debe de utilizar la densidad real de la formulación para calcular los rangos de peso para el producto

que se está envasando. Adicionalmente, el peso que proporciona cada boquilla de llenado se debe verificar cuando se realice un cambio de formato. Se debe estandarizar todo el proceso de llenado y las balanzas deben de estar en un programa de calibración semestral. Todos los días se debe verificar la precisión de la balanza.

- Área de taponado: la variable crítica que se ve afectada por el cambio de formato es el torque aplicado a la tapa del envase. El laboratorio de empaques cuenta con un torquímetro, este aparato establece el torque que se le aplicó a la tapa al momento de ser colocada sobre el envase. Esta variable es crítica debido a que el sellado del envase está en función del torque aplicado. Si se le aplica menos torque el sello no se adhiere al envase y se produce una fuga.
- Área de sellado con inducción: actualmente, se utilizan cuatro tipos de sellos: con membrana, de aluminio, de *foam* (generalmente utilizados en presentaciones de 30 mL) y sin membrana (utilizados para productos en atmósfera de nitrógeno). El punto crítico de control en este punto es la velocidad de línea, la cual no se debe cambiar sin que se establezcan los nuevos parámetros de la selladora (potencia y distancia entre envase y selladora). La selladora y la banda transportadora deben estar niveladas. No tienen equipos para medir la fuerza que soporta el sello ya adherido al envase, estadísticamente no puede ser evaluado. Se tiene que crear un método que pueda medir dicha variable respuesta.
- Área de etiquetado envase: se debe verificar la caducidad de la tinta antes de colocarla. Esta debe ser súper estándar o estándar. Actualmente, se presiona la etiqueta por medio de unos hules acoplados a la máquina. Si se dejan esos hules se debe establecer su vida útil antes de que pierdan su elasticidad. El ajuste de las esponjas es un proceso que debe estar

estandarizado. Puntos críticos son: impresión de tinta, altura y posición donde se imprime, tipo de tinta, presión ejercida a etiqueta durante su adhesión a envase y distancia recorrida de etiqueta (por medio del sensor). Ángulo de contacto entre envase y etiqueta es crítico para la adhesión de la etiqueta.

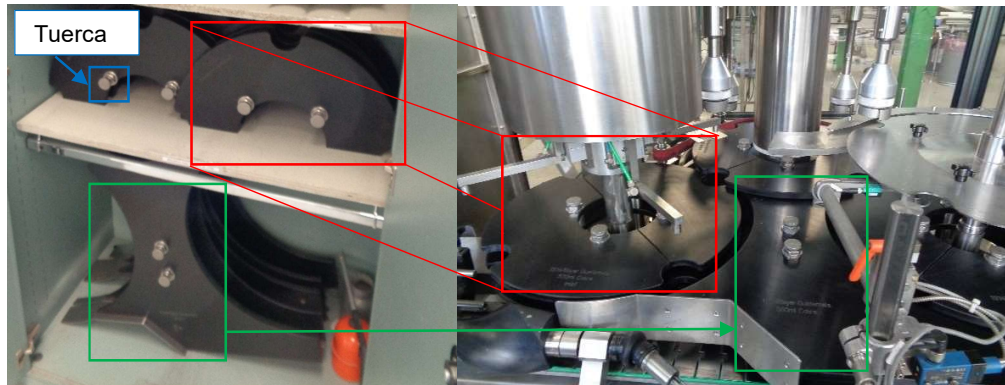
- Área de etiquetado caja: la presión ejercida a etiqueta durante su adhesión a la caja es un proceso no estandarizado. Utilizan, de igual manera que en los envases, hules para aumentar la presión ejercida sobre la etiqueta en la caja. Los puntos críticos son: impresión de tinta, altura y posición donde se imprime, tipo de tinta, presión ejercida a etiqueta durante su adhesión a caja y distancia recorrida de etiqueta (por medio del sensor).

3.1.3. Herramientas utilizadas para el cambio de formato

Para la llenadora, taponadora, etiquetadora de envase y caja, todas las operaciones de cambio de formato se realizan sin necesidad de utilizar alguna herramienta especializada.

Todas las operaciones de cambio de formato son manuales. La selladora de caja utiliza únicamente una llave de 1/16" para ajustar una tuerca que permite el paso de aire hacia la máquina. La figura 19 muestra, como ejemplo, los formatos utilizados para la taponadora. Se observa que los formatos utilizados solamente necesitan ser sujetos manualmente por medio de la tuerca (recuadro azul).

Figura 19. Formatos utilizados para la taponadora



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.1.4. Cuellos de botella en línea de envasado

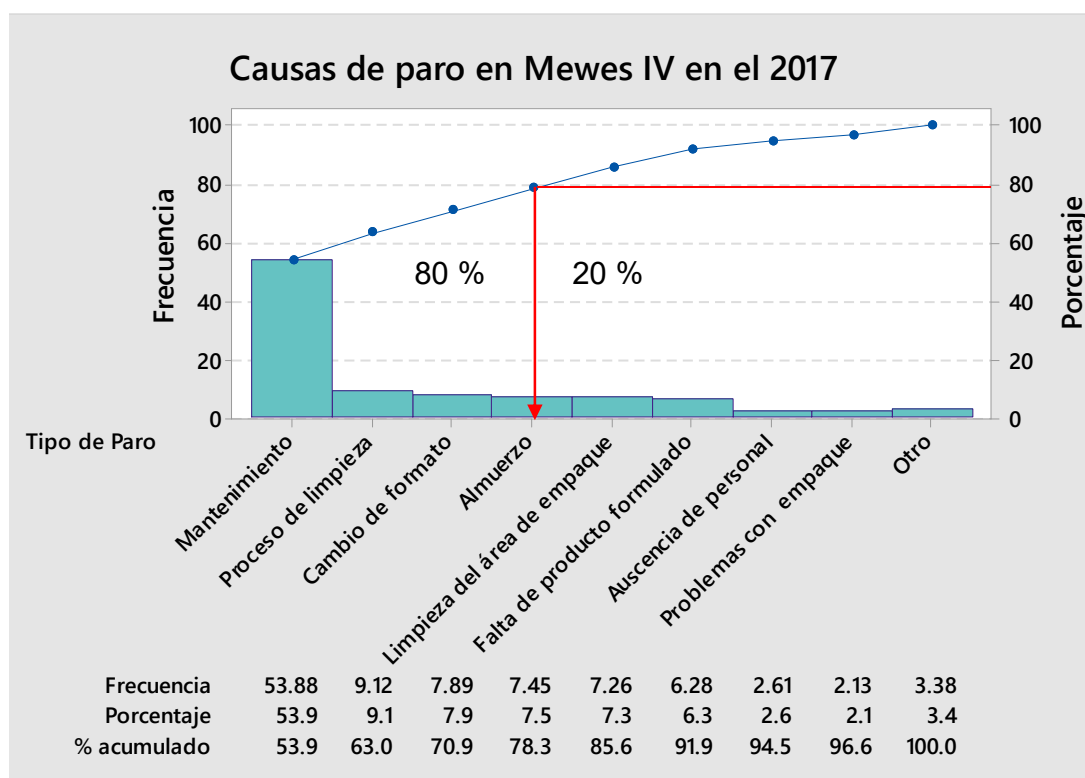
Los cuellos de botella en la línea de envasado Mewes IV se identificaron utilizando dos tipos de gráficos: el de Pareto y el diagrama de causa y efecto.

3.1.4.1. Gráfica de Pareto

Este gráfico es utilizado para identificar los errores o defectos que se producen en mayor frecuencia. El principio de esta gráfica es la regla 80/20, esto quiere decir, por ejemplo, que el 80 % de los defectos se producen por el 20 % de las actividades de cambio de formato. La gráfica 20, presenta la gráfica de Pareto para las causas de paro en la línea de llenado denominada Mewes IV en 2017.

Los resultados de esta gráfica muestran que el 80 % de los paros se deben al mantenimiento del equipo, la limpieza de la llenadora cuando se hace un cambio de producto, el cambio de formato cuando se realiza un cambio de presentación de producto y el período de almuerzo de los operarios.

Figura 20. Gráfica de Pareto de las causas de paro en la línea de llenado Mewes IV en el 2017



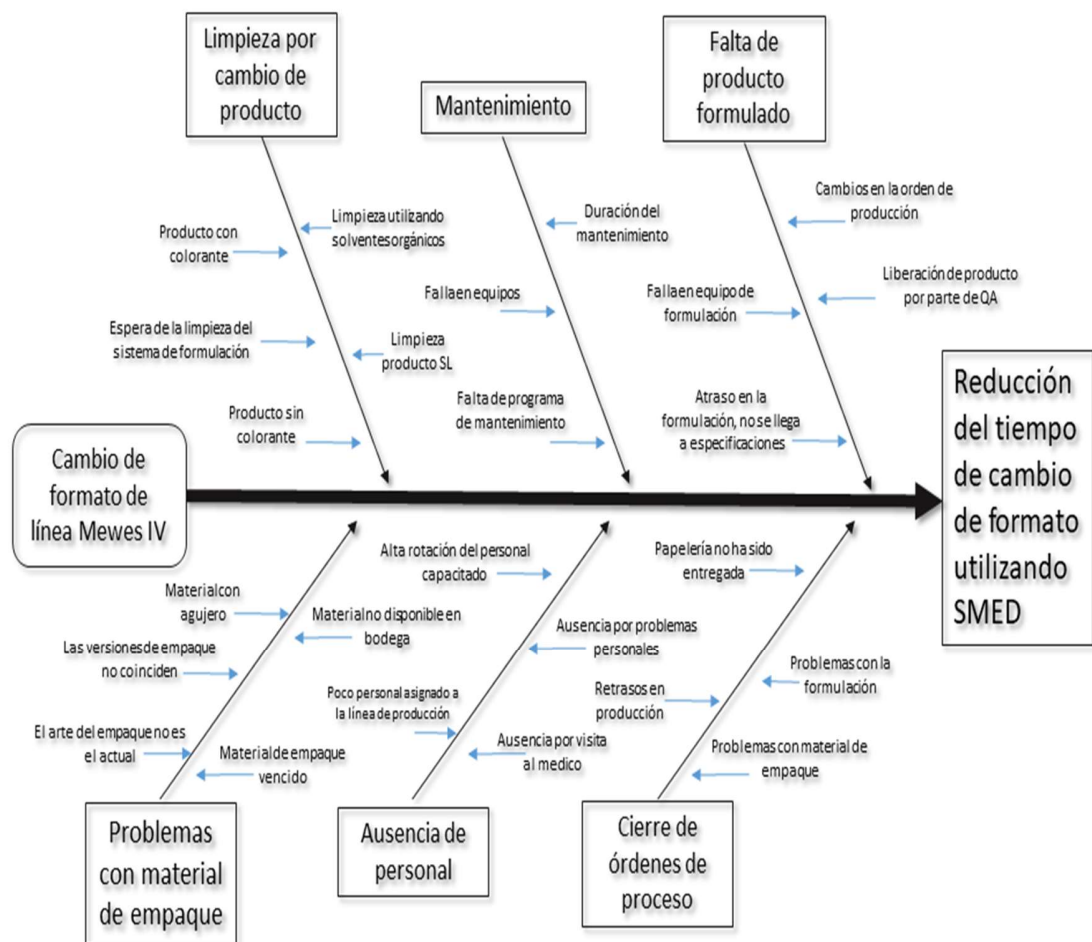
Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.1.4.2. Diagrama de causa y efecto

El diagrama de causa y efecto es la representación de los elementos o causas en un sistema que contribuyen a un problema. En la figura 21 se presenta el diagrama del causa y efecto para las causas de paro que afectan el cambio de formato en la línea de envasado. Este diagrama conjuntamente con el gráfico de Pareto se identificó que el cambio de formato y el tiempo de limpieza son las causantes de paro en la línea de producción. Adicionalmente, se obtuvo que el cambio de formato depende de la limpieza de la máquina, el mantenimiento a los

equipos, la falta de producto formulado, la ausencia de personal, problemas con el material de empaque y los cierres de órdenes de proceso.

Figura 21. Diagrama de causa y efecto para las causas de paro que afectan el cambio de formato en la línea de envasado



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala

3.2. Estudio de tiempos para el proceso de envasado

Para el estudio de tiempos en el proceso de envasado, se realizó una tabla de toma de datos en donde se colocarán los tiempos de las operaciones del cambio de formato. Se tomaron los datos de todas las operaciones en cada una de las etapas del proceso, la última etapa fue la normalización y estandarización de los tiempos cronometrados.

3.2.1. Tabla de toma de datos

La figura 22 muestra un ejemplo de la hoja de toma de datos que se utilizó para realizar el estudio de tiempos, ésta cuenta con el departamento, el área donde se realizó el estudio y la línea de llenado, analista, la línea de envasado analizada, entre otros.

Debido a la alta rotación de personal dentro de las líneas, se deben determinar los operarios que participaron en el estudio, esto con el fin de que la variable “operario” no tuviese influencia en los resultados. Se creó un encasillado que permite colocar el nombre del personal que participó. Adicionalmente, es importante colocar la hora de inicio de la toma de datos y la hora de finalización.

Se debe colocar el analista que realizó el estudio. Este es un factor importante debido a la variabilidad que puede inducir dentro del estudio de tiempos. Por tal motivo si se desea tener reproducibilidad en la toma de datos, debe ser el mismo analista quien empieza el estudio, el que lo debe culminar.

Tabla XXIX. Operaciones de cambio de formato para llenadora de envases

Área: Envasado de insecticidas	
Línea: Mewes IV	
Equipo: Llenadora de envases	
No.	Operación
1	Desensamblar parte denominada estrella
2	Guardar Estrella en armario
3	Limpiar superficie de llenadora
4	Posicionar la base de la estrella de acuerdo a parámetros de envasado.
5	Pre-ajuste de baranda sujetadora de envase
6	Ajustar altura de baranda
7	Hacer prueba de presión de envase contra baranda
8	Ensamblar parte denominada estrella en llenadora
9	Verificar posición de envases en función de la posición de estrella
10	Ajuste de altura de acuerdo a parámetros de envasado
11	Verificar los parámetros de llenado en el <i>software</i> del equipo
12	Centralizar los sujetadores de acuerdo al envase
13	Ajustar barandilla de entrada
14	Colocar envases en mesa giratoria
15	Ajustar guías de centrado del envase
16	Verificar paso de envase en guías
17	Ajustar altura del sensor entrada
18	Ajustar altura de entrada de envase (tablilla plástica)
19	Ajustar la distancia entre barandillas en la sección entre llenadora y taponadora
20	Ajustar posición de sujeta envases
21	Posicionar las boquillas de llenado de acuerdo al tamaño del envase
22	Prueba de entrada de boquillas al envase
23	Prueba de llenado
24	Prueba de paso de botella
25	Verificación del sistema

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXX. Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases

Área: Envasado de insecticidas	
Línea: Mewes IV	
Equipo: taponadora de envases	
No.	Operación
1	Cambiar de posición de sensor de salida de botellas
2	Buscar nuevas piezas para formato que se instalara
3	Limpiar taponadora
4	Desmontar dispositivo porta tapas
5	Limpiar dispositivo porta tapas
6	Desmontar y limpiar formato nombrado <i>outlet</i>
7	Limpiar formato nombrado <i>outlet</i>
8	Desmontar formato nombrado <i>inlet</i>
9	Limpiar formato nombrado <i>inlet</i>
10	Desmontar formato nombrado como Y
11	Desmontar el tornillo (gusano)
12	Limpiar el tornillo (gusano)
13	Transportar el formato que sacaron y tornillo (gusano) hacia armario para guardarlos
14	Limpiar nuevo formato nombrado Y
15	Colocar nuevo formato nombrado Y
16	Limpiar formato nuevo nombrado <i>inlet</i>
17	Ensamblar formato nuevo nombrado <i>inlet</i>
18	Limpiar formato nuevo nombrado <i>outlet</i>
19	Ensamblar formato nuevo nombrado <i>outlet</i> , se realiza una prueba con formato denominado circular
20	Ensamblar dispositivo porta tapas
21	Buscar parámetros de altura para mordazas y tapaderas
22	Ajustar altura de mordazas según parámetros
23	Ajustar altura 2 según parámetros
24	Ajustar sensor de tornillo
25	Limpiar tornillo que se colocara
26	Colocar tornillo que se utilizara
27	Ajustar sensor de altura
28	Ajustar barandilla de entrada a llenadora
29	Pre verificación del sistema.
30	Buscar envases para realizar prueba
31	Verificación del sistema

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala

Tabla XXXI. **Operaciones de cambio de formato para llenadora de envases.**

Operaciones realizadas de manera paralela

Área: Envasado de insecticidas	
Línea: Mewes IV	
Equipo: Taponadora de envases – operaciones en paralelo.	
No.	Operación
1	Desmontar fajas de posición 1
2	Desmontar fajas de posición 2
3	Desmontar formato denominada circular
4	Limpiar formato denominado circular
5	Pasarle formato a operario 1 de cambio de formato
6	Buscar manguera de aire comprimido
7	Limpiar superficie de taponadora
8	Limpiar formato nuevo denominado circular
9	Colocar formato nuevo denominado circular
10	Ensamblar faja en posición 1
11	Ensamblar faja en posición 2
12	Enrollar manga de aire comprimido
13	Ajustar altura de boquilla de inserción de nitrógeno
14	Fijar la tensión de la faja
15	Ajustar altura de altura para clasificadora de tapas

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXII. **Operaciones de cambio de formato para la selladora de inducción**

Área: Envasado de insecticidas	
Línea: Mewes IV	
Equipo: selladora de inducción	
No.	Operación
1	Ajustar altura de sellador de inducción
2	Ajustar barandillas de entrada a selladora
3	Ajustar barandillas de salida a selladora

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXIII. Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de envase

Área: Envasado de insecticidas	
No.	Operación
1	Modificar lote, fecha de formulación y fecha de vencimiento
2	Colocar etiquetas en porta etiquetas
3	Colocar etiquetas sobre las guías del etiquetador
4	Ajustar altura de etiquetadora. (sirve para posicionar etiqueta en envase)
5	Verificar punto de impresión
6	Ajustar altura de impresión de etiquetadora
7	Ajustar posición horizontal de impresión de etiquetadora
8	Realizar pruebas de impresión
9	Ajustar posición del presionador de etiquetas
10	Verificar y ajustar el proceso de etiquetado

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXIV. Operaciones de cambio de formato para la armadora y selladora de caja, para la línea Mewes IV

Área: Envasado de insecticidas	
No.	Operación
1	Graduar las guías de espacio para colocar la caja en armadora
2	Usar llave 13 para ajustar el sujetacaja a posición requerida
3	Graduar la posición de las ventosas a nuevos parámetros de formato
4	Verificar el sistema
5	Ajustar altura del sensor
6	Realizar segunda verificación del sistema
7	Ajustar altura de selladora de caja
8	Verificar el sistema
9	Ajustar regulador de entrada de cajas
10	Aflojar guías de carrilera para ajustar parámetros
11	Posicionar las guías de acuerdo a nuevo tamaño de caja
12	Aflojar guía de altura para caja
13	Colocar caja en centro para posicionar la guía de altura
14	Posicionar las guías
15	Ajustar altura de etiquetadora
16	Verificar el sistema

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXV. **Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de caja**

Área: Envasado de insecticidas	
Línea: Mewes IV	
Equipo: etiquetadora de caja	
No.	Operación
1	Modificar lote, fecha de formulación y fecha de vencimiento
2	Colocar etiquetas en porta etiquetas
3	Colocar etiquetas sobre las guías del etiquetador
4	Aflojar interruptor de seguridad para el ajuste de la altura de la etiquetadora
5	Ajustar altura de etiquetadora (sirve para posicionar etiqueta en envase)
6	Verificar punto de impresión
7	Ajustar altura de impresión de etiquetadora
8	Ajustar posición horizontal de impresión de etiquetadora
9	Realizar pruebas de impresión
10	Ajustar posición del presionador de etiquetas
11	Verificar y ajustar el proceso de etiquetado

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.2.3. Normalización y estandarización de tiempos

La normalización y estandarización de los tiempos se realizarán utilizando las ecuaciones mostradas a continuación:

El tiempo normal para cada operación del cambio de formato se obtuvo por medio la ecuación 2:

$$TN = TC * \%CAV$$

Donde:

TN = tiempo normal de la operación

TC = tiempo cronometrado

%CAV = porcentaje de calificación de la actuación del operario

El porcentaje de calificación de la actuación del operario (%CAV), varía en el rango de 85 a 120 %. Los valores de %CAV se encuentran establecidos en el estudio realizado por Ávila Castellanos, J. El valor de %CAV que se estableció para las operaciones de cambio de formato para este estudio fue de 97 %. Este porcentaje define la operación de cambio de formato en lo siguiente: “existe ritmo, pero a veces es interrumpido por algún titubeo o distracción. Acepta sugerencias para mejorar, pero no aporta ninguna; las calificaciones de este nivel son asignadas en situaciones de actividad moderadamente repetitivas”.³⁸ El tiempo estándar para cada operación de cambio de formato, se obtuvo por medio de la ecuación 1:

$$TE = TN * (1 + \%tol)$$

Donde:

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal

%tol = porcentaje de tolerancia por suplementos concedidos.

Los resultados obtenidos de la normalización y estandarización de los tiempos se encuentran en tabla XXXVII a la XLIII. El porcentaje de tolerancias se obtuvo por medio de la tabla XXXVI. El valor de %tol que se estableció para las operaciones de cambio de formato para este estudio fue de 11 %. El cual se desglosa de la siguiente manera:

Tabla XXXVI. Suplementos concedidos para el cambio de formato

Suplemento concedido	Valor
Suplemento por necesidades personales	5
Suplementos base por fatiga	4
Suplemento por trabajar de pie	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p.244

³⁸ AVILA CASTELLANOS, Joel. *Implementación del sistema Single Minute Exchange of Die y planificación de contingencias en el departamento de montaje de moldes para la empresa Megaplast, S.A.* p. 85.

Tabla XXXVII. **Tiempo normal y estándar para el cambio de formato de llenadora de envases**

No.	Operación	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Desensamblar parte denominada estrella	15	14,6	16,2
2	Guardar Estrella en armario	15	14,6	16,2
3	Limpiar superficie de llenadora	10	9,7	10,8
4	Posicionar la base de la estrella de acuerdo a parámetros de envasado	10	9,7	10,8
5	Preajuste de baranda sujetadora de envase	66	64,0	71,1
6	Ajustar altura de baranda	15	14,6	16,2
7	Hacer prueba de presión de envase contra baranda	10	9,7	10,8
8	Ensamblar parte denominada estrella en llenadora	20	19,4	21,5
9	Verificar posición de envases en función de la posición de estrella	10	9,7	10,8
10	Ajuste de altura de acuerdo a parámetros de envasado	15	14,6	16,2
11	Verificar los parámetros de llenado en el <i>software</i> del equipo	52	50,4	56,0
12	Centralizar los sujetadores de acuerdo al envase	30	29,1	32,3
13	Ajustar barandilla de entrada	20	19,4	21,5
14	Colocar envases en mesa giratoria	90	87,3	96,9
15	Ajustar guías de centrado del envase en mesa giratoria	96	93,1	103,4
16	Verificar paso de envase en guías	10	9,7	10,8
17	Ajustar altura del sensor entrada	10	9,7	10,8
18	Ajustar altura de entrada de envase (tablilla plástica)	19	18,4	20,5
19	Ajustar la distancia entre barandillas en la sección entre llenadora y taponadora	88	85,4	94,7
20	Ajustar posición de sujeta envases	90	87,3	96,9
21	Posicionar las boquillas de llenado de acuerdo al tamaño del envase	60	58,2	64,6
22	Prueba de entrada de boquillas al envase	30	29,1	32,3
23	Prueba de llenado	90	87,3	96,9
24	Prueba de paso de botella	21	20,4	22,6
25	Verificación del sistema	180	174,6	193,8
Total (min)		18	17,3	19,2

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXVIII. Operaciones de cambio de formato para taponadora de envases

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Cambiar de posición de sensor de salida de botellas	5	4,9	5,4
2	Buscar nuevas piezas para formato que se instalará	145	140,7	156,1
3	Limpiar taponadora	30	29,1	32,3
4	Desmontar dispositivo porta tapas	47	45,6	50,6
5	Limpiar dispositivo porta tapas	20	19,4	21,5
6	Desmontar y limpiar formato nombrado <i>outlet</i>	60	58,2	64,6
7	Limpiar formato nombrado <i>outlet</i>	17	16,5	18,3
8	Desmontar formato nombrado <i>inlet</i>	60	58,2	64,6
9	Limpiar formato nombrado <i>inlet</i>	20	19,4	21,5
10	Desmontar formato nombrado como Y	75	72,8	80,8
11	Desmontar el tornillo (gusano)	15	14,6	16,2
12	Limpiar el tornillo (gusano)	45	43,7	48,5
13	Transportar el formato que sacaron y tornillo (gusano) hacia armario para guardarlos	140	135,8	150,7
14	Limpiar nuevo formato nombrado Y	67	65,0	72,1
15	Colocar nuevo formato nombrado Y	78	75,7	84,0
16	Limpiar formatos nuevos nombrado <i>inlet</i>	20	19,4	21,5
17	Ensamblar formatos nuevos nombrado <i>inlet</i>	75	72,8	80,8
18	Limpiar formatos nuevo nombrado <i>outlet</i>	20	19,4	21,5
19	Ensamblar formatos nuevo nombrado <i>outlet</i> , se realiza una prueba con formato denominado circular	157	152,3	169,0
20	Ensamblar dispositivo porta tapas	45	43,7	48,5
21	Buscar parámetros de altura para mordazas y tapaderas	30	29,1	32,3
22	Ajustar altura de mordazas según parámetros	85	82,5	91,5
23	Ajustar altura 2 según parámetros	35	34,0	37,7
24	Ajustar sensor de tornillo	50	48,5	53,8
25	Limpiar tornillo que se colocará	27	26,2	29,1
26	Colocar tornillo que se utilizará	30	29,1	32,3
27	Ajustar sensor de altura	52	50,4	56,0
28	Ajustar barandilla de entrada a llenadora	150	145,5	161,5
29	Pre-Verificación del sistema	180	174,6	193,8
30	Buscar envases para realizar prueba	60	58,2	64,6
31	Verificación del sistema	360	349,2	387,6
Total (min)		37	36	39

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XXXIX. Operaciones de cambio de formato para llenadora de envases. Operaciones realizadas de manera paralela

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Desmontar fajas de posición 1	60	58,2	64,6
2	Desmontar fajas de posición 2	53	51,4	57,1
3	Desmontar formato denominada circular	80	77,6	86,1
4	Limpiar formato denominado circular	20	19,4	21,5
5	Pasarle formato a operario 1 de cambio de formato	8	7,8	8,6
6	Buscar manguera de aire comprimido	30	29,1	32,3
7	Limpiar superficie de taponadora	45	43,7	48,5
8	Limpiar formato nuevo denominado circular	20	19,4	21,5
9	Colocar formato nuevo denominado circular	75	72,8	80,8
10	Ensamblar faja en posición 1	30	29,1	32,3
11	Ensamblar faja en posición 2	30	29,1	32,3
12	Enrollar manga de aire comprimido	240	232,8	258,4
13	Ajustar altura de boquilla de inserción de nitrógeno	42	40,7	45,2
14	Fijar la tensión de la faja	10	9,7	10,8
15	Ajustar altura de altura para clasificadora de tapas	63	61,1	67,8
Total (min)		13,4	13,0	14,5

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XL. Operaciones de cambio de formato para la selladora de inducción

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Ajustar altura de sellador de inducción	30	291	32,3
2	Ajustar barandillas de entrada a selladora	332	322,0	357,5
3	Ajustar barandillas de salida a selladora	248	240,6	267,0
Total (min)		10,2	9,9	10,9

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XLI. Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de envase

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Modificar lote, fecha de formulación y fecha de vencimiento	20	19,4	21,5
2	Colocar etiquetas en porta etiquetas	5	4,9	5,4
3	Colocar etiquetas sobre las guías del etiquetador	40	38,8	43,1
4	Ajustar altura de etiquetadora (sirve para posicionar etiqueta en envase)	10	9,7	10,8
5	Verificar punto de impresión	5	4,9	5,4
6	Ajustar altura de impresión de etiquetadora	10	9,7	10,8
7	Ajustar posición horizontal de impresión de etiquetadora	5	4,9	5,4
8	Realizar pruebas de impresión	7	6,8	7,5
9	Ajustar posición del presionador de etiquetas	60	58,2	64,6
10	Verificar y ajustar el proceso de etiquetado	300	291,0	323,0
Total (min)		8	7	8

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XLII. Operaciones de cambio de formato para la armadora y selladora de caja

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Graduar las guías de espacio para colocar la caja en armadora	30	29,1	32,3
2	Usar llave 13 para ajustar el sujetador de caja a posición requerida	60	58,2	64,6
3	Graduar la posición de las ventosas a nuevos parámetros de formato	10	9,7	10,8
4	Verificar el sistema	15	14,6	16,2
5	Ajustar altura del sensor	5	4,9	5,4
6	Realizar segunda verificación del sistema	15	14,6	16,2
7	Ajustar altura de selladora de caja	60	58,2	64,6
8	Verificar el sistema	20	19,4	21,5
9	Ajustar regulador de entrada de cajas	15	14,6	16,2
10	Aflojar guías de carrilera para ajustar parámetros	10	9,7	10,8

Continuación de la tabla XLII

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
11	Posicionar las guías de acuerdo a nuevo tamaño de caja	40	38,8	43,1
12	Aflojar guía de altura para caja	10	9,7	10,8
13	Colocar caja en centro para posicionar la guía de altura	40	38,8	43,1
14	Posicionar las guías	15	14,6	16,2
15	Ajustar altura de etiquetadora	14	13,6	15,1
16	Verificar el sistema	30	29,1	32,3
Total (min)		6,5	6,3	7,0

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XLIII. Operaciones de cambio de formato para la etiquetadora de caja

No.	Operaciones	TC (s)	TN (s)	TE (s)
1	Graduar las guías de espacio para colocar la caja en armadora	60	58,2	64,6
2	Usar llave 13 para ajustar la sujeta caja a posición requerida	5	4,9	5,4
3	Graduar la posición de las ventosas a nuevos parámetros de formato	40	38,8	43,1
4	Verificar el sistema	2	1,9	2,2
5	Ajustar altura del sensor	10	9,7	10,8
6	Realizar segunda verificación del sistema	5	4,9	5,4
7	Ajustar altura de selladora de caja	10	9,7	10,8
8	Verificar el sistema	5	4,9	5,4
9	Ajustar regulador de entrada de cajas	7	6,8	7,5
10	Aflojar guías de carrilera para ajustar parámetros	60	58,2	64,6
11	Posicionar las guías de acuerdo a nuevo tamaño de caja	300	291,0	323,0
Total (min)		8,4	8,1	9,0

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.3. Asignación de responsabilidades para la propuesta

La asignación de responsabilidades es fundamental para la implementación del proyecto de reducción de tiempo para el cambio de formato. Se generaron dos grupos que tendrán a su cargo la implementación y seguimiento del proyecto: el personal de ingeniería y los técnicos de producción.

3.3.1. Personal de ingeniería

Las responsabilidades del personal de ingeniería son las siguientes:

- Dirigir la implementación del proyecto, calendarizar las reuniones semanales con todas las partes involucradas.
- Realizar las mediciones de los índices. Dirigir al equipo para lograr el objetivo propuesto.
- Realizar los análisis de los datos recopilados del estudio de tiempos y SMDE.
- Realizar un proyecto de mejoras continuas. Se realizará luego de que el proyecto haya sido implementado.
- Realizar un programa de control, validar los procesos con los nuevos procedimientos y asegurarse que el proyecto se mantenga controlado.

3.3.2. Técnicos de producción

Las responsabilidades de los técnicos de producción son las siguientes:

- Dar el soporte necesario para que el proyecto se implemente.
- Proporcionar información acerca de todas las operaciones que se realizan para el cambio de formato.
- Cumplir con todas las tareas asignadas y darles seguimiento.
- Informar cualquier acontecimiento que afecte la culminación del proyecto.
- Proporcionar sugerencias de mejora continua.

3.4. Propuesta para implementar SMED

La propuesta para la implementación de SMED en la línea de envasado de líquidos se basa en:

- Realizar un detallado estudio de las operaciones y el tiempo de preparación de la línea.

El estudio detallado de tiempos se encuentra establecido en la sección 3.2 llamado - Estudio de tiempos para el proceso de envasado – en esta sección se detalla la tabla de toma de datos, la toma de datos de operación, la normalización y estandarización de tiempos. Los resultados de esta sección muestran que la operación más lenta corresponde al cambio de formato de la taponadora. En la sección 4.3 de este trabajo de graduación se encuentra un análisis detallado del estudio de tiempos y de cómo las operaciones influyen en el tiempo de cambio de formato.

- Identificación de las actividades internas y externas durante la preparación de la línea.

La identificación de actividades externas y externas se utilizará el formato establecido en la tabla XLIV.

Tabla XLIV. Formato de identificación de actividades internas y externas

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS SMED			CÓDIGO: PR-08
Departamento: producción		Análisis de la línea Mewes IV. Determinación de actividades externas e internas			Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018					
Identificación general					
Objetivo			Determinar las actividades internas y externas de la línea Mewes IV.		
Nombre del evaluador			E. Guerrero Gutiérrez		
Área			Envasado de líquidos		
Situación			Actual		
Descripción de actividades					
No. Paso	Descripción de actividad	Actividad externa	Actividad externa	Tiempo de operación (min)	Observación
1	Operación de cambio de formato para llenadora de envase		X	18	N/A
2	Operación de cambio de formato para taponadora		X	37	N/A
3	Verificar piezas	X		2,5	N/A
Control de autorizaciones					
Elaborado por: E. Guerrero			Aprobado por:		
Cargo: practicante			Cargo: jefe de producción		
Fecha: abril, 2018			Fecha: abril, 2018		

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Separar las actividades internas y externas cuidadosamente

La figura 23 muestra como el formato establecido en tabla XLIV apoyará a separar las actividades internas y externas.

Figura 23. Formato de separación de actividades internas y externas

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS SMED			CÓDIGO: PR-08
Departamento: Producción		Análisis de la línea Mewes IV. Determinación de actividades externas e internas			Edición No.: 01
Fecha de emisión: Marzo, 2018					
Identificación general					
Objetivo		Determinar las actividades internas y externas de la línea Mewes IV.			
Nombre del evaluador		E. Guerrero Gutiérrez			
Área		Envasado de líquido			
Situación		Actual			
Descripción de actividades					
No. Paso	Descripción de actividad	Actividad externa	Actividad interna	Tiempo de operación (min)	
1	Operación de cambio de formato para llenadora de envase		X	18	N/A
2	Operación de cambio de formato para taponadora		X	37	N/A
3	Verificar piezas	X		2.5	N/A
Control de autorizaciones					
Elaborado por: E. Guerrero			Aprobado por:		
Cargo: practicante			Cargo: jefe de producción		
Fecha: abril, 2018			Fecha: abril, 2018		

Separación de actividades internas y externas

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Convertir las actividades internas a externas

La conversión de actividades internas a externas es uno de los pasos fundamentales para el análisis de SMED. La tabla XLV presenta el formato que se utilizará para determinar la conversión de las actividades.

Tabla XLV. **Formato para conversión de actividades internas a actividades externas**

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS SMED		CÓDIGO: PR-09
Departamento: producción		Conversión de actividades internas a externas		Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018				
Identificación general				
Objetivo		Convertir las actividades internas a externas		
Nombre del evaluador		E. Guerrero Gutiérrez		
Área		Envasado de líquidos		
Situación		Actual		
Características evaluadas				
No. Paso	Actividad Interna	¿Conversión a externa?		Observación
		SI	NO	
1				
2				
3				
Control de autorizaciones				
Elaborado por: E. Guerrero		Aprobado por:		
Cargo: practicante		Cargo: jefe de producción		
Fecha: abril, 2018		Fecha: abril, 2018		

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Evaluación de las líneas luego de la implementación de SMED.

La evaluación de las líneas se hará por medio de índices de evaluación. La sección 4.6.1 presenta un análisis de los índices evaluación. La tabla XLVI presenta el formato propuesto para la evaluación de las líneas luego de la implementación de SMED.

Tabla XLVI. **Formato para la evaluación de las líneas luego de la implementación de SMED**

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS SMED			CÓDIGO: PR-10
Departamento: producción		Evaluación de línea Mewes IV luego de implementación SMED			Edición No.: 01
Fecha de emisión: marzo, 2018					
Identificación general					
Objetivo			Evaluar líneas de producción.		
Nombre del evaluador			E. Guerrero Gutiérrez		
Área			Envasado de líquidos		
Situación			Valores luego de implementación SMED		
Características evaluadas					
No.	Índice	Valor	Incrementó	Reducción	Observación
1					
2					
3					
4					
Control de autorizaciones					
Elaborado por: E. Guerrero			Aprobado por:		
Cargo: practicante			Cargo: jefe de producción		
Fecha: abril, 2018			Fecha: abril, 2018		

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.4.1. Informar al personal sobre la técnica SMED

La capacitación del personal sobre la técnica SMED constará de estas etapas:

- Información del personal sobre la técnica: se utilizarán medios visuales como lo son diapositivas o folletos, para establecer los puntos importantes en los cuales se basa la técnica. Los temas por tratar serían:
 - ¿En qué consiste la técnica de SMED? Se presentarán casos de estudio en donde SMED fue aplicado con éxito.
 - Se identificarán las etapas del proceso en donde se pretende aplicar la técnica. Se les informará que la línea de envasado de líquidos denominada Mewes IV servirá de línea modelo.

- Información del personal sobre el significado y la aplicación de un estudio de tiempos: medios visuales como lo son diapositivas o folletos, también serán utilizados. Los temas por tratar serían:
 - ¿Qué es un estudio de tiempos? Adicionalmente, se les estará explicando la importancia de un estudio de tiempos y la manera de evaluación.
 - ¿Cuál es la diferencia entre tiempo cronometrado y tiempo estándar?
 - ¿Qué es una operación? Se les expondrá acerca de la importancia de la estandarización de operaciones.

3.4.2. Toma de datos para determinación de actividades internas

Las actividades internas son aquellas que se realizan cuando la máquina se encuentra detenida. Estas actividades son las que SMED busca convertir a actividades externas. Si una actividad no puede ser convertida, entonces esta debe ser combinada, simplificada o reemplaza, si es posible. La tabla XLVII muestra las actividades de cambio de formato que actualmente se realizan con la máquina apagada.

Tabla XLVII. **Actividades internas del cambio de formato**

No.	Actividades internas
1	Operaciones de cambio de formato para llenado de envase
2	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envase
3	Operaciones de cambio de formato para sellado de inducción
4	Operaciones de cambio de formato para etiquetado de envase
5	Operaciones de cambio de formato para armado de caja
6	Limpieza de llenadora
7	Cálculo de rango de pesos
8	Buscar la densidad de formulación en documentación de aseguramiento de calidad
9	Cierre de órdenes de proceso
10	Preparación de empaque

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.4.3. Toma de datos para determinación de actividades externas

Las actividades externas son aquellas que se realizan aun cuando la máquina se encuentra encendida. La tabla XLVIII muestra las actividades externas del proceso actual.

Tabla XLVIII. **Actividades externas del cambio de formato**

No.	Actividades externas
1	Verificar piezas para cambio de formato
2	Verificar herramientas para cambio de formato

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.4.4. Análisis de información obtenida

Se obtuvieron solamente dos actividades externas versus diez actividades internas. En el capítulo 4 se encuentra un análisis detallado con estos datos y como afectan el proceso de cambio de formato en la línea de envasado.

3.5. Evaluación de la línea de envasado

Al igual que SMED, la metodología 5S proporciona las herramientas necesarias para aumentar la productividad de las líneas de producción y crea un ambiente de trabajo más efectivo.

3.5.1. Metodología 5S

La línea de envasado denominada Mewes IV fue evaluada utilizando la metodología 5S. Los resultados obtenidos están en los incisos 3.5.1.1 al 3.5.1.5.

3.5.1.1. Clasificación en la línea de envasado

En esta evaluación se seleccionaron los objetos innecesarios para las operaciones que se realizan en el proceso de envasado de producto. La figura 24 muestra un ejemplo de objetos innecesarios en el área de la llenadora. En este caso, una fila de tarimas de madera se encontraba a la par de la llenadora.

En figura 25 se muestran los objetos innecesarios en el área de taponado y etiquetado de envase. Existían remanentes de cajas y bolsas conteniendo envases que no son requeridos en el área. Sobre la mesa giratoria se encontraban materiales de la producción anterior. Estos materiales deben de ser entregados inmediatamente a bodega luego de cerrar la producción. Se utilizará la tabla XLIX junto con el diagrama mostrado en figura 2 para evaluar las líneas de producción.

Figura 24. **Clasificación en la línea de envasados – área de llenado**



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Tabla XLIX. Formato para evaluar la línea Mewes IV con metodología 5S – clasificación

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		ANÁLISIS 5S				CÓDIGO: PR-11		
Departamento: producción		Evaluación de línea Mewes IV. Clasificación				Edición No.: 01		
Fecha de emisión: marzo, 2018								
Identificación general								
Objetivo				Evaluar líneas de producción por medio de 5S - clasificación				
Nombre del evaluador				E. Guerrero Gutiérrez				
Área				Envasado de líquidos				
Situación				Actual				
Características evaluadas								
No.	Elemento evaluado	¿Es necesario?		¿Se encuentra en buen estado?		¿Útiles para otra área?		Observaciones
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1								
2								
3								
4								
Control de autorizaciones								
Elaborado por: E. Guerrero				Aprobado por:				
Cargo: practicante				Cargo: jefe de producción				
Fecha: abril, 2018				Fecha: abril, 2018				

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 25. Clasificación en la línea de envasados – área de taponado y etiquetado de envase



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.5.1.2. Orden en la línea de envasado

El objetivo de orden en 5S, consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario. Se debe disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Todas las personas deben encontrar inmediatamente lo que requieran para su trabajo, y cuando lo hayan utilizado, deben devolverlo a un lugar previamente identificado.

La figura 26 muestra objetos requeridos en el área, pero no se encuentran ordenados o en el lugar asignado. En el caso de la caja de herramienta, los objetos dentro de ella son de difícil acceso, no cumple con el objetivo de “orden” en 5S; en el caso de la figura 26 (B) objetos como tijeras y selladora manual de cajas no se encuentran dentro de un área asignada. El procedimiento para evaluar las líneas se encuentra en la figura 3.

Figura 26. Orden en el área de envasado - caja de herramientas (A) y en área de taponadora (B)



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.5.1.3. Higiene en la línea de envasado

Los beneficios de mantener la higiene en la línea de envasado son el aumento de la motivación de los colaboradores y el incremento de la vida útil de las herramientas y los equipos. Uno de los problemas de limpieza que tienen dentro de la línea se debe a la generación de polvo proveniente del secador de piedra pómez. No existen filtros que contengan el polvo y se trasladan al área de envasado.

Actualmente el responsable de dirigir la limpieza en el área es el encargado de línea. Él designa al personal que debe realizar la limpieza durante la jornada de trabajo. Los aspectos que se verifican son:

- La superficie de todos los equipos se debe encontrar libre de polvo.
- Eliminar del área las cajas de etiquetas que se utilizaron.

- Trasladar la basura al área designada para desperdicios por incinerar.

El proceso para aplicar esta etapa de la metodología 5S se encuentra establecido en la en la figura 4.

Figura 27. Higiene en el área de envasados líquidos



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

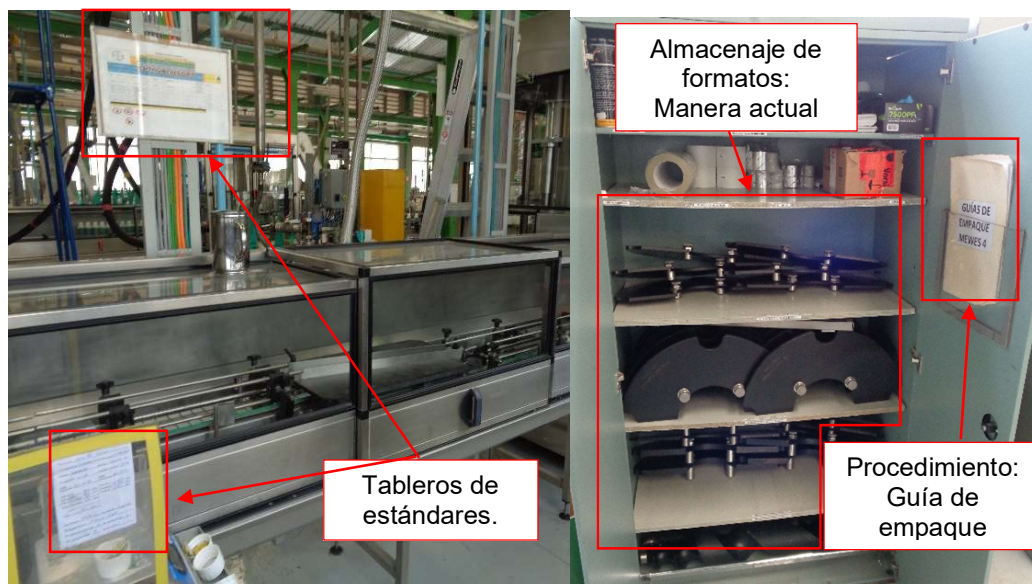
3.5.1.4. Estandarización de procesos

El objetivo de este paso es establecer y mantener en todo momento el alto estándar de orden y limpieza que se ha fijado para la línea de trabajo. Se debe de utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas. Actualmente, en la línea de envasado se utilizan tableros de estándares, instrucciones y procedimientos como parte de la estandarización del proceso de envasado. La figura 28, muestra ejemplo del proceso de estandarización para la línea de llenado Mewes IV. El procedimiento para llevar a cabo la estandarización se encuentra especificado en el diagrama

de decisión en la figura 5. El personal de la línea podrá mantener la estandarización del proceso por medio de:

- Un formato que permita establecer los puntos que deben realizar antes de empezar a producir, como: limpiar el área, deshacerse de cualquier elemento que no corresponda a la línea de producción.
- El operario deberá llenar los tableros y verificar los procedimientos requeridos antes de empezar su producción. Esto se realizará por medio de un nuevo procedimiento que le indique cuándo verificarlo y llenarlo.

Figura 28. **Estandarización para la línea de llenado Mewes IV - situación actual**



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

3.5.1.5. Disciplina en el área de trabajo

Para mantener la disciplina en el área de trabajo se debe de establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza. Es la más difícil de implementar y de conseguir ya que requiere disciplina por parte del personal para habituarse a los nuevos procedimientos.

Actualmente, el encargado de línea es el responsable de mantener la disciplina, con relación a la organización, limpieza y el orden, pero se deben crear nuevos procedimientos para que la disciplina en el área sea auto sostenible.

El procedimiento para cumplir la disciplina en la línea Mewes IV se encuentra especificado en el diagrama de decisión en la figura 5. Para llevar a cabo este punto de 5S se realizará lo siguiente:

- Capacitar al personal de la línea de producción. Esto con el fin de explicar las nuevas actividades de limpieza, orden y clasificación que deben realizar.
- Colocar fotografías que identificarán los estándares por cumplir. En estas, se podrán observar cómo debe operar la línea de producción.
- Evaluar mensualmente la línea, por medio de auditorías de orden y limpieza.
- Presentar los resultados a los operadores y realizar un análisis de las auditorías para identificar necesidades de capacitación con la nueva metodología.

3.6. Equipo requerido para la propuesta

Entre los equipos requeridos para la propuesta, se encuentra un dispositivo de seguridad que se ubicará en la parte final de la banda transportadora. En el siguiente inciso se detalla este equipo.

3.6.1. Equipo de seguridad para banda transportadora

Actualmente, al final de la banda transportadora se encuentra ubicada una balanza que determina el peso final del producto con la caja. Este peso es utilizado como una variable crítica de control de calidad, debido a que determina la cantidad de producto final en la caja. En algunas ocasiones la caja no queda centralizada y el cómputo del peso no es el correcto. Esto generalmente ocurre en presentaciones de 100 mL.

Otro problema radica en la velocidad con la que viene la caja en la banda transportadora. En ocasiones, la caja viene con una velocidad que hace que se caiga de la banda transportadora. El equipo de seguridad requerido para la banda transportadora es un sistema que protege y proporciona un tope a los productos que se transportan a través de la banda. En la figura 29 se muestra un ejemplo del equipo de seguridad requerido al final de la línea de envasado. Con este equipo se obtendrá lo siguiente:

- Asegurará que las cajas se encuentren ubicadas en el lugar correcto para obtener su peso.
- Asegurará un buen control de calidad por medio de la cuantificación correcta del peso.

- Evitará que la caja se pueda caer de la banda transportadora y evitar daños al producto terminado.
- Evitará posibles reprocesos por producto dañado.

Figura 29. **Equipo de seguridad para banda transportadora**



Fuente: Conveyor Guard [en línea] <http://conveyorguard.com/conveyor-guard-end-cap-product-stop/>. [consulta: 5 de mayo 2018].

3.7. Materiales y herramientas requeridas

Entre los materiales y herramientas que requieren para la propuesta son: postes separadores de zonas, delimitadores de espacio y organizadores de herramientas.

3.7.1. Postes separadores de zonas

Los postes separadores de zonas servirán para delimitar la zona de paso de montacargas y la línea de envasado. Se utilizarán de diferentes colores, por ejemplo, postes con franjas amarillas/negras delimitarán áreas que pueden exponer a los empleados a peligros físicos o para la salud, postes con franjas

rojas/blancas delimitarán áreas que deben estar despejadas por motivos de seguridad/normativa (áreas frente a paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad).

La figura 30 exhibe los postes separadores de zonas propuestos para este proyecto.

Figura 30. **Postes separadores de zonas**



Fuente: Doublet. Creador de entusiasmo [en línea] <http://www.doublet.es/postes-guiado-peatonal/postes-metal-y-accesorios/postes-metal-con-base-y-ranura.html>. [consulta: 5 de mayo 2018].

3.7.2. Delimitadores de espacios

La delimitación de espacios por medio de un código de colores permite crear y mantener un área más ordenada y limpia. La tabla L presenta la descripción de los códigos de colores y el área de uso.

Tabla L. Guía de marcaje de áreas por colores

Color	Símbolo	Área
Amarillo		Pasillos, carriles de tráfico y celdas de trabajo
Blanco		Equipo y aparatos que no tienen código de color (estaciones de trabajo, carros, soportes de piso, estantes)
Azul		Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajo en progreso y producto terminado
Verde		
Negro		
Anaranjado		Materiales o producto detenido para inspección
Rojo		Áreas de defectos, desechos, re-trabajo y de tarjetas rojas
Fotoluminiscente		Delimitación de escalones y perímetro para identificar rutas de salida en emergencias sin iluminación
Franjas rojas/blancas		Áreas que deben estar despejadas por motivos de seguridad/normativa (áreas frente a paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad)
Franjas negras/blancas		Áreas que deben estar despejadas por motivos de operaciones (no relacionado con normas de seguridad o normativa)
Franjas amarillas/negras		Áreas que pueden exponer a los empleados a peligros físicos o para la salud

Fuente: Brady [en línea] <http://www.bradylatinamerica.com/es-mx/products/cintas-y-etiquetas/gu%C3%ADa-de-colores-para-marcaje-de-piso>. [Fecha de consulta: 5 de mayo 2018]

El material requerido para delimitar los espacios son cintas para marcaje de pisos hechas de poliéster.

3.7.3. Organizadores de herramientas

La figura 31 muestra un ejemplo de un organizador de herramienta sugerido para cambiar la caja de herramientas actual. El organizador posee un área específica para cada herramienta. Esto facilitará la ubicación de la herramienta y proveerá ayuda visual para colocarla en su posición original luego de ser utilizada.

Figura 31. **Organizador de herramienta**



Fuente: Yato [en línea] Disponible en: <http://yato.com/products/5/YT-55290> [consulta: 5 de mayo 2018].

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Análisis FODA para implementación de SMED

“El análisis FODA es usado para referirse a una herramienta analítica de múltiple aplicación que puede ser usada por todos los departamentos de la organización. Permite trabajar con toda la información que se posea sobre la organización en sus diferentes aspectos, es útil para examinar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas”.³⁹

Con base a la información recopilada se realiza a continuación un análisis FODA, con el objetivo de describir las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la implementación de la propuesta.

4.1.1. Fortalezas de la implementación

- La línea de envasados cuenta con el personal que se requiere para realizar los cambios necesarios para que el proyecto avance según lo esperado.
- Existe el compromiso de todos los empleados, así como de los jefes de formulación y envasado para cumplir con las metas establecidas en el proyecto.

³⁹ ZÚÑIGA GARRIDO, Glenda. *Propuesta para la reestructuración administrativa, organizacional y equipamiento del laboratorio de análisis de materias primas, materiales y producto terminado, de una empresa manufacturera de aceites y grasas comestibles*. p.9.

- Hay asignado capital para invertir en equipo o herramienta requerida por el proyecto.
- Existe interés en la reducción de tiempos de preparación de la línea para el cambio de formato con el fin de aumentar la productividad.
- La empresa tiene presupuestada la contratación de personal que se encargue de la implementación del proyecto.

4.1.2. Oportunidades de la línea de envasado

- La empresa tiene la capacidad instalada en las líneas de envasado para adaptarse a los requerimientos establecidos por el mercado. Posee una producción flexible.
- Crecimiento sustancial en el consumo de herbicidas a nivel nacional y en la región centroamericana.
- Existe una relación estrecha entre agricultores, comerciantes y la empresa de agroquímicos que permite establecer mejoras continuas a los productos.
- Las líneas de envasado cuentan con lo último en tecnología, a nivel centroamericano, para envasar agroquímicos en diferentes presentaciones.

4.1.3. Debilidades de la línea de envasado

- La línea de envasado no cuenta con una estructura organizacional que impida evasiones de responsabilidades.
- Las operaciones de envasado no están estandarizadas.
- Cambios en material de empaque no son validados.
- No existe un plan de mantenimiento preventivo, ni un plan de calibración de los equipos que permita obtener data confiable.
- No hay trazabilidad del producto dentro de la línea de producción.
- Paros en la línea son provocados por problemas que no competen al proceso de producción.

4.1.4. Amenazas para la línea de envasado

- Reclamos por parte de los clientes por defectos en el producto envasado
- Competencia de productos nacionales y extranjeros

La tabla LI muestra una integración para el análisis interno y externo realizado para la empresa de agroquímicos.

Tabla LI. **Matrix integrada análisis FODA**

<p>Análisis Interno</p>	<p>Fortalezas (F)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La línea de envasados cuenta con el personal que se requieren para realizar los cambios necesarios para que el proyecto avance según lo esperado. 2. Existe el compromiso de todos los empleados, así como de los jefes de formulación y envasado para cumplir con las metas establecidas en el proyecto. 3. Hay asignado capital para invertir en equipo o herramienta requerida por el proyecto. 4. Existe interés en la reducción de tiempos de preparación de la línea para el cambio de formato con el fin de aumentar la productividad. 5. La empresa tiene presupuestada la contratación de personal que se encargue de la implementación del proyecto. 	<p>Debilidades (D)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La línea de envasado no cuenta con una estructura organizacional que impida evasiones de responsabilidades. 2. Las operaciones de envasado no están estandarizadas. 3. Cambios en material de empaque no son validados. 4. No existe un plan de mantenimiento preventivo, ni un plan de calibración de los equipos que permita obtener data confiable. 5. No hay trazabilidad del producto dentro de la línea de producción. 6. Paros en la línea son provocados por problemas que no competen al proceso de producción.
<p>Análisis externo</p>	<p>Oportunidades (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La empresa tiene la capacidad instalada en las líneas de envasado para adaptarse a los requerimientos establecidos por el mercado. 2. Crecimiento sustancial en el consumo de herbicidas a nivel nacional y en la región centroamericana. 3. Existe una relación estrecha entre agricultores, comerciantes y la empresa de agroquímicos. 4. Las líneas de envasado cuentan con lo último en tecnología, a nivel centroamericano, para envasar agroquímicos en diferentes presentaciones. 	<p>Amenazas (A)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reclamos por parte de los clientes por defectos en el producto envasado. 2. Competencia de productos nacionales y extranjeros.

Fuente: datos obtenidos empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Se reconocieron las circunstancias que facilitan el desarrollo de la planta, así como los factores que limitan el alcance de sus metas. Mediante el uso de la tabla LI se plantean las estrategias que llevará a la mejora y reducción de hallazgos encontrados.

- Estrategias FO
 - Atraer nuevos mercados por medio de la capacidad tecnológica, productiva y recurso humano que posee la empresa.
 - Utilizar los equipos de última tecnología y el compromiso de todos los empleados para ejecutar los proyectos de mejora continua para aumentar la productividad de la planta.

- Estrategias DO
 - Estandarizar las operaciones para poder atraer la inversión de nuevo capital para satisfacer el crecimiento de consumo de herbicidas de la región.
 - Utilizar al máximo la capacidad instalada en las líneas de producción; se tendrá inventario para satisfacer la demanda, cuando exista un paro inducido por problemas con material de empaque y paros imprevistos.

- Estrategia FA
 - Incrementar la inversión para abarcar el mercado que posee la competencia.
 - Realizar los proyectos de mejora continua que reduzcan los costos y mantengan la calidad de los productos para mantener y acaparar más mercado.

- Implementar los proyectos de mejora continua para reducir los reclamos por parte de los clientes.
- Estrategia DA
 - Estandarizar las operaciones para evitar reclamos por parte de los clientes.
 - Realizar un plan de mantenimiento y calibración de los equipos para asegurar la calidad en los productos fabricados.
 - Reducir los paros en las líneas de producción.
 - Validar todos los materiales de empaque para evitar reclamos de los clientes.

4.2. Diagramas por implementar

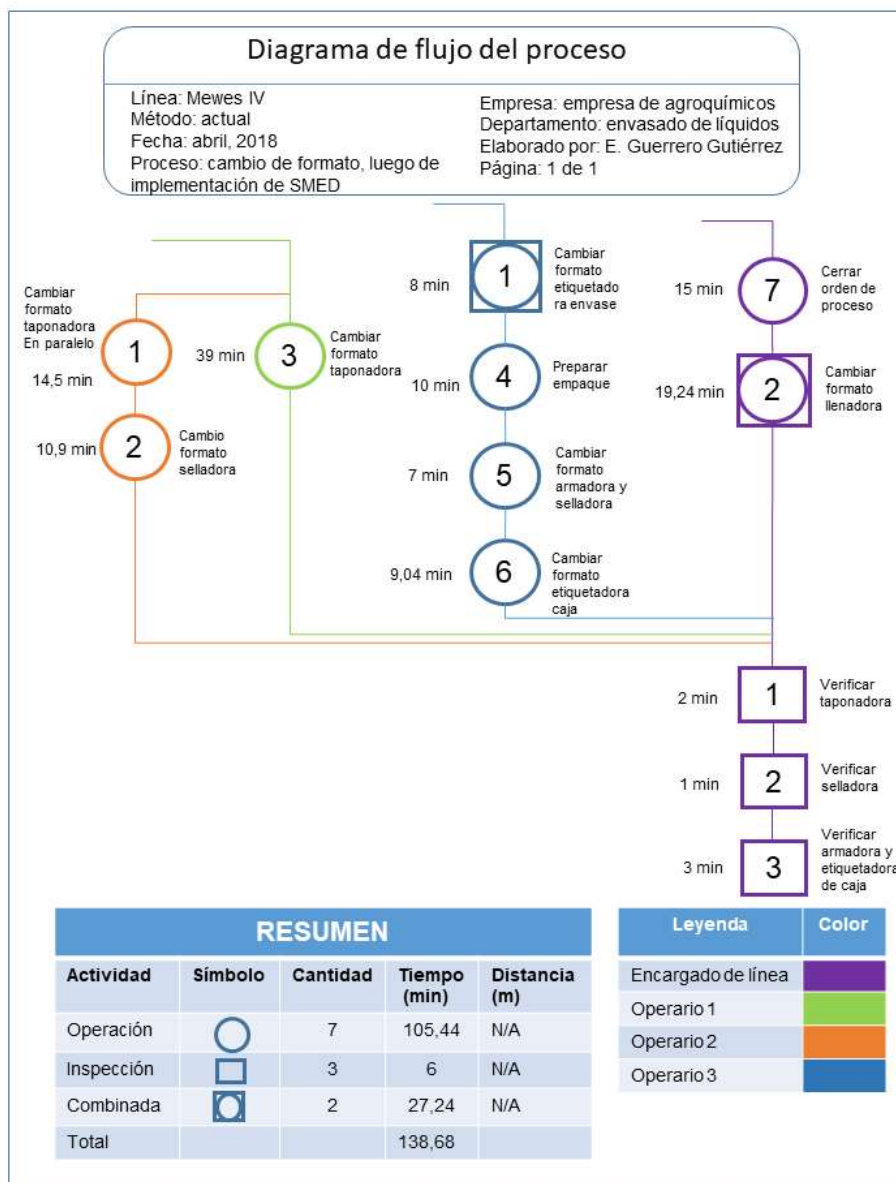
Se presentan a continuación tres diferentes tipos de diagramas luego de la evaluación e implementación de la línea luego de la implementación de SMED: de flujo, de operación y de recorrido.

4.2.1. Diagrama de flujo

Luego de la implementación de SMED, se le asignó a operario 3 la operación combinada de cambio de formato para etiquetadora de envase. Esta operación la tenía asignada el jefe de línea. Adicionalmente, los tiempos para cerrar una orden de proceso y la preparación de empaque se redujeron. Operario

1 y 2 no tuvieron cambios en las operaciones asignadas. La figura 32 muestra el diagrama de flujo luego de la implementación de SMED.

Figura 32. **Diagrama de flujo para el proceso de cambio de formato por implementar**

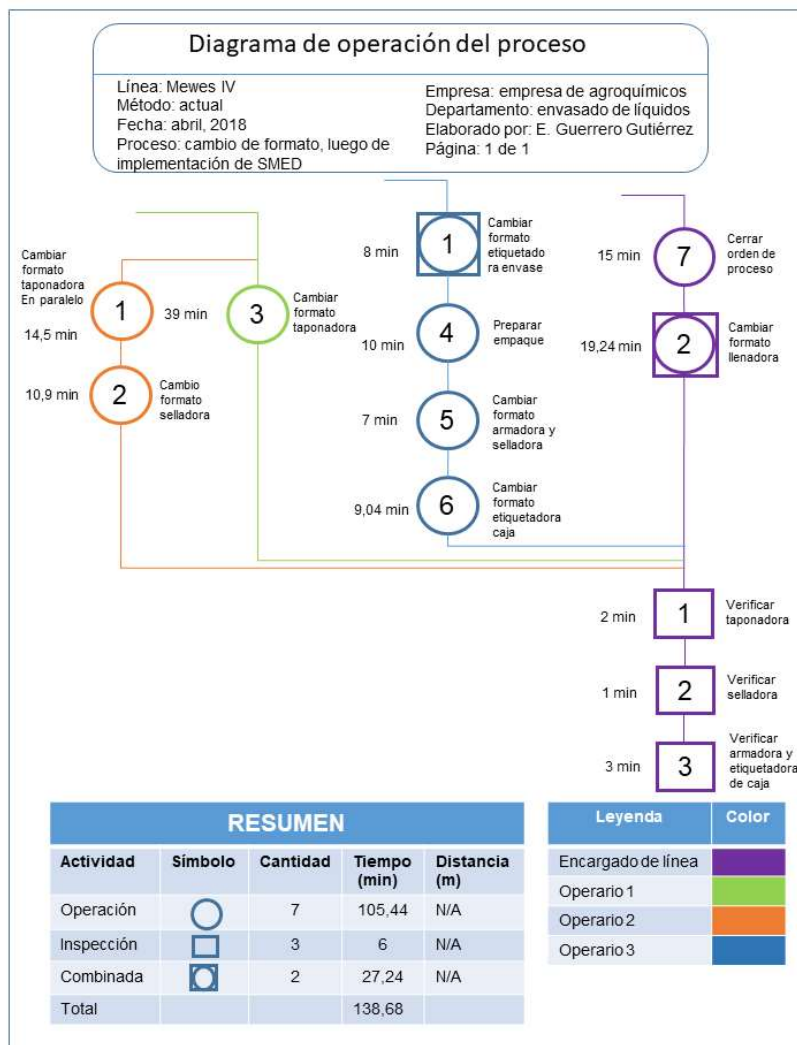


Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.2.2. Diagrama de operación

En este caso el diagrama de flujo y de operación es el mismo debido a que no se identificaron transportes ni demoras dentro del proceso de cambio de formato. La figura 33 presenta el diagrama de operación luego de SMED.

Figura 33. **Diagrama de operación para el cambio de formato por implementar**

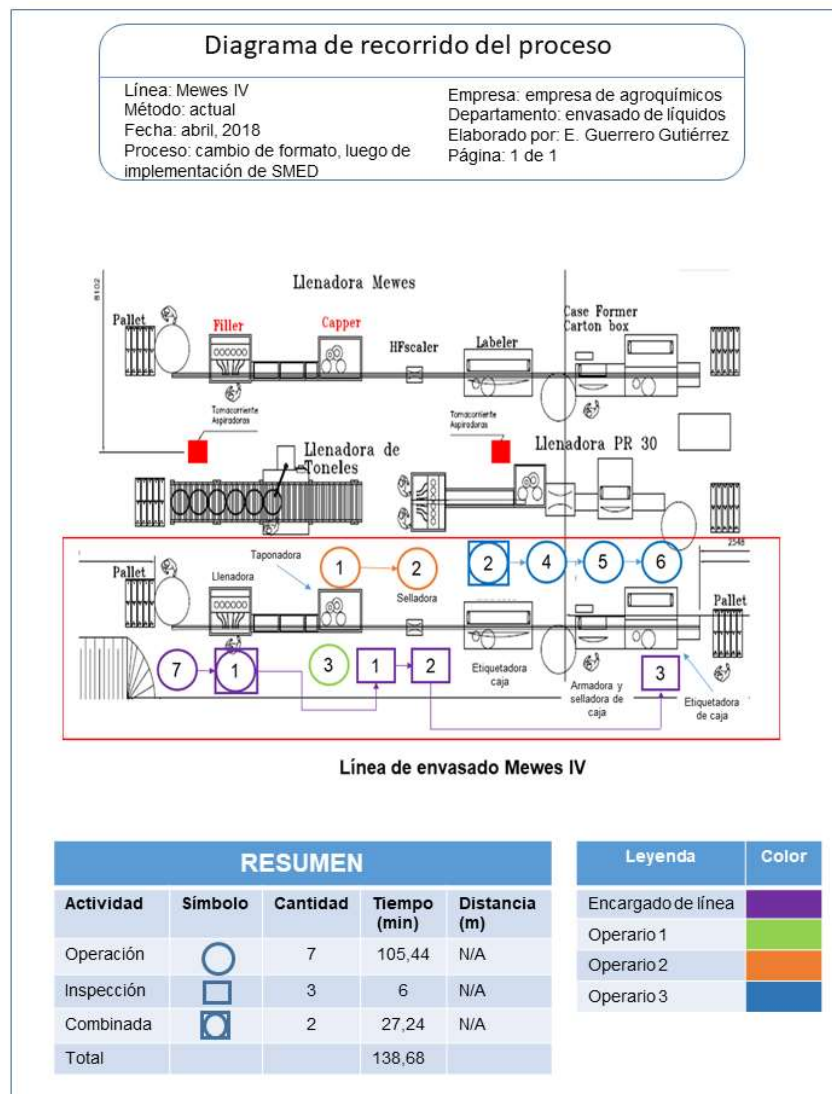


Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.2.3. Diagrama de recorrido

El diagrama de circulación del proceso se encuentra en la figura 34 luego de la implementación de SMED:

Figura 34. **Diagrama de recorrido para el proceso de cambio de formato por implementar**



Fuente: datos obtenidos para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.3. Análisis del estudio de tiempos

Utilizando los datos de tiempo estándar de la sección 3.2.3 de este trabajo de graduación se procedió a determinar la operación más lenta para cada uno de los equipos, tiempos muertos y la evaluación del tiempo de preparación de la línea de envasado.

4.3.1. Determinación de operación más lenta

La tabla LII muestra las operaciones que consumen mayor tiempo para su realización en cada una de los equipos de la línea Mewes IV.

Tabla LII. Operación más lenta en la línea Mewes IV

Equipo	Operación más lenta	TE (min)
Llenadora de envases	Verificación del sistema	3,2
Taponadora de envases	Verificación del sistema	6,5
Selladora de inducción	Ajustar barandillas de entrada a selladora.	6,0
Etiquetadora de envases	Verificar y ajustar el proceso de etiquetado	5,4
Armadora y selladora de caja	Ajustar altura de selladora de caja	1,1
Etiquetadora de caja	Verificar y ajustar el proceso de etiquetado	5,3

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Estos resultados muestran que en la mayoría de operaciones, la verificación del sistema es una operación crítica que consume la mayoría de tiempo en el cambio de formato en cada uno de los equipos. La verificación del sistema es fundamental porque evita el reproceso en la línea de envasado. Por ejemplo, en la llenadora de envases, el verificar el sistema permite diferenciar si existe algún problema en la dosificación del producto por medio de variaciones en el peso. En

las etiquetadoras, la verificación permite que la etiqueta no contenga desperfectos (burbujas de aire) entre el envase y la etiqueta. Y en la taponadora, la verificación permite un sellado sin fugas.

4.3.2. Evaluación del tiempo de preparación de la línea de envasado

Para la evaluación del tiempo de preparación de la línea de envasado se tomaron en cuenta todas las operaciones y verificaciones que se realizan durante todo el proceso del cambio de formato. En la figura 35 se muestran todas las operaciones con el tiempo que dura cada una de ellas; en este caso cada operación se identificó por operario. La tabla LIII muestra la leyenda que indica qué operación realiza cada operario.

Tabla LIII. **Leyenda utilizada en figura 35**

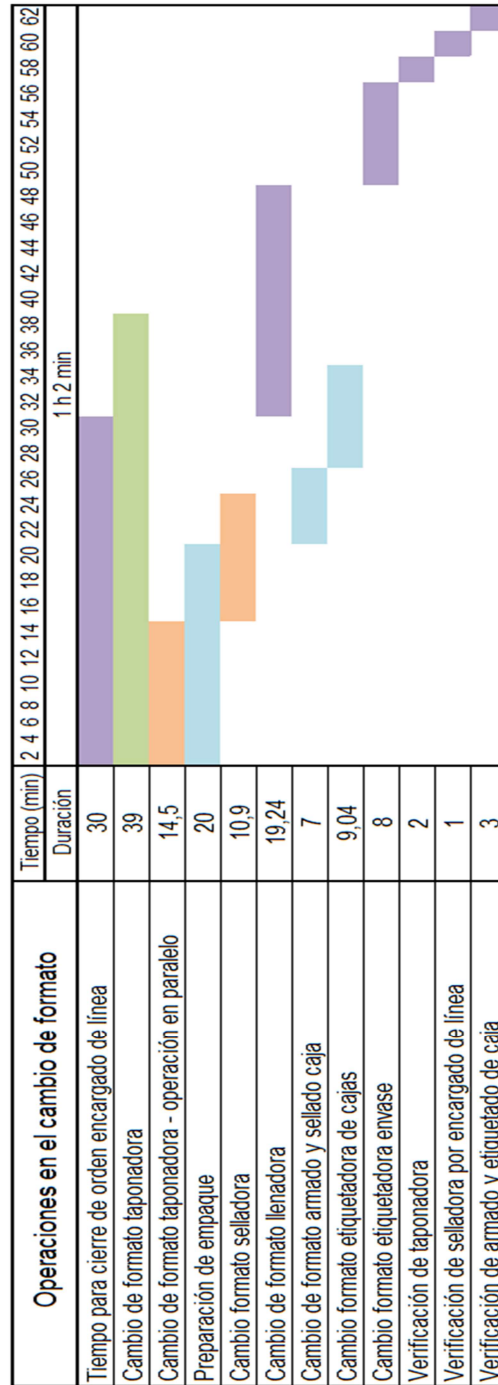
Personal	Leyenda
Encargado de línea	
Operario 1	
Operario 2	
Operario 3	

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

La figura 35 muestra que el tiempo requerido para realizar un cambio de formato es de 1 hora con 2 minutos, siendo la operación más lenta el cambio de formato para la taponadora con un total de 39 minutos; esta operación es realizada por el operario 1. La segunda operación más lenta corresponde al tiempo requerido para realizar el cierre de orden de proceso; esta operación la realiza el encargado de línea.

Se observa que el operario 2 tiene asignado el cambio de formato de la taponadora – operación en paralelo y el cambio de formato para la selladora.

Figura 35. Tiempo de preparación de la línea de envasado Mewes IV para realizar un cambio de formato



Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Luego de realizar estas dos operaciones el operario no tiene asignado alguna actividad referente al cambio de formato. Este mismo comportamiento es identificado para el operario 3, en este caso tiene tres operaciones asignadas: la preparación de empaque, el cambio de formato del armado y sellado de caja y el cambio de la etiquetadora de caja.

El tiempo que se toma la preparación de la línea de envasado para realizar un cambio de formato, tiene como factor limitante las operaciones asignadas al encargado de línea. Tiene asignada cinco operaciones del cambio de formato; una de ellas representa el 48 % del tiempo requerido para finalizar un cambio de formato (operación de cierre de orden de proceso). Adicionalmente, tiene que realizar el cambio de formato para la llenadora (19,24 min), el cambio de formato para la etiquetadora de envases y tres verificaciones: la taponadora, la selladora de caja y el armado y etiquetado de caja.

Hasta que el encargado de línea termine de realizar todas las verificaciones se puede empezar a producir. En la sección 4.3.3 denominada determinación de tiempos muertos se muestra los tiempos muertos respecto de cada uno de los operarios durante el cambio de formato.

4.3.3. Determinación de tiempos muertos

La determinación de los tiempos muertos para los operarios durante el cambio de formato fue obtenida a partir de la figura 35. En la figura se puede observar que el encargado de línea se encuentra realizando cinco operaciones durante los 62 minutos que dura el cambio de formato. La tabla LIV muestra el cálculo de tiempo muerto para el personal de la línea Mewes IV. El operario 3, luego de realizar el cambio de formato de la taponadora posee 26 minutos sin ninguna operación asignada hasta que se empiece a producir. El operario que

tiene más tiempo muerto es el 2, con 37 minutos. El operario 1 posee 23 minutos asignados como tiempo muerto durante el cambio de formato.

Tabla LIV. Tiempo muerto (TM) para el personal de Mewes IV durante el cambio de formato

Personal	TM (min)
Encargado de línea	0
Operario 1	23
Operario 2	37
Operario 3	26

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Otra observación importante, fue identificar el impacto del proceso de limpieza sobre el proceso de cambio de formato. Este proceso se realiza antes del proceso de cambio de formato. Durante el proceso de limpieza, todo el personal de la línea de envasado está asignado a alguna actividad relacionada al proceso de limpieza, imposibilitándolos a realizar alguna actividad del cambio de formato.

La tabla LV muestra los tiempos requeridos para realizar la limpieza en la línea de envasado para una formulación SC sin colorante. Uno de los factores observados, que atrasa la limpieza, es el tiempo requerido para limpiar la tubería que proviene de formulación hacia la línea de envasado. En esta operación, todo el tanque de formulación es limpiado, y el agua de limpieza es transportada a través de la tubería que comunica el tanque de formulación con la máquina de envasado. Se debe esperar hasta que el tanque de formulación se encuentre limpio para empezar el proceso de limpieza de la máquina de llenado.

Tabla LV. Tiempo muerto debido al proceso de limpieza. Impacto del cambio de formato

Operación de limpieza	Tiempo (min)
Limpieza de tubería	90
Limpieza de llenadora	50

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Este tiempo varía dependiendo del tipo de formulación. Si la formulación posee colorante el tiempo aumenta. Los tiempos de limpieza de los equipos para formulaciones con colorante no fueron obtenidos. Adicionalmente, la actividad interna denominada 'cálculo de rango de pesos' se ve impactada debido la falta de actualización de los documentos de aseguramiento de calidad. La tabla LVI muestra el tiempo muerto por falta de actualización.

Tabla LVI. Tiempo muerto por falta de actualización de documentación de aseguramiento de calidad

Caso	Tiempo (min)
Falta actualización de la densidad de formulación en documentación de aseguramiento de calidad	20

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.4. Implementación de SMED

La implementación de la técnica SMED conlleva dos pasos: la separación y conversión de actividades internas a externas.

4.4.1. Separación de actividades internas y externas

Uno de los pasos que se debe seguir para implementar la técnica de SMED es la separación de actividades. La tabla LVII presenta la separación entre las

actividades externas e internas para la línea de envasado denominada Mewes IV.

Tabla LVII. **Separación de actividades internas y externas determinadas para línea Mewes IV**

Actividades externas	Actividades internas
Verificar piezas para cambio de formato	Operaciones de cambio de formato para llenado de envase
Verificar herramientas para cambio de formato	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envase
	Operaciones de cambio de formato para el sellado de inducción
	Operaciones de cambio de formato para etiquetado de envase
	Operaciones de cambio de formato para armado de caja
	Proceso de limpieza de llenadoras
	Cálculo de rango de pesos
	Buscar la densidad de formulación en documentación de aseguramiento de calidad
	Cierre de órdenes de proceso
	Preparación de empaque

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.4.2. Conversión de actividades internas a actividades externas

El éxito de la técnica SMED consiste en la conversión de actividades internas a externas. Se lograron identificar actividades internas que pueden ser convertidas a externas, estas son: realizar el cálculo de rangos de pesos y buscar la densidad de formulación en documentación de aseguramiento de calidad, la

preparación de empaque y realizar un cierre parcial de la orden de proceso. La tabla LVIII presenta las actividades internas convertidas a actividades externas.

Tabla LVIII. Conversión de actividades internas a externas

Actividades externas	Actividades internas
Verificar piezas para cambio de formato	Operaciones de cambio de formato para llenado de envase
Verificar herramientas para cambio de formato	Operaciones de cambio de formato para taponadora de envase
Cálculo de rango de pesos.	Operaciones de cambio de formato para sellado de inducción
Buscar la densidad de formulación en documentación de aseguramiento de calidad	Operaciones de cambio de formato para etiquetado de envase
Preparación empaque	Operaciones de cambio de formato para armado de caja
Cierre parcial de la orden de proceso	Proceso de limpieza de llenadoras
	Cierre de total de órdenes de proceso

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.5. Implementación en la línea de envasado los cambios con la metodología de 5S

Como se mencionó en la sección 3.5, SMED se complementó con la metodología 5S para crear un ambiente de trabajo más efectivo.

4.5.1. Clasificación en las áreas de trabajo

En esta etapa del estudio se seleccionaron los objetos innecesarios para las operaciones de envasado y se procedió a descartarlos. Se eliminaron las tarimas, cajas, bolsas de basura, formatos no requeridos en el área de trabajo.

4.5.1.1. Separación de equipo, materiales y herramientas

La figura 36 muestra un clasificador de formatos que se requiere para esta etapa de la metodología 5S.

Figura 36. **Clasificador de formatos utilizados en el área de envasado**



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Tailandia.

4.5.1.2. Identificación de equipo, materiales y herramientas del área

La identificación de equipos, materiales y herramientas, ayudará al operario a distinguir rápidamente el formato requerido cuando haya un cambio de presentación. La figura 37 muestra como el formato posee la identificación requerida. Todas las piezas deben ser identificadas; además el área de almacenaje debe de identificarse y la posición en la cual se alojará el formato u otra herramienta del área.

Figura 37. Identificación de formatos para taponadora



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.5.2. Orden en la línea de envasado

Utilizando como referencia la tabla L – Guía de marcaje de áreas por colores - se pretende realizar la identificación visual del área de trabajo. Los contenedores, el área de las tarimas y el área permitida de paso serán delimitados.

4.5.2.1. Identificación visual en el área de trabajo

La figura 38 presenta algunos ejemplos para la identificación visual para mantener el orden en el área de trabajo. La identificación que posee la figura 38 (A) se utiliza para mantener el área libre. Un ejemplo, son alcantarillas o pasillos

de circulación peatonal. La figura 38 (B) identifica el área que debe mantenerse libre de operaciones. Se identifica con una franja color blanco y negro. En este caso se delimitaron las áreas correspondientes a la colocación de tarimas para transportar el producto final. Las operaciones de área de peligro están especificadas en figura 38 (C). Las áreas delimitadas son: donde se encuentran ubicados los equipos de envasado, el área de almacenaje de producto químico, producto en espera de envasarse y paso de montacarga.

Adicionalmente, se utilizarán rótulos en los cuales se establezca alguna actividad relacionada con la metodología 5S. El proceso para determinar el orden en el área evaluada se estableció por medio del diagrama contenido en la figura 3.

Figura 38. **Identificación visual en el área de trabajo**



Fuente: El Surtidor de Empaques S.A. de C.V [en línea] http://el-surtidor.blogspot.com/2016/06/cinta-para-piso-de-pvc-para-marcaje-de_40.html. [consulta: 5 de mayo 2018]

4.5.2.2. Eliminar elementos que se no se empleen

Todos los elementos no requeridos se eliminaron: las cajas, las tarimas y el material de empaque de una orden anterior. Este es un paso que se desea incluir como parte del proceso. En el inciso 4.5.4 de este trabajo de graduación, se

muestra un formato que establece eliminar cualquier elemento que no sea requerido en el área de trabajo durante una orden de proceso.

4.5.2.3. Colocar las herramientas, maquinarias y equipo en un sitio establecido

La figura 39 muestra un ejemplo de cómo las herramientas deben de ser almacenadas en el lugar asignado. Como se observa en la figura, cada herramienta cuenta con un lugar asignado, el cual no puede ser violentado. Esto facilitará al operario su ubicación tanto para su uso, como para su devolución.

Figura 39. Herramientas asignadas a un lugar establecido



Fuente: Yato [en línea] <http://yato.com/products/5/YT-55290>. [consulta: 5 de mayo 2018]

4.5.3. Higiene en la línea de envasado

Para esta etapa de la metodología 5S se identificaron las fuentes de contaminación y se estableció la higiene en el área como parte del proceso.

4.5.3.1. Eliminación de fuentes de contaminación

En la línea de envasado se identificaron las fuentes de contaminación. La mayor procede de la generación de polvo proveniente del secador de piedra pómez. En este caso se debe realizar un proyecto en el área de piedra pómez para plantear una solución permanente al polvo generado. Se pueden colocar filtros que contengan el polvo y evitar que se trasladen al área de envasado.

Se dejarán las actividades que actualmente se realizan para mantener la higiene en la línea:

- La superficie de equipos, se deben de encontrar libre de polvo.
- Eliminar del área las cajas de etiquetas inmediatamente después que se utilicen y trasladar la basura al área del incinerador.

4.5.3.2. Establecer la higiene en el área como parte del proceso

En la tabla LIX se muestra una hoja de registro donde se establece el proceso de limpieza antes de comenzar cada producción. Con este registro se pretende establecer la limpieza como parte del proceso.

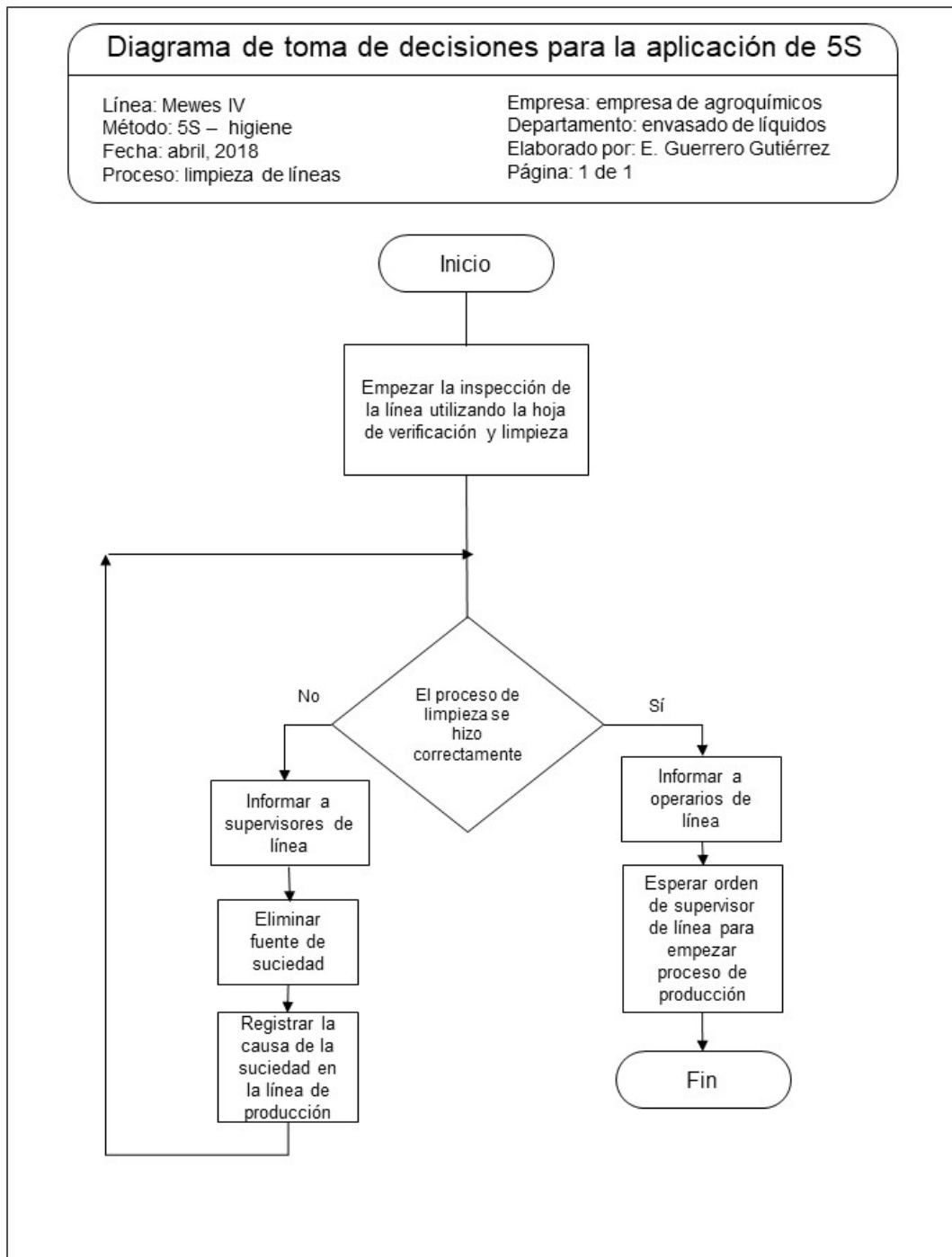
Esta etapa del registro debe ser documentada como parte de su proceso y verificada por el supervisor del área o jefe de envasados. La figura 40 presenta el procedimiento para el proceso de limpieza en la línea.

Tabla LIX. Hoja de registro para proceso de limpieza en línea Mewes IV

EMPRESA DE AGROQUÍMICOS		PROCESO DE LIMPIEZA		CÓDIGO: PR-11	
Departamento: producción		Verificación limpieza del área		Edición No.: 01	
Fecha de emisión: marzo, 2018					
Identificación general					
Objetivo			Verificar limpieza del área antes de empezar producción		
Nombre del evaluador			E. Guerrero Gutiérrez		
Área			Envasado de líquidos		
Características evaluadas					
No.	Característica evaluada	Sí	No	Realizó	Revisó
1	Superficie equipos libre de polvo				
2	Pasillos libres de polvo				
3	Eliminación de producto de orden de proceso anterior				
4	Máquina envasadora libre de producto de orden anterior				
5	Materiales de empaque se encuentran libres de suciedad				
Control de autorizaciones					
Elaborado por: E. Guerrero			Aprobado por:		
Cargo: practicante			Cargo: jefe de producción		
Fecha: abril, 2018			Fecha: abril, 2018		

Fuente: empresa de agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 40. Diagrama de toma de decisión para proceso de limpieza



Fuente: empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.5.4. Estandarización de procesos

Los procedimientos que actualmente se utilizan para mantener el grado de estandarización en el proceso se seguirán utilizando: los tableros de estándares y los procedimientos asignados al área.

4.5.4.1. Mantenimiento del grado de organización, orden e higiene en la línea de envasado

El formato establecido en la figura 41 pretende estandarizar el proceso tomando como base los puntos de la metodología 5S. En él se encuentra incluido el limpiar el área antes de empezar a producir, deshacerse de cualquier elemento que no corresponda a la orden de producción. Además, el operario debe llenar los tableros y verificar los procedimientos requeridos para la orden.

4.5.5. Disciplina en el área de trabajo

El encargado de línea seguirá siendo el responsable de mantener la disciplina, con relación a la organización, limpieza y el orden.

4.5.5.1. Establecimiento de una cultura de respeto por los estándares establecidos

Se realizó una reunión con el personal de la línea de envasado, donde se explicó la importancia de mantener el orden, limpieza y organización en el área. Se les mostró el formato mostrado en la figura 41. El departamento de calidad verifica que el formato se haya llenado de manera correcta y que se cumpla lo establecido en el formato. Esto se realizará por medio de auditorías de orden y limpieza.

Figura 41. Formato de estandarización para organizar, ordenar y mantener la limpieza en el área de trabajo. Ver numerales 4, 9, 10, 13 y 14

PRODUCTO: _____ LOTE FORMULACION: _____ LOTE DE ENVASADO: _____
 FECHA DE FORMULACION: _____ FECHA DE VENCIMIENTO: _____

LINEA: _____
 Encargado de línea: _____
 Operario 1: _____
 Operario 2: _____
 Operario 3: _____
 Operario 4: _____

No.	Acción	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Verificó
1	Verificar tipo de producción, si realizará reproceso ver NOTA en observaciones								
2	Se completó la Orden de Producción anterior								
3	Entregó la Orden de Producción anterior								
4	Área libre y limpia de desechos de material anterior								
5	Todo el personal en la línea cuenta con EPP adecuado en todo momento								
6	Se realizó el cambio de formato								
7	El encargado de línea tiene la nueva Orden de Producción								
8	El encargado de línea comprendió la Orden de Producción								
9	La Guía de Empaque fue revisada								
10	El Stacking Plan fue revisado								
11	Se recibieron todos los materiales de empaque								
12	Los materiales de empaque están dentro de sus fechas de caducidad								
13	Se llenó y correctamente los "Parámetros de Envasado sólidos y líquidos"								
14	Los pizarrones de línea fueron completados								
	Letras de botellas (Diseño-Izquierda)								
	Muestras								
	Envase limpio (SI/NO)								
	Peso neto envase (g)								
	Peso Dentro de límites (SI/NO)								
	Torque (N-m)								
	Sin fugas (SI/NO)								
	Inertización (% oxígeno)								
	Etiqueta envase adherida y adherida (SI/NO)								
	Calidad impresión etiqueta envase (SI/NO)								
	Trasabilidad correcta envase (Lote y Fecha) (SI/NO)								
	Registros en parfileo (SI/NO)								
	Especificaciones								
	Sellado de caja correcto (SI/NO)								
	Etiquetas caja adheridas (SI/NO)								
	Trasabilidad correcta en etiqueta caja (Lote y Fecha) (SI/NO)								
	Peso etiqueta peso bruto (SI/NO)								
	Peso bruto correcto (SI/NO)								
	Etiquado (cumple Stacking Plan) (SI/NO)								
	Fijado (cumple Stacking Plan) (SI/NO)								
	Realizó: _____								
	Verificó: _____								
	Fecha y Hora: _____								

Observaciones: _____

NOTA: Si envasara un reproceso anotar en observaciones y llenar Hoja de reproceso

Estandarización línea envasado con base metodología 5S

Simbología a utilizar	
✓	SI CONFORME
x	NO CONFORME
N/A	NO APLICA

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.6. Reducción del tiempo de preparación de la línea

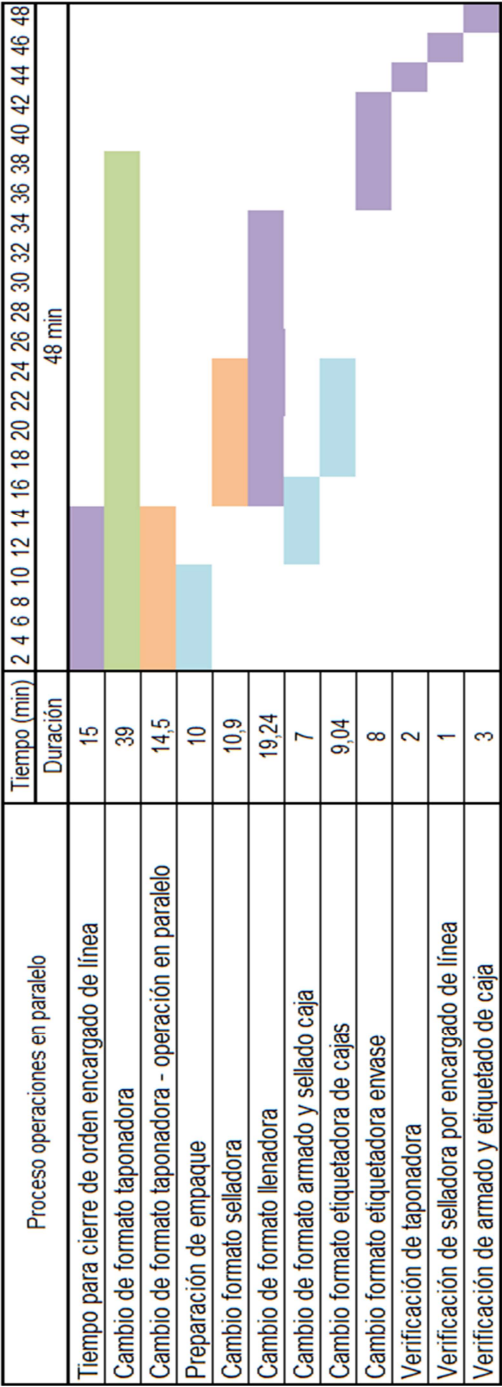
Tomando como base los cambios establecidos en el inciso 4.4.2, se procedió a determinar el tiempo de cambio de formato luego de la implementación de SMED.

Los resultados muestran que el tiempo para cerrar una orden de proceso se redujo un 50 %. El tiempo de preparación de empaque se redujo un 50 %. Con estos cambios el tiempo de cambio de formato cambió de 62 minutos a 48 minutos. La figura 42 muestra los tiempos luego de la implementación. Los resultados muestran operaciones que pueden ser asignadas a otro operario. Por ejemplo, la operación de cambio de formato de la etiquetadora de envases puede asignárselas al operario 3. La capacitación consistiría en proveerle la información necesaria para que realice el cambio de formato de la etiquetadora de envase.

La figura 43 muestra el tiempo que se llevaría el cambio de formato con la capacitación de operario 3. Los resultados muestran la capacitación haría que el cambio de formato se reduzca 3 minutos, pasando de 48 a 45 minutos. Esta operación también puede ser asignada a operario 2. El resultado es no depende de la asignación de la operación entre operario 2 y 3.

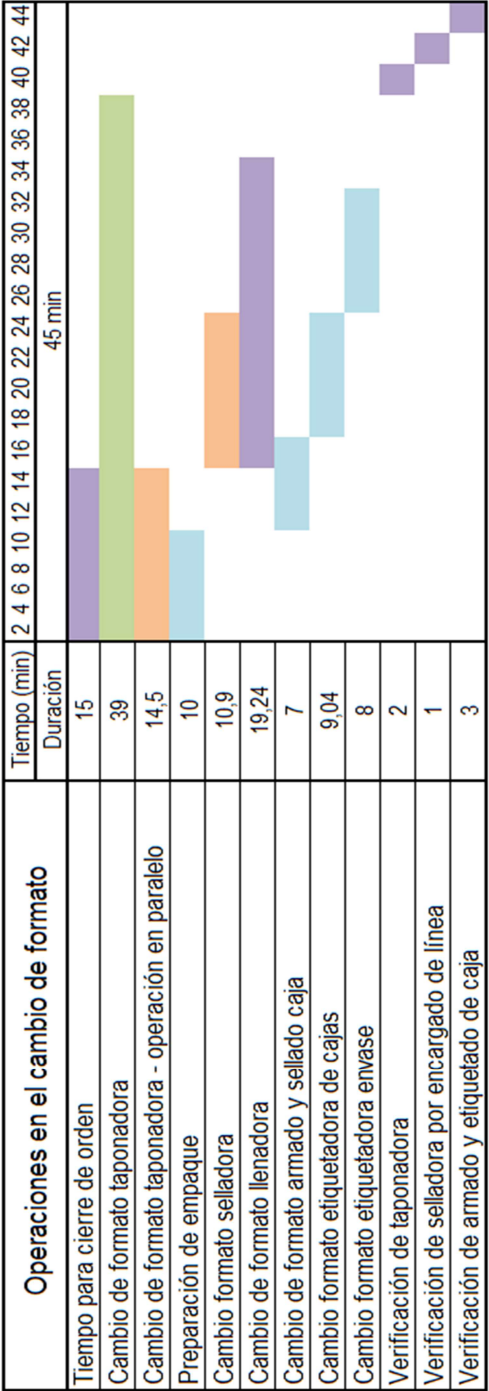
La tabla LX muestra que la implementación de SMED reduce el tiempo muerto de los operarios durante el cambio de formato. El operario 1 presentó el mayor porcentaje de reducción de tiempo muerto, siendo este de 74 %. El operario 2 y 3 presentaron una reducción de 47 y 58 % respectivamente.

Figura 42. Tiempo de cambio de formato de la línea Mewes IV, luego de la implementación de SMED



Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 43. Tiempo de cambio de formato de la línea Mewes IV, luego de la implementación de SMED y capacitación operario 3



Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala

Tabla LX. Reducción de TM para los operarios en la línea Mewes IV luego de la implementación de SMED

Personal	TM (min)	TM (min) después de SMED	Reducción TM después de SMED (%)
Operario 1	23	6	74
Operario 2	37	19,6	47
Operario 3	26	11	58

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

La figura 43 muestra el tiempo luego de la implementación de SMED. La operación de cambio de formato de la etiquetadora de envase se le asignó al operario 3. Los tiempos de preparación de empaque y cierre de orden se redujeron un 50 % para ambos procesos.

4.6.1. Índices de evaluación

Los índices proporcionan relaciones entre los datos obtenidos de las líneas de producción, cuyos valores nos permiten medir la eficacia y la eficiencia del proceso de envasado.

Los índices de evaluación se calcularon de utilizando ecuación 3:

$$\text{Índice} = \frac{VI}{VA} \quad [3]$$

Donde:

VI = valor luego de la implementación

VA = valor actual

Se presenta a continuación un ejemplo del cálculo del índice de reducción de la preparación de la línea luego de la implementación de SMED.

De la figura 42 se obtiene el valor del tiempo de preparación de la línea luego de la implementación.

VA = 62 min

VI = 45 min

$$\text{Índice de reducción tiempo de cambio de formato} = \frac{45}{62} = 0,73$$

Este resultado nos indica que el tiempo de preparación de la línea Mewes IV se redujo un 27 %.

- Índice de evaluación de la productividad luego de implementación de SMED

Para calcular el índice de evaluación de productividad se utilizarán dos escenarios diferentes. El primer escenario incluirá una reducción de 50 minutos del tiempo de limpieza. Como se indicó en la sección 4.3.3, el proceso de limpieza impacta directamente el proceso de cambio de formato. La velocidad de la línea es de 40 piezas por minuto. El segundo escenario se calculará utilizando la productividad luego de la implementación de SMED sin el proceso de limpieza.

- Primer escenario: proceso de producción con cambio de formato y proceso de limpieza.

- Unidades producidas
 - Jornada de trabajo: 8 h
 - Almuerzo: 1 h
 - Refacciones y reunión diaria: 0.75 h
 - Limpieza: 2,33 h
 - Cambio de formato: 1,03 h

$$\text{Horas efectivas diarias} = 8 - 1 - 0,75 - 2,33 - 1,03 = 2,89 \text{ h}$$

$$\text{Piezas por día} = \frac{40 \text{ piezas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{2,89 \text{ h}}{\text{día}} = 6\,936 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

Las piezas por día que actualmente se producen cuando existe una limpieza de la máquina con un cambio de formato combinado son de 6 936 piezas.

- Unidades producidas luego de la implementación de SMED
 - Jornada de trabajo: 8 h
 - Almuerzo: 1 h
 - Refacciones y reunión diaria: 0,75 h
 - Limpieza: 0,83 h
 - Cambio de formato: 0,75 h

$$\text{Horas efectivas diarias} = 8 - 1 - 0,75 - 0,83 - 0,75 = 4,67 \text{ h}$$

$$\text{Piezas por día} = \frac{40 \text{ piezas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{4,67 \text{ h}}{\text{día}} = 11\,208 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

$$\text{Índice productividad} = \frac{11\,208}{6\,936} = 1,62$$

Los resultados muestran que la productividad aumenta un 62 % si se reduce el tiempo de limpieza combinado con la reducción del cambio de formato.

- Segundo escenario: proceso de producción con cambio de formato.
 - Unidades producidas
 - Jornada de trabajo: 8 h
 - Almuerzo: 1 h
 - Refacciones y reunión diaria: 0,75 h
 - Cambio de formato: 1,03 h

$$\text{Horas efectivas diarias} = 8 - 1 - 0,75 - 1,03 = 5,22 \text{ h}$$

$$\text{Piezas por día} = \frac{40 \text{ piezas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{5,22 \text{ h}}{\text{día}} = 12\,528 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

Las piezas por día que actualmente se producen cuando existe solamente un cambio de formato son de 12 528 piezas por día.

- Unidades producidas luego de la implementación de SMED
 - Jornada de trabajo: 8 h
 - Almuerzo: 1 h
 - Refacciones y reunión diaria: 0,75 h
 - Cambio de formato: 0,75 h

$$\text{Horas efectivas diarias} = 8 - 1 - 0,75 - 0,75 = 5,5 \text{ h}$$

$$\text{Piezas por día} = \frac{40 \text{ piezas}}{\text{min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{5,5 \text{ h}}{\text{día}} = 13\,200 \frac{\text{piezas}}{\text{día}}$$

$$\text{Índice productividad} = \frac{13\,200}{12\,528} = 1,05$$

Este índice indica que la productividad aumentó un 5 %.

En ambos casos se tiene un aumento de la productividad al reducir los tiempos de cambio de formato y limpieza.

La tabla LXI muestra un resumen de los índices calculados.

Tabla LXI. **Índices obtenidos**

Índice	Valor	Reducción/Incremento
TM operario 1	0.26	Reducción
TM operario 2	0.53	Reducción
TM operario 3	0.42	Reducción
Tiempo cambio de formato	0.73	Reducción
Productividad: cambio de formato y limpieza	1.62	Incrementó
Productividad: cambio de formato	1.05	Incrementó

Fuente: datos calculados para el área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

4.7. Análisis de costos para la implementación

Los costos que se evaluaron fueron los siguientes: costos de fabricación, de mano de obra, materiales directos y costos indirectos.

4.7.1. Costos de fabricación

Los costos de fabricación no serán afectados por la inversión requerida. Se realizará una inversión CapEx la cual no afecta los costos de manufactura en el periodo de ejecución del proyecto. El costo será igual al establecido en la tabla XX de la sección 2.7.1 de este trabajo de graduación.

4.7.2 Costo de mano de obra

El costo de mano de obra está compuesto por el salario pagado a los empleados que trabajan en la línea de producción u operarios cuya función es transformar las materias directas en productos terminados. Este costo no sufriría variación con la implementación de SMED a la línea de envasado.

El costo de mano de obra mensual sería el mismo calculado en el inciso 2.7.2 de este trabajo de graduación, que es de 8 000 Q/mes.

4.7.3 Materiales directos

El costo de los materiales directos no variará debido a la implementación de SMED. Estos serán iguales a los establecidos en el inciso 2.7.2, que son de Q575 000,00 al mes.

4.7.4 Costo indirecto

El costo de los materiales que se proponen para la implementación de 5S serían los siguientes:

- Postes separadores de zonas (4 postes): Q515,00 c/u – total:

Q2 060,00

- Cinta delimitadora de espacios (5 cintas): Q35,00 c/u – total: Q175,00
- Organizador de herramientas (incluye las herramientas y su organizador): Q8 325,00 c/u.
- Equipo de seguridad para banda transportadora (1 equipo): Q800,00 c/u

El total de los costos seria de: Q11 360,00.

5. PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA

5.1. Programa de control

Un programa de control de la implementación es requerido para que se verifique los resultados obtenidos, con el fin de identificar alguna desviación en objetivos. Para esto realizan reuniones con el personal de producción, el personal técnico de producción y documentar todo en los informes mensuales.

5.1.1. Reuniones con personal de producción

El personal de producción deberá reunirse semanalmente para discutir cualquier eventualidad o cambio en algún procedimiento, realizar una reparación no planeada a los equipos o reparación de las instalaciones.

Durante las reuniones se presentarán informes del área y hablarán situaciones que afectan la implementación del proyecto. Esta reunión no debe sobrepasar los 45 minutos.

5.1.2. Reuniones con personal técnico de producción

El personal de técnico de producción deberá de reunirse diariamente para poder discutir cualquier eventualidad con los procedimientos planteados. Se hablará acerca de la seguridad y principios que rigen la compañía. De igual manera se hablará de problemas de la línea, como lo son la falta de material de empaque o mantenimiento de los equipos.

5.1.3. Entrega de informes mensuales

Mensualmente se entregarán informes a los jefes de producción del avance de la implementación de la propuesta. Estos informes proveerán amplia y clara información para identificar los puntos de mejora del proyecto. Los informes incluirán un resumen de los resultados obtenidos, un análisis de los resultados, acciones correctivas y/o preventivas del proyecto, retroalimentación de diferentes áreas de la empresa y recomendaciones que se deben implementar del proyecto.

5.2. Medición

La medición es fundamental para los procesos de control. La creación de formularios, para el control del proceso, proporciona la información necesaria para determinar qué proceso se encuentra controlado. En este caso, el formulario debe contener la información correspondiente que defina si el cambio de formato cumple con las especificaciones necesarias en cada una de las etapas de control.

5.2.1. Formularios de control

El formulario de control se encuentra en la figura 44. Los puntos de control, establecidos en la sección 3.1.2 son la base del formulario de control. Las variables críticas que se tomaron en cuenta, son las siguientes:

- Llenadora: peso neto envase (g) por boquilla.
- Taponadora: torque (N-m), sin fugas, inertización (si aplica).
- Etiquetadora envase: etiqueta de envase - alineada y adherida, calidad de impresión, trazabilidad correcta en envase.

Figura 44. Formulario de control para el cambio de formato

PRODUCTO: _____ LOTE FORMULACION: _____ LOTE DE ENVASADO: _____
 FECHA DE FORMULACION: _____ FECHA DE VENCIMIENTO: _____

No.	Acción	B1		B2		B3		B4		B5		B6		B7	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	Verificar tipo de producción: si realizará reproceso ver NOTA en observaciones														
2	Se completó la Orden de Producción anterior														
3	Entregó la Orden de Producción anterior														
4	Área libre y limpia de desechos de material anterior														
5	Todo el personal en la línea cuenta con EPP adecuado en todo momento														
6	Se realizó el cambio de formato														
7	El encargado de línea tiene la nueva Orden de Producción														
8	El encargado de línea comprendió la Orden de Producción														
9	La Guía de Empaque fue revisada														
10	El Stacking Plan fue revisado														
11	Se recibieron todos los materiales de empaque														
12	Los materiales de empaque están dentro de sus fechas de caducidad														
13	Se llenaron correctamente los "Parámetros de Envasado sólidos y líquidos"														
14	Los pizarrones de línea fueron completados														
	lectura de boquillas (Viereña- Izquierda)														
	Muestreo														
	Envase limpio (SI/NO)														
	Peso neto envase (g)														
	Peso Dentro de límites (SI/NO)														
	Torque (N-m)														
	Sin fugas (SI/NO)														
	Inertización (% oxígeno)														
	Etiqueta envase atornillada y adherida (SI/NO)														
	Calidad impresión etiqueta envase (SI/NO)														
	Trasladado correcta envase (Lote y Fecha) (SI/NO)														
	Registros en parfileo (SI/NO)														
	Especificaciones														
	Sellado de caja correcto (SI/NO)														
	Etiquetas caja adheridas (SI/NO)														
	Trasladado correcta en etiqueta caja (Lote y Fecha) (SI/NO)														
	Posee etiqueta peso bruto (SI/NO)														
	Peso bruto correcto (SI/NO)														
	Estibado (cumple Stacking Plan) (SI/NO)														
	Flujado (cumple Stacking Plan) (SI/NO)														
	Realizó: _____														
	Verificó: _____														
	Fecha y Hora: _____														

Observaciones: _____

NOTA: Si envasara un reproceso anotarlo en observaciones y llenar Hoja de reproceso

Variables críticas de control

✓	SI	Simbología a utilizar
x	NO	CONFORME
N/A	NO APLICA	NO CONFORME
		NO APLICA

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

- Selladora de caja: etiqueta de envase - alineada y adherida, sellado de caja correcto, trazabilidad correcta, posee etiqueta de peso, peso bruto caja.

5.2.2. Análisis de datos obtenidos

Los datos obtenidos del formulario de control del cambio de formato deben de ser revisados al finalizar el proceso de arranque de la línea de envasado. Esto con el fin de identificar si cada una de las variables críticas cumple con las especificaciones establecidas. Un ejemplo del análisis de estos datos se encuentra en la sección 5.6 - Control estadístico del programa de mejora continua.

5.3. Estrategias de seguimiento

La estrategia que se va a seguir, es monitorear las variables críticas durante todo el tiempo que dure la orden de proceso. Si la producción dura un día laboral, se monitorea al menos tres veces por día producido. El primer monitoreo debe realizarse alrededor de las diez de la mañana, el segundo a las doce y media y el tercero a las dos y media de la tarde.

Estos datos se anotan en las hojas de verificación, firmándolos y fechándolos. El encargado de línea es el responsable de anotar los datos y el supervisor de calidad de producción de verificar que los datos colocados en las hojas sean reales.

5.3.1. Hojas de verificación

La hoja de verificación se encuentra en figura 45. En esta hoja se encuentran las variables críticas, del proceso de envasado, que se deben verificar durante la producción.

5.4. Análisis de la mejora continua

Todos los proyectos siempre tienen la capacidad de mejorar a medida que pasa el tiempo. Por tal motivo se promueve el uso de la metodología Kaizen para promover los proyectos de mejora continua.

5.4.1. Kaizen

Este es un proceso de mejora continua que involucra a todos los trabajadores de la empresa. Este principio se baja en los siguientes pasos:

- Definir el problema
- Establecer objetivos y expectativas
- Realizar la planificación y la programación de las actividades
- Cuantificar los procesos
- Identificar el desperdicio
- Tomar acciones para eliminar la raíz de los problemas
- Realizar los cambios
- Medir los resultados
- Realizar / modificar los cambios requeridos
- Estandarizar el proceso
- Celebrar el éxito
- Realizarlo de nuevo

Figura 45. Hoja de verificación del proceso

Abreviaciones		CONTROL EN PROCESO DE ENVASADO PARA LAS ESPECIFICACIONES DE LAS GUÍAS DE EMPAQUE EN LÍNEAS DE ENVASADOS LÍQUIDOS										FECHA Y HORA:			
EV	Envase	Peso en límites (SIND)		Torque (N-m)	Inertización (% O2)	Sin fugas Hermelicidad (SIND)	Comparaciones (SIND)				Versión de empaque		REALIZÓ	VERIFICÓ	
OP	Orden de proceso	Peso neto envase (g)					EV-OP- Caj- WMS-OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
FF	Fecha formulación						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
EV	Fecha vencimiento						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
PAN	Plantero						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
MAT	Materia						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
WMS	Koz/Material/Sheet						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
REG	Registro						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
EC	Etiqueta de caja						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
EP	Etiqueta peso						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
DIS.1	Caja primaria						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
DIS.2	Dispensador envases						OP	OP	FF	FF	FF	EV	DIS	PAN	
Muestra															
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
Especificaciones <i>stacking plan</i>		Observaciones													
EP (SIND)															
Estiba (SIND)															
Flejado (SIND)															

Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Se deben crear grupos multidisciplinarios que dirijan los proyectos de mejora continua. El proceso de Kaizen dura alrededor de 5 días de acción. El equipo se enfoca en resolver rápidamente el problema que surge en el área y entregan las soluciones de manera inmediata. La clave del Kaizen es asegurar que las áreas de trabajo estén comprometidas con realizar el cambio sugerido e implementarlo de manera inmediata para que la organización pueda disfrutar de los resultados y obtener el retorno de la inversión de los recursos realizados durante el proceso.

5.5. Auditorías

Las auditorías son procesos que verifican un proyecto e identifican si han cumplido con los objetivos planteados. Con las auditorías internas se pretende identificar deficiencias y áreas con mejora. Los resultados de las auditorías sirven para definir las acciones y mejoras necesarias hacia el proceso evaluado.

5.5.1. Programación de auditorías internas

La auditoría interna se realizará de manera semestral. Se procederá a realizar una evaluación del desempeño del personal con base a su rendimiento en el proyecto y se realizará un reporte de dicha evaluación.

5.5.1.1. Evaluación del desempeño

“La evaluación del desempeño es un proceso por el cual se mide el grado en que el personal cumple los requisitos del trabajo en un período determinado. Este proceso toma en cuenta aspectos como el cumplimiento de funciones,

responsabilidades, competencias y acciones claves del puesto, que den cuenta los logros esperados en forma individual y colectiva”.⁴⁰

El proceso se inicia con la evaluación de inicial. Este proceso debe ser ejecutado por el jefe inmediato, detallando todos los aspectos a ser evaluado. La siguiente etapa se denomina preparación. “En esta se debe crear un plan de desarrollo en función de la descripción del cargo, acordando acciones a realizar para el desarrollo de las habilidades y/o conocimientos tal que faciliten el logro de sus objetivos”.⁴¹ Los resultados son evaluados y se comparan contra los objetivos planeados inicialmente.

5.5.1.2. Reportes de evaluación

La evaluación de desempeño se debe dar a conocer al personal por medio del reporte de evaluación, esto con el fin de dar a conocer los resultados significativos del desempeño del empleado durante el proyecto. El reporte debe ser presentado al empleado de manera personal, mediante una entrevista de evaluación de desempeño. El empleado evalúa los resultados y se discuten con el jefe inmediato.

En conjunto se proponen acciones específicas para cubrir las deficiencias del empleado para que pueda llegar a cumplir con los objetivos planteados y se pueda desarrollar en otras áreas donde presente un déficit. Se establecen, objetivos y metas para el siguiente periodo de evaluación, con base a la evaluación de desempeño, para promover el mejoramiento y desarrollo, tanto individual y como del departamento.

⁴⁰ ZÚÑIGA GARRIDO, Glenda. *Propuesta para la reestructuración administrativa, organizacional y equipamiento del laboratorio de análisis de materias primas, materiales y producto terminado, de una empresa manufacturera de aceites y grasas comestibles*. p.132

⁴¹ *Ibíd.*

Todas las secciones discutidas entre el empleado y el jefe deben ser firmadas por ambas partes. La firma no necesariamente significa que está de acuerdo con los resultados expresados, puede solicitar revisión a nivel de gerencia administrativa.

5.5.2. Programación de auditorías externas

Las auditorías externas son ejecutadas para realizar una inspección o evaluación de un proceso o gestión administrativa. Se realiza de manera externa para que no haya un sesgo con los resultados; proporcionará una evaluación imparcial del proceso o de la gestión.

5.5.2.1. Calendarización para auditoria externa

La auditoría externa se realizará anualmente. Este proceso se llevará a cabo después de la auditoría interna realizada por el departamento encargado en la empresa de agroquímicos. No debe haber diferencia entre la auditoría externa e interna, si existiesen, se debe realizar un proyecto que mitigue dichas diferencias. Los proyectos deben proporcionar información con pruebas significativas que validen los cambios. De no ser así, el auditor externo tomará las acciones correspondientes y las notificará a la compañía.

5.6. Control estadístico del programa de mejora continua

Los controles estadísticos permiten estudiar los procesos a través del tiempo, y nos da información acerca de las variaciones que el proceso pueda obtener, inducido por cambios en la materia prima, rotación de personal, por ejemplo. El control estadístico se puede llevar a cabo con el apoyo de un *software* estadístico llamado Minitab Statistical Software.

5.6.1. Control del programa con apoyo de Minitab Statistical Software

Minitab Statistical Software es un programa estadístico que permite analizar datos y si existe alguna variación en el proceso de producción.

Este programa estadístico tiene la capacidad de realizar los siguientes análisis para el control en proceso:

- Gráficas de corridas
- Diagrama de Pareto
- Diagramas de causa y efecto
- Gráficas para variables para subgrupos

En la sección 5.6.2 se muestran ejemplos del uso de Minitab como herramienta estadística de control en procesos.

5.6.2. Gráficas de control del programa de mejora continua

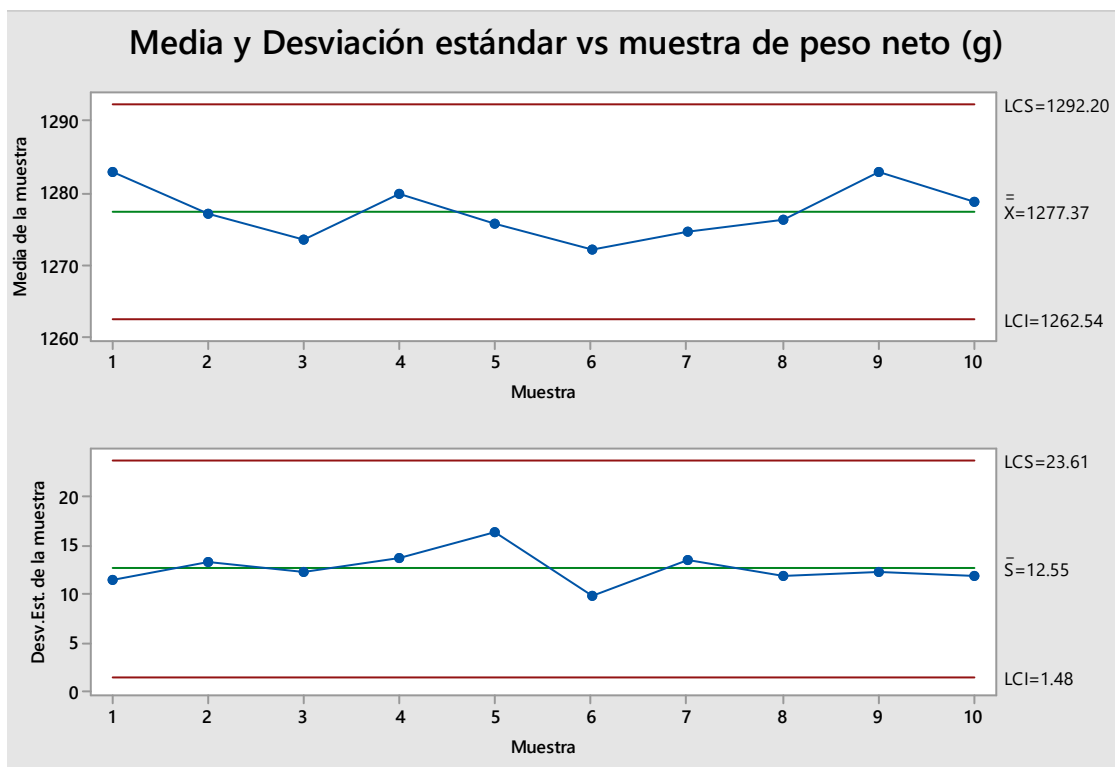
Con ayuda de Minitab se obtuvieron las gráficas para variables para subgrupos. Se tomaron como base los datos de producción de peso neto (g) de la línea de envasado. La figura 46 muestra la media y la desviación estándar frente a la muestra. La gráfica no muestra puntos que se encuentren fuera de los límites de control calculados. Adicionalmente, todos los datos se encuentran alrededor de la media; no muestran tendencia que indique alguna variación en el proceso.

Los datos obtenidos de la desviación estándar, muestran que todos los datos se encuentran alrededor de la media de la desviación. Esto significa que la

variación dentro de los subgrupos frente a la variación entre los grupos se encuentra controlada.

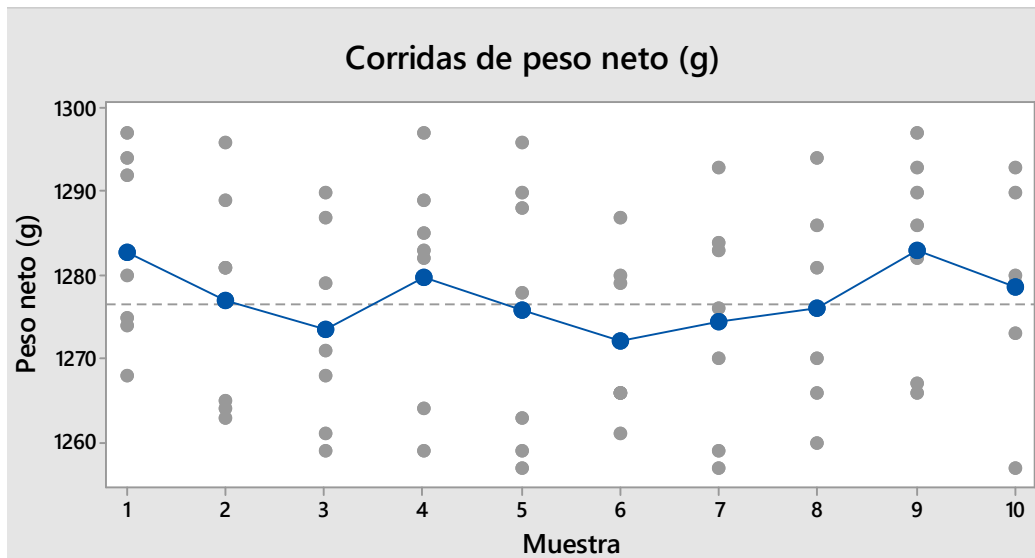
La figura 47 muestra las corridas de peso neto (g) frente a las muestras. Esta figura da una visualización preliminar de los datos y cómo estos se encuentran alrededor de la media de toda la muestra analizada.

Figura 46. **Media y la desviación estándar frente a las muestras**



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Figura 47. **Corridas de peso neto (g) frente a las muestras analizadas**



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

CONCLUSIONES

1. El tiempo de preparación de la línea de envasado en una industria de fabricación de agroquímicos se redujo un 27 % al implementar la técnica de *Single Minute Exchange of Die* (SMED).
2. La productividad de la línea de envasado aumentó 5 % por medio de la simplificación de las operaciones de cierre de órdenes y la reasignación de actividades de cambio de formato.
3. La productividad de la línea de envasado aumentará un 62 % por medio de la simplificación de las operaciones de cierre de órdenes, la reasignación de actividades de cambio de formato y la simplificación del proceso de limpieza de los tanques de formulación y las máquinas de envasado.
4. Realizando un análisis del tiempo estándar para cada operación durante la preparación de la línea de envasado se logró un aumento en la productividad, sin embargo, los costos de operación permanecieron sin cambio alguno.
5. El tiempo muerto en la línea de envasado para los operarios 1, 2 y 3 se redujo un 74, 47 y 58 % respectivamente, por medio del establecimiento de las actividades internas y externas que se producen durante el cambio de formato.
6. La productividad de la línea aumenta un 62 % cuando una de las operaciones más lentas de la línea de envasado (proceso de limpieza:

2,33 h) se reduzca un 64 %. Esta productividad se alcanzaría conjuntamente con un mayor aprovechamiento de las horas-hombre, al capacitar y reasignar actividades de cambio de formato a los operarios; de igual manera al tener disponibles 1,5 horas-máquina adicionales para la producción, al reducir el proceso de limpieza.

7. La implementación de SMED, por medio de la conversión de actividades internas a actividades externas, permitirá tener mayor flexibilidad de producción. Esto será promovido por el mejor aprovechamiento de las horas hombre (reducción de tiempo muerto) y la reducción del tiempo de cambio de formato (27 %).
8. El diseño de formularios y hoja de verificación, para la línea de envasado, permitirá coordinar actividades con el personal de la línea de envasado para que la organización, limpieza del área de trabajo y verificación de variables críticas sean parte del proceso diario del proceso de producción.
9. Formularios de control para el cambio de formato fueron creados para coordinar al personal de la línea de envasado para mejorar la organización y limpieza en el área de trabajo.
10. El costo indirecto de la implementación de la propuesta es de Q11 360,00.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar a más empleados de la línea de envasado para delegarles las actividades de cambio de formato. Por ejemplo, se capacita a un operario para que realice el cambio de formato para la etiquetadora de envase y a otro para la etiquetadora de caja. El supervisor de línea se puede dedicar a realizar otras actividades, como por ejemplo el cuadrar inventario de material y producto terminado que tiene que devolver y enviar a bodega. El supervisor de línea se encargaría de verificar todo el sistema al finalizar el cambio de formato e indicar cualquier ajuste que se deba realizar.
2. Realizar una estandarización de procesos por medio de un diseño de experimentos. Cuando los procesos se encuentran estandarizados y validados se identifican rápidamente las variaciones inducidas por variables externas al proceso de envasado. Estas variaciones pueden ser observadas antes de que entren al proceso y se evitan reprocesos que afecten la productividad.
3. Los formatos propuestos en este documento, deben ser actualizados periódicamente. En cada actualización los formatos deben ser más claros y útiles, manteniendo un control en las correcciones sugeridas. Solicitar retroalimentaciones de parte de los trabajadores de la línea para identificar puntos de mejora en los formatos.
4. Realizar un proyecto el cual tenga como objetivo reducir el tiempo de limpieza de los tanques de formulación y de la máquina de envasado. Se pueden separar los procesos de limpieza de formulación y de envasado

por medio de una llave de paso. Con esto se podría llevar el proceso de limpieza de ambas áreas simultáneamente, teniendo como expectativa reducir el tiempo de limpieza.

5. Capacitar a los operarios de línea en temas de excelencia operacional. Los operarios conocen muy bien los procesos de envasado, pueden proponer y ejecutar proyectos de mejora continua.
6. Implementar los cambios sugeridos a las líneas denominadas Mewes III y Mewes V.
7. Implementar la técnica SMED a las líneas de envasado de herbicidas y envasado de compuestos sólidos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AZIZI, Amir; MANOHARAN, Thulasi. *Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED - A Case Study*. [en línea]. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915000281>> [Consulta: 15 de diciembre 2017].
2. CARRIZO-MOREIRA, António; SILVA-PAIS, Gil Campos. *Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation*. [en línea]. <<http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/cas30>> [Consulta: 15 de diciembre 2017].
3. CHE-ANI, Mohd; SOLIHIN-SHAFEI, Mohd. *The Effectiveness of the Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique for the Productivity Improvement*. [en línea]. <<http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied&page=article&op=view&path%5B%5D=1092>> [Consulta: 15 de diciembre 2017].
4. CHEN, Siyu; FAN, Shuhai; XIONG, Jiawei; ZHANG, Wenqian. *The Design of JMP/SAP Based Six Sigma Management System and its Application in SMED*. [en línea]. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817301613>> [Consulta: 15 de diciembre 2017].

5. DAVE, Yash; SOHANI, N Nagendra. *Single Minute Exchange of Dies: Literature Review*. [en línea]. <http://thinkinglean.com/img/files/Single_Minute_Exchange_of_Dies_Literature_Review.pdf> [Consulta: 15 de diciembre 2017].

6. GADE, Pallavi; CHAVAN, Roshan; BHAVSAR, Dhananjay. *Reduction in Setup Time by Single Minute Exchange of Dies (SMED) Methodology*. [en línea]. <<http://www.ijstr.org/final-print/june2016/Reduction-In-Setup-Time-By-Single-Minute-Exchange-Of-Dies-smed-Methodology.pdf>> [Consulta: 15 de diciembre 2017].

7. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2.^a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005. 458 p.

8. JAN, Filla. *The single Minute Exchange of Die Methodology in a High - Mix Processing Line*. [en línea]. <<http://www.cjournal.cz/files/218.pdf>> [Consulta: 16 de diciembre 2017].

9. KUMAR, Vipin; BAJAJ, Amit. *The Implementation of Single Minute Exchanged of Die with 5'S in Machining Process for reduction of Setup Time*. [en línea]. <<http://www.ijrmee.org/download/1428388753.pdf>> [Consulta: 16 de diciembre 2017].

10. NADAF-PINJAR, Mohammed. *Productivity Improvement through Single Minute Exchange of Die (SMED) Technique*. [en línea]. <<http://www.ijsrp.org/research-paper-0715/ijsrp-p4344.pdf>> [Consulta: 16 de diciembre 2017].
11. NIEBEL, Benjamín.; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Alfa Omega Grupo Editor, 2004. 745 p.
12. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Introducción al estudio del trabajo*. 4ª ed. México: Limusa, 2001. 521 p.
13. RODRÍGUEZ-MÉNDEZ, Rodolfo; SÁNCHEZ-PARTIDA, Diana.; MARTÍNEZ-FLORES, José; ARVIZU-BARRÓN, Ezequiel. *A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant*. [en línea] <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315005212>> [Consulta: 16 de diciembre 2017].

APÉNDICES

Apéndice 1. Datos de peso neto, utilizados en gráficas 47 y 48

Sub grupo	Peso neto (g)	Sub grupo	Peso neto (g)	Sub grupo	Peso neto (g)	Sub grupo	Peso neto (g)
1	1 294	4	1 285	7	1 259	10	1 273
1	1 292	4	1 289	7	1 283	10	1 279
1	1 268	4	1 264	7	1 284	10	1 290
1	1 280	4	1 282	7	1 257	10	1 293
1	1 274	4	1 297	7	1 293	10	1 257
1	1 297	4	1 283	7	1 276	10	1 279
1	1 275	4	1 259	7	1 270	10	1 280
2	1 265	5	1 290	8	1 270		
2	1 263	5	1 263	8	1 281		
2	1 281	5	1 257	8	1 260		
2	1 281	5	1 296	8	1 266		
2	1 289	5	1 259	8	1 294		
2	1 264	5	1 278	8	1 286		
2	1 296	5	1 288	8	1 276		
3	1 290	6	1 279	9	1 290		
3	1 261	6	1 266	9	1 293		
3	1 268	6	1 266	9	1 282		
3	1 271	6	1 266	9	1 267		
3	1 259	6	1 261	9	1 286		
3	1 279	6	1 287	9	1 266		
3	1 287	6	1 280	9	1 297		

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados de la empresa.

Apéndice 2. **Formatos utilizados en llenadora y taponadora**



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados de la empresa.

Apéndice 3. Formatos utilizados en la taponadora



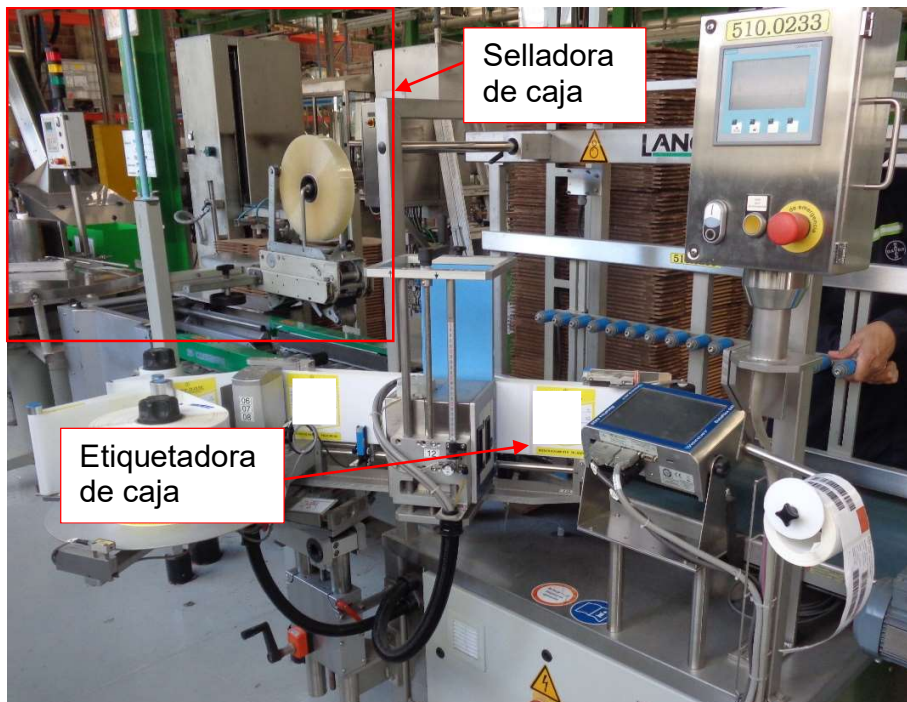
Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados de la empresa.

Apéndice 4. Etiquetadora de envases



Fuente: área de envasados líquidos. Empresa agroquímicos, Amatitlán, Guatemala.

Apéndice 5. Etiquetadora de caja y selladora de caja



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados de la empresa.