



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

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**

Brandon Emmanuel Guerrero García

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Guatemala, febrero de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BRANDON EMMANUEL GUERRERO GARCÍA

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE
SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de marzo de 2018.



Brandon Emmanuel Guerrero García



Guatemala, 09 de noviembre de 2018.
REF.EPS.DOC.954.11.18.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

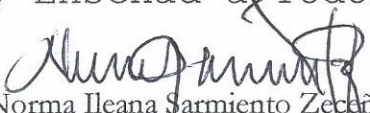
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería, **Brandon Emmanuel Guerrero García, Registro Académico No. 201314723** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**

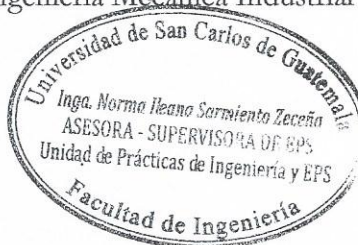
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra



Guatemala, 09 de noviembre de 2018.
REF.EPS.D.442.11.18

Ing. Juan José Peralta Dardón
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

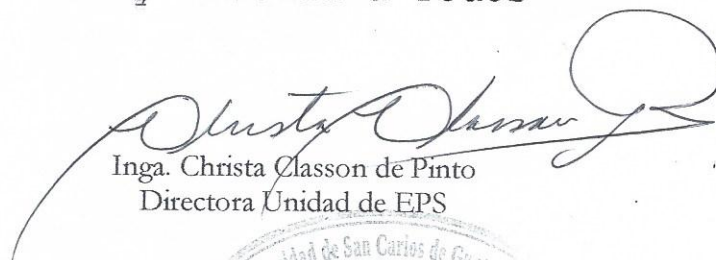
Estimado Ingeniero Peralta Dardón.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Brandon Emmanuel Guerrero García** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"



Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





REF.REV.EMI.181.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Brandon Emmanuel Guerrero García**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

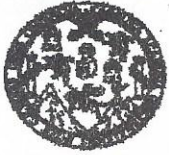
“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.017.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Brandon Emmanuel Guerrero García**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

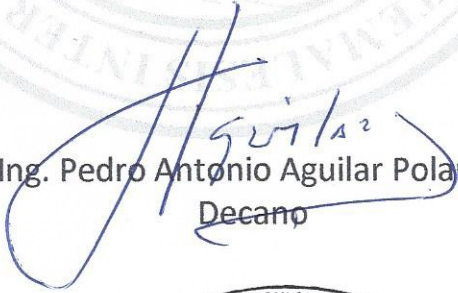


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 055.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PRINCIPAL DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LABORATORIOS LAFCO, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Brandon Emmanuel Guerrero García,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, febrero de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, la sabiduría y el entendimiento para poder llegar a ser un profesional.
Mis padres	Byron Guerrero y Leslie García de Guerrero, por su amor incondicional, sus consejos y su apoyo durante toda mi vida.
Mi hermano	Bryan Guerrero, por ser un apoyo importante en mi carrera y ser un ejemplo a seguir.
Mi abuelita	Mamita, por su amor, cariño y apoyo.
Mi familia	Tíos y primos, por sus consejos y todos los buenos momentos que hemos compartido juntos.
Mis compañeros	Por ser una importante influencia en mi carrera y por todos los momentos inolvidables que pasamos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la fuente de sabiduría y mi casa de estudio.
Facultad de Ingeniería	Por darme los conocimientos para poder llegar a ser un profesional de éxito.
Mis amigos de la Facultad	Estefany Velásquez, Marielena Juárez y Mario Otalora, por el apoyo mutuo que tuvimos durante toda nuestra carrera.
Inga. Norma Sarmiento	Por su apoyo intelectual y seguimiento al proceso de mi graduación.
Laboratorios Lafco, S.A.	Por darme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, adquiriendo conocimientos prácticos de mi carrera.
Mis centros de estudios	Casa Central y Colegio Salesiano Don Bosco, por ser la base de mi formación como estudiante y como persona.
Mis amigos	Por su amistad incondicional y sincera hacia mí.

Dulce Álvarez

Por compartir conmigo los buenos y malos momentos durante todo el proceso de mi graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.	1
1.1. Historia	1
1.2. Visión.....	1
1.3. Misión	2
1.4. Valores	2
1.5. Estructura organizacional	2
1.6. Departamento de producción	5
1.7. Departamento de mantenimiento	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1. Diagrama causa – efecto.....	9
2.2. Análisis del mantenimiento actual	14
2.2.1. Condiciones de la maquinaria y equipo	14
2.2.2. Tipo de mantenimiento	21
2.2.3. Procedimientos	23
2.3. Plan de mantenimiento preventivo propuesto.....	25

2.3.1.	Codificación de equipo y maquinaria.....	25
2.3.2.	Ficha técnica de equipos.....	27
2.3.3.	Definición de tareas.....	47
2.3.4.	Procedimientos.....	55
2.3.5.	Rutinas	64
2.3.5.1.	Área de sólidos y semisólidos	64
2.3.5.2.	Área de líquidos	71
2.3.6.	<i>Stock</i> de repuestos.....	80
2.3.7.	Reporte de mantenimiento	86
2.4.	Costos de la propuesta	88
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE MEJORAS AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS	89
3.1.	Diagnóstico de la situación actual del proceso de producción.....	89
3.1.1.	Análisis FODA	89
3.1.2.	Diagrama causa – efecto.....	94
3.2.	Proceso productivo.....	99
3.2.1.	Descripción.....	106
3.2.2.	Diagramas	109
3.3.	Estudio de tiempos.....	113
3.4.	Propuesta de mejoras	124
3.4.1.	Balance de líneas	124
3.4.2.	Descripción del proceso propuesto	130
3.4.3.	Diagramas propuestos	143
3.5.	Costos de la propuesta	148

4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	151
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	151
4.2.	Plan de capacitación	154
4.3.	Resultados de la capacitación	168
4.4.	Costos de la propuesta	171
	CONCLUSIONES	173
	RECOMENDACIONES	177
	BIBLIOGRAFÍA	179
	APÉNDICE	183
	ANEXOS	185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general de Laboratorios Lafco, S.A.	4
2.	Organigrama específico del departamento de producción	6
3.	Organigrama específico del departamento de mantenimiento	7
4.	Diagrama causa – efecto. Paros de producción.....	13
5.	Apariencia en los equipos	17
6.	Operación en los equipos.....	17
7.	Seguridad de los equipos.....	18
8.	Total de mantenimientos registrados	22
9.	Ficha técnica de llenadora de líquidos 1	29
10.	Ficha técnica de llenadora de líquidos 2	31
11.	Ficha técnica de taponadora	33
12.	Ficha técnica de encapsuladora.....	35
13.	Ficha técnica de tableteadora 1	37
14.	Ficha técnica de tableteadora 3	39
15.	Ficha técnica de bomba neumática 1	41
16.	Ficha técnica de bomba neumática 2.....	43
17.	Ficha técnica de bomba neumática 3.....	45
18.	Tareas de mantenimiento de llenadora de líquidos 1 y 2	48
19.	Tareas de mantenimiento de taponadora.....	49
20.	Tareas de mantenimiento de encapsuladora	50
21.	Tareas de mantenimiento de tableteadora 1 y 3	51
22.	Tareas de mantenimiento de bomba 1	52
23.	Tareas de mantenimiento de bomba 2.....	53

24.	Tareas de mantenimiento de bomba 3	54
25.	Flujograma de la ejecución del mantenimiento preventivo	59
26.	Formato de ficha técnica de stock de repuestos e insumos	61
27.	Formato de ficha de orden de compra	62
28.	Formato de ficha de orden de trabajo	63
29.	Rutina de mantenimiento de encapsuladora.....	65
30.	Rutina de mantenimiento de tableteadora 1	67
31.	Rutina de mantenimiento de tableteadora 3	69
32.	Rutina de mantenimiento de llenadora de líquidos 1	71
33.	Rutina de mantenimiento de llenadora de líquidos 2	73
34.	Rutina de mantenimiento de taponadora	75
35.	Rutina de mantenimiento de bomba neumática 1.....	77
36.	Rutina de mantenimiento de bomba neumática 2.....	78
37.	Rutina de mantenimiento de bomba neumática 3.....	79
38.	Reporte de mantenimiento realizado	87
39.	Diagrama causa – efecto. Retraso en entrega de demandas.....	98
40.	Diagrama de flujo de proceso actual de la familia de solución	110
41.	Diagrama de recorrido actual de la familia de solución.....	112
42.	Distribución de áreas de nueva línea de producción de líquidos	131
43.	Diagrama de flujo de proceso propuesto de la familia de jarabes	133
44.	Diagrama de flujo de proceso propuesto de la familia de suspensiones.....	134
45.	Diagrama de recorrido propuesto para la familia de jarabes y suspensiones.....	135
46.	Propuesta de distribución de maquinaria en nueva línea de líquidos .	137
47.	Propuesta de distribución de maquinaria en empaque temporal	140
48.	Diagrama de flujo de proceso propuesto para la familia de solución ..	145
49.	Diagrama de recorrido propuesto para la familia de solución	147
50.	Detección de necesidades de capacitación	153

51.	Plan de capacitación	167
52.	Capacitación de enfermedades contagiosas.....	170
53.	Capacitación de salud e higiene personal.....	170
54.	Capacitación del plan de mantenimiento preventivo	171

TABLAS

I.	Estado actual de los equipos	15
II.	Matriz de criticidad de los equipos del departamento de producción ...	19
III.	Actividades registradas de mantenimientos correctivos.....	23
IV.	Codificación de áreas generales del departamento de producción.....	26
V.	Codificación de equipos del área de producción.....	27
VI.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de llenadora de líquidos 1	81
VII.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de llenadora de líquidos 2.....	81
VIII.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de taponadora.....	82
IX.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de encapsuladora	83
X.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de tableteadora 1	83
XI.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de tableteadora 3.....	84
XII.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de bomba neumática 1	84
XIII.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de bomba neumática 2	85
XIV.	<i>Stock</i> mínimo de repuestos de bomba neumática 3	85
XV.	Costo anual contemplado para plan propuesto de mantenimiento preventivo.....	88
XVI.	Matriz FODA	92
XVII.	Análisis estratégico FODA	93
XVIII.	Especificaciones frasco de suero oral Recover® ½ litro	100
XIX.	Especificaciones frasco de suero oral Recover® 1 litro	101
XX.	Equipo de la línea de producción de líquidos.....	102
XXI.	Número de ciclos que cronometrar	113

XXII.	Tiempo elemental de empaque temporal en presentación de 1 litro...	115
XXIII.	Calificación de la actuación de empaque temporal en presentación de 1 litro	116
XXIV.	Tiempo normal de empaque temporal en presentación de 1 litro	117
XXV.	Suplementos de empaque temporal en presentación de 1 litro	118
XXVI.	Tiempo estándar de empaque temporal en presentación de 1 litro	118
XXVII.	Resumen de tiempos de empaque temporal	119
XXVIII.	Tiempo elemental de etiquetado en presentación de 1 litro.....	120
XXIX.	Calificación de la actuación de etiquetado en presentación de 1 litro.	121
XXX.	Tiempo normal de etiquetado en presentación de 1 litro	122
XXXI.	Suplementos de etiquetado en presentación de 1 litro	123
XXXII.	Tiempo estándar de etiquetado en presentación de 1 litro	123
XXXIII.	Resumen de tiempos de etiquetado	124
XXXIV.	Número de operarios para empaque temporal	126
XXXV.	Número de operarios para etiquetado	127
XXXVI.	Minutos estándar asignados para empaque temporal	128
XXXVII.	Minutos estándar asignados para etiquetado	128
XXXVIII.	Maquinaria propuesta para nueva línea de líquidos	136
XXXIX.	Envase propuesto para material de empaque	138
XL.	Maquinaria y equipo propuesto para empaque temporal.....	139
XLI.	Perfil y descripción del propuesto para supervisor de área	142
XLII.	Costos contemplados para la mejora de la línea de producción de líquidos	148
XLIII.	Necesidades de capacitación	154
XLIV.	Costo contemplado para plan propuesto de capacitación	172

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
m	Metro
min	Minuto
%	Porcentaje
Q	Quetzal

GLOSARIO

Análisis de criticidad	Metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.
Auditoría de buenas prácticas de manufactura	Revisión de actividades específicas efectuada con la finalidad de establecer el cumplimiento de los procedimientos establecidos según buenas prácticas de manufactura.
Buenas prácticas de laboratorio	Conjunto de normas, procedimientos operativos y prácticas, para garantizar que los datos generados por un laboratorio de Control de Calidad son íntegros, confiables, reproducibles y de calidad. Sus siglas son BPL.
Buenas prácticas de manufactura	Conjunto de procedimientos y normas destinados a garantizar la producción uniforme de los lotes de productos farmacéuticos que cumplan las normas de calidad.
Contaminación cruzada	Contaminación de un material, de un producto semi-elaborado o de un producto terminado con otro material o producto durante el proceso de producción.

Esclusa	Lugar cerrado, con dos puertas, que se interpone entre dos o más ambientes con diferentes requerimientos de limpieza.
Foil	Papel de aluminio que se utiliza para empacar producto.
Liberación del producto	Acto mediante el cual se da por bueno el producto realizado y se procede a efectuar su entrega al cliente.
Procedimiento	Secuencia de pasos fijos. Estos pasos tienen una finalidad específica, por lo tanto, no pueden ni deben ser cambiados.
Proceso	Conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado.
Sistema HVAC	<i>Heating, ventilation and air conditioning</i> es un sistema de climatización y ventilación. Su finalidad es la de proporcionar al usuario un ambiente interior cuya temperatura, tasa de humedad relativa y purificación del aire sean confortables.
Stock	Indica la cantidad de materias primas, materiales o productos con los que cuenta un almacén, usada también como sinónimo de inventario y existencias.

RESUMEN

Laboratorios Lafco, S.A. ha adquirido prestigio como empresa dedicada a la fabricación y venta de medicamentos líquidos, sólidos y semisólidos; teniendo como fin, entregar productos de alta calidad para la satisfacción de sus clientes.

Emplea la mejora continua en los materiales que utilizan, los procesos que realizan, los controles de calidad y su personal; sin embargo, ante el diagnóstico realizado, se pudo identificar ciertos problemas en el proceso de producción, por esta razón se le dio seguimiento a su proceso de mejora. Este renombre lo ha conseguido gracias a su variedad de productos, dentro de ellos uno de los más vendidos es el Suero Oral Recover®, en donde el cumplimiento de las demandas es de suma importancia. Por ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la línea de líquidos, se describió el proceso, se diagramó y se realizó un estudio de tiempos, para luego proponer mejoras que se puedan aplicar obteniendo grandes beneficios, mayores demandas y disminución de tiempos. Junto con ésta mejora se procedió a realizar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo dentro de la organización, que también es parte del proceso productivo y surge como respuesta a su escasa realización por parte del departamento de mantenimiento desde el año 2016.

Se implementó un plan estructurado y procedimientos aplicables a los equipos en específico, el mismo fue diseñado con la clasificación de los equipos principales, aplicando tareas y rutinas sobre ajuste, lubricación y limpieza a cada uno de ellos; este proceso trae consigo el beneficio de la disminución de mantenimientos correctivos provocando a su vez el aumento de vida útil en los equipos de producción.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria principal de las líneas de producción, y reducir las fallas en el proceso productivo.

Específicos

1. Analizar la situación actual del mantenimiento para identificar posibles causas de las fallas de la maquinaria en el proceso productivo y obtener los equipos críticos dentro de la planta.
2. Elaborar un inventario técnico de la maquinaria y equipo con sus respectivas especificaciones.
3. Controlar las actividades de mantenimiento mediante formatos establecidos.
4. Crear rutinas de mantenimiento preventivo para homogeneizar las tareas elaboradas en cada uno de los equipos.
5. Establecer un stock de repuestos para dar soporte a las tareas de mantenimiento.
6. Diseñar mejoras en el proceso de elaboración del producto estrella en la línea de líquidos.

7. Diseñar un plan de capacitación para los operarios de producción y mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Laboratorios Farmacéuticos y Cosméticos, S.A. (LAFCO, S.A.), es un laboratorio dedicado a la elaboración de productos farmacéuticos, naturales y cosméticos, tiene como meta satisfacer a sus clientes, garantizando la curación y/o alivio de sus padecimientos con productos de calidad. Actualmente cuenta con más de 35 productos destinados al territorio nacional y exportado a Belice, Honduras y El Salvador.

Conscientes del compromiso social que representa la elaboración de productos farmacéuticos, implementa el proyecto enfocado al diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria principal de las líneas de producción del laboratorio, y representa un proceso de cambio en los equipos, obteniendo beneficios, que permiten controlar y garantizar el funcionamiento de ellos, en donde se diagnostica la situación actual para mejorarla, y se aplica un nuevo procedimiento, junto con fichas, formatos, tareas, rutinas y reportes a realizar, brindando confiabilidad en el desarrollo de las operaciones.

Por otro lado se tiene el diseño de mejoras al proceso de la línea de producción de líquidos, en donde se realiza un análisis FODA, un diagrama causa – efecto, una descripción del proceso actual y un estudio de tiempos; esto con el fin de identificar los problemas principales de los aspectos involucrados y así, establecer propuestas y estrategias que ayuden al mejoramiento del proceso productivo, obteniendo un balance de líneas, nuevo proceso y nuevos diagramas.

Dentro del proyecto existe un plan de capacitación para el personal de la empresa sobre los temas relacionados al proyecto y temas que se contemplan como prioridad para la mejora de la empresa.

1. GENERALIDADES DE LABORATORIOS LAFCO, S.A.

1.1. Historia

Laboratorios Farmacéuticos y Cosméticos, S.A. (LAFCO, S.A.), ubicado actualmente en la 11 calle 6-23, zona 4 Mixco finca El Naranjo, inició operaciones hace 47 años, el 1 de julio de 1971. Lafco, S.A. está consciente del compromiso social que representa la elaboración de productos farmacéuticos, naturales y cosméticos. Tiene como meta la satisfacción de sus clientes; a quienes entrega productos con altos estándares de calidad, en los que aplica la mejora continua en los materiales utilizados, los procesos de fabricación, los controles de calidad y su recurso humano.

Su cartera cuenta con más de 35 productos propios en distintas presentaciones, los cuales abarcan territorio nacional, y exportaciones a Belice, Honduras y El Salvador. Actualmente cuenta con contratos de maquila para la fabricación de productos con distintas entidades sobresalientes a nivel nacional e internacional.

Laboratorios Farmacéuticos y Cosméticos, Lafco, S.A. fabrica y comercializa bajo la regulación y autorización del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, quien a través de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud, Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y afines, audita y verifica periódicamente el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura de la Industria Farmacéutica y emite la Licencia Sanitaria que lo autoriza para fabricar productos farmacéuticos líquidos, sólidos y semisólidos no penicilínicos; así como para importar, exportar y distribuir productos farmacéuticos y afines.

Actualmente la planta farmacéutica tiene su Certificación de Buenas Prácticas de Manufactura, la cual fue emitida por la Unidad de Monitoreo del Departamento de Regulación y Control de Productos Farmacéuticos y afines. Adicionalmente, el laboratorio cuenta con las instalaciones apropiadas para la fabricación de sus productos¹.

1.2. Visión

Ser una compañía con alcance regional, generando crecimiento continuo e incrementando los estándares de productividad, calidad y competitividad para lograr la excelencia de productos, de los recursos humanos, financieros,

¹ Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

tecnológicos, materiales y administrativos. Desarrollar, fabricar y comercializar productos farmacéuticos de alta calidad, satisfaciendo las necesidades de médicos y pacientes apoyados en el nivel profesional de nuestro recurso humano y tecnológico bajo estrictos controles de calidad.²

1.3. Misión

“Somos un equipo de trabajadores responsables de la fabricación y venta de productos farmacéuticos que garantizan la curación y/o alivio de los padecimientos de la salud de nuestros clientes, contando con el aprovisionamiento de materias primas esenciales para la elaboración de productos de alta calidad.”³

1.4. Valores

“La empresa promueve dentro de su cultura de trabajo y para todos los colaboradores los siguientes valores: Compromiso, Honestidad, Integridad y Ética.”⁴

1.5. Estructura organizacional

Existe una estructura mediante una organización lineo-funcional, que permite establecer funciones y departamentos con la finalidad de brindar sus servicios y productos, a través de un orden y un adecuado control para alcanzar sus metas y objetivos. De acuerdo con la dimensión, es una empresa mediana, esta genera empleo directo a 100 personas aproximadamente, entre las que se encuentra la dirección general, dirección técnica, directores, jefes de departamentos, sub jefes de departamentos, supervisores, analistas, técnicos,

² Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

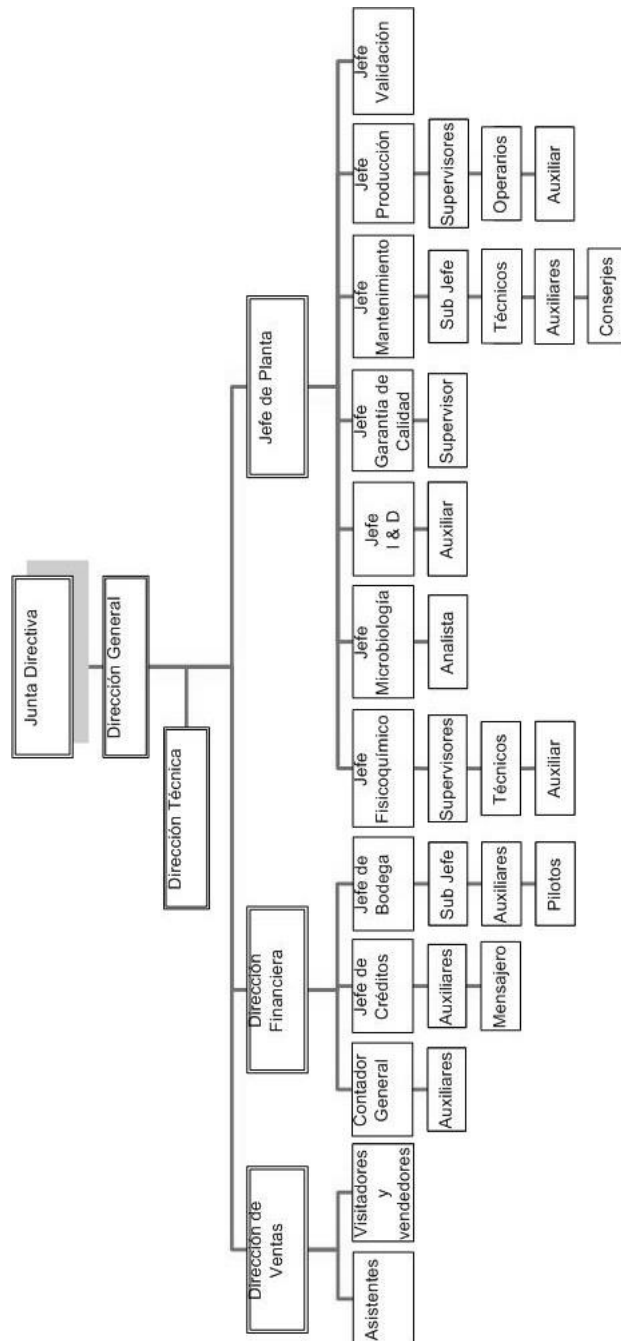
³ Ibíd.

⁴ Ibíd.

asistentes, auxiliares, visitantes, vendedores, pilotos, mensajeros, operarios y conserjes.

La organización se basa en tres grandes ramas, dirección de ventas, dirección financiera y planta farmacéutica. La primera, es la encargada del mercadeo, distribución y venta de los productos, la segunda es la encargada de coordinar los recursos financieros y los presupuestos de manera positiva. Y por último la planta farmacéutica se encarga de todo los procesos productivos, dicha planta trabaja con la ayuda de varias áreas en conjunto estas son: control de calidad, garantía de calidad, microbiología, fisicoquímico, investigación y desarrollo, mantenimiento y validaciones. El organigrama mostrado a continuación en la figura 1 representa la organización de la empresa, la diversidad de cargos y muestra las relaciones de jerarquía y coordinación entre áreas.

Figura 1. Organigrama general de Laboratorios Lafco, S.A.

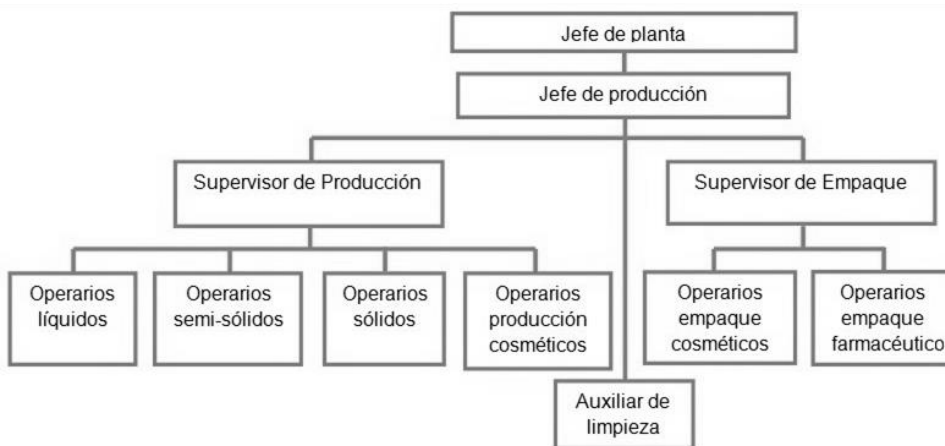


Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

1.6. Departamento de producción

El departamento de producción es fundamental en la empresa, es quien atiende directamente los procesos de la fabricación de los productos, trabajando con distintos métodos para lograr las demandas. Su función incluye todo lo que respecta con la materia prima, material de empaque, análisis en general, operaciones, supervisiones y liberaciones. El departamento cuenta con cuatro niveles jerárquicos, el primero es el jefe de producción, quien tiene a su cargo toda la gestión del área, y debe de velar porque la planificación de producción se ejecute de una manera eficiente. Le siguen los supervisores, quienes velan para que las operaciones tengan los recursos necesarios, evalúan las condiciones bajo las que se opera, inspeccionan las actividades de los operarios y verifican que los productos que se estén elaborando cumplan con la calidad requerida por el proceso. Luego están los operarios, quienes se encargan directamente de las actividades y operaciones del plan de producción y por último está el auxiliar de limpieza, quien se encarga de la conservación y aseo de las instalaciones dentro de la planta. En la figura 2 se representa la organización específica del departamento de producción.

Figura 2. **Organigrama específico del departamento de producción**



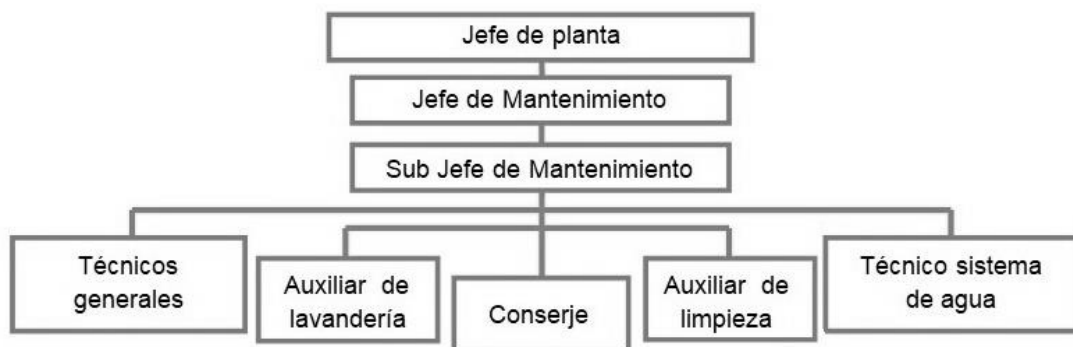
Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

1.7. **Departamento de mantenimiento**

El departamento de mantenimiento es el encargado de realizar todas las actividades que corresponden al cuidado, conservación y reparación de las instalaciones, maquinaria y equipo en general. El personal que lo conforma está involucrado de manera representativa, y desempeña sus labores dentro y fuera de la planta de producción. El departamento cuenta con cinco niveles jerárquicos, el primero es el jefe, quien está a cargo de todo el manejo y control de las actividades, luego le sigue el sub jefe, quien es la ayuda inmediata al jefe, este cargo es quien vela porque se cumplan los procedimientos y se le dé seguimiento a los servicios contratados. Después están los técnicos, tanto mecánicos como eléctricos para poder realizar los distintos mantenimientos. Luego están los auxiliares de limpieza y lavandería, quienes se dedican a la conservación de los uniformes, lavandería, cafetería, vestidores y baños. Y por último está el conserje, quien se dedica al mantenimiento de áreas exteriores,

áreas verdes y encargado de la extracción de basura. Todos cuentan con diversos utensilios y equipos necesarios para realizar dichos mantenimientos o actividades. En la figura 3 se representa la organización específica del departamento de mantenimiento.

Figura 3. **Organigrama específico del departamento de mantenimiento**



Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Para obtener el diagnóstico de la situación actual se realizó un diagrama causa – efecto, y se describe a continuación.

2.1.1. Diagrama causa – efecto

El diagrama causa y efecto realizado, representa varios elementos a los que se les llama causas de un método al que se le llama problema o efecto. El problema analizado fue la interrupción que se provoca en el departamento de producción por fallas en la maquinaria utilizada en los procesos productivos, este fue analizado por medio de la observación y entrevistas no estructuradas a operarios y personas relacionadas de cerca al problema, ayudando a tener claro el problema, los procesos y situaciones con todos sus elementos asociados.

Esta herramienta estudió el problema actual, dando como resultado la recolección de datos como se describe a continuación.

- Métodos
 - Procedimientos no estandarizados: los procedimientos del departamento de mantenimiento no están documentados, esto ocasiona que los trabajos sean heterogéneos y variables.

- Sin registros en los equipos: los equipos no cuentan con un registro del tiempo que ha estado en funcionamiento, no se tiene un dato exacto de cuanto lleva la maquina en actividad, ocasionando inexactitud en el mantenimiento preventivo.
- Uso incorrecto de la maquinaria: ninguna maquinaria cuenta con el procedimiento de uso, ocasionando que se utilice de forma empírica y con metodologías perjudiciales.
- Falta de rutinas de trabajo: no existen actividades establecidas y específicas para el mantenimiento de cada una de las máquinas.
- Mano de obra
 - Falta de capacitación: la falta de capacitación ocasiona el mal uso de la maquinaria y equipo, porque no se dedica el tiempo necesario para instruir al operario en el funcionamiento de los mismos.
 - Falta de motivación e incentivos: la falta de incentivos desmotiva a las personas a la hora de superar su aprendizaje, esto ocasiona que no se utilice de forma adecuada la maquinaria o no se realice el mantenimiento correcto.
 - Insuficiente mano de obra: el departamento de mantenimiento realiza todo tipo de trabajo dentro de la empresa, y no es suficiente el personal que se tiene ni el tiempo para dedicarlo a la maquinaria, equipo e instalaciones.

- Supervisión deficiente: no se cuenta con la supervisión constante de la utilización y manejo de las máquinas, lo que conlleva a que no se tenga un respaldo en la operación de cada uno de los equipos.
- Mantenimiento
 - Falta de programa de mantenimiento preventivo: existe un procedimiento de mantenimiento preventivo, pero de forma general, dicho procedimiento no abarca toda la maquinaria con la que se cuenta y puede llegar a ser inservible.
 - Falta de procedimientos estandarizados: la falta de un programa de mantenimiento preventivo eficiente, provoca un mantenimiento incorrecto o variable.
- Medio ambiente
 - Espacios reducidos: dentro de las áreas de producción el espacio es reducido y la realización del mantenimiento es poco práctico, debido a la suma importancia de la limpieza en las áreas, en algunos casos se debe realizar un mantenimiento fuera de la planta y sacar el equipo se hace difícil, y el mantenimiento no se realiza como se debería.
 - Grandes demandas: la adquisición de las grandes demandas contribuye a que la maquinaria deba estar en constante uso y no da lugar a que se realicen los mantenimientos preventivos requeridos.

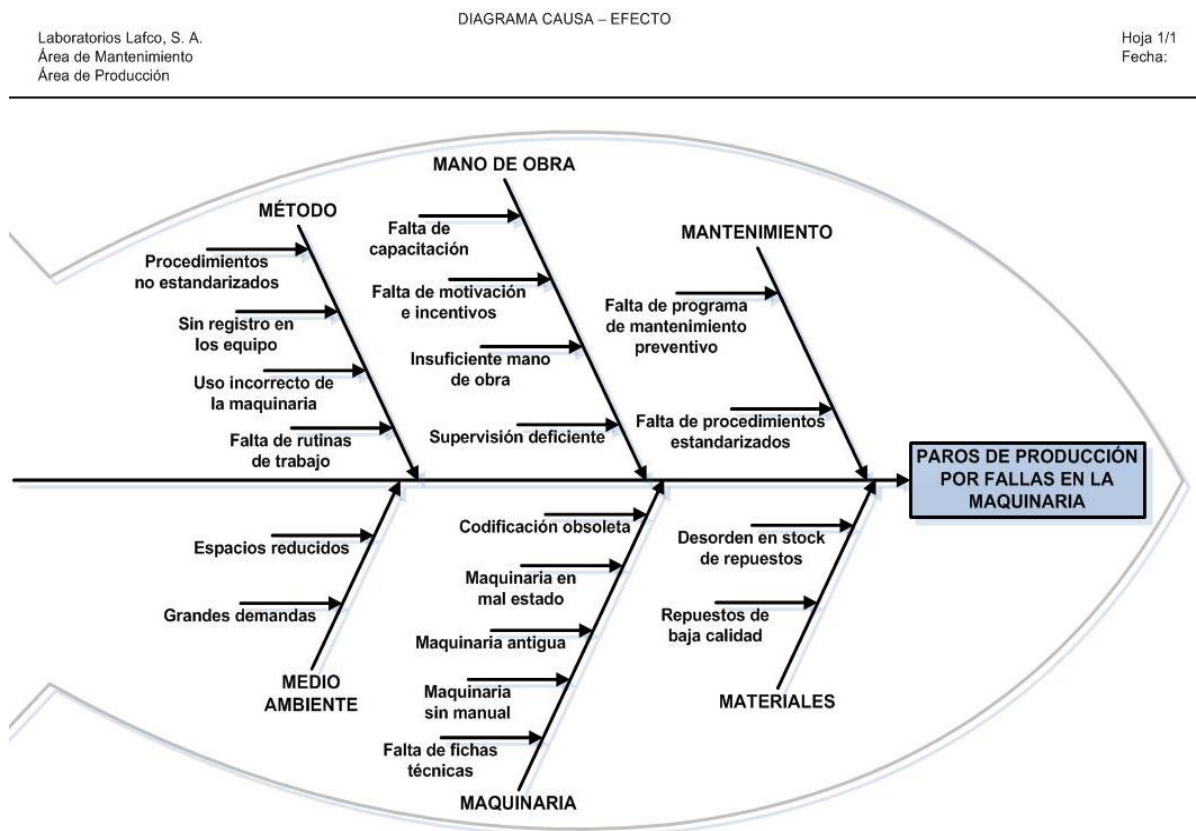
- Maquinaria
 - Codificación obsoleta: la actual codificación es ineficaz, porque no se tienen bien definidas las áreas y el código expone información irrelevante para su interpretación.
 - Maquinaria en mal estado: existe maquinaria en mal estado y no cumple con la mayoría de los requerimientos establecidos en las BPM para la industria farmacéutica.
 - Maquinaria antigua: un gran porcentaje de las máquinas existen desde hace bastante tiempo, su vida útil se ha ido acortando y las fallas son más frecuentes.
 - Maquinaria sin manual: la mayoría de la maquinaria no cuenta con manual de funcionamiento, de limpieza o de mantenimiento y no se posee una base para mejorarlo.
 - Falta de fichas técnicas: se cuenta con un listado de equipos, sin embargo, no se cuenta con el listado técnico, en donde se contemple información necesaria de cada equipo.

- Materiales
 - Desorden en stock de repuestos: dentro del taller de mantenimiento se mantiene una variedad de repuestos, pero no se cuenta con un orden ni control de cada uno de ellos, y no saben si tienen lo necesario para cada equipo, lo que provoca demoras en el mantenimiento.

- Materiales de baja calidad: los repuestos de baja calidad por la diferencia de precios conlleva a que el tiempo de vida útil del repuesto sea mucho menor a un repuesto de mejor calidad.

A continuación en la figura 4 se presenta el diagrama de causa – efecto.

Figura 4. Diagrama causa – efecto. Paros de producción



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

2.2. Análisis del mantenimiento actual

Los resultados del diagnóstico sobre los paros de producción por fallas en la maquinaria, aporta información importante sobre las deficiencias encontradas en cada una de las causas principales, es primordial conocer más a fondo la maquinaria y equipo utilizado, así como saber cuáles son los equipos críticos dentro de la planta.

2.2.1. Condiciones de la maquinaria y equipo

En el área de producción existe variedad de maquinaria, dentro de ellas se encuentran: tableteadoras, blisteadoras, llenadoras de líquidos, molinos coloidales, encapsuladoras, entre otras. Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo se debe conocer a fondo la máquina a la que se le va aplicar el mantenimiento. Se realiza un análisis completo por medio de la observación y entrevistas no estructuradas al jefe de mantenimiento para determinar las condiciones físicas de cada uno de los equipos utilizados. Este análisis se realizó para todos los equipos y con ayuda del anexo 1, página 179, se evaluó la condición en que se encontraba el equipo según el aspecto de apariencia, operación y seguridad.

Siguiendo la metodología de observación y calificación descrita en el párrafo anterior, el análisis efectuado sobre la maquinaria y equipo del área de producción proyectó los siguientes resultados mostrados en la tabla I.

Tabla I. Estado actual de los equipos

Área	Maquinaria / equipo	Condiciones		
		Apariencia	Operación	Seguridad
Sólidos	Tamizador de polvos	Normal	Normal	Confiable
	Blisteadora 1	Normal	Normal	Relativamente confiable
	Blisteadora 2	Regular	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Bombo 1	Buena	Normal	Confiable
	Bombo 2	Buena	Normal	Confiable
	Encapsuladora	Regular	Normal	Relativamente Confiable
	Horno de secado	Regular	Normal	Confiable
	Impresora de foil	Regular	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Tableteadora 1	Regular	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Tableteadora 2	Regular	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Tableteadora 3	Buena	Normal	Relativamente confiable
	Mezclador de pantalón	Buena	Normal	Confiable
	Mezclador excéntrico	Normal	Normal	Relativamente confiable
Líquidos y semisólidos	Agitador de portería	Normal	Utilizable con problema	Confiable
	Taponadora	Buena	Utilizable con problema	Confiable
	Molino 1	Buena	Normal	Relativamente confiable
	Molino 2	Buena	Normal	Relativamente confiable
	Bomba neumática 1	Normal	Utilizable con problema	Confiable
Líquidos y Semisólidos	Bomba neumática 2	Normal	Utilizable con problema	Confiable
	Bomba neumática 3	Buena	Utilizable con problema	Confiable
	Marmita de vapor	Buena	Normal	Confiable
	Llenadora de cremas	Normal	Normal	Relativamente confiable

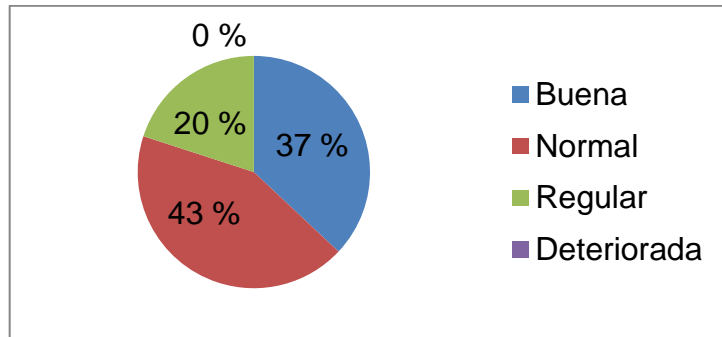
Continuación de la tabla I.

	Llenadora de líquidos 1	Buena	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Llenadora de líquidos 2	Buena	Normal	Relativamente confiable
	Selladora por inducción	Normal	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Sopladora de frascos	Normal	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Tanque 1	Normal	Utilizable con problema	Relativamente confiable
	Tanque 2	Normal	Utilizable con problema	Confiable
	Tanque 3	Normal	Utilizable con problema	Confiable
	Tanque 4	Normal	Normal	Relativamente confiable

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de los aspectos y condiciones de los equipos se obtuvieron los resultados de las apariencias, lo que demuestra que una gran mayoría de ellos se encuentran en buen estado, algunas con señales de desgaste, pero en general, se encuentran en buenas condiciones y condiciones normales. Pocos cuentan con señales de corrosión y desgaste, más no presenta fisuras exteriores. A continuación en la figura 5 se muestra la gráfica de porcentajes.

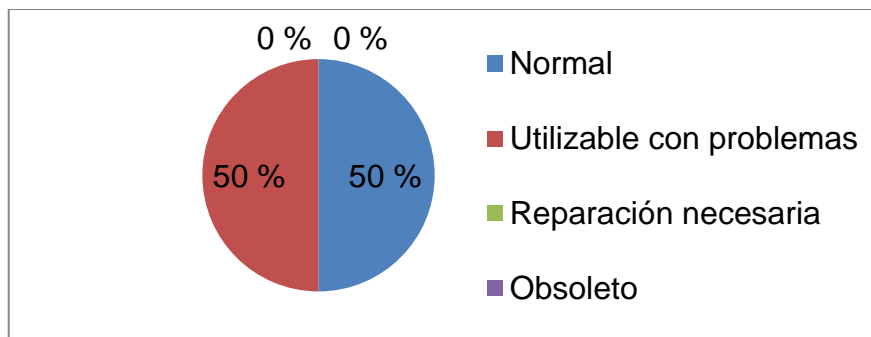
Figura 5. **Apariencia en los equipos**



Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar la condición que se tiene de las máquinas sobre su operación, y se obtuvo que la mitad de ellos se encuentran en operación normal y la otra mitad en utilizable con problemas, esto manifiesta que se debe trabajar en esos equipos porque cuentan con algún defecto específico y no trabajan a su capacidad máxima, lo que provoca paros en la producción para efectuar constantes reparaciones. A continuación en la figura 6 se muestra la gráfica de porcentajes.

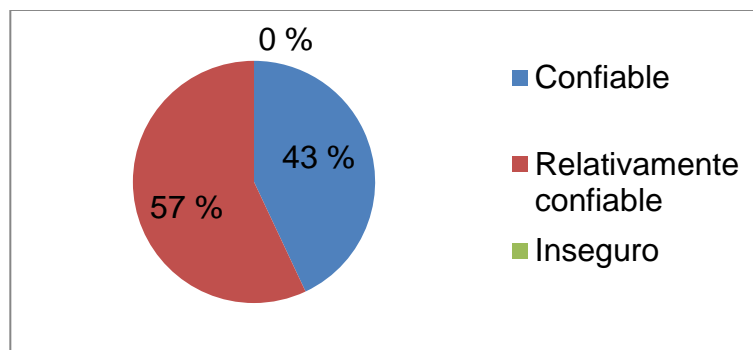
Figura 6. **Operación en los equipos**



Fuente: elaboración propia.

La confiabilidad es necesaria dentro de las operaciones para desempeñar satisfactoriamente las funciones del equipo, tomando en cuenta las máquinas analizadas todas poseen un grado de confiabilidad, la mayoría son relativamente confiables, sin tener ninguna con condición insegura. A continuación en la figura 7 se muestra la gráfica de porcentajes.

Figura 7. **Seguridad de los equipos**



Fuente: elaboración propia.

- **Análisis de criticidad actual de los equipos**

Para determinar a cuales de los equipos se le implementará el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos, con la ayuda del anexo 2, página 180 se calificaron los equipos según los criterios y la calificación descrita sobre producción, calidad, mantenimiento y seguridad. Habiendo calificado cada uno de ellos se realiza la suma de todas las calificaciones y con los resultados se establecen los siguientes grupos:

- Índice de criticidad entre 28 y 35: es un equipo crítico, y se le implementará el plan de mantenimiento preventivo.

- Índice de criticidad entre 22 y 27: equipo de importancia media, que en un determinado momento puede llegar a ser crítico.
- Índice de criticidad menor a 22: equipo secundario en el proceso, con importancia baja y pueden ser sometido a un programa de mantenimiento correctivo.

En la tabla II se muestra la matriz de criticidad para los equipos de la planta de producción.

Tabla II. Matriz de criticidad de los equipos del departamento de producción

Equipo	Producción			Calidad	Mantenimiento			Seguridad	Punteo
	Utilización	Equipo auxiliar	Influencia en proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
Llenadora de líquidos 1	4	4	5	5	4	4	4	4	34
Llenadora de líquidos 2	4	4	5	5	4	2	4	4	32
Taponadora	4	5	4	4	4	2	4	4	31
Encapsuladora	2	5	4	5	4	2	4	4	30
Tableteadora 1	2	1	5	5	4	4	4	4	29
Tableteadora 3	2	1	5	5	4	4	4	4	29
Bomba 1	4	4	5	5	2	2	4	2	28
Bomba 2	4	4	5	5	2	2	4	2	28
Bomba 3	4	4	5	5	2	2	4	2	28

Continuación de la tabla II.

Tamizador de polvos	2	5	5	5	2	2	4	2	27
Blisteadora 1	2	1	4	4	4	4	4	4	27
Blisteadora 2	2	1	4	4	4	4	4	4	27
Mezclador excéntrico	2	5	5	5	2	2	2	4	27
Llenadora de cremas	1	5	5	5	2	2	4	2	26
Selladora por inducción	2	5	4	5	2	2	2	4	26
Horno de secado	2	5	4	4	4	1	4	2	26
Impresora de foil	2	5	2	2	2	4	4	4	25
Molino 1	2	1	5	5	2	2	2	4	23
Molino 2	2	1	5	5	2	2	2	4	23
Tanque 1	4	5	4	5	1	1	1	2	23
Tableteadora 2	2	1	5	5	2	2	2	4	23
Agitador de portería	4	5	4	4	1	1	1	2	22
Tanque 2	4	4	4	5	1	1	1	2	22
Tanque 3	4	4	4	5	1	1	1	2	22
Sopladora de frascos	1	5	2	2	2	1	4	4	21
Tanque 4	2	5	4	5	1	1	1	2	21
Mezclador de pantalón	2	5	4	5	1	1	1	2	21
Marmita de vapor	2	4	2	4	1	1	1	2	17
Bombo 1	1	1	4	4	2	1	2	2	17
Bombo 2	1	1	4	4	2	1	2	2	17

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior proporciona la clasificación de los equipos críticos, de importancia media y equipos secundarios, separados con los parámetros indicados anteriormente; se obtuvieron 9 equipos críticos, 15 equipos de

importancia media y 6 equipos secundarios, de un total de 30 equipos. Se tomarán en cuenta los 9 equipos con la puntuación más alta para su inspección, análisis e implementación del mantenimiento preventivo.

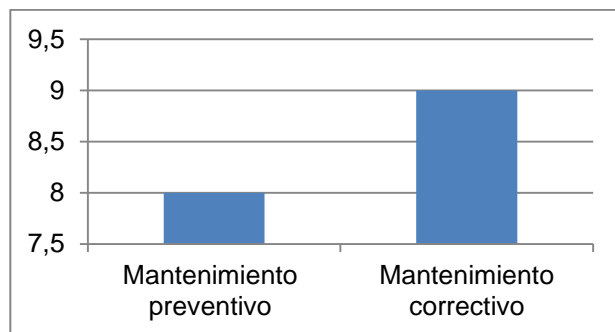
2.2.2. Tipo de mantenimiento

En el departamento de mantenimiento actualmente se realiza en su mayoría el mantenimiento correctivo, y se hacen las reparaciones cuando las fallas ya han ocurrido, dichas actividades están a cargo del jefe y los técnicos del departamento. Pocas veces, con el fin de prevenir que ocurran fallas, se realiza un mantenimiento preventivo, y si este fuera el caso, se realiza de forma general, porque se basan solamente en la inspección y en el aspecto visual y no por medio de un plan de mantenimiento que defina una rutina establecida para cada maquinaria.

El departamento de mantenimiento se encarga de la reparación de las maquinarias, sin tener un plan que indique los puntos que se deben de inspeccionar, lubricar o ajustar. Tampoco se llevan a cabo los registros necesarios para el control de las actividades de mantenimiento. Por otro lado, si existe algún mantenimiento que no se puede realizar dentro de la empresa se apoyan con empresas o personal externo para realizar dichos trabajos más específicos.

Realizando un estudio del departamento de mantenimiento sobre los reportes registrados durante el año 2016 y 2017 se obtuvo la figura 8.

Figura 8. **Total de mantenimientos registrados**



Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

En la figura 8, se muestran los valores totales de cada tipo de mantenimiento realizado, siendo un 47 % de mantenimiento preventivo y un 53 % de mantenimiento correctivo. De un total de 17 mantenimientos registrados de los 9 equipos principales. Enfocándose en el análisis de registros de mantenimientos correctivos, el 53 % aclara que se le debe dar el seguimiento a la implementación del plan de mantenimiento preventivo, para poder obtener solución a la mala práctica de mantenimiento, sabiendo que cada equipo tiene características diferentes, se realizarán rutinas de mantenimiento, conteniendo tareas de forma específica.

Los paros programados y no programados son de mucha importancia, ya que inciden en los tiempos y en el rendimiento de las líneas de producción, es considerable saber las causas que producen las pérdidas de tiempo en el proceso y es fundamental tener la programación y planificación de paros para los distintos mantenimientos; a continuación en la tabla III, se detallan las actividades realizadas en su respectivo mantenimiento correctivo de las distintas máquinas durante el año 2016 y 2017.

Tabla III. **Actividades registradas de mantenimientos correctivos**

Equipo	Actividad realizada
Bombas neumáticas	Cambio de diafragmas
	Cambio de válvula central de aire
	Cambio de regulador de presión
	Cambio de cheques
	Cambio de manguera de alimentación de aire
Llenadora de líquidos	Reparación de tablero eléctrico
	Reparación de fugas en válvulas
	Reparación de pastas de la base principal
	Cambio de mangueras de llenado
	Reparación de banda transportadora
	Cambio de cadena del transportador
	Cambio de chumaceras
	Cambio de sellos en las boquillas
Encapsuladora	Reparación de bomba de vacío
	Cambio de cojinetes en bomba de vacío
	Ajuste del cilindro neumático
Tableteadora	Cambio de cojinetes en motor principal
	Cambio de faja de velocidad variable

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

2.2.3. Procedimientos

El diagnóstico de la situación actual da como resultado las distintas deficiencias dentro de la empresa, dentro de ellas, la secuencia de acciones que se ejecutan actualmente para realizar el mantenimiento preventivo dentro de producción, estas se presentan a continuación.

- Programación anual de mantenimiento preventivo de equipos, por parte del jefe de mantenimiento.
- Solicitud verbal de mantenimiento preventivo al jefe de producción.
- Autorizado el trabajo de mantenimiento, el técnico traslada la maquina o equipo al taller si es necesario. Si no es necesario, llevan los materiales y herramientas al área.
- Inspección visual y verificación general de la máquina.
- Pintado de maquinaria o equipo, si aplica.
- Traslado de equipo a su área, si fuera el caso, y/o realizar la limpieza general del área donde se efectuó el trabajo de mantenimiento.
- Entrega de equipo sin visto bueno del encargado de área.
- Divulgación verbal del trabajo realizado al jefe de mantenimiento, para realización del reporte de mantenimiento.

Por otro lado, dentro del departamento de mantenimiento en su mayoría son procedimientos correctivos que se ejecutan cuando un equipo falla de forma inesperada o en su funcionamiento presenta anomalía. Esto influye en los procedimientos de mantenimiento no planificados. Estos procedimientos se ejecutan de la siguiente manera.

- Comunicación verbal del encargado del área o jefe de producción al departamento de mantenimiento sobre la falla del equipo.

- Designación de técnico para verificar la máquina.
- Verificación de la falla en la máquina o equipo, y selección de herramienta necesaria para arreglo y mantenimiento.
- Entrega de equipo sin visto bueno del encargado de área.
- Divulgación verbal del trabajo realizado al jefe de mantenimiento, para realización del reporte de mantenimiento.

Tomando en cuenta todas estas deficiencias encontradas sobre el mantenimiento preventivo y correctivo, orienta a un cambio para mejorar, en donde el diseño de un plan de mantenimiento preventivo es muy importante, porque define la ejecución de tareas propias de la máquina, procedimientos específicos, programación concreta y disminución de mantenimientos correctivos.

2.3. Plan de mantenimiento preventivo propuesto

A continuación, se describen las distintas estrategias a realizar para la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

2.3.1. Codificación de equipo y maquinaria

La codificación de equipo y maquinaria es de suma importancia para el plan de mantenimiento preventivo, esto permite un mejor control y orden al momento de realizar toda acción, contribuyendo a la eficiencia y facilitando el trabajo para los operarios. Se propone la siguiente codificación para los equipos de Laboratorios Lafco S.A., estableciéndose con el objetivo de facilitar la lectura

e identificación de los equipos mediante un código comprensible y elemental. El código final de un equipo tendrá 5 caracteres, en donde el primero está ocupado por la letra E que representa equipo, seguido de un guión medio (-). El segundo y tercero ocupado por dos letras mayúsculas que representan el área general. Y los últimos dos son ocupados por números que pueden ser desde 01 hasta 99, siendo un correlativo para cada área.

La codificación que corresponde a las áreas de producción de la empresa se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. **Codificación de áreas generales del departamento de producción**

Área general	Código
Empaque secundario	ES
Laboratorio fisicoquímico	FQ
Laboratorio microbiología	LM
Metrología	MT
Líquidos	LQ
Semisólidos	SS
Sólidos	SD

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

Teniendo la codificación de las áreas generales, se procede con el código correspondiente y se obtiene la tabla V.

Tabla V. **Codificación de equipos del área de producción**

Equipo	Área	CORRELATIVO	Equipo con código designado	
E	Sólidos SD	01	Tamizador de polvos	E-SD01
		02	Blisteadora 1	E-SD02
		03	Blisteadora 2	E-SD03
		04	Bombo 1	E-SD04
		05	Bombo 2	E-SD05
		06	Encapsuladora	E-SD06
		07	Horno de secado	E-SD07
		08	Impresora de foil	E-SD08
		09	Tableteadora 1	E-SD09
		10	Mezclador de pantalón	E-SD10
		11	Mezclador excéntrico	E-SD11
		14	Tableteadora 2	E-SD14
		18	Tableteadora 3	E-SD18
		E	Líquidos LQ	01
02	Taponadora			E-LQ02
03	Molino coloidal 1			E-LQ03
04	Bomba 3			E-LQ04
05	Bomba 1			E-LQ05
06	Bomba 2			E-LQ06
08	Marmita de vapor			E-LQ08
09	Llenadora de líquidos 1			E-LQ09
11	Selladora por inducción			E-LQ11
12	Molino coloidal 2			E-LQ12
13	Sopladora de frascos			E-LQ13
14	Tanque 2			E-LQ14
15	Tanque 3			E-LQ15
16	Tanque 1			E-LQ16
25	Llenadora de líquidos 2			E-LQ25
Semisólidos SS	01			Llenadora de cremas
	03		Tanque 4	E-SS03


Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Ficha técnica de equipos

Para contar con información necesaria de un equipo o maquinaria en específico se deben tener fichas técnicas de cada uno de ellos, obteniendo un mejor control en el plan de mantenimiento preventivo. Ésta ficha cuenta con


distintos datos relevantes del equipo en particular incluyendo descripción general del equipo donde se detalla el nombre del equipo, código, ubicación, marca, modelo, serie, dimensiones, función del equipo y un área para la imagen del equipo. Luego se describen los materiales del equipo, sistema de lubricación, sistema eléctrico, sistema mecánico, sistema neumático, sistema de enfriamiento, pintura del equipo, cronograma de mantenimiento, instrumentación, componentes auxiliares y observaciones. A continuación, se muestra la ficha técnica de cada uno de los equipos principales de la empresa.

Figura 9. Ficha técnica de llenadora de líquidos 1

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		MN-I-007 V.0 Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO	Llenadora de líquidos 1				
CÓDIGO	E-LQ09				
UBICACIÓN	Llenado				
MARCA					
MODELO		AÑO			
SERIE					
		Largo	Ancho	Alto	
DIMENSIONES (m)		2,5	1,2	2,1	
FUNCIÓN	Envasadora vertical automática para llenado por rebalse de productos líquidos.				
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico		
CAPACIDAD ml	TEÓRICA		PRÁCTICA		
	Mínima	50	Mínima		
	Máxima	1000	Máxima		
MATERIALES					
Contacto con producto			Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción	
Acero inoxidable	Boquillas, maniful		SS 304	Accesorios/carcasa	
Teflón	Valvulas		Polipropileno	Accesorios	
Cilicón	Empaque		Aluminio	Carcasa	
Superficie total de material con contacto					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
LUBRICANTE	COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO		
Grasa G.A. EP#2	Ejes/cadenas	1 vez por semana	Manual		
Aceite ISO 100 G.A.	Chumacera/bujes	1 vez por semana	Manual		
Aceite ISO 32 G.A.	Sistema neumatico	1 vez por semana	Manual		
SISTEMA MECÁNICO					
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES		
caja reductora	X	TIPO	PRESIÓN	CAUDAL	
engranajes	X	Aire comprimido	50 PSI		
rodamientos	X				
fajas de transmisión					
cadena de transmisión	X				
clutch de fricción		AGUA TEMPERATURA	ENTRADA	SALIDA	
chumaceras	X	(°C)	N/A	N/A	




Continuación de la figura 9.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-007 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220	FASES:	1	AMPERAJE:	5A	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	0.5 KW	Frecuencia:	60 HZ	RPM motor	1100	RPM caja:	30
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
50 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		No crítico	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			N/A	N/A		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN						
Diario	Limpieza, lubricación						
Mensual	Inspecciones y verificaciones						
Trimestral	Limpieza, verificaciones e inspecciones						
Semestral	Limpieza y revisiones						
Anual	Revisiones y sustituciones						
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro	Sin código	Anual	0-150 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Unidad de mantenimiento		Mantenimiento de aire			Polimeros		
Mangueras succión y descarga		Conductos del fluido			Poliuretano c/espinal de alambre de acero		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Ficha técnica de llenadora de líquidos 2

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			MN-I-011 V.0	
					Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO	Llenadora de líquidos 2					
CÓDIGO	E-LQ25					
UBICACIÓN	Llenado					
MARCA						
MODELO			AÑO			
SERIE						
DIMENSIONES (m)	Largo	Ancho	Alto			
	1,54	0,84	2,2			
FUNCIÓN	Envasadora vertical automática para llenado por rebalse de productos líquidos.					
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico			
CAPACIDAD U/H	TEÓRICA		PRÁCTICA			
	Mínima	1000	Mínima	Sin dato		
	Máxima	3000	Máxima	Sin dato		
MATERIALES						
Contacto con producto			Sin contacto con producto			
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción		
Acero inoxidable	Boquillas, tanque		Acero inoxidable	Base		
PVC	Mangueras		Aluminio	Cilindro, válvulas		
Superficie total de material con contacto						
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
LUBRICANTE		COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO		
Aceite ISO 100 G. A.		Barras, chumaceras	Diario	Manual		
Aceite ISO 32 G. A.		Unidad de Mantto.	Mensual	Manual		
SISTEMA MECÁNICO						
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES			
caja reductora	X		TIPO	PRESIÓN	CAUDAL	
engranajes			Aire comprimido	60 PSI	Sin dato	
rodamientos	X					
fajas de transmisión						
cadena de transmisión						
clutch de fricción			AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA	
chumaceras	X			N/A	N/A	




Continuación de la figura 10.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-011 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220	FASES:	3	AMPERAJE:	20	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	0.8 KW	Frecuencia:		RPM motor	Según taponadora	RPM caja:	Según taponadora
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
60 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		No crítico	Aceite ISO 32 G. A.
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			N/A	N/A		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN						
Diario	Limpieza, lubricación						
Mensual	Inspecciones y verificaciones						
Trimestral	Limpieza, verificaciones e inspecciones						
Semestral	Limpieza y revisiones						
Anual	Revisiones y sustituciones						
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro	Sin código	Anual	0-150 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Unidad de mantenimiento		Mantenimiento de aire			Polimeros		
Mangueras succión y descarga		Conductos del fluido			Poliuretano c/espinal de alambre de acero		
Cilindros neumáticos		Para paso y detención de frascos			Plastico/aluminio		
Pantalla digital		Panel de control			Plastico/acero inoxidable		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Ficha técnica de taponadora

				MN-I-015 V.0	
		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO	Taponadora				
CÓDIGO	E-LQ02				
UBICACIÓN	Llenado				
MARCA					
MODELO			AÑO		
SERIE					
		Largo	Ancho	Alto	
DIMENSIONES (m)		2,05	0,96	1,8	
FUNCIÓN	Máquina tapadora semiautomática para tapado de frascos en forma rotativa/lineal.				
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico	X	
CAPACIDAD u/min	TEÓRICA		PRÁCTICA		
	Mínima	25	Mínima	25	
	Máxima	35	Máxima	30	
MATERIALES					
Contacto con producto			Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción	
Acero inoxidable	Alimentador de tapa		Acero inoxidable	Guías y base	
			Plastico	Guías	
Superficie total de material con contacto					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
LUBRICANTE	COMPONENTE		FRECUENCIA	MÉTODO	
Grasa grado alimenticio EP 2	Chumaceras, cojinetes		Semanal	Manual	
Aceite ISO 100 grado alimenticio	Transportador, cadenas			Manual	
Aceite ISO 32 grado alimenticio	Unidad de mantenimiento			Manual	
SISTEMA MECÁNICO					
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES		
caja reductora	X		TIPO	PRESIÓN	CAUDAL
engranajes			Aire Comprimido	30 psi	N/A
rodamientos	X				
fajas de transmisión					
cadena de transmisión	X				
clutch de fricción			AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA
chumaceras	X			N/A	N/A




Continuación de la figura 11.

						MN-I-015 V.0	
		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220 V	FASES:	3	AMPERAJE:	15 A	RELACIÓN:	20 a 1
POTENCIA:	0.37 KW	Frecuencia:	60 Hertz	RPM motor	1400	RPM caja:	70
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
60 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		No crítico	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			N/A	N/A		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA		DESCRIPCIÓN					
Diario		Limpieza, lubricación y drenado					
Mensual		Inspección y verificación					
Trimestral		Revisión y limpieza					
Semestral		Revisión y limpieza					
Anual		Revisión y cambio					
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro de la	Sin código	N/A	0 - 1 Mpa	0-0.60	0.05 Mpa	± 0.02 Mpa
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
2 Sensores fotoelectricos		Lectura de envase			Metal		
Alimentador de tapa		Pone la tapa en cada frasco			Acero inoxidable		
Sensor capacitivo		Detector de tapa			Metal		
Pantalla táctil		Control de manto			Acero inoxidable		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Ficha técnica de encapsuladora

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		MN-I-017 V.0
				Página 1 de 2
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
EQUIPO	Encapsuladora			
CÓDIGO	E-SD06			
UBICACIÓN	Encapsulado			
MARCA				
MODELO		AÑO		
SERIE				
		Largo	Ancho	Alto
DIMENSIONES (m)		1,2	1,1	1,5
FUNCIÓN	Permiten el proceso de llenado y cierre de las cápsulas			
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico	
CAPACIDAD capsulas/ciclo	TEÓRICA		PRÁCTICA	
	Mínima		Mínima	200
	Máxima		Máxima	300
MATERIALES				
Contacto con producto				
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción	
Hierro fundido	Llenadora	Bronce	Separadora de capsulas	
Aluminio	Selladora de capsulas	Acero inoxidable	Bandeja	
Superficie total de material con contacto				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
LUBRICANTE	COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO	
Grafito	Bomba central	1 vez en funcionamiento	Manual	
Aceite ISO 100 grado alimenticio	Deposito central		Manual	
SISTEMA MECÁNICO				
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES	
caja reductora	X	TIPO	PRESIÓN	CAUDAL
engranajes	X	N/A	N/A	N/A
rodamientos	X			
fajas de transmisión	X			
cadena de transmisión				
clutch de fricción		AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA
chumaceras			N/A	N/A





Continuación de la figura 12.


						MN-I-017 V.0	
		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220 V	FASES:	3	AMPERAJE:	1.9 A	RELACIÓN:	6 a 1
POTENCIA:	1/2 Hp	Frecuencia:	60 Herz	RPM motor	1725	RPM caja:	287
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
50 PSI	Sin código	Hierro fundido	Rojo	Poliuretano BE-7192250-300		No crítico	Sin especificación
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			Base principal	Pintura Alquidica		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA		DESCRIPCIÓN					
Diario		Limpieza, revisión y lubricación					
Mensual		Inspección, lubricación, revisión					
Trimestral		Limpieza, revisión y verificación					
Semestral		Limpieza y revisión					
Anual		Revisiones y cambios					
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro de sistema	Sin código	N/A	0-90 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Bomba de vacío		Extrae el aire no condensado			Hierro fundido		
OBSERVACIONES							

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Ficha técnica de tableteadora 1


				MN-I-019 V.0
		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Página 1 de 2
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
EQUIPO	Tableteadora 1			
CÓDIGO	E-SD09			
UBICACIÓN	Tableteado 1			
MARCA				
MODELO		AÑO		
SERIE				
DIMENSIONES (m)	Largo	Ancho	Alto	
	1,2	1,3	2	
FUNCIÓN	Por medio de compresión da forma a un polvo o granulado para producir tabletas.			
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico	
CAPACIDAD u/h	TEÓRICA		PRÁCTICA	
	Mínima	750	Mínima	
	Máxima	1400	Máxima	
MATERIALES				
Contacto con producto		Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción	
Hierro fundido	Punzones	Acero	Tornamesa	
Bronce	Matriz			
Superficie total de material con contacto				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
LUBRICANTE	COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO	
Grasa grado alimenticio EP 2	Distintos puntos	2 veces diarias en funcionamiento	Manual	
Aceite ISO 100 grado alimenticio	Distintos puntos		Manual	
SISTEMA MECÁNICO				
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN		COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES		
caja reductora	X	TIPO	PRESIÓN	CAUDAL
engranajes	X	N/A	N/A	N/A
rodamientos	X			
fajas de transmisión	X			
cadena de transmisión				
clutch de fricción	X	AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA
chumaceras	X		N/A	N/A

Continuación de la figura 13.

						MN-I-019 V.0	
		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220 V	FASES:	3	AMPERAJE:	5.3 A	RELACIÓN:	28 a 1
POTENCIA:	2 Hp	Frecuencia:	60 Hertz	RPM motor	1725	RPM caja:	N/A
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			Base principal	Pintura alquídica		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN						
Diario	Limpieza y lubricación						
Mensual	Inspección, limpieza y verificación						
Trimestral	Revisión y limpieza						
Semestral	Revisión y limpieza						
Anual	Revisión y cambio						
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Extractor puntual de polvos		Extrae los residuos de polvos			Acero al carbono		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Ficha técnica de tableteadora 3

				MN-I-021 V.0
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			Página 1 de 2
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO				
EQUIPO	Tableteadora 3			
CÓDIGO	E-SD18			
UBICACIÓN	Tableteado 2			
MARCA				
MODELO			AÑO	
SERIE				
DIMENSIONES (m)	Largo	Ancho	Alto	
	0,55	0,65	2,2	
FUNCIÓN	Por medio de compresión da forma a un polvo o granulado para producir tabletas.			
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico	
CAPACIDAD u/h	TEÓRICA		PRÁCTICA	
	Mínima		Mínima	
	Máxima		Máxima	
MATERIALES				
Contacto con producto		Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción	
Acero Inoxidable	tolva,punzones,matriz	Acero inoxidable	Base	
Hierro fundido	Torna mesa			
Bronce	Distribuidor			
Superficie total de material con contacto				
SISTEMA DE LUBRICACIÓN				
LUBRICANTE	COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO	
Grasa G.A. EP#2	Graseras	Mensual	Manual	
Aceite ISO 100 grado alimenticio	Punzones, guías	Diario	Manual	
Aceite ISO 32 grado alimenticio	Unidad de mantenimiento	Mensual	Manual	
SISTEMA MECÁNICO				
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN		COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES		
caja reductora	X	TIPO	PRESIÓN	CAUDAL
engranajes		N/A	N/A	N/A
rodamientos	X			
fajas de transmisión	X			
cadena de transmisión				
clutch de fricción		AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA
chumaceras			N/A	N/A



Continuación de la figura 14.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-021 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	220 V	FASES:	3	AMPERAJE:	20 A	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	5 HP	Frecuencia:	60 Hertz	RPM motor	1725	RPM caja:	N/A
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			Base principal interna	Pintura epoxica		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA		DESCRIPCIÓN					
Diario		Limpieza y lubricación					
Mensual		Inspección, limpieza y verificación					
Trimestral		Revisión y limpieza					
Semestral		Revisión y limpieza					
Anual		Revisión y cambio					
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Contador de tabletas	Sin código	N/A	0-99999	N/A	1	N/A
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Aspiradora		Extrae los residuos de polvos			Acero inoxidable/plastico		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Ficha técnica de bomba neumática 1

LAFCO		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		MN-I-025 V.0	
				Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO	Bomba neumática 1				
CÓDIGO	E-LQ05				
UBICACIÓN	Fabricación				
MARCA					
MODELO			AÑO		
SERIE					
DIMENSIONES (m)		Largo	Ancho	Alto	
		0,3	0,25	0,5	
FUNCIÓN	Proceso de desplazamiento positivo de líquidos para fabricación y llenado.				
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico		
CAPACIDAD litros/min	TEÓRICA		PRÁCTICA		
	Mínima	1	Mínima		
	Máxima	159	Máxima		
MATERIALES					
Contacto con producto			Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción	
SS316	Cámara interior		Aluminio	Colectores	
Teflón	Diafragma		Polimero	Carcasa	
			Acero galvanizado	Carcasa	
Superficie total de material con contacto					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
LUBRICANTE		COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO	
G. A. para sistemas neumáticos		Válvula de aire	1 gota c/5 min	Unidad de mantenimiento	
SISTEMA MECÁNICO					
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES		
caja reductora			TIPO	PRESIÓN	CAUDAL
engranajes			Aire Comprimido	30 psi	Sin dato
rodamientos					
fajas de transmisión					
cadena de transmisión					
clutch de fricción			AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA
Bujes				N/A	N/A




Continuación de la figura 15.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-025 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	N/A	FASES:	N/A	AMPERAJE:	N/A	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	N/A	Frecuencia:	N/A	RPM motor	N/A	RPM caja:	N/A
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
30 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		Crítico	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			Base	Pintura epóxica		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA		DESCRIPCIÓN					
Semestral		Verificación, limpieza, inspección, lubricación y sustitución					
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro	Sin código	Anual	0-100 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Regulador de presión		Controlador de flujo y presión			Acero inoxidable		
Mangueras succión y descarga		Conductos del fluido			Poliuretano c/espinal de alambre de acero		
OBSERVACIONES							


Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Ficha técnica de bomba neumática 2

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		MN-I-027 V.0	
				Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO					
EQUIPO	Bomba neumática 2				
CÓDIGO	E-LQ06				
UBICACIÓN	Fabricación				
MARCA					
MODELO		AÑO			
SERIE					
		Largo	Ancho	Alto	
DIMENSIONES (m)		0,3	0,15	0,3	
FUNCIÓN	Proceso de desplazamiento positivo de líquidos para fabricación y llenado.				
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico		
CAPACIDAD gal/min	TEÓRICA		PRÁCTICA		
	Mínima		Mínima		1
	Máxima		Máxima		30
MATERIALES					
Contacto con producto			Sin contacto con producto		
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción	
SS316	Cámara interior		Aluminio	Colectores	
Teflón	Diafragma		Acero inoxidable	Cámara externa	
Superficie total de material con contacto					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
LUBRICANTE	COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO		
G. A. para sistemas neumáticos	Válvula de aire	1 gota c/5 min	Unidad de mantenimiento		
SISTEMA MECÁNICO					
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN		COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES			
caja reductora		TIPO	PRESIÓN	CAUDAL	
engranajes		Aire Comprimido	30 psi	Sin dato	
rodamientos					
fajas de transmisión					
cadena de transmisión					
clutch de fricción		AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA	
chumaceras			N/A	N/A	

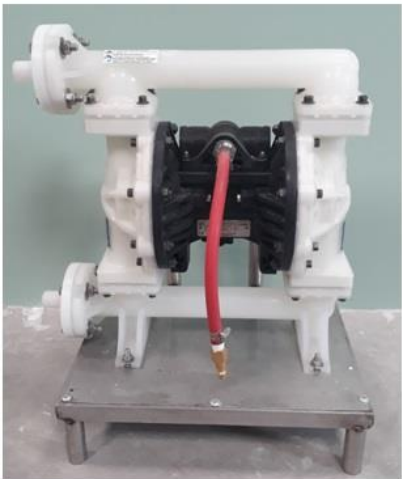


Continuación de la figura 16.


		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-027 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	N/A	FASES:	N/A	AMPERAJE:	N/A	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	N/A	Frecuencia:	N/A	RPM motor	N/A	RPM caja:	N/A
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
30 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		Crítico	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			N/A	N/A		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN						
Semestral	Verificación, limpieza, inspección, lubricación y sustitución						
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro	Sin código	Anual	0-100 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Regulador de presión		Controlador de flujo y presión			Acero inoxidable		
Mangueras succión y descarga		Conductos del fluido			Poliuretano c/espiral de alambre de acero		
OBSERVACIONES							

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Ficha técnica de bomba neumática 3

LAFCO		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS			MN-I-023 V.0	
					Página 1 de 2	
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO						
EQUIPO	Bomba neumática 3					
CÓDIGO	E-LQ04					
UBICACIÓN	Fabricación					
MARCA						
MODELO			AÑO			
SERIE						
		Largo	Ancho	Alto		
DIMENSIONES (m)		0,4	0,2	0,4		
FUNCIÓN	Proceso de desplazamiento positivo de líquidos para fabricación y llenado.					
CRITICIDAD (Validación)	Crítico		No Crítico			
CAPACIDAD gal/min	TEÓRICA		PRÁCTICA			
	Mínima		Mínima	1		
	Máxima		Máxima	50		
						
MATERIALES						
Contacto con producto			Sin contacto con producto			
Tipo	Descripción		Tipo	Descripción		
Teflón	Diafragma		Polipropileno	Carcasa		
Polipropileno	Tubería		Acero Inoxidable	Tornillos		
Superficie total de material con contacto						
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
LUBRICANTE		COMPONENTE	FRECUENCIA	MÉTODO		
G. A. para circuitos neumáticos		Válvula de aire	1 gota c/5 min	Unidad de mantenimiento		
SISTEMA MECÁNICO						
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN			COMBUSTIBLES Y CONSUMIBLES			
caja reductora		N/A	TIPO	PRESIÓN	CAUDAL	
engranajes		N/A	Aire Comprimido	30 psi	Sin dato	
rodamientos		N/A				
fajas de transmisión		N/A				
cadena de transmisión		N/A				
clutch de fricción		N/A	AGUA TEMPERATURA (°C)	ENTRADA	SALIDA	
chumaceras		N/A		N/A	N/A	

Continuación de la figura 17.

		FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				MN-I-023 V.0	
						Página 2 de 2	
SISTEMA ELÉCTRICO							
VOLTAJE:	N/A	FASES:	N/A	AMPERAJE:	N/A	RELACIÓN:	N/A
POTENCIA:	N/A	Frecuencia:	N/A	RPM motor	N/A	RPM caja:	N/A
SISTEMA NEUMÁTICO							
Presión	Código de la toma	Instalación	Color instalación	Material y tipo de manguera (dirección de flujo especificada en instalación)		Impacto al producto	Tipo de lubricante
30 PSI	Sin código	Hierro galvanizado	-	Poliuretano BF-7192250-300		Crítico	N/A
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO							
Método	Frecuencia de purga	Temperatura de entrada (°C)	Temperatura de salida (°C)	Material y tipo de manguera y tubería (dirección de flujo especificada en instalación)			
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A			
PINTURA							
INTERNO				EXTERNO			
Elemento	Descripción/Tipo			Elemento	Descripción/Tipo		
N/A	N/A			N/A	N/A		
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO							
FRECUENCIA		DESCRIPCIÓN					
Semestral		Verificación, limpieza, inspección, lubricación y sustitución					
INSTRUMENTACIÓN							
Cantidad	Componentes fijos	Código	Frecuencia calibración	Rango del instrumento	Rango de trabajo	Escala Mínima	Tolerancia máxima permitida
1	Manometro	Sin Código	Anual	0-100 PSI	0-50 PSI	2 PSI	± 2 PSI
COMPONENTES AUXILIARES							
ELEMENTO		DESCRIPCIÓN			MATERIAL		
Regulador de presión		Controlador de flujo y presión			Acero inoxidable		
Mangueras succión y descarga		Conductos del fluido			Poliuretano c/espinal de alambre de acero		
OBSERVACIONES							

Fuente: elaboración propia.

Toda ficha técnica debe ser actualizada al momento de modificaciones o cambios en el equipo y conforme el tiempo se adquieran nuevos equipos de producción, se deben crear las nuevas fichas técnicas para seguir con el control de la información.

2.3.3. Definición de tareas

La definición de tareas es necesaria para un plan detallado y ordenado, maximizando la eficiencia y eficacia del mantenimiento en la maquinaria y equipo. Cada una de estas tareas define actividades de lubricación, limpieza y ajuste, estas tendrán la función de prevenir incidentes y desperfectos.

Dentro de las tareas de mantenimiento preventivo para la maquinaria principal y crítica de Laboratorios Lafco, S.A. se proponen las siguientes:

Figura 18. **Tareas de mantenimiento de llenadora de líquidos 1 y 2**

EQUIPO	LLENADORA DE LÍQUIDOS	CÓDIGO	E-LQ09 E-LQ25
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que no exista derrame de lubricante • Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento • Llenar las aceiteras/graseras de las barras guías • Llenar las aceiteras/graseras de la chumacera de banda y bujes • Revisar la lubricación de los ejes y cadenas. Lubricar si es necesario • Nivelación de lubricante en filtro-regulador-lubricador • Regular el goteo para cada 15 ciclos del filtro-regulador-lubricador neumático 			
B. LIMPIEZA			
<ul style="list-style-type: none"> • Drenar el filtro del agua del sistema neumático • Limpiar el tablero de controles eléctricos • Limpiar el cableado eléctrico • Limpiar los motores • Limpiar los tanques • Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina • Realizar limpieza general 			
C. AJUSTES			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa • Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo • Revisar que no existan partes flojas • Revisar las guías de manejo del envase, si hay desgaste, golpes o cortaduras. Repara si es necesario • Revisar desgaste de las boquillas de llenado. Cambiar si es necesario • Revisar el motor del transportador • Revisar voltaje y amperaje • Revisar el estado y funcionamiento de sensores fotoeléctricos • Revisar motor y las conexiones del motor • Revisar panel de control digital • Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas • Revisar desgaste en engranajes y rodamientos • Revisar chumacera • Revisar la transmisión del tornillo alimentador, cadenas, cojinetes y esprockets, ejes, cuñas y guías. Cambiar si hay existencia de desgaste • Sustituir bujes de bronce • Revisar las boquillas del llenado • Revisar ruidos y vibraciones extrañas • Revisar todos los racores • Verificar el buen funcionamiento del manómetro. Cambiar si es necesario • Revisar el estado de las mangueras de succión y descarga. Cambiarlas si es necesario <p>Para mantenimiento de E-LQ25 agregar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar juntas rotativas del distribuidor, sellos y tubería • Revisar si existen fugas en las válvulas de llenado • Limpiar y verificar desgaste en las válvulas de llenado 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Tareas de mantenimiento de taponadora

EQUIPO	TAPONADORA	CÓDIGO	E-LQ02
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que no exista derrame de lubricante • Lubricar con algunas gotas las cadenas de transmisión • Lubricar con algunas gotas los cojinetes lineales/axiales • Lubricar las chumaceras de pared • Lubricar el transportador • Lubricar el torque taponador y sus componentes 			
B. LIMPIEZA			
<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el tablero de control eléctrico • Limpiar el cableado eléctrico • Limpiar el motor • Limpiar la banda transportadora • Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina • Realizar limpieza general 			
C. AJUSTES			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa • Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo • Revisar que no existan partes flojas • Revisar las guías de manejo del envase (media luna y estrellas), si hay desgaste, golpes o cortaduras. • Revisar el desgaste de las guías de la banda transportadora • Revisar el desgaste de las guías estrella y media luna • Revisar el desgaste o golpes en el alimentador de tapas y sus componentes • Revisar el protector de cables • Verificar el buen estado de la unidad de mantenimiento • Revisar el buen funcionamiento de los puntos de conexión, que estén en buen estado y apretadas • Revisar el buen funcionamiento de los motores • Revisar voltaje y amperaje • Revisar el estado y funcionamiento de sensores fotoeléctricos • Revisar el estado y funcionamiento del sensor capacitivo • Revisar las conexiones del motor • Revisar el buen funcionamiento del panel de control digital • Revisar holgura y limpiar las cadenas de transmisión • Revisar desgaste en rodamientos • Revisar el estado y desgaste de las chumaceras • Revisar ruidos y vibraciones extrañas • Revisar todos los racores con reguladores de caudal • Verificar el buen funcionamiento del manómetro de la unidad de mantenimiento • Revisar el estado de las distintas mangueras 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Tareas de mantenimiento de encapsuladora

EQUIPO	ENCAPSULADORA	CÓDIGO	E-SD06
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que no exista derrame de lubricante • Llenar la cama de la máquina con aceite • Llenar los depósitos de aceite en la parte posterior de la cama de la máquina • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje de la mesa rectificadora de capsulas • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje de la tolva de polvo • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje transversal de la tolva de polvo • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite de la flecha de transmisión de la tolva de polvo • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite de la biela de la cabeza rectificadora • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje y sector de la cabeza rectificadora • Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del soporte de la cubierta de la base de la tolva de polvo • Lubricar con algunas gotas las guías de las cremalleras vertical y horizontal • Lubricar con algunas gotas la cremallera de la guía de la ménsula • Lubricar con algunas gotas el eje del anillo de pemos • Rellenar las copas de la bomba de vacío con grafito 			
B. LIMPIEZA			
<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar a fondo el tope de la maquina • Limpiar a fondo la mesa giratoria • Limpiar a fondo la tolva de polvo • Limpiar a fondo la bandeja frontal de polvo • Lavar el anillo de recepción de capsulas con jabón suave, enjuagarse bien, secarse y enfriar antes de ser usado • Vaciar la bolsa de vacío frecuentemente durante cada período de funcionamiento, lavarse periódicamente y secar antes de usarse, todo de acuerdo con los requisitos de sanidad • Limpiar los accesorios de rectificación, secar y dejarlos libre de aceite • Limpiar y lavar la clavija del anillo cuidadosamente con jabón suave para prevenir una acumulación de polvo • Limpiar el cableado eléctrico • Limpiar el motor • Limpiar el pedal de pie • Limpiar el filtro de la bomba de vacío. Cambiar si es necesario • Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina • Realizar limpieza general 			
C. AJUSTES			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa • Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo • Revisar que no existan partes flojas • Revisar pintura general de la máquina • Verificar el buen estado de la unidad de mantenimiento • Revisar voltaje y amperaje • Revisar motor y las conexiones del motor • Revisar el pedal de pie • Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas • Revisar estado físico y desgaste de los ejes principales • Revisar estado físico y desgaste de los ejes de levas • Revisar estado físico y desgaste de los engranes • Revisar estado físico y desgaste de los rodamientos • Revisar desgaste y alineación de las fajas. Cambiar si es necesario • Revisar ruidos y vibraciones extrañas • Revisar sistema de vacío y entrada de producto • Revisar el funcionamiento del cilindro neumático • Verificar que la unidad de mantenimiento esté en buen estado • Verificar el buen funcionamiento del manómetro. Cambiar si es necesario • Revisar estado físico y desgaste de la bomba de vacío 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Tareas de mantenimiento de tableteadora 1 y 3

EQUIPO	TABLETEADORA	CÓDIGO	E-SD09 E-SD18
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que no exista derrame de lubricante • Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento • Revisar que los niveles de lubricación del sistema hidráulico, lubricación general, caja reductora planetaria y sistema central tornillo sin fin sean los adecuados • Verificar que el sistema de distribución de lubricante esté en buen estado • Lubricar los punzones superiores e inferiores • Lubricar el rodillo de compresión principal • Lubricar el rodillo de pre-compresión • Revisar el aceite de la caja principal de tornillo sin fin, cambiarlo si es necesario 			
B. LIMPIEZA			
<ul style="list-style-type: none"> • Aspirar el polvo de la tornamesa y sus alrededores • Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones superiores e inferiores • Aspirar el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores • En caso de existencia de polvo endurecido y existencia de grasa en rodamientos, raspar y pulir con tela de esmeril fina • Lavar las guardas, guías para las zapatas, los punzones y las matrices con agua y detergente líquido • Limpiar los agujeros de los punzones utilizando sanitizante y cepillos circulares de cerda plástica, secar inmediatamente con un paño limpio y seco • Enjuagar las partes en contacto con el producto con agua purificada, secar con paño limpio y seco, luego limpiarlas con el sanitizante de la semana con paño limpio y seco • Limpiar la zona periférica de la máquina con un paño limpio y húmedo con sanitizante de la semana • Limpiar el cableado eléctrico, sensores y botones • Limpiar y revisar que los rodillos de presión principal y pre compresión no estén golpeados • Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina • Realizar limpieza general 			
C. AJUSTES			
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa • Revisar que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados • Revisar que no existan partes flojas • Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo • Revisar desgaste o deformidad en la tolva, punzones, matrices, tornamesa. Reparar si es necesario • Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación • Revisar que el sistema de presión principal superior no tenga desgaste o rotura • Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas • Revisar espiga 240 V. Sustituir si es necesario • Revisar la operación y el estado del embrague (únicamente para E-SD09) • Revisar que los rascadores estén en buenas condiciones • Revisar que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo • Revisar que los volantes de pre compresión y presión principal no estén dañados • Verificar el libre accionamiento de las penillas de ajuste de peso y dureza • Revisar que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento de los punzones • Revisar que las rampas de eyección estén en buen estado (únicamente para E-SD09) • Revisar los volantes. Si es necesario calibrarlos • Revisar desgaste en engranajes, cojinetes y rodamientos • Revisar desgaste de tornillo sin fin (únicamente para E-SD09) • Revisar ruidos y vibraciones extrañas <p>Para mantenimiento de E-SD18 agregar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión general del buen funcionamiento y estado del sistema de aspiración • Revisar el aceite de la caja reductora planetaria. Cambiarlo si es necesario • Revisar que los desviadores de tabletas funcionen correctamente • Revisar que las señales luminicas funcionen correctamente 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Tareas de mantenimiento de bomba 1

EQUIPO	BOMBA NEUMÁTICA 1	CÓDIGO	E-LQ05
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE <ul style="list-style-type: none"> • Lubrique ligeramente las juntas tóricas VÁLVULA PILOTO <ul style="list-style-type: none"> • Lubrique ligeramente las juntas tóricas DIAFRAGMA <ul style="list-style-type: none"> • Lubrique ligeramente las caras interiores de las placas del diafragma interior y exterior 			
B. LIMPIEZA			
GENERAL <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del interior y exterior de la bomba DIAFRAGMA <ul style="list-style-type: none"> • Limpie todas las piezas y observe si presentan un desgaste o están dañadas 			
C. AJUSTES			
GENERAL <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del régimen de temperatura del motor • Verificar régimen de funcionamiento de la bomba y presión de bombeo • Chequeo de fugas en tubería de succión y descarga de la bomba • Chequeo del eje de la bomba, soportes y fijación a la base de la bomba. Ajustar y evitar vibraciones • Chequeo de acoples del eje de bomba y motor. Cambiar acoples si es necesario • Verificar pintura general del equipo VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE <ul style="list-style-type: none"> • Verificación e inspección de las juntas tóricas. Cambiar si es necesario VÁLVULA PILOTO <ul style="list-style-type: none"> • Verificación e inspección de las juntas tóricas. Cambiar si es necesario DIAFRAGMA <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de fisuras o desgaste en los diafragmas. Cambiar si es necesario • Verificación de desgaste, deformidad o incrustaciones en las placas exteriores e interiores • Inspeccione los rodamientos intermedios por si hubiera elongación o desgaste • Inspeccione el vástago del diafragma por si hubiera desgastes o marcas. Sustituir si es necesario 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Tareas de mantenimiento de bomba 2**

EQUIPO	BOMBA NEUMÁTICA 2	CÓDIGO	E-LQ06
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
N/A			
B. LIMPIEZA			
<p>GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del interior y exterior de la bomba • Limpieza del silenciador <p>DIAFRAGMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar alrededor de la cesta de la bola de la válvula y el área del asiento de la válvula <p>EXTREMO HÚMEDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar y vaciar cualquier obstrucción de las cámaras húmedas • Limpieza de los colectores/tuberías de impulsión • Limpieza de los colectores/tuberías de succión 			
C. AJUSTES			
<p>VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar el sistema de distribución de aire (válvula piloto y actuadores de válvula piloto) <p>DIAFRAGMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación de fisuras o desgaste en los diafragmas. Cambiar si es necesario • Inspeccionar la bola de la válvula, alrededor de la cesta de la bola de la válvula y el área del asiento de la válvula. Cambiar válvula o asiento si estuvieran dañados <p>EXTREMO HÚMEDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar el buen estado de las cámaras húmedas • Inspeccionar el buen estado de la tubería de impulsión • Inspeccionar el buen estado de la tubería de succión • Inspeccionar juntas y uniones de tubería del lado de succión 			

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Tareas de mantenimiento de bomba 3

EQUIPO	BOMBA NEUMÁTICA 3	CÓDIGO	E-LQ04
TAREAS DE MANTENIMIENTO			
A. LUBRICACIÓN			
<p>VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engrase los pasadores y las juntas tóricas • Lubrique los empaques • Lubrique los pistones de accionamiento • Engrase la cara inferior del bloque piloto • Engrase la cara inferior del bloque de válvulas <p>DIAFRAGMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Engrase los empaques • Engrase el eje de la membrana en toda su longitud y en los extremos • Aplique fijador/sellador de resistencia media o equivalente a las roscas en el conjunto del diafragma • Aplique grasa a lo largo y en los extremos del eje del diafragma <p>EXTRACCIÓN DEL COJINETE Y DE LA JUNTA NEUMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplique fijador/sellador a las roscas de los tornillos 			
B. LIMPIEZA			
<p>GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del interior y exterior de la bomba <p>VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpie todas las piezas y observe si presentan un desgaste o están dañadas <p>VÁLVULA DE RETENCIÓN DE BOLA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarme, limpie todas las piezas y observe si presentan un desgaste o están dañadas y vuelva a armar <p>DIAFRAGMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpie todas las piezas y observe si presentan un desgaste o están dañadas 			
C. AJUSTES			
<p>GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación del régimen de temperatura del motor • Verificar régimen de funcionamiento de la bomba y presión de bombeo • Chequeo de fugas en tubería de succión y descarga de la bomba • Chequeo del eje de la bomba, soportes y fijación a la base de la bomba. Ajustar y evitar vibraciones • Chequeo de acoples del eje de bomba y motor. Cambia acoples si es necesario • Verificar pintura general del equipo <p>VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccione la placa de la válvula. Cambiar placa si es necesario • Inspeccione los cojinetes. Cambiar cojinetes si es necesario • Inspeccione los empaques. Cambiar empaques si es necesario <p>DIAFRAGMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccione las cubiertas de fluidos, los diafragmas y las placas laterales, en busca de daños. Cambiar si es necesario • Inspeccione el eje de la membrana en busca de desgaste o daños • Inspeccione los cojinetes. Cambiar si es necesario <p>EXTRACCIÓN DEL COJINETE Y DE LA JUNTA NEUMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustituir juntas neumáticas • Inspeccione los cojinetes. Cambiar si es necesario • Inspeccione los empaques. Cambiar si es necesario 			

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Procedimientos

La implementación del plan de mantenimiento preventivo establece los aspectos necesarios para desarrollar de la mejor manera las tareas y actividades que contempla un mantenimiento de maquinaria y equipo en específico, de la misma forma se considera la planeación y programación del mantenimiento de los equipos del laboratorio. Dentro de las acciones se tiene contemplada una rutina diaria, mensual, trimestral, semestral y anual.

Las rutinas de mantenimiento diarias consideran las tareas de inspección, lubricación y limpieza externa de la máquina. Estas tareas serán realizadas por el operario de producción luego de utilizar la máquina.

Para efectuar las rutinas de mantenimiento preventivo mensual, trimestral, semestral y anual, se propone un procedimiento, este es de suma importancia, y se aporta una secuencia de actividades para los trabajadores del departamento de mantenimiento, en las cuales se considera un paro programado de la máquina para efectuar tareas de limpieza profunda, inspecciones, cambio de piezas, ajustes, calibración y pruebas funcionales del equipo. Cada mantenimiento se realiza cumpliendo con solicitudes, órdenes y rutinas. La secuencia de acciones que se deben ejecutar para realizar eficientemente el mantenimiento preventivo dentro de producción y utilizando los formatos y fichas de control, se presenta a continuación.

- Planificación anual del programa de mantenimiento preventivo para los equipos, efectuado por el jefe del departamento de mantenimiento.
- Verificación de ficha técnica de stock de repuestos e insumos, si es necesario. Esta ficha técnica de stock es utilizada para poder tener

información adecuada de los repuestos e insumos utilizados en cada máquina en específico, en ella se anota el nombre del equipo, código, tipo de componente, lubricantes e información de los proveedores de los repuestos e insumos, dando como resultado una cita rápida de los repuestos. En la figura 26 se puede observar el formato de la ficha técnica de stock de repuestos.

- Obtención anticipada de repuestos y materiales necesarios para cada una de las máquinas y cada una de las rutinas de mantenimiento. Esta acción se realiza con la ficha de orden de compra, dicha ficha se emplea para solicitar elementos necesarios que se utilizarán en el mantenimiento preventivo. Los datos incluidos en ella son: fecha de solicitud, cantidad, nombre del componente, características de éste, proveedor calificado, motivo y firmas o nombres necesarios. La gestión de este documento es entre el jefe del departamento de mantenimiento y el encargado de compras. En la figura 27 se puede observar el formato de la ficha de orden de compra.
- Elaboración de la orden de trabajo por el jefe de mantenimiento. Llenada e impresa la orden de trabajo, se le provee al operario de mantenimiento para entregársela al jefe de producción, solicitando la autorización y fecha para ejecutar el mantenimiento. La ficha de orden de trabajo contiene fecha, número de ficha, procedimientos a utilizar, persona que solicita la tarea, equipo, código, ubicación, operarios asignados, descripción de la tarea a realizar, autorización, descripción de la tarea realizada, fechas de trabajo, horas de trabajo y firmas necesarias.
- Autorización de orden de trabajo por el departamento de producción por medio de una firma y una fecha establecida en los espacios de la figura

28. El jefe de producción es la única persona encargada de autorizar el trabajo.

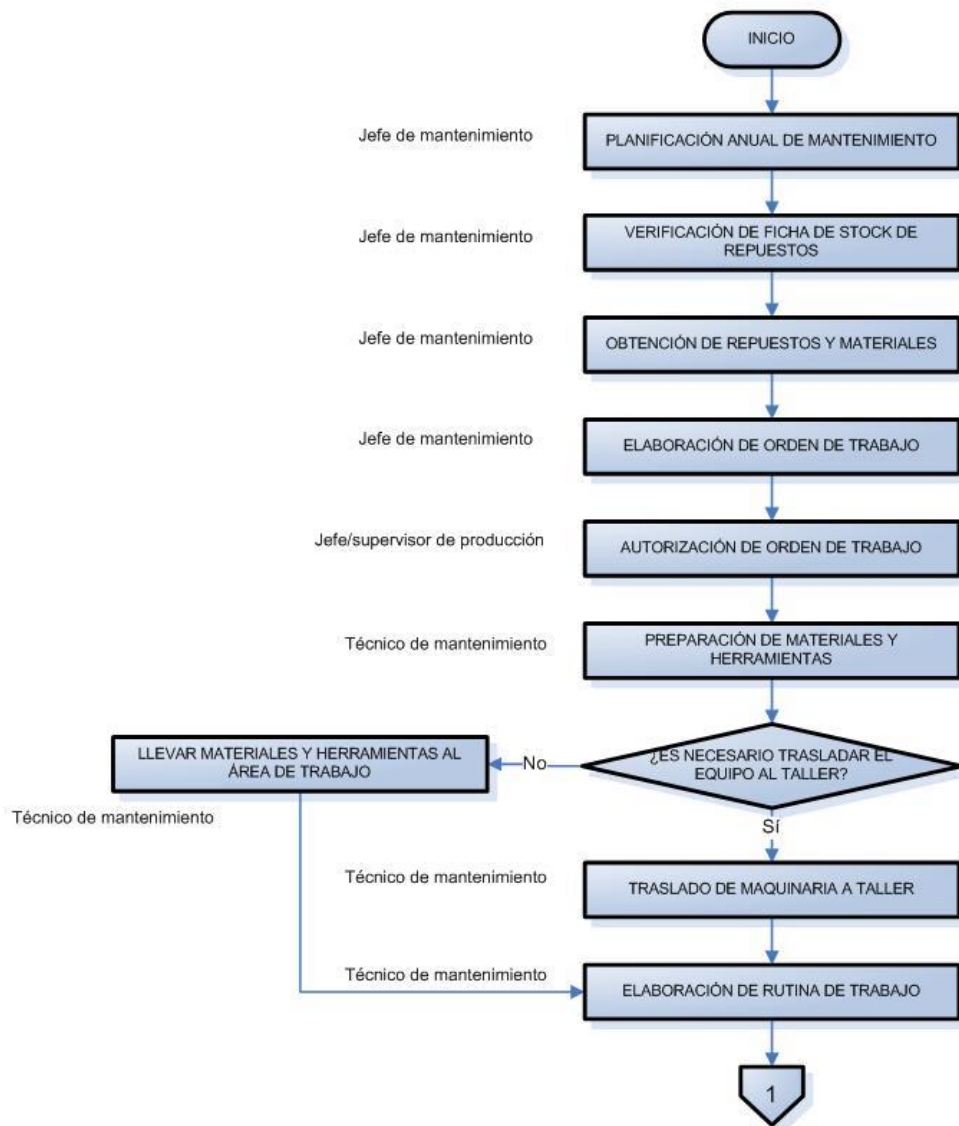
- Autorizado el trabajo de mantenimiento, el técnico sabiendo el tipo de mantenimiento preventivo a realizar, prepara materiales y herramientas necesarias para efectuar la rutina de mantenimiento.
- Traslado de maquina o equipo al taller si es necesario. Si no es necesario, llevar los materiales y herramientas al área.
- Ejecución de la rutina de mantenimiento de la máquina, descrita en el inciso 2.3.5.
- Limpieza profunda interna y externa del equipo, se limpia el equipo al que se le realizó el mantenimiento para evitar la contaminación cruzada.
- Pruebas funcionales de operación del equipo, en donde se realizan las pruebas poniéndolo en marcha para verificar su buen funcionamiento.
- Trasladar el equipo a su área, si fuera el caso, y/o realizar la limpieza del área donde se efectuaron los trabajos de mantenimiento.
- Llenado de los espacios de la orden de trabajo que le corresponde al técnico de mantenimiento, quien debe llenar la descripción de la tarea realizada, fecha y hora de inicio y fecha y hora de finalización.
- Revisión y visto bueno por el jefe de mantenimiento y encargado de área de producción para asegurarse de que la maquinaria queda funcionando

en perfecto estado y así poder entregarla. En caso de ser necesario, hacer reparaciones y modificaciones.

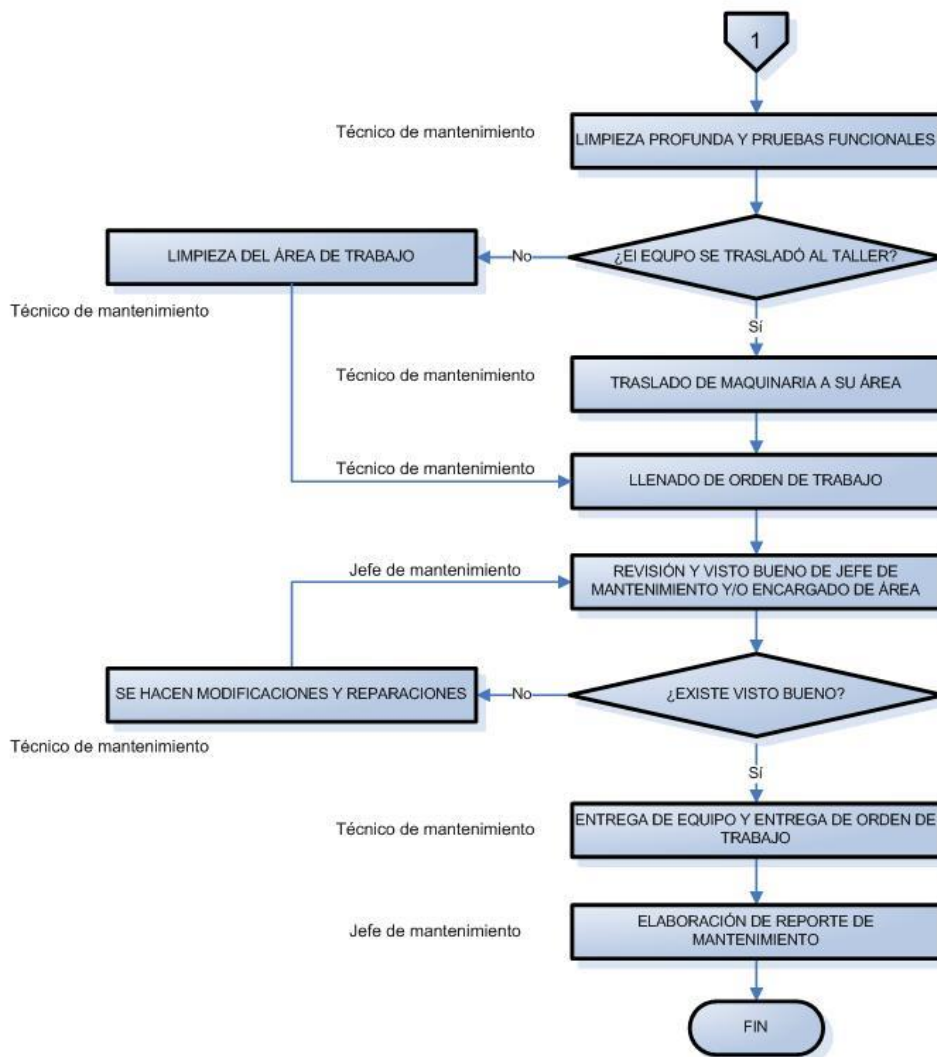
- Entrega de información de la tarea realizada al sub jefe de mantenimiento.
- Realización de reporte de mantenimiento por el sub jefe de mantenimiento para tener registros de lo que se desarrolló. Esta acción se realiza con el reporte de mantenimiento mostrado en la figura 38, página 84.

A continuación, se representa por medio de un flujograma el procedimiento descrito anteriormente.

Figura 25. **Flujograma de la ejecución del mantenimiento preventivo**




Continuación de la figura 25.



A continuación, se representan los formatos establecidos y propuestos en el procedimiento descrito anteriormente:

Figura 26. **Formato de ficha técnica de stock de repuestos e insumos**

		FICHA TÉCNICA DE STOCK DE REPUESTOS E INSUMOS		MN-F-005 V.0
EQUIPO				
CÓDIGO				
TIPO DE COMPONENTES	NOMBRE		CANTIDAD	
Componentes mecánicos:				
Componentes eléctricos:				
Componentes neumáticos:				
Componentes electrónicos:				
TIPO DE LUBRICANTES A UTILIZAR	NOMBRE		CANTIDAD	
PROVEEDORES				
NOMBRE	COMPONENTES/LUBRICANTE	DIRECCIÓN	TELÉFONO	

Fuente: elaboración propia.


Figura 27. **Formato de ficha de orden de compra**

	FICHA DE ORDEN DE COMPRA	MN-F-004 V.0
---	---------------------------------	---------------------

FECHA			
No.	ELEMENTO	CARACTERISTICAS	PROVEEDOR CALIFICADO
MOTIVO:			
Jefe de mantenimiento		Encargado de compras	

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Formato de ficha de orden de trabajo**

		FICHA DE ORDEN DE TRABAJO		MN-F-002 V.0	
FECHA		NUMERO DE FICHA		PROCEDIMIENTOS A UTILIZAR	
PERSONA QUE SOLICITA		FIRMA			
EQUIPO:		OPERARIO/S			
CÓDIGO:					
UBICACIÓN:					
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR					
MANTENIMIENTO PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mensual	MANTENIMIENTO CORRECTIVO <input type="checkbox"/>	FALLA:	
	<input type="checkbox"/>	Trimestral		CAUSA:	
	<input type="checkbox"/>	Semestral			
	<input type="checkbox"/>	Anual			
AUTORIZACIÓN					
Firma de trabajo autorizado			Fecha autorizada		
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA REALIZADA Y OBSERVACIONES					
HORA DE INICIO			HORA DE FINALIZACIÓN		
FECHA Y HORA DE TRABAJO ENTREGADO					
Firma de jefe de mantenimiento			Firma de trabajo aceptado		

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Rutinas

La ficha de rutinas de mantenimiento es el formato en donde se establecen las tareas de mantenimiento con una frecuencia propuesta, estructuradas de forma específica para cada equipo. Son ejecutadas por el departamento de mantenimiento con base al programa. Dentro de esta ficha se encuentra establecido el nombre del equipo, código, ubicación, frecuencia del mantenimiento y listado de las tareas a realizar.

Como la mayoría de maquinaria es antigua y/o no cuenta con manual, las rutinas se realizaron con base a la experiencia de los operarios y técnicos, reuniendo la información de las tareas, para seleccionarlas, ordenarlas y plasmarlas en las fichas, en donde se determinaron frecuencias de inspección, evaluación, lubricación y ajustes.

2.3.5.1. Área de sólidos y semisólidos

Las rutinas de mantenimiento de la maquinaria principal del área de sólidos y semisólidos son las que se presentan a continuación.

Figura 29. Rutina de mantenimiento de encapsuladora

EQUIPO	Encapsuladora					
CÓDIGO	E-SD06					
UBICACIÓN	Encapsulado					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar que no existan partes flojas			X			
Realizar limpieza general	X					
Revisar pintura de la máquina, pintar si es necesario					X	
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
Revisar y limpiar derrame de lubricante	X					
Verificar que la unidad de mantenimiento esté en buen estado			X			
Llenar la cama de la máquina con aceite		X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Llenar los depósitos de aceite en la parte posterior de la cama de la máquina		X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje de la mesa rectificadora de capsulas	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje de la tolva de polvo	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje transversal de la tolva de polvo	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite de la flecha de transmisión de la tolva de polvo	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite de la biela de la cabeza rectificadora	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del eje y sector de la cabeza rectificadora	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas en la copa de aceite del soporte de la cubierta de la base de la tolva de polvo	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas las guías de las cremalleras vertical y horizontal	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas la cremallera de la guía de la ménsula	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas el eje del anillo de pernos	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina	X					

Continuación de la figura 29.

SISTEMA ELÉCTRICO					
Limpiar el cableado eléctrico				X	Internamente y externamente
Revisar voltaje y amperaje				X	
Revisar las conexiones del motor				X	
Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas				X	
SISTEMA MECÁNICO					
Revisar y limpiar el motor				X	Internamente y externamente
Revisar y limpiar el pedal de pie				X	
Revisar estado físico y desgaste de los ejes principales				X	
Revisar estado físico y desgaste de los ejes de levas				X	
Revisar estado físico y desgaste de los engranes				X	
Revisar estado físico y desgaste de los rodamientos				X	
Revisar desgaste y alineación de las fajas, cambiar si es necesario				X	
Revisar ruidos y vibraciones extrañas		X			
Limpiar a fondo el tope de la máquina, la mesa giratoria, la tolva de polvo, la bandeja frontal de polvo	X				
Lavar el anillo de recepción de capsulas con jabón suave, enjuagarse bien, secarse y enfriar antes de ser usado	X				
Vaciar la bolsa de vacío frecuentemente durante cada período de funcionamiento, lavarse periódicamente y secar antes de usarse, todo de acuerdo con los requisitos de sanidad	X				
Limpiar los accesorios de rectificación, secar y dejarlos libre de aceite	X				
Limpiar y lavar la clavija del anillo cuidadosamente con jabón suave para prevenir una acumulación de polvo	X				
SISTEMA NEUMÁTICO					
Revisar sistema de vacío y entrada de producto			X		
Revisar el funcionamiento del cilindro neumático			X		
INSTRUMENTACIÓN					
Verificar el buen funcionamiento del manómetro, cambiar si es necesario			X		
COMPONENTES AUXILIARES					
Revisar estado físico y desgaste de la bomba de vacío			X		
Rellenar las copas de la bomba de vacío	X				Grafito
Limpiar el filtro de la bomba de vacío, cambiar si es necesario			X		

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Rutina de mantenimiento de tableteadora 1

EQUIPO	Tableteadora 1					
CÓDIGO	E-SD09					
UBICACIÓN	Tableteado 1					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Aspirar el polvo de la tornamesa y sus alrededores	X					
Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones inferiores	X					
Aspirar el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores	X					
En caso de existencia de polvo endurecido y existencia de grasa en rodamientos, raspar y pulir con tela de esmeril fina			X			
Revisar que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados			X			
Revisar que no existan partes flojas		X				
Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar desgaste o deformidad en la tolva, punzones, matrices, tornamesa			X			
Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación		X				
Lavar las guardas, guías para las zapatas, los punzones y las matrices con agua y detergente líquido	X					
Limpier los agujeros de los punzones utilizando sanitizante y cepillos circulares de cerda plástica, secar inmediatamente con un paño limpio y seco	X					
Enjuagar las partes en contacto con el producto con agua purificada, secar con paño limpio y seco, y luego limpiarlas con el sanitizante de la semana con paño limpio y seco	X					
Limpier la zona periférica de la máquina con un paño limpio y húmedo con sanitizante de la semana	X					
Revisar que el sistema de presión principal superior no tenga desgaste o rotura			X			
Revisar el buen funcionamiento y estado del sistema de aspiración			X			
Realizar limpieza general		X				

Continuación de la figura 30.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Revisar que no exista derrame de lubricantes		X			
Revisar que los niveles de lubricación del sistema hidráulico, lubricación general, caja reductora planetaria y sistema central tornillo sinfin sean los adecuados			X		Grasa EP-2 Grado Alimenticio (en graseras)
Verificar que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado		X			
Lubricar los punzones superiores e inferiores	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar el rodillo de compresión principal	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar el rodillo de pre-compresión	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Revisar el aceite de la caja principal de tornillo sinfin, cambiarlo si es necesario	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina		X			
SISTEMA ELÉCTRICO					
Limpiar el cableado eléctrico, sensores y botones y revisar que funcionen correctamente			X		
Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas			X		
Revisar espiga 240 V y sustituir si es necesario				X	
SISTEMA MECÁNICO					
Revisar la operación y el estado del embrague			X		
Revisar que los rascadores estén en buenas condiciones. Cambiar si es necesario.			X		
Revisar que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo			X		
Revisar que los volantes de pre compresión y presión principal no estén dañados				X	
Verificar el libre accionamiento de las perillas de ajuste de peso y dureza	X				
Limpiar y revisar que los rodillos de presión principal y pre compresión no estén golpeados				X	
Revisar que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento de los punzones					X
Revisar que las rampas de eyección estén en buen estado. Si es necesario cambiarlas					X
Revisar los volantes y si es necesario calibrarlos					X
Revisar desgaste en engranajes, cojinetes y rodamientos.					X
Revisar desgaste de tornillo sin fin					X
Revisar ruidos y vibraciones extrañas				X	

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Rutina de mantenimiento de tableteadora 3

EQUIPO	Tableteadora 3					
CÓDIGO	E-SD18					
UBICACIÓN	Tableteado 2					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Aspirar el polvo de la tomamesa y sus alrededores	X					
Aspirar el polvo que se encuentra en los punzones inferiores	X					
Aspirar el polvo que se encuentra dentro del área inferior de la máquina y el porta contenedores	X					
En caso de existencia de polvo endurecido y existencia de grasa en rodamientos, raspar y pulir con tela de esmeril fina			X			
Revisar que los retenedores de aceite-punzones superiores e inferiores no estén dañados			X			
Revisar que no existan partes flojas		X				
Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar desgaste o deformidad en la tolva, punzones, matrices, tornamesa			X			
Girar la tornamesa manualmente para determinar libre rotación		X				
Lavar las guardas, guías para las zapatas, los punzones y las matrices con agua y detergente líquido	X					
Limpiar los agujeros de los punzones utilizando sanitizante y cepillos circulares de cerda plástica, secar inmediatamente con un paño limpio y seco	X					
Enjuagar las partes en contacto con el producto con agua purificada, secar con paño limpio y seco, y luego limpiarlas con el sanitizante de la semana con paño limpio y seco	X					
Limpiar la zona periférica de la máquina con un paño limpio y húmedo con sanitizante de la semana	X					
Revisar que el sistema de presión principal superior no tenga desgaste o rotura			X			
Revisar el buen funcionamiento y estado del sistema de aspiración			X			
Realizar limpieza general		X				

Continuación de la figura 31.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN					
Revisar que no exista derrame de lubricantes		X			
Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento					Aceite ISO 32 Grado Alimenticio
Revisar que los niveles de lubricación del sistema hidráulico, lubricación general, caja reductora planetaria y sistema central tornillo sinfin sean los adecuados			X		Grasa EP-2 Grado Alimenticio
Verificar que el sistema de distribución de lubricante este en buen estado		X			
Lubricar los punzones superiores e inferiores	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar el rodillo de compresión principal	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar el rodillo de pre-compresión	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Revisar el aceite de la caja principal de tornillo sinfin, cambiarlo si es necesario	X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Revisar el aceite de la caja reductora planetaria, cambiarlo si es necesario		X			
Limpia residuos de lubricantes en toda la máquina	X				
SISTEMA ELÉCTRICO					
Limpia el cableado eléctrico, sensores y botones y revisar que funcionen correctamente			X		
Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas			X		
Sustituir espiga 240 V si es necesario				X	
Revisar que los desviadores de tabletas funcionen correctamente			X		
Revisar que las señales lumínicas funcionen correctamente			X		
SISTEMA MECÁNICO					
Revisar que los rascadores estén en buenas condiciones. Cambiar si es necesario.			X		
Revisar que el desgaste en el tren de levas y rampas no sea excesivo			X		
Revisar que los volantes de pre compresión y presión principal no estén dañados				X	
Verificar el libre accionamiento de las perillas de ajuste de peso y dureza	X				
Limpia y revisar que los rodillos de presión principal y pre compresión no estén golpeados				X	
Revisar que las cavidades de los punzones inferiores permitan el libre movimiento de los punzones					X
Revisar los volantes y si es necesario calibrarlos					X
Revisar desgaste en engranajes, cojinetes y rodamientos.					X
Revisar ruidos y vibraciones extrañas			X		

Fuente: elaboración propia.

2.3.5.2. Área de líquidos

Las rutinas de mantenimiento de la maquinaria principal del área de líquidos son las que se presentan a continuación.

Figura 32. Rutina de mantenimiento de llenadora de líquidos 1

EQUIPO	Llenadora de líquidos 1					
CÓDIGO	E-LQ09					
UBICACIÓN	Llenado					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar que no existan partes flojas		X				
Revisar las guías de manejo del envase, si hay desgaste, golpes o cortaduras. Reparar si es necesario			X			
Revisar desgaste de las boquillas de llenado, cambiar si es necesario		X				
Realizar limpieza general	X					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
Revisar que no exista derrame de lubricante	X					
Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento		X				
Llenar las aceiteras/graseras de las barras guías	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Llenar las aceiteras o graseras de la chumacera de banda y bujes	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Revisar la lubricación de los ejes y cadenas. Lubricar si es necesario	X					Grasa Grado Alimenticio EP#2
Regular el goteo cada 15 ciclos del filtro-regulador-lubricador neumático	X					
Nivelación de lubricante en filtro-regulador-lubricador		X				Aceite ISO 32 Grado Alimenticio
Regular la cantidad de aceite del lubricador neumáticos		X				
Limpiar residuos de lubricantes en toda la máquina	X					

Continuación de la figura 32.

SISTEMA ELÉCTRICO					
Limpiar el tablero de controles eléctricos				X	Internamente y externamente
Limpiar el cableado eléctrico			X		
Revisar el motor del transportador			X		
Revisar voltaje y amperaje			X		
Revisar el estado y funcionamiento de sensores fotoeléctricos			X		
Revisar las conexiones del motor		X			
Revisar panel de control digital				X	
Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas				X	
SISTEMA MECÁNICO					
Revisar y limpiar el motor				X	Internamente y externamente
Revisar y limpiar los tanques				X	
Revisar desgaste en engranajes y rodamientos.				X	
Revisar chumacera				X	
Revisar la transmisión del tornillo alimentador, cadenas, cojinetes y sprockets, ejes y cuñas. Cambiar si hay existencia de desgaste				X	
Revisar desgaste en transmisiones, cadenas, sprockets, retorno y guías				X	
Sustituir los bujes de bronce				X	
Revisar las boquillas del llenado			X		
Revisar ruidos y vibraciones extrañas		X			
SISTEMA NEUMÁTICO					
Drenar el filtro del agua	X				
Revisar todos los racores			X		
INSTRUMENTACIÓN					
Verificar el buen funcionamiento del manómetro, cambiar si es necesario			X		
COMPONENTES AUXILIARES					
Revisar el estado de las mangueras de succión y descarga, cambiarlas si es necesario		X			

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Rutina de mantenimiento de llenadora de líquidos 2

EQUIPO	Llenadora de líquidos 2					
CÓDIGO	E-LQ25					
UBICACIÓN	Llenado					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Revisar signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar que no existan partes flojas		X				
Revisar las guías de manejo del envase, si hay desgaste, golpes o cortaduras. Reparar si es necesario			X			
Revisar desgaste de las boquillas de llenado, cambiar si amerita.		X				
Realizar limpieza general	X					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
Revisar que no exista derrame de lubricante	X					
Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento		X				
Llenar las aceiteras/graseras de las barras guías	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Llenar las aceiteras o graseras de la chumacera de banda	X					Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Regular el goteo cada 15 ciclos del filtro-regulador-lubricador	X					
Nivelación de lubricante en filtro-regulador-lubricador		X				Aceite ISO 32 Grado Alimenticio
Regular la cantidad de aceite del lubricador neumáticos		X				
Limpiar los residuos de lubricantes en toda la máquina	X					

Continuación de la figura 33.

SISTEMA ELÉCTRICO					
Limpiar el tablero de controles eléctricos				X	Internamente y externamente
Limpiar el cableado eléctrico			X		
Revisar el motor del transportador			X		
Revisar voltaje y amperaje			X		
Revisar el estado y funcionamiento de sensores fotoeléctricos			X		
Revisar las conexiones del motor		X			
Revisar panel de control digital				X	
Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado y apretadas				X	
SISTEMA MECÁNICO					
Revisar y limpiar el motor				X	Internamente y externamente
Revisar y limpiar los tanques				X	
Revisar desgaste en engranajes y rodamientos.				X	
Revisar chumacera				X	
Revisar la transmisión del tornillo alimentador, cadenas, cojinetes y esprockets, ejes y cuñas. Cambiar si hay existencia de desgaste				X	
Revisar desgaste en transmisiones, cadenas, sprockets, retomo y guías				X	
Sustituir los bujes de bronce				X	
Revisar las boquillas del llenado			X		
Revisar ruidos y vibraciones extrañas		X			
SISTEMA NEUMÁTICO					
Drenar el filtro del agua	X				
Revisar todos los racores			X		
Revisar juntas rotativas del distribuidor, sellos y tuberías			X		
Revisar si existen fugas en las válvulas de llenado			X		
Limpiar y verificar desgaste en las partes de la válvula de llenado			X		
INSTRUMENTACIÓN					
Verificar el buen funcionamiento del manómetro, cambiar si es necesario			X		
COMPONENTES AUXILIARES					
Revisar el estado de las mangueras de succión y descarga, cambiarlas si es necesario		X			

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Rutina de mantenimiento de taponadora

EQUIPO	Taponadora					
CÓDIGO	E-LQ02					
UBICACIÓN	Llenado					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES						
Realizar inspección visual y revisar el estado físico de la máquina completa		X				
Revisar que no existen signos de desgaste en todo el equipo			X			
Revisar que no existan partes flojas		X				
Revisar las guías de manejo del envase (media luna y estrellas), si hay desgaste, golpes o cortaduras. Reparar si es necesario			X			
Revisar el desgaste de las guías de la banda transportadora. Pulirlas si es necesario				X		
Revisar el desgaste de las guías estrella y media luna. Reparar si es necesario.				X		
Revisar el desgaste o golpes en el alimentador de tapas y sus componentes. Reparar si es necesario			X			
Revisar el protector de cables. Cambiar si es necesario.				X		
Realizar limpieza general	X					
SISTEMA DE LUBRICACIÓN						
Revisar el buen estado de la unidad de mantenimiento			X			
Revisar que no exista derrame de lubricante	X					
Revisar los niveles de lubricante y verificar el estado de la unidad de mantenimiento		X				Aceite ISO 32 Grado Alimenticio
Lubricar con algunas gotas las cadenas de transmisión	X					Grasa Grado Alimenticio EP#2
Lubricar con algunas gotas los cojinetes lineales/axiales	X					Grasa Grado Alimenticio EP#2
Lubricar las chumaceras de pared	X					Grasa Grado Alimenticio EP#2
Revisar la lubricación del transportador. Lubricar si es necesario		X				Aceite ISO 100 Grado Alimenticio
Lubricar el torque taponador y sus componentes	X					Grasa Grado Alimenticio EP#2
Limpiar los residuos de lubricante y aceite en toda la máquina	X					

Continuación de la figura 34.

SISTEMA ELÉCTRICO						
Limpiar el tablero de controles eléctricos				X		Internamente y externamente
Limpiar el cableado eléctrico			X			
Revisar el buen funcionamiento de los puntos de conexión, que estén en buen estado y apretadas			X			
Revisar el buen funcionamiento de los motores			X			
Revisar voltajes y amperajes				X		
Revisar el estado y funcionamiento de sensores fotoeléctricos. Cambiar si es necesario				X		
Revisar el estado y funcionamiento del sensor capacitivo. Cambiar si es necesario				X		
Revisar las conexiones del motor		X				
Revisar el buen funcionamiento del panel de control digital				X		
SISTEMA MECÁNICO						
Revisar y limpiar el motor					X	Internamente y externamente
Revisar holgura y limpiar las cadenas de transmisión. Cambiar si es necesario					X	
Revisar desgaste en rodamientos					X	
Revisar el estado y desgaste de las chumaceras					X	
Limpiar la banda transportadora					X	Internamente y externamente
Revisar ruidos y vibraciones extrañas		X				
SISTEMA NEUMÁTICO						
Drenar el filtro del agua	X					
Revisar todos los racores con reguladores de caudal. Cambiar si es necesario			X			
INSTRUMENTACIÓN						
Verificar el buen funcionamiento del manómetro de la unidad de mantenimiento, cambiar si es necesario			X			
COMPONENTES AUXILIARES						
Revisar el estado de las distintas mangueras, cambiarlas si es necesario		X				

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Rutina de mantenimiento de bomba neumática 1

EQUIPO	Bomba neumática 1					
CÓDIGO	E-LQ05					
UBICACIÓN	Fabricación					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES BOMBA						
Verificación del régimen de temperatura del motor				X		
Verificar régimen de funcionamiento de la bomba y presión de bombeo				X		
Chequeo de fugas en tubería de succión y descarga de la bomba				X		
Chequeo del eje de la bomba, soportes y fijación a la base de la bomba (Ajustar y evitar vibraciones)				X		
Chequeo de acoples del eje de bomba y motor (Cambio de acoples si lo amerita)				X		
Verificar pintura general del equipo (Pintar si es necesario)				X		
Limpieza del exterior de la bomba				X		
VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE						
Inspeccione las juntas tóricas				X		
Lubrique ligeramente las juntas tóricas sobre el carrete				X		
VÁLVULA PILOTO						
Inspeccione las juntas tóricas, sustitúyalas si fuera necesario				X		
Lubrique ligeramente las juntas tóricas				X		
DIAFRAGMA						
Limpieza de diafragma, placas, vástago y juntas tóricas				X		
Inspección de los diafragmas en busca de fisuras de desgaste o ataques químicos.				X		
Inspeccione las placas exteriores e interiores en busca de deformidades, incrustaciones de herrumbre y desgaste.				X		
Inspeccione los rodamientos intermedios por si hubiera elongación o desgaste.				X		
Inspeccione el vástago del diafragma por si hubiera desgastes o marcas. Lleve a cabo la limpieza o reparación si fuera preciso. Sustitúyalos si fuera necesario.				X		
Lubrique ligeramente, con un material compatible, las caras interiores de las placas del diafragma interior y exterior				X		

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Rutina de mantenimiento de bomba neumática 2

EQUIPO	Bomba neumática 2					
CÓDIGO	E-LQ06					
UBICACIÓN	Fabricación					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
<u>GENERAUDADES BOMBA</u>						
Limpieza interior y exterior de la bomba				X		
Limpieza del silenciador				X		
<u>VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE</u>						
Inspeccionar el sistema de distribución de aire (válvula piloto y sus actuadores)				X		
<u>DIAFRAGMA</u>						
Verificación de fisuras o desgaste en los diafragmas (Cambiar si es necesario)				X		
Inspeccionar la bola de la válvula, alrededor de la cesta de la bola de la válvula y el área del asiento de la válvula (Cambiar válvula o asiento si estuvieran dañados)				X		
Limpieza alrededor de la cesta de la bola de la válvula y el área del asiento de la válvula						
<u>EXTREMO HÚMEDO</u>						
Inspeccionar el buen estado de las cámaras húmedas. Limpiarlas y quitarles cualquier obstrucción				X		
Inspeccionar el buen estado de la tubería de impulsión y limpiarlas				X		
Inspeccionar el buen estado de la tubería de succión y limpiarlas				X		
Inspeccionar juntas y uniones de tubería del lado de succión				X		

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Rutina de mantenimiento de bomba neumática 3

EQUIPO	Bomba neumática 3					
CÓDIGO	E-LQ04					
UBICACIÓN	Fabricación					
ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	REALIZADO					OBSERVACIÓN
	DIARIO	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	
GENERALIDADES BOMBA						
Verificación del régimen de temperatura del motor				X		
Verificar régimen de funcionamiento de la bomba y presión de bombeo				X		
Chequeo de fugas en tubería de succión y descarga de la bomba				X		
Chequeo del eje de la bomba, soportes y fijación a la base de la bomba (Ajustar y evitar vibraciones)				X		
Chequeo de acoples del eje de bomba y motor (Cambio de acoples si lo amerita)				X		
Verificar pintura general del equipo (Pintar si es necesario)				X		
Limpieza del interior y exterior de la bomba				X		
VÁLVULA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE						
Inspeccione la placa de la válvula sin desarmarla. Si estuviera dañada cambiarla				X		
Inspeccione los cojinetes sin extraerlos. Los cojinetes tienen forma ahusada y, si se encuentran dañados, deben extraerse y cambiarlos				X		
Limpie todas las piezas				X		
Engrase los pasadores y las juntas tóricas.				X		
Inspeccione los empaques, cambiarlos si es necesario.				X		
Lubrique los empaques y los pistones de accionamiento				X		
Engrase la cara inferior del bloque				X		
Engrase la cara inferior del bloque de válvulas				X		
VÁLVULA DE RETENCIÓN DE BOLA						
Limpie los pernos, asientos, bolas y juntas tóricas. Observe si presentan un desgaste o están dañadas. Reemplace las piezas según sea necesario.				X		

Continuación de la figura 37.

<u>DIAFRAGMA</u>					
Inspecciones las cubiertas de fluidos, los diafragmas y las placas laterales, en busca de daños. Cambiar si es necesario				X	
Inspeccione el eje de la membrana en busca de desgaste o daños. Si está dañado, inspeccione los cojinetes sin extraerlos. Si éstos están dañados, deben extraerse y cambiarlos				X	
Limpie todas las piezas y observe si presentan un desgaste o están dañadas.				X	
Engrase los empaques				X	
Engrase el eje de la membrana en toda su longitud y en los extremos				X	
Aplique fijador/sellador a las roscas de las placas del diafragma del lado de fluido				X	
Aplique grasa a lo largo y en los extremos del eje del diafragma				X	
<u>EXTRACCIÓN DEL COJINETE Y DE LA JUNTA NEUMÁTICA</u>					
Retire las juntas de la cubierta de aire. Sustituya siempre por juntas nuevas.				X	
Inspeccionar los cojinetes. Extraerlos si es necesario cambiarlos. No extraiga cojinetes en buen estado.				X	
Extraer los empaques, inspeccionarlos y cambiarlos si es necesario				X	
Aplique fijador/sellador a las roscas de los tomillos				X	

Fuente: elaboración propia.

2.3.6. Stock de repuestos

El *stock* de repuestos es de mucha importancia y ayuda a la eficiencia en el mantenimiento preventivo, dando lugar a reducir costos. Un nivel de inventario eleva considerablemente los costos porque puede llegar a ser un capital inmóvil, pero para lograr un inventario menos costoso se puede realizar un análisis ABC, como se muestra en el anexo 3, pagina 181 basado en la ley de Pareto que permite diferenciar los productos que necesitan una mayor atención en términos de tiempo y control.

A continuación, se presentan las tablas del stock mínimo de repuestos para cada uno de los equipos principales.

Tabla VI. **Stock mínimo de repuestos de llenadora de líquidos 1**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Chumaceras de 4 agujeros con eje de 25 mm en acero inoxidable.	4
	Cadena simple paso 30 en acero inoxidable	1
	Juego de medias uniones	6
	Juego de uniones	6
Componentes eléctricos	Sensor fotoeléctrico 24VDC 18*70 con alcance de 30 cm.	1
	Pulsador Start/Stop con caja de sobreponer marca EBC.	1
	Clavija cetac aérea 3P 220 V	1
Componentes neumáticos	Cilindro neumático CP96SDB32-100C de doble efecto con carrera de 100 mm.	1
	Regulador de presión Parker 150 PSI de ¼	1
	Acople rápido recto ½ * 6 mm	1
Componentes auxiliares	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G.A.	¼ galón
	Grasa G.A. EP#2	1 cartucho
	Aceite ISO 32 G.A.	¼ galón

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Stock mínimo de repuestos de llenadora de líquidos 2**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Válvula de bola de 1 pulgada en acero inoxidable.	1
Componentes eléctricos	Clavija cetac aérea 3P 220 V	1
	Sensor fotoeléctrico con reflector omron E3Z-R61.	1
	Fusibles R015 RT18 RT14 am2 500V gG 1ª 10*38.	5

Continuación de la tabla VII.

Componentes neumáticos	Cilindros neumáticos CD85N20-50-B con base estándar.	4
	Racores con regulador de caudal a 90° 1/8*6 mm.	10
	Racores con regulador de caudal a 90° 1/4*8 mm.	10
	Electroválvulas 3/2 con conexión ¼ NPT para 24V.	5
Componentes auxiliares	Mangueras polyurethane 6 mm WH1960	10 metros
	Acople rápido recto ½ * 6 mm	1
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G.A.	¼ galón
	Aceite ISO 32 G.A.	¼ galón

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Stock mínimo de repuestos de taponadora**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Chumaceras de 4 agujeros para eje de 25 mm en acero inoxidable.	7
	Cojinetes lineales LM25UU	6
Componentes eléctricos	Clavija cetac aérea 3P 220 V	1
	Sensor fotoeléctrico BR400-DDT 12-24 VDC	2
	Sensor LJC12A36-A-Z/BX 5mm 10-30 VDC	1
Componentes neumáticos	Racores con regulador de caudal a 90° 1/8*6 mm.	10
	Racores con regulador a 90° 1/4*8 mm	10
	Electroválvula neumática 3/2 24VDC 4,8 W	1
	Cilindro neumático de doble efecto TP96SDB63-50 con embolo magnético.	1
Componentes auxiliares	Mangueras polyurethane 6 mm WP 150 PSI	10 metros
	Mangueras polyurethane 8 mm WP 150 PSI	10 metros
	Acople rápido recto ½ * 8 mm	1
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G. A.	¼ galón
	Grasa G.A. EP#2	1 cartucho
	Aceite ISO 32 G.A.	¼ galón

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Stock mínimo de repuestos de encapsuladora**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Cojinete rígido de bola 6203 2Z	1
	Cojinete rígido de bola 6204 2Z	1
	Cojinete rígido de bola 6204 2ZC3	1
	Empaque tipo copa para cilindro de capsula	1
Componentes auxiliares	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G.A.	¼ galón
	Grafito	1 frasco

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Stock mínimo de repuestos de tableteadora 1**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Cojinete rígido de bola 6204 2Z	1
	Cojinete rígido de bola 6205 2Z	1
	Faja de velocidad variable 144 pulgadas	1
Componentes eléctricos	Clavija cetac aérea 3P 220 V	1
	Pulsador Start/Stop con caja de sobreponer marca EBC	1
Componentes auxiliares	Tornillos de acero cabeza hexagonal 3/8*2 pulgadas, grado 6	8
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G.A.	¼ galón
	Grasa G.A. EP#2	1 cartucho

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Stock mínimo de repuestos de tableteadora 3**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Distribuidor de polvo	1
Componentes eléctricos	Clavija cetac aérea 3P 220 V	1
	Base cetac aérea 3P 220 V	1
	Clavija cetac trescuadro 3P 220 V	1
	Base cetat trescuadro 1P 220 V	1
	Clavida cetac aérea 1P 220 V	1
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricantes	Aceite ISO 100 G. A.	¼ galón
	Grasa G.A. EP#2	1 cartucho
	Aceite ISO 32 G.A.	¼ galón

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Stock mínimo de repuestos de bomba neumática 1**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Kit de diafragmas	1
	Kit de aire	1
Componentes auxiliares	Tornillos de cabeza hexagonal con tuerca y roldana de 5/16"	16
	Manguera para aire comprimido de ¼"	10 metros
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricante	Aerosol de grado alimenticio	1 frasco

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Stock mínimo de repuestos de bomba neumática 2**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Kit de sellos para válvula de aire	1
	Kit de cheques para la succión y descarga	1
	Kit de diafragmas	1
Componentes neumáticos	Regulador de presión Parker 150 PSI de ¼	1
Componentes auxiliares	Manguera para aire comprimido de ¼"	10 metros
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricante	Aerosol de grado alimenticio	1 frasco

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Stock mínimo de repuestos de bomba neumática 3**

Tipo de componentes	Nombre	Cantidad
Componentes mecánicos	Kit de aire	1
	Kit de bolas	1
	Kit de diafragmas PTFE	1
Componentes neumáticos	Regulador de presión Parker 150 PSI de ¼	1
Componentes auxiliares	Manguera para aire comprimido de ¼"	10 metros
	Wipe	1
	Brocha de cerda 1-½ pulgada	1
Lubricante	Aerosol de grado alimenticio	1 frasco

Fuente: elaboración propia.

Para el buen control de dicho inventario es necesario que una persona se encargue de almacenar y retirar los repuestos solicitados, junto con una hoja de registro, agregando la utilización del *stock* de seguridad, porque indica el momento que se debe solicitar nuevamente los repuestos. Sabiendo que es


indispensable la clasificación y organización de los repuestos e insumos, se recomienda una planificación y organización para minimizar los costos y agilizar el proceso.

2.3.7. Reporte de mantenimiento

La hoja de reporte de mantenimiento provee y facilita información para el analista, porque presenta datos exclusivos sobre el mantenimiento que se realizó, tales como: tipo de mantenimiento, equipo, descripción del trabajo, materiales y repuestos empleados, quiénes intervinieron, fecha y hora de inicio, fecha y hora de finalización, observaciones, fecha y firma de consentimiento. Todo esto para contar con un mejor control y dejar constancia del trabajo que se realizó.

A continuación en la figura 38 se presenta el formato utilizado del reporte de mantenimiento realizado.

Figura 38. **Reporte de mantenimiento realizado**

		REPORTE DE MANTENIMIENTO REALIZADO		MN-F-003 V.2	
				Página 1 de 1	
MANTENIMIENTO:		PREVENTIVO	CORRECTIVO		
EQUIPO:				REPORTE No.	
CÓDIGO:			ÁREA:		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO:					
MATERIALES/REPUESTOS EMPLEADOS:					
Realizado por:		Ayudante		Supervisado por:	
INICIO		TERMINACIÓN		TIEMPO EMPLEADO	
Fecha	Hora	Fecha	Hora		
OBSERVACIONES/COMENTARIOS					
Fecha del reporte:		Firma Jefe de mantenimiento			

Fuente: elaboración propia.

2.4. Costos de la propuesta

Se basa en los costos que incurren en que la empresa implemente la fase de Servicio Técnico Profesional, dentro de los costos se toman en cuenta los gastos de compra de materiales, repuestos y componentes necesarios para llevar a cabo las tareas de lubricación, limpieza y ajustes en cada una de las máquinas analizadas. Se realizó la cotización de cada uno de los componentes, vía telefónica o correo electrónico, y sumando la cantidad de cada tipo de componente de los 9 equipos se obtuvo el total, como resultado tenemos la siguiente tabla XV, en donde se muestran los gastos necesarios para la implementación del plan propuesto de mantenimiento preventivo.

Tabla XV. **Costo anual contemplado para plan propuesto de mantenimiento preventivo**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Documentación	Hojas de control	150	Q 0,15	Q 22,50
	Hojas de supervisión	50	Q 0,15	Q 7,50
Subtotal				Q 30,00
Materiales e insumos	Componentes mecánicos	39	-	Q 2 894,80
	Componentes eléctricos	21	-	Q 4 572,80
	Componentes neumáticos	55	-	Q 6 225,00
	Componentes auxiliares	104	-	Q 613,90
	Lubricantes	13	-	Q 3 810,00
Subtotal				Q 18 116,50
Total				Q 18 146,50

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE MEJORAS AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS

3.1. Diagnóstico de la situación actual del proceso de producción

Para realizar el diagnóstico de las condiciones del proceso de producción de la línea de líquidos, se utilizó la observación y la entrevista no estructurada a los jefes y operarios. Realizando un análisis FODA para determinar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, enfocándose en los aspectos internos y determinar los puntos de mejora para la empresa. Y luego realizando un diagrama causa-efecto para determinar las principales causas del problema principal.

Los métodos realizados para obtener el diagnóstico están desarrollados a continuación.

3.1.1. Análisis FODA

Este análisis da como resultado las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que afectan toda la planta de producción, de una manera interna y externa. Posteriormente se obtienen estrategias para plantear soluciones que puedan acceder a la posibilidad de reducir o eliminar las debilidades y amenazas; y confortar las fortalezas y oportunidades.

A continuación, se describen los resultados obtenidos y en la tabla XVI se presenta la matriz FODA.

- Fortalezas
 - Empresa con muchos años de experiencia y consciente del compromiso social en la elaboración de sus productos.
 - Empresa en vías de crecimiento que quiere aumentar su producción.
 - Fidelización de los clientes.
 - Equipamiento de última generación en la línea de producción.
 - Gran variedad de productos, sabores y presentaciones.

- Oportunidades
 - Tendencia favorable en el mercado, recibiendo productos con altos estándares de calidad y en menor tiempo.
 - Alianza con distintas entidades para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura.
 - Surgimientos de nuevos mercados que exigen mejora continua en el proceso de fabricación y buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica.
 - Apoyo y refuerzo por parte de la Asociación Pequeña Industria Farmacéutica (APIFAR).

- Debilidades
 - Poco control de supervisión de las operaciones en la línea de producción.
 - Salarios bajos.
 - Mala utilización de los equipos.
 - Falta de capacitaciones específicas.
 - Ninguna publicidad en sus productos.
 - Indiferencia en las mejoras de las estaciones de trabajo.

- Amenazas
 - Surgimiento de nuevas normas sobre Buenas Prácticas de Manufactura para la Industria Farmacéutica, Productos Farmacéuticos y Medicamentos de uso Humano.
 - Falta de proveedores calificados según las Buenas Prácticas de Manufactura.
 - Fuerte competencia en el campo de industrias farmacéuticas.
 - Aumento de precio de materiales e insumos.

Tabla XVI. **Matriz FODA**

<p>Análisis interno</p>	<p>Fortalezas F1. Años de experiencia F2. Empresa en vías de crecimiento. F3. Fidelización de los clientes. F4. Variedad de equipos. F5. Variedad de productos.</p>	<p>Debilidades D1. Poco control de supervisión D2. Salarios bajos D3. Mala utilización de los equipos. D4. Falta de capacitación. D5. Nada de publicidad. D6. Indiferencia en las estaciones de trabajo.</p>
<p>Análisis externo</p>	<p>Oportunidades O1. Tendencia favorable en el mercado. O2. Alianzas con otras empresas. O3. Surgimiento de nuevos mercados. O4. Apoyo y refuerzo por APIFAR.</p>	<p>Amenazas A1. Surgimiento de nuevas normas. A2. Falta de proveedores calificados. A3. Fuerte competencia. A4. Aumento de precios en materiales e insumos.</p>

Fuente: elaboración propia.

Luego de determinar las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, se utilizan para obtener estrategias que ayudarán a la aplicación de mejoras en el proceso, como se muestra a continuación en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Análisis estratégico FODA**

<p>Factores internos</p> <p>Factores externos</p>	<p>F1. Muchos años de experiencia. F2. Empresa en vías de crecimiento. F3. Fidelización de los clientes. F4. Variedad de equipos. F5. Variedad de productos.</p>	<p>D1. Poco control de supervisión. D2. Salarios bajos D3. Mala utilización de los equipos. D4. Falta de capacitación. D5. Nada de publicidad. D6. Indiferencia en las estaciones de trabajo.</p>
<p>O1. Tendencia favorable en el mercado.</p> <p>O2. Alianzas con otras empresas. O3.</p> <p>Surgimiento de nuevos mercados.</p> <p>O4. Apoyo y refuerzo por parte de APIFAR.</p>	<p>FO (Maxi-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar supervisiones en las áreas de trabajo. (F1,F2,F3,O1,O2,O4) 2. Implementación de nueva maquinaria y tecnología para mejorar procesos. (F1,F2,F4, O1) 3. Implementaciones de mantenimientos preventivos junto con calificaciones. (F1,F2,F4,O1) 4. Reducción de tiempos e implementación de nueva maquinaria y tecnología para mejorar procesos. (F1,F2,F4,O2,O3) 	<p>DO (Mini-Maxi)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar supervisiones en las áreas de trabajo. (O1,O2,O4,D1,D3,D6) 2. Reducir los tiempos empleados de producción. (O3,O4,D3,D4,D6) 3. Calificación de mantenimientos preventivos. (O1,D1,D3,D4,D6) 4. Aplicación de tiempos estándares y verificación de fatigas típicas. (O2,O3,D1,D4,D6)
<p>A1. Surgimiento de nuevas normas.</p> <p>A2. Falta de proveedores calificados.</p> <p>A3. Fuerte competencia.</p> <p>A4. Aumento de precios en materiales e insumos.</p>	<p>FA (Maxi-Mini)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementaciones de mantenimientos preventivos junto con calificaciones de mantenimiento. (F1,F2,F3,F4,A1,A3) 2. Implementación de nueva maquinaria y tecnología para mejorar procesos. (F1,F2,A1,A3) 3. Implementación de nuevos sabores o presentaciones. (F1,F2,F3,F4,F5,A3) 	<p>DA (Mini-Mini)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar supervisión en áreas de trabajo. (D1,D3,D6,A1,A3) 2. Implementaciones de mantenimientos preventivos junto con su calificación. (D3,D4,D6,A1,A3) 3. Darle seguimiento a las capacitaciones pero de una manera más específica. (D1,D2,D3, D4,D6,A1,A3)

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Diagrama causa – efecto

Se presenta a continuación un diagrama de causa – efecto, donde el problema analizado es el retraso en la entrega de demanda solicitada que se generan en la línea de producción de líquidos, éste servirá para establecer las causas de los retrasos. Haciendo un análisis de observación en las áreas involucradas, se obtuvieron defectos que se producen en cada proceso, así como las principales causas de las pérdidas de tiempos.

- Métodos
 - Procedimientos no estandarizados: la empresa no cuenta con procedimientos operativos documentados y estandarizados, esto no asegura la uniformidad y consistencia en los procesos realizados.
 - Extensa documentación: el registro de la información sobre la elaboración de un producto es bastante amplio y se realiza a mano, es lento y provoca uso de excesivo tiempo.
 - Operaciones manuales: en algunas áreas de la línea de producción y en algunos productos, existen trabajos que se realizan manualmente, e influye en un trabajo más lento y un margen de error más amplio.
 - Perdidas por movimiento: no se tiene un estudio de tiempos y movimientos realizados por el operario para llevar a cabo una operación, dando lugar a no detectar operaciones innecesarias que incrementan el tiempo de operación.

- Mal balance de líneas: no se tiene la herramienta más importante para el control de la producción, que es tener una línea de fabricación equilibrada para optimizar variables que afectan la productividad de un proceso.
- Mano de obra
 - Capacitación insuficiente: dentro de la empresa no se realizan capacitaciones específicas para el uso de la maquinaria, realización de las distintas operaciones y procedimientos en las distintas áreas, lo que conlleva a que los operarios no tengan conocimientos de cómo deben realizar su trabajo, causando ineficiencia y lento progreso dentro de sus actividades.
 - Falta de incentivos y motivación: la falta de incentivos desmotiva a las personas a tener un compromiso con la empresa, causando que sus empleados no tengan deseos de hacer las cosas de una mejor manera. No existe motivación para realizar un mayor esfuerzo y obtener un beneficio como consecuencia de los resultados obtenidos.
- Materiales
 - Extenso control de calidad: todo material de empaque y materia prima debe ser analizado y aprobado por los laboratorios dentro de la empresa y se realizan inspecciones físicas, químicas y microbiológicas del frasco, tapa, empaque secundario, etiquetas y materia prima; por el lado del material de empaque se debe hacer un muestreo en una bodega que se encuentra fuera de la planta y

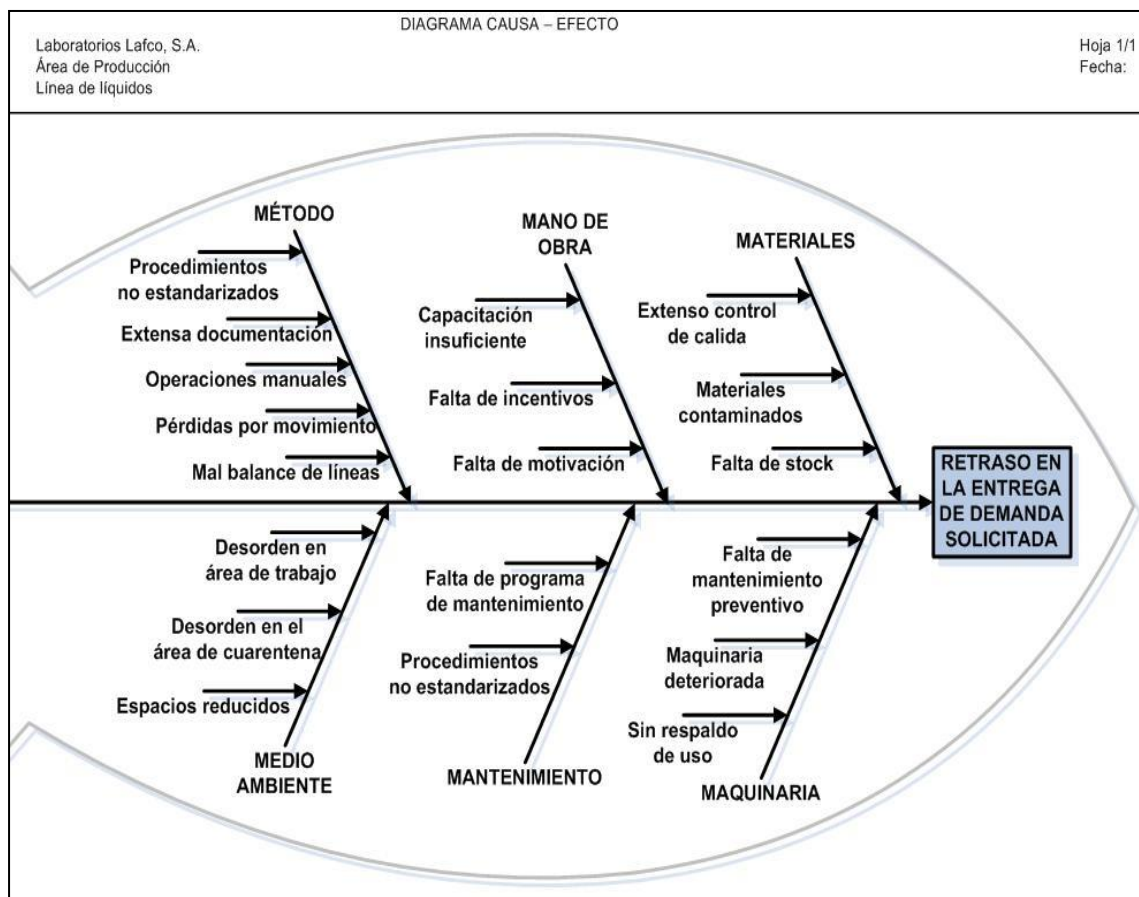
es donde se pierde tiempo en cambio de ropa y traslado. Por otro lado los análisis microbiológicos llevan demasiado tiempo para obtener un resultado.

- Materiales contaminados: por ser productos para el consumo humano, los materiales utilizados deben cumplir con estándares de limpieza, y algunas veces no se cumple por parte del proveedor y se tienen que realizar devoluciones o un trabajo extra de limpieza.
- Falta de stock: dentro de las bodegas de materiales, tanto de materia prima como material de empaque, se descuida el nivel de inventario de los materiales, lo que conlleva a quedarse sin los mismos y se tenga que perder tiempo para obtenerlos.
- Medio ambiente
 - Desorden en áreas de trabajo: se ha observado desorden dentro de las áreas de trabajo lo cual afecta el desempeño de los operarios y disminuye la eficiencia.
 - Desorden en el área de cuarentena: siendo cuarentena un espacio físico donde se aísla el producto terminado para esperar la aprobación de los análisis, en muchos casos, la demanda es abundante y ésta área no cuenta con un control ni organización, lo que genera pérdidas de tiempo para ordenar, transitar y determinar el espacio de las tarimas con producto.

- Espacios reducidos: a pesar de que los ambientes sean relativamente grandes, con muchas personas trabajando, tarimas de producto en proceso y tarimas de producto terminado se reducen los espacios y se crea desorden, lo que provoca un ambiente de trabajo incómodo.
- Mantenimiento
 - Falta de programa de mantenimiento: el departamento de mantenimiento no cuenta con un programa o plan de mantenimiento preventivo, lo que lleva a que las máquinas lleguen a fallar y se pierdan tiempos de producción en arreglarlas.
 - Procedimientos no estandarizados: los procedimientos del departamento de mantenimiento no están regulados, lo que quiere decir que no tienen un orden o pasos a seguir para realizar las actividades dentro y fuera de la planta.
- Maquinaria
 - Falta de mantenimiento preventivo: no se lleva a cabo un mantenimiento preventivo, este es un factor importante en los tiempos de producción, porque se quiere eliminar la aparición de cualquier tipo de falla mientras se produce y prolongar la vida útil de los equipos.
 - Maquinaria deteriorada: dentro de la maquinaria existen algunas que son obsoletas en la planta y otras que están en mal estado, y su funcionalidad es ineficiente al momento de la producción.

- Sin respaldo de uso: no se cuenta con un manual o un plan de capacitación para el uso correcto y manipulación de los equipos, y se observa uso incorrecto de la maquinaria, provocando malas consecuencias.

Figura 39. Diagrama causa – efecto. Retraso en entrega de demandas



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

3.2. Proceso productivo

Dentro del proceso productivo se involucran distintos aspectos a evaluar, y se describen a continuación para determinar oportunidad de mejora, hallazgos significativos y condiciones que se puedan arreglar.

- Instalaciones

Dentro de las instalaciones del laboratorio farmacéutico se dispone de piso de granito en la mayoría de la planta y en algunas áreas con torta de cemento cubierta con pintura epóxica, cuenta con techo de plywood pintado de blanco. La mayoría de paredes son de block y algunas otras son de plywood, todas de color beige medio. Dentro de la planta se cuenta con bastante iluminación, también se cuenta con una gran cantidad de ventanas y puertas, donde las ventanas son de aluminio con vidrio transparente, las puertas que no son de áreas propias de producción, también son de aluminio con vidrio transparente y las que sí, son de poliuretano con sello hermético. Todas las áreas están debidamente ventiladas con sistema de aire HVAC, sabiendo que la empresa tiene como misión garantizar los estándares de calidad y la excelencia en los productos. Todos los espacios están debidamente señalizados y cuenta con rutas de evacuación. Existe un programa de mantenimiento de instalaciones en donde se determinan frecuencias de tareas de inspección, reparación y pintado.

- Materiales

Se tienen proveedores aprobados y calificados que abastecen la materia prima y los materiales de empaque para los distintos productos. Dentro de la materia prima que se utiliza para el Suero Oral Recover® existen principios activos y excipientes. En donde el principio activo es la principal causa del

efecto farmacológico de un medicamento, mientras los excipientes son aditivos para conservar, regular y caracterizar al producto. En los materiales de empaque, se tiene, frasco, tapa, liner, etiqueta y corrugado.

A continuación, se detallan especificaciones de los frascos del producto estrella.

Tabla XVIII. **Especificaciones frasco de suero oral Recover® ½ litro**

Características	Especificaciones
Capacidad	500 mL
Resina	Polipropileno
Color	Natural
Peso	38 gramos
Altura total	176,84 mm
Largo de envase	70,5 mm
Ancho de envase	69 mm

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

Tabla XIX. **Especificaciones frasco de suero oral Recover® 1 litro**

Características	Especificaciones
Capacidad	1 000 mL
Resina	Polipropileno
Color	Natural
Peso	60 gramos
Altura total	211,3 mm
Largo de envase	87,1 mm
Ancho de envase	84,1 mm

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

La tapa de las dos presentaciones contiene una especie de sello que se coloca entre la boca del envase y el tapón. A esta protección se le conoce como liner que funciona como garantía de autenticidad; se provee un envase protegido por este elemento, que indica seguridad e impide derrames y fugas. La etiqueta es una parte importante en el producto, esta va pegada al frasco con pegamento y en ella se especifica el contenido, las características y las indicaciones del suero.

- Maquinaria y equipo

Laboratorios Lafco, S.A. cuenta con una variedad de maquinaria, en su mayoría, con una edad promedio de 10 a 15 años de antigüedad. Todas con el fin de elaborar productos farmacéuticos como jarabes, soluciones, suspensiones, tabletas, capsulas, cremas, entre otros.

Dentro de toda la maquinaria con la que cuenta el laboratorio, el área de líquidos dispone de la siguiente:

Tabla XX. **Equipo de la línea de producción de líquidos**

Código actual	Equipo
E-LQ01	Agitador de portería
E-LQ02	Taponadora
E-LQ03	Molino coloidal 1
E-LQ04	Bomba neumática 3
E-LQ05	Bomba neumática 1
E-LQ06	Bomba neumática 2
E-LQ08	Marmita de vapor
E-LQ09	Llenadora de líquidos 1
E-LQ11	Selladora por inducción
E-LQ12	Molino coloidal 2
E-LQ13	Sopladora de frascos
E-LQ14	Tanque 2
E-LQ15	Tanque 3
E-LQ16	Tanque 1
E-LQ25	Llenadora de líquidos 2

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

La empresa se encarga de las reparaciones de toda la maquinaria e instalaciones de la empresa, sin embargo no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo establecido, en donde se indiquen tareas específicas, tampoco se llevan los registros necesarios para el control de las actividades de mantenimiento. Por otro lado, si existe algún mantenimiento que no se puede realizar dentro de la empresa se apoyan de otras empresas para realizar trabajos más específicos o especializados.

- Condiciones ambientales

Para el análisis de las condiciones ambientales es indispensable realizar el estudio de las circunstancias dentro de las áreas de fabricación, llenado y empaque para obtener factores en los que se tienen deficiencias y poder proponer mejoras.

- Ergonomía

La aplicación de ergonomía es importante, porque las estaciones de trabajo tienden a proveer problemas de estrés y tensión nerviosa. El operario debe tener una postura cómoda al trabajar para reducir fatiga y agotamiento. En el área de producción no se han implementado principios ergonómicos en las áreas y estaciones de trabajo. Los operarios permanecen de pie mientras realizan su trabajo, se asume que las alturas de áreas de trabajo, mesas y bandas transportadoras son las apropiadas. En el levantamiento de cajas y utilización de *pallets truck* no se utiliza el suficiente equipo necesario, y realizan mayor trabajo físico, aumentando fatiga y disminuyendo la productividad.

- Seguridad industrial

Los equipos de protección personal constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios. Utilizar este equipo es complementario a los métodos de control para la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.

El equipo de protección se utiliza dependiendo el área donde se encuentre el operador, el área de metrología, fabricado y llenado es un área limpia, y se

utilizan guantes, mascarilla, cofia, uniforme de distinto color y zapatos de punta de acero. En el área de tratamiento de agua, bodegas, empaque, etiquetado y codificado solo se utiliza el uniforme y la cofia, sólo algunos operarios cuentan con zapatos punta de acero. Todo el equipo de protección es suministrado por la administración, sin embargo no todos tienen el equipo necesario.

Dentro del área de producción se encuentran 7 extinguidores para evitar riesgo de incendios, estos están bien distribuidos y se encuentran 2 en el área de empaque, 1 en la bodega de materia prima, 1 en la bodega de material de empaque, 2 en la bodega de producto terminado y 1 en control de calidad.

- Iluminación

La iluminación es significativa en la seguridad y rendimiento del trabajador, ésta sirve para garantizar las mejores condiciones a la hora de realizar las actividades correspondientes y contribuir a una atmosfera en la que los operarios se sientan confortables; la iluminación inapropiada puede causar malestares de cansancio visual, disminución del rendimiento laboral y reducción del buen estado de ánimo de los trabajadores. Tomando en cuenta que las áreas principales son fabricación, llenado y empaque, se tiene que el área de fabricación cuenta con cuatro balastos de 2 por 32 watts con tubos tipo U, el área de llenado cuenta con dos balastos de 2 por 32 watts con tubos tipo U y el área de empaque en donde se ejecutan tarea con un poco de exigencia visual más alta, cuenta con 10 balastos de 4 por 32 watts, cada balastro de cada área se encuentra distribuido con el fin de proyectar una iluminación homogénea en el área de trabajo.

- Humedad y temperatura

La humedad y temperatura son factores ambientales que influyen en el bienestar, confort, rendimiento y seguridad del trabajador. También pueden influir de manera positiva o negativamente en la materia prima, producto en proceso y producto terminado cuando estos niveles se encuentran de manera extrema en un área de trabajo. Es por eso que las áreas de almacenamiento deben diseñarse o adaptarse para asegurar las buenas condiciones de almacenamiento. Deben mantenerse limpias, ordenadas, a temperatura y humedad de acuerdo a las especificaciones de los materiales y productos. En los casos que se requiera condiciones especiales de temperatura y humedad estas deben establecerse, controlarse y vigilarse. El área de dispensado de materias primas debe ser independiente, cerrada, limpia, iluminada y en condiciones controladas de temperatura y humedad (cuando se requiera). Esta área debe contar con sistemas de aire independiente de inyección y extracción, con diferencial de presión para evitar las contaminaciones y proteger al producto y al personal. El diferencial de presión debe ser controlado y registrado. En el área de producción, Tener inyección y extracción de aire, con equipo para el control de temperatura, humedad y presión de acuerdo a los requerimientos o especificaciones de cada área.

Se preguntó y se inspeccionaron los rangos en los que deben estar las áreas dentro de producción y se obtuvo que las áreas de fabricación de líquidos, llenado de líquidos y esclusas de fabricación debe estar < 32 grados Celsius. La bodega de material de empaque y bodega de materia prima, debe estar ≤ 32 grados Celsius y una humedad ≤ del 80 %. Y metrología debe estar por < 30 grados Celsius y una humedad ≤ del 65 %. Tomando datos por medio de la observación en los hidrómetros que se encuentran en las áreas descritas

anteriormente se obtuvo resultados que si cumplen con las especificaciones y requerimientos anteriores.

- Personal

La planta cuenta con personal de ambos sexos en donde se dividen los trabajos para poder colocarlos según el tipo de esfuerzo y operación. Todos cuentan con la capacitación del uso correcto del uniforme y cada uno usa su uniforme del color asignado según el área de trabajo. La línea de producción de líquidos no cuenta con un número exacto de operarios, entre lo observado, cuenta entre veinte y veinticinco operarios, donde cuatro son dedicados al muestreo, análisis e inspección de material de empaque, materia prima y producto en proceso. Uno que está en el área de tratamiento de agua, uno dedicado a metrología, dos a la fabricación, uno al llenado e inspección, dos dedicados a tapar los frascos, tres se encargan del empaque temporal y transportes de materiales; en inspección de sellado, etiquetado y empaque final varía mucho por el tiempo y disponibilidad, por lo que hay entre seis y diez operarios. Todo el personal cuenta con jornada diurna y con un receso de 45 minutos a medio día, siendo su carga de trabajo asignada por la mañana con la labor de ir anotando en una hoja las actividades que vayan realizando durante el día.

3.2.1. Descripción

La línea de producción de líquidos de Laboratorios Lafco, S.A. cuenta con un catálogo de productos que garantizan la curación y alivio de las enfermedades y dolencias de sus clientes. Los principales productos comercializados son: Apetinorex, Cerevital fuerte, Inmunomizol, Lafcoxol, Recover, Rennie, Roedoline, entre otros. Estos productos se dividen en tres

familias: soluciones, jarabes y suspensiones, el producto estrella de ésta línea es el suero oral Recover®, este es el único producto de la familia de soluciones y cuenta con presentación de litro y de medio litro. Éste suero oral es el de mayor demanda dentro de la empresa y es el producto que se realiza durante casi todo el año, mientras que los productos de las otras dos familias son demasiado escasos, produciéndolos de una a tres veces al año cada producto, según su demanda. La línea de producción se quiere mejorar para tener un mejor alcance y adaptar avances al proceso, según los análisis realizados.

La línea de producción inicia desde que las materias primas son recibidas, esperan en un área de cuarentena para ser analizadas, ya aprobadas, son pesadas y llevadas al área de fabricación; en el caso del agua, pasa por un tratamiento y llega a la toma de agua en el área de fabricación. Luego se realiza el mezclado de dichas materias primas con el agua purificada en sus respectivas cantidades.

Teniendo el producto elaborado, se pasa por un intercambiador de calor para matar todo microorganismo residual, y así terminar en la máquina llenadora de líquidos, con el producto en la llenadora, es pasado el frasco con su tapa para poder llenarlo, y taparlo manualmente, éste se coloca en la banda transportadora y pasa bajo una selladora por inducción para sellar el frasco con un liner que se encuentra bajo la tapa, siguiendo en la banda transportadora, se verifica que esté bien sellado el frasco, acostándolo, destapándolo un mínimo y haciéndole un poco de presión, si cumple, se empacan temporalmente, 30 o 15 frascos por caja de cartón corrugado, según la presentación.

Luego se lleva al área de cuarentena, donde esperan para ser analizados, cumpliendo con los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, es liberado el producto; ya liberado el producto se pasa al área de empaque para poder

etiquetarlo con las etiquetas que fueron codificadas con número de lote y fecha de vencimiento.

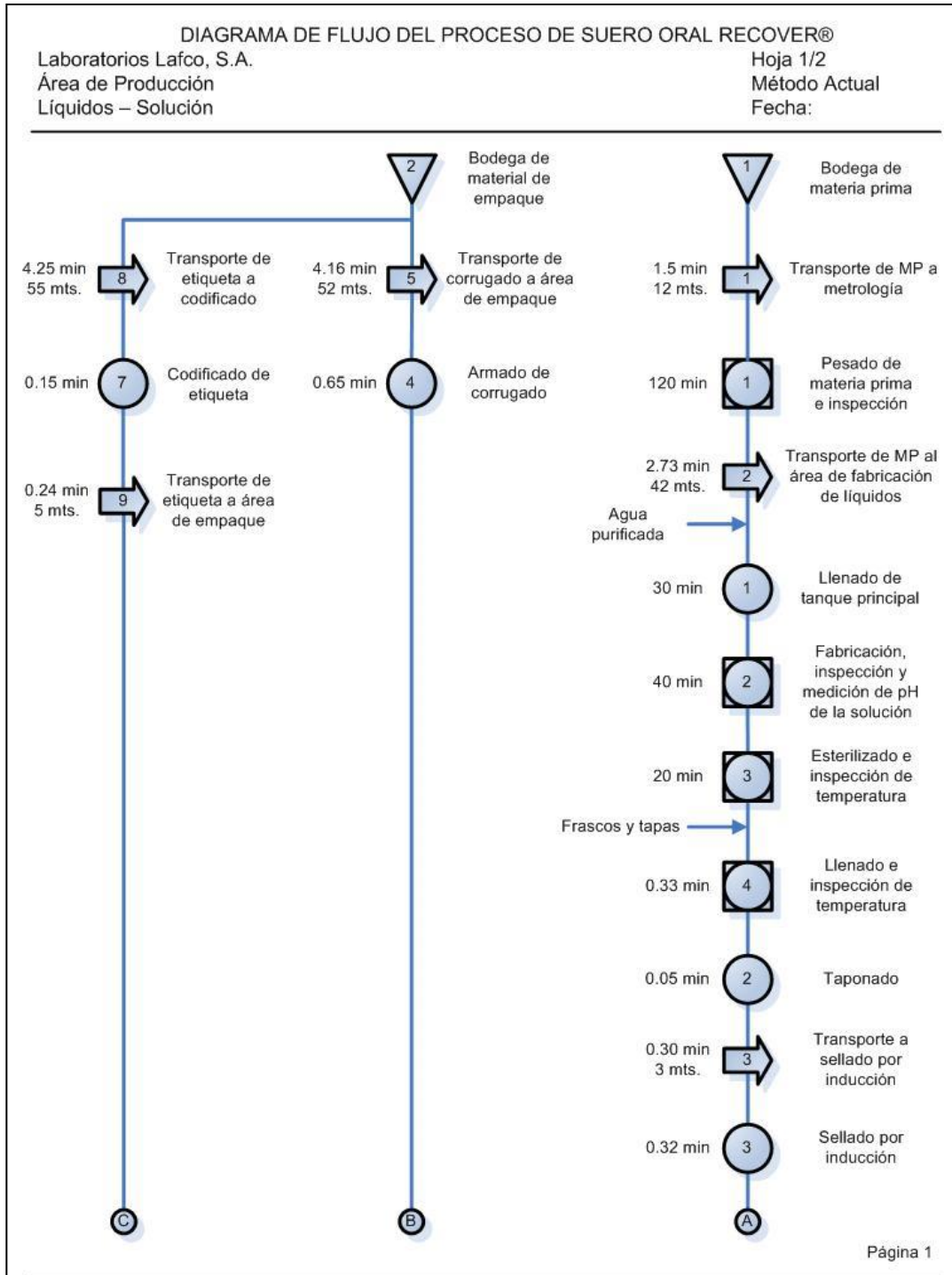
El proceso de etiquetado inicia cuando un operario se dirige al área de cuarentena y trae la tarimas del suero aprobado con Pallet *truck* para llevarlas al área de empaque, otro operario la recibe y se dedica a repartir las cajas de corrugado a los operarios que se encuentran distribuidos en la banda transportadora, cada uno de ellos las abre y saca todos los frascos, toman uno de los frascos, lo destapan, lo acuestan en la plancha de metal de la banda y lo presionan para verificar que el sello liner funcione de la mejor manera y no haya fuga de suero, si el frasco está manchado de suero, se limpia, luego lo cierran con la tapa.

Habiendo echo la verificación del frasco, lo colocan acostado en la plancha de metal a un lado de la banda, con un cepillo agarran un poco de pegamento y lo untan en una tabla lisa situada en su estación, con el pegamento esparcido, agarran la etiqueta y deslizan las cuatro esquinas por la tabla engomada, teniendo la etiqueta con goma, ponen la parte media de la etiqueta sobre el frasco, verifican que esté bien alineada y deslizan sus manos sobre la etiqueta para pegarla al frasco completamente; ya realizado este proceso colocan el frasco etiquetado en la banda transportadora para que otro operario en el final los reciba y los coloque dentro de las cajas. Teniendo la caja llena, la codifican con número de lote y fecha de vencimiento, se marca el sabor que se está empacando, se cierra y se coloca en la tarima para luego ser llevada a bodega de producto terminado y ser distribuidas a los clientes.

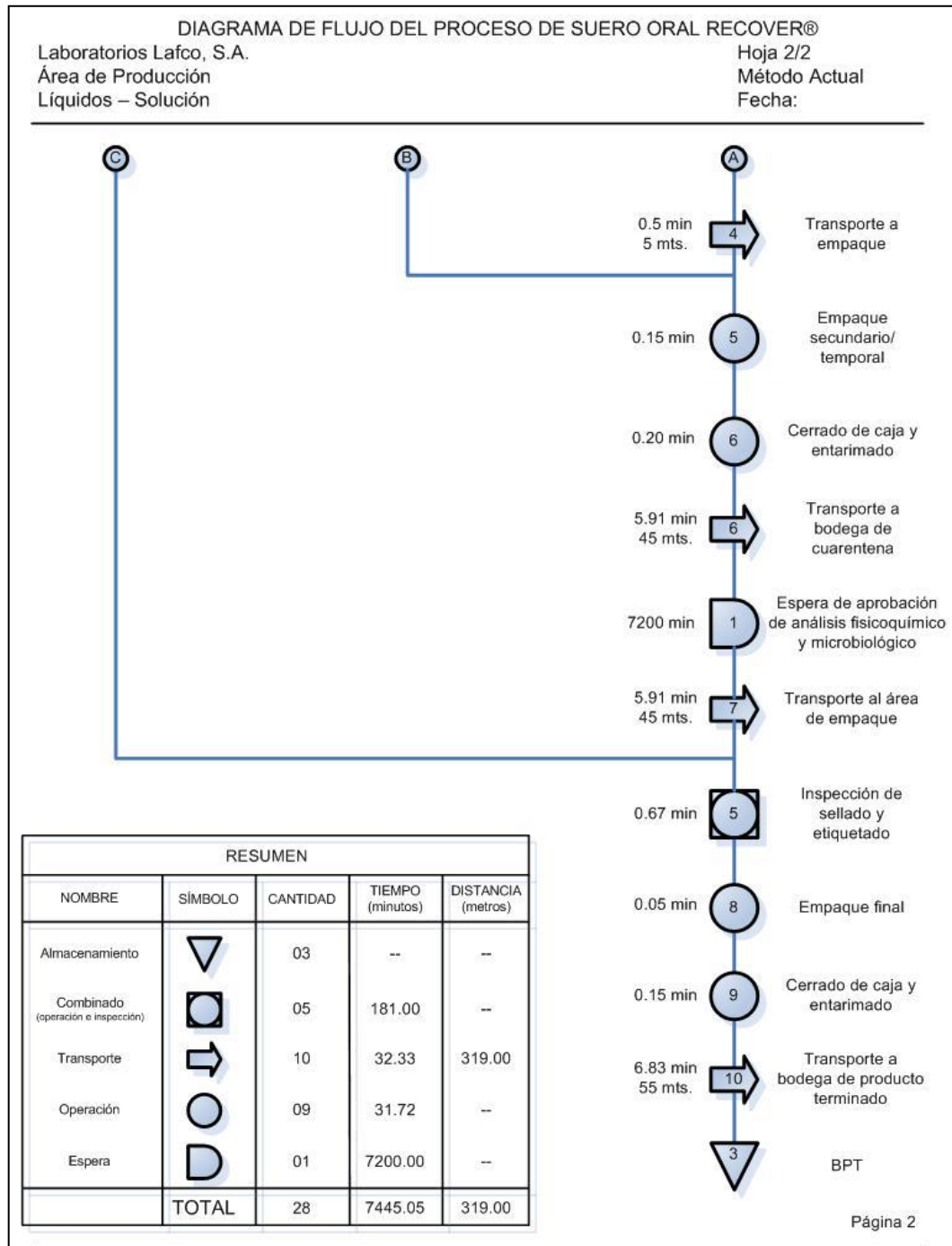
3.2.2. Diagramas

En la figura 40 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual para el producto estrella de la línea de producción de líquidos, detallando cada una de las actividades que se llevan a cabo en el área de producción. En la figura 41 se presenta el diagrama de recorrido actual, donde se esquematiza la distribución de la planta y se muestra en dónde se realizan las actividades del diagrama de flujo de proceso.

Figura 40. Diagrama de flujo de proceso actual de la familia de solución



Continuación de la figura 40.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016

3.3. Estudio de tiempos

Los productos se fabrican cuando existe un pedido de parte del departamento de ventas en distintas cantidades. Tomando en cuenta un lote de la familia solución, siendo éste de 2 500 litros, se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de las actividades que afectan el proceso, enfocándose en dos estaciones de trabajo, se han obtenido resultados, junto con la herramienta de medición del trabajo, análisis del método de trabajo, descomposición de tareas y registro de información. El número de ciclos observados se determinó mediante la tabla XXI, esta tiene el criterio de General Electric y provee un tiempo medio representativo para las operaciones, analizadas por medio del estudio de tiempos con cronómetro.

Tabla XXI. **Número de ciclos que cronometrar**

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos que cronometrar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Más de 40,00	3

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 208.

- Empaque temporal

Tomando en cuenta los tiempos de la figura 40, se obtiene un tiempo de empaque con una duración aproximadamente de un minuto, se observa en la tabla XXI que el número de ciclos recomendados es de 30, y se procedió a realizar 30 observaciones tomando el tiempo de cada elemento, como se muestra en la tabla XXII. La toma de tiempos se realizó por medio del método regreso a cero, con cada uno de los elementos que se realizan dentro de la operación de empaque de los frascos de solución. Respecto a los operarios, se han tomado los datos de la persona que se considera como un operador promedio, calificado por medio de la observación.

- Tiempo elemental

Este tiempo se obtiene al dividir para cada elemento, la suma de las lecturas (X_i), entre el número de lecturas consideradas (n). El resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

Tabla XXII. **Tiempo elemental de empaque temporal en presentación de 1 litro**

	Verificación de sello	Armado de caja	Empaque de frascos	Sellado de caja y entarimado	Preparación de caja	
Núm. de observación	Tiempo (segundos)					
1	3,52	37,12	2,96	6,27	7,82	
2	2,95	38,32	3,01	6,00	7,96	
3	3,39	38,54	2,76	8,2	7,01	
4	3,00	37,59	2,47	6,14	8,00	
5	3,13	37,50	2,76	5,92	7,38	
6	3,20	38,87	2,55	6,66	7,41	
7	3,23	37,14	3,14	6,79	7,12	
8	3,99	38,01	2,99	8,36	7,23	
9	3,20	37,90	3,43	6,86	7,93	
10	3,52	38,53	3,33	6,73	7,03	
11	3,66	37,03	2,68	6,54	7,58	
12	3,53	39,22	3,6	6,63	7,94	
13	3,83	37,35	2,76	8,01	7,19	
14	3,41	38,13	2,47	7,25	7,24	
15	3,13	37,70	3,22	7,98	7,37	
16	3,59	38,88	2,53	6,98	7,93	
17	3,72	38,40	3,50	7,54	7,56	
18	3,26	37,82	2,94	6,55	7,64	
19	3,13	38,21	2,88	6,85	7,93	
20	3,90	38,18	2,80	7,17	7,24	
21	3,19	37,10	3,34	7,35	7,35	
22	3,37	38,89	2,86	6,62	7,99	
23	3,73	38,46	3,13	7,79	7,24	
24	2,99	38,80	3,03	8,00	7,64	
25	3,86	37,12	2,49	7,28	7,36	
26	3,31	38,97	3,53	6,57	7,78	
27	3,35	37,01	2,75	7,76	7,92	
28	3,24	39,23	3,06	7,05	7,52	
29	3,52	37,97	3,57	7,15	8,03	
30	3,44	37,12	3,48	6,81	7,81	Total
Total	102,29	1141,11	90,07	211,81	227,15	1772,43
Te	3,41	38,04	3,00	7,06	7,57	59,08

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo normal

Para obtener el tiempo normal se debe calificar la actuación de la operación estudiada con la ayuda de las tablas de Westinghouse Electric Company, lo que da como resultado la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Calificación de la actuación de empaque temporal en presentación de 1 litro**

Calificación de la actuación			
Factor	Rango	Valoración (%)	Justificación
Habilidad	Excelente	+0,08	Eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.
Esfuerzo	Bueno	+0,05	Voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.
Condiciones	Bueno	+0,02	Condiciones que afectan únicamente al operador y no aquellas que afecten la operación.
Consistencia	Excelente	+0,03	Valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.
	Total	+0,18	

Fuente: elaboración propia.

Haciendo la calificación de actuación de empaque se tiene una valoración de 0,08 % de habilidad, 0,05 % de esfuerzo, 0,02 % de condiciones y 0,03 % de consistencia. La sumatoria de todas estas es el total de valoración sobre la actividad de empaque, siendo el resultado 0,18 %.

Teniendo la calificación de actuación, el tiempo normal se obtiene al multiplicar el tiempo elemental (T_e) por el factor de valoración como se muestra a continuación:

$$T_n = T_e * (\text{Factor de calificación } \%)$$

Tabla XXIV. **Tiempo normal de empaque temporal en presentación de 1 litro**

Actividad	Tiempo elemental (segundos)	Factor de calificación	Tiempo normal (segundos)
Verificación de sello	3,41	1,18	4,02
Armado de caja	38,04	1,18	44,89
Empaque de frascos	3,00	1,18	3,54
Sellado de caja y entarimado	7,06	1,18	8,33
Preparación de caja	7,57	1,18	8,93

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo estándar

Tomando como referencia el anexo 4, página 182, se eligieron los siguientes suplementos aplicados a la actividad observada y calculada, en donde se obtuvo que según lo implicado, se tiene un 20 % de suplementos, incluyendo constantes y variables como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XXV. **Suplementos de empaque temporal en presentación de 1 litro**

Suplementos	%
Suplementos constantes	
Suplementos por necesidades personales	5
Suplemento base por fatiga	4
Suplementos variables	
Suplementos por trabajar de pie	2
Uso de energía muscular	6
Trabajo bastante monótono	1
Tedio	2
Total	20

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 228.

En este paso se obtiene el tiempo estándar sumándole las tolerancias por suplementos concedidos al tiempo normal de la siguiente forma.

$$T_s = T_n(1 + \text{tolerancia})$$

Tabla XXVI. **Tiempo estándar de empaque temporal en presentación de 1 litro**

Actividad	Tiempo normal (segundos)	Tolerancia	Tiempo estándar (segundos)	Tiempo estándar (minutos)
Verificación de sello	4,02	0,20	4,82	0,080
Armado de caja	44,89	0,20	53,87	0,898
Empaque de frascos	3,54	0,20	4,25	0,071
Sellado de caja y entarimado	8,33	0,20	10,00	0,167
Preparación de caja	8,93	0,20	10,72	0,179
Total			83,66	1,395

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los tiempos estándares de la operación de empaque, en presentación de un litro se realiza un cuadro de resumen, en donde también se colocan los resultados obtenidos para la presentación de ½ litro, que se obtuvieron realizando los mismos pasos anteriores.

Tabla XXVII. **Resumen de tiempos de empaque temporal**

Producto	Tiempo estándar (segundos)	Tiempo estándar (minutos)
Suero oral Recover® 1 litro	83,66	1,395
Suero oral Recover® ½ litro	75,98	1,266

Fuente: elaboración propia.

- Etiquetado

Tomando en cuenta los tiempos de la figura 40, se obtiene un tiempo de etiquetado con una duración aproximadamente de 14 minutos, se observa en la tabla XXI que el número de ciclos recomendados es de 8, y se procedió a realizar 8 observaciones tomando el tiempo de cada elemento, como se muestra en la tabla XXVIII. La toma de tiempos se realizó por medio del método regreso a cero, con cada uno de los elementos que se realizan dentro de la operación de etiquetado de los frascos de solución. Respecto a los operarios, se han tomado los datos de la persona que se considera como un operador promedio, calificado por medio de la observación.

- Tiempo elemental

Este tiempo se obtiene al dividir para cada elemento, la suma de las lecturas (X_i), entre el número de lecturas consideradas (n). El resultado es el tiempo promedio por elemento.

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

Tabla XXVIII. **Tiempo elemental de etiquetado en presentación de 1 litro**

Núm. de observación	Traer tarima de cuarentena	Repartir cajas	Destapar corrugado y extraer frascos	Verificación de sellado	Engomado	Etiquetado	Empaque de frasco	Codificado de caja	Sellar caja y entarimar	Traslado de tarima a BPT	
	Tiempo (segundos)										
1	360	9,01	13,13	8,54	3,24	9,63	3,2	2,72	10,77	465	
2	362	8,64	12,95	8,66	4,02	9,54	3,01	3,05	10,99	428	
3	367	8,78	13,23	9,22	3,66	9,24	3,11	2,64	10,64	440	
4	381	9,00	13,01	8,79	3,46	9,13	3,18	2,89	11,53	438	
5	363	9,1	12,83	9,17	3,72	8,99	3,13	3,1	12,05	422	
6	370	9,03	12,52	9,23	3,8	9,10	3,14	2,77	11,24	425	
7	362	8,98	12,66	9,12	3,99	9,41	3,05	2,68	11,4	425	
8	400	8,77	13,52	8,89	4,24	10,00	2,99	3,02	10,87	430	Total
Total	2965	71,31	103,85	71,62	30,13	75,04	24,81	22,87	89,49	3473	6927,12
Te	370,63	8,91	12,98	8,95	3,77	9,38	3,10	2,86	11,19	434,13	865,89

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo normal

Para obtener el tiempo normal se debe calificar la actuación de la operación estudiada con la ayuda de las tablas de Westinghouse Electric Company, lo que da como resultado la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Calificación de la actuación de etiquetado en presentación de 1 litro**

Calificación de la actuación			
Factor	Rango	Valoración (%)	Justificación
Habilidad	Bueno	+0,06	El operario posee destreza para realizar la operación con facilidad.
Esfuerzo	Excelente	+0,08	El operario muestra disponibilidad e interés en trabajar a un ritmo adecuado constante y confiado.
Condiciones	Promedio	+0,00	El operario trabaja en condiciones que se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
Consistencia	Bueno	+0,01	El operario transmite fiabilidad, seguridad y confianza.
	Total	+0,15	

Fuente: elaboración propia.

Haciendo la calificación de actuación de empaque se tiene una valoración de 0,06 % de habilidad, 0,08 % de esfuerzo, 0,00 % de condiciones y 0,01 % de consistencia. La sumatoria de todas estas es el total de valoración sobre la actividad de etiquetado, siendo el resultado 0,15 %.

Teniendo la calificación de actuación, el tiempo normal se obtiene al multiplicar el tiempo elemental (T_e) por el factor de valoración como se muestra a continuación:

$$T_n = T_e * (\text{Factor de calificación } \%)$$

Tabla XXX. **Tiempo normal de etiquetado en presentación de 1 litro**

Actividad	Tiempo elemental (segundos)	Factor de calificación	Tiempo normal (segundos)
Traer tarima de cuarentena	370,63	1,15	426,22
Repartir cajas	8,91	1,15	10,25
Destapar corrugado y extraer frascos	12,98	1,15	14,93
Verificación de sellado	8,95	1,15	10,29
Engomado	3,77	1,15	4,34
Etiquetado	9,38	1,15	10,79
Empaque de frasco	3,10	1,15	3,57
Codificado de caja	2,86	1,15	3,29
Sellar caja y entarimar	11,19	1,15	12,87
Traslado de tarima a producto terminado	434,13	1,15	499,25

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo estándar

Tomando como referencia el anexo 4, se eligieron los siguientes suplementos aplicados a la actividad observada y calculada, en donde se obtuvo que según lo implicado, se tiene un 20 % de suplementos, incluyendo constantes y variables como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XXXI. **Suplementos de etiquetado en presentación de 1 litro**

Suplementos	%
Suplementos constantes	
Suplementos por necesidades personales	5
Suplemento base por fatiga	4
Suplementos variables	
Suplementos por trabajar de pie	2
Uso de energía muscular	6
Trabajo bastante monótono	1
Tedio	2
Total	20

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. p. 228.

En este paso se obtiene el tiempo estándar sumándole las tolerancias por suplementos concedidos al tiempo normal de la siguiente forma.

$$T_s = T_n(1 + Tolerancia)$$

Tabla XXXII. **Tiempo estándar de etiquetado en presentación de 1 litro**

Actividad	Tiempo normal (segundos)	Tolerancia	Tiempo estándar (segundos)	Tiempo estándar (minutos)
Traer tarima de cuarentena	426,22	0,20	511,46	8,524
Repartir cajas	10,25	0,20	12,30	0,205
Destapar corrugado y extraer frascos	14,93	0,20	17,92	0,299
Verificación de sellado	10,29	0,20	12,35	0,206
Engomado	4,34	0,20	5,21	0,087
Etiquetado	10,79	0,20	12,95	0,216
Empaque de frasco	3,57	0,20	4,28	0,071
Codificado de caja	3,29	0,20	3,95	0,066
Sellar caja y entarimar	12,87	0,20	15,44	0,257
Traslado de tarima a producto terminado	499,25	0,20	599,10	9,985
TOTAL			1194,96	19,916

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los tiempos estándares de la operación de etiquetado, en presentación de un litro se realiza un cuadro de resumen, en donde también se colocan los resultados obtenidos para la presentación de ½ litro, que se obtuvieron realizando los mismos pasos anteriores.

Tabla XXXIII. **Resumen de tiempos de etiquetado**

Producto	Tiempo estándar (segundos)	Tiempo estándar (minutos)
Suero oral Recover® 1 litro	1194,96	19,916
Suero oral Recover® ½ litro	1183,626	19,727

Fuente: elaboración propia.

3.4. Propuesta de mejoras

Según el diagnóstico, la descripción de los procesos productivos, los diagramas actuales y el estudio de tiempos ayudaron a considerar las acciones propuestas y descritas a continuación.

3.4.1. Balance de líneas

Obtenidos los datos de los tiempos estándar de la estación de empaque temporal y etiquetado en la parte de estudio de tiempos, se puede realizar un balance de operarios para la realización de cada elemento que forma parte de la estación de trabajo y determinar si es necesario realizar cambios para tener una línea balanceada.

Para poder realizar el balance de líneas se debe obtener algunos datos por lo que se procede a realizar las operaciones siguientes:

- Índice de producción

$$\text{Índice de producción} = IP = \frac{\text{Demanda}}{\text{tiempo disponible}}$$

Para obtener el tiempo disponible en producción se toma en cuenta que se trabaja con una jornada diurna, de lunes a viernes de 8:00 a 16:30 horas lo que equivale a 8,5 h/día que es igual a 510 min/día.

Tomando en cuenta un descanso de 15 minutos por refacción y 45 minutos por almuerzo, se tiene 510 min/día – 60 min/día = 450 min/día. Y teniendo una demanda de 15 000 unidades por día se tiene:

$$IP = \frac{15\,000 \text{ unidades/día}}{450 \text{ minutos/día}} = \frac{33,34 \text{ unidades}}{\text{minuto}} \cong 34 \text{ u/minuto}$$

- Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo total}} * \frac{\text{Resultados reales}}{\text{Resultados previstos}} * \frac{\text{Resultados buenos}}{\text{Resultados reales}}$$

Sabiendo que un porcentaje de la producción total se pierde, por análisis del producto, mal sellado, mal llenado o mal etiquetado, se tiene estipulado que el porcentaje de pérdida es de 5 % de cada lote de 2 500 litros, y con el análisis de un lote de octubre de 2017 en presentación de ½ litro se tiene:

$$\text{Eficiencia} = \frac{450}{495} * \frac{4\,800}{5\,000} * \frac{4\,787}{4\,800} = 0,870 * 100 \cong 87 \%$$

Teniendo el tiempo estándar, el índice de productividad y la eficacia actual se procede a sacar el número de operarios teóricos necesarios para cada elemento con la siguiente fórmula, tomando en cuenta que se planea una eficiencia del 90 %:

$$\text{Número de operarios} = NO = \frac{\text{Tiempo estándar} * IP}{\text{Eficiencia planeada}}$$

Utilizando la fórmula, se acomodan los resultados en la tabla XXXIV y tabla XXXV. En donde la columna de número real es la aproximación de la columna de número teórico para obtener un número de personas reales.

Tabla XXXIV. Número de operarios para empaque temporal

Actividad	Suero oral Recover® 1 litro			Suero oral Recover® ½ litro		
	Tiempo estándar	Núm. Teórico	Núm. Real	Tiempo estándar	Núm. Teórico	Núm. Real
Verificación de sello	0,080	3,02	3	0,073	2,76	3
Armado de caja	0,898	33,92	34	0,803	30,34	30
Empaque de frascos	0,071	2,68	3	0,067	2,53	3
Sellado de caja y entarimado	0,167	6,31	6	0,148	5,59	6
Preparación de caja	0,179	6,76	7	0,175	6,61	7
Total	1,395	-	53	1,266	-	49

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Número de operarios para etiquetado**

Actividad	Suero oral Recover® 1 litro			Suero oral Recover® ½ litro		
	Tiempo estándar	Núm. Teórico	Núm. Real	Tiempo estándar	Núm. Teórico	Núm. Real
Repartir cajas	0,205	7,74	8	0,193	7,29	7
Destapar corrugado y extraer frascos	0,299	11,30	11	0,244	9,22	9
Verificación de sellado	0,206	7,78	8	0,150	5,67	6
Engomado	0,087	3,29	3	0,074	2,80	3
Etiquetado	0,216	8,16	8	0,152	5,74	6
Empaque de frasco	0,071	2,68	3	0,064	2,42	2
Codificado de caja	0,066	2,49	2	0,056	2,12	2
Sellar caja y entarimar	0,257	9,71	10	0,242	9,14	9
TOTAL	1,407	-	53	1,175	-	44

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los resultados de la tabla XXXIV y XXXV se propone tomar en cuenta el número de operarios reales para tener una línea de producción balanceada. En el caso de los resultados con números de operarios muy elevados se debe realizar una evaluación de la actividad para buscar y obtener una mejor solución.

Tomando en cuenta que los mismos operarios realizan varios elementos secuenciales, se pretende que la velocidad de producción dependa del operador o la operación más lenta, y se procede a realizar lo siguiente:

Tabla XXXVI. **Minutos estándar asignados para empaque temporal**

Actividad	Suero oral Recover® 1 litro		Suero oral Recover® ½ litro	
	Tiempo estándar /Núm. Real	Minutos estándar asignados	Tiempo estándar/ Núm. Real	Minutos estándar asignados
Verificación de sello	0,080/3=0,027	0,028	0,073/3=0,024	0,027
Armado de caja	0,898/34=0,026	0,028	0,803/30=0,027	0,027
Empaque de frascos	0,071/3=0,024	0,028	0,067/3=0,022	0,027
Sellado de caja y entarimado	0,167/6=0,028	0,028	0,148/6=0,025	0,027
Preparación de caja	0,179/7=0,026	0,028	0,175/7=0,025	0,027

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Minutos estándar asignados para etiquetado**

Actividad	Suero oral Recover® 1 litro		Suero oral Recover® ½ litro	
	Tiempo estándar/ Núm. Real	Minutos estándar asignados	Tiempo estándar/ Núm. Real	Minutos estándar asignados
Repartir cajas	0,205/8=0,026	0,033	0,193/7=0,028	0,032
Destapar corrugado y extraer frascos	0,299/11=0,027	0,033	0,244/9=0,027	0,032
Verificación de sellado	0,206/8=0,026	0,033	0,150/6=0,025	0,032
Engomado	0,087/3=0,026	0,033	0,074/3=0,025	0,032
Etiquetado	0,216/8=0,027	0,033	0,152/6=0,025	0,032
Empaque de frasco	0,071/3=0,024	0,033	0,064/2=0,032	0,032
Codificado de caja	0,066/2=0,033	0,033	0,056/2=0,028	0,032
Sellar caja y entarimar	0,257/10=0,026	0,033	0,242/9=0,027	0,032

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla XXXVI, en suero oral Recover® de 1 litro, la operación de sellado de caja y entarimado es la que tiene el resultado mayor de la división realizada, ésta operación determina la producción de la línea y ese resultado es el tiempo estándar asignado para todas las actividades. Y para verificar el cumplimiento de la propuesta obtenida, se procede a obtener un estimado de las piezas por día.

$$\text{Piezas por día} = \frac{3 \text{ operadores} * 450 \text{ minutos}}{0,08 \text{ tiempo estándar}} = 16\ 875 \text{ piezas}$$

Este resultado demuestra que se cumple con la demanda adaptando a los 3 operarios tomando en cuenta el tiempo disponible y estándar para cada uno de ellos. De la misma forma se puede verificar la eficiencia de la línea para saber si cumple la propuesta obtenida, y procede a calcular la eficiencia para cada una de las estaciones de trabajo, con las dos presentaciones del producto.

La eficiencia de la línea se calcula de la siguiente forma:

$$E = \frac{\text{Minutos estándar por estación}}{\text{Minuto estándar asignado} * \text{Número de operarios}} * 100$$

La eficiencia con las especificaciones propuestas serían:

Para empaque temporal de suero oral Recover 1 litro es:

$$E = \frac{1,395}{0,028 * 53} * 100 \cong 95 \%$$

Para empaque temporal de suero oral Recover ½ litro es:

$$E = \frac{1,266}{0,027 * 49} * 100 \cong 96 \%$$

Para etiquetado de suero oral Recover 1 litro es:

$$E = \frac{1,407}{0,033 * 53} * 100 \cong 80 \%$$

Para etiquetado de suero oral Recover ½ litro es:

$$E = \frac{1,175}{0,032 * 44} * 100 \cong 83 \%$$

Estos resultados demuestran que es aplicable para las dos estaciones, teniendo mayor relevancia en la estación de empaque temporal con una eficiencia mayor a 90 %.

3.4.2. Descripción del proceso propuesto

Las propuestas planteadas para la mejora del proceso de la línea de producción de líquidos, tienen como fin, disminuir los tiempos de producción, aumentar la organización y maximizar la producción, tomando en cuenta los recursos disponibles y adquiriendo nuevos métodos de trabajo.

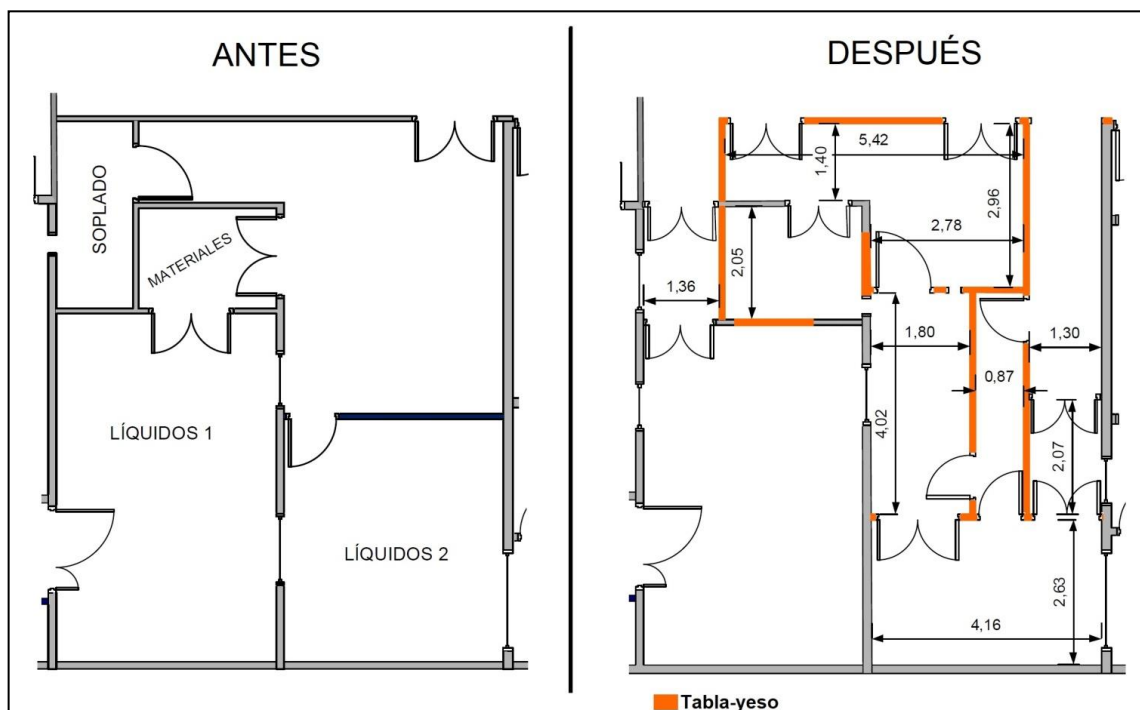
- Línea de producción nueva para jarabes y suspensiones

Para mejorar el proceso y aumentar la cantidad de unidades producidas por un tiempo determinado, es necesario tener tiempo disponible para la producción del producto con mayor demanda, y se propone la separación de la línea actual en dos líneas de producción de líquidos, utilizando un área que se encuentra

desocupada. Sabiendo que las áreas necesarias para esa línea es una esclusa de materia prima, un área de fabricación, un área de llenado, una esclusa para material de empaque y un área de empaque, se tomaron medidas del área y se tomaron medidas de la maquinaria y equipo que se utilizará, para poder realizar la distribución de áreas, sin dejar a un lado la conservación de un flujo continuo y la prevención de contaminación cruzada.

Se presenta la distribución de áreas para la nueva línea de líquidos, aplicada para la familia de jarabes y suspensiones cumpliendo con los requerimientos necesarios, como se muestra en la siguiente figura.

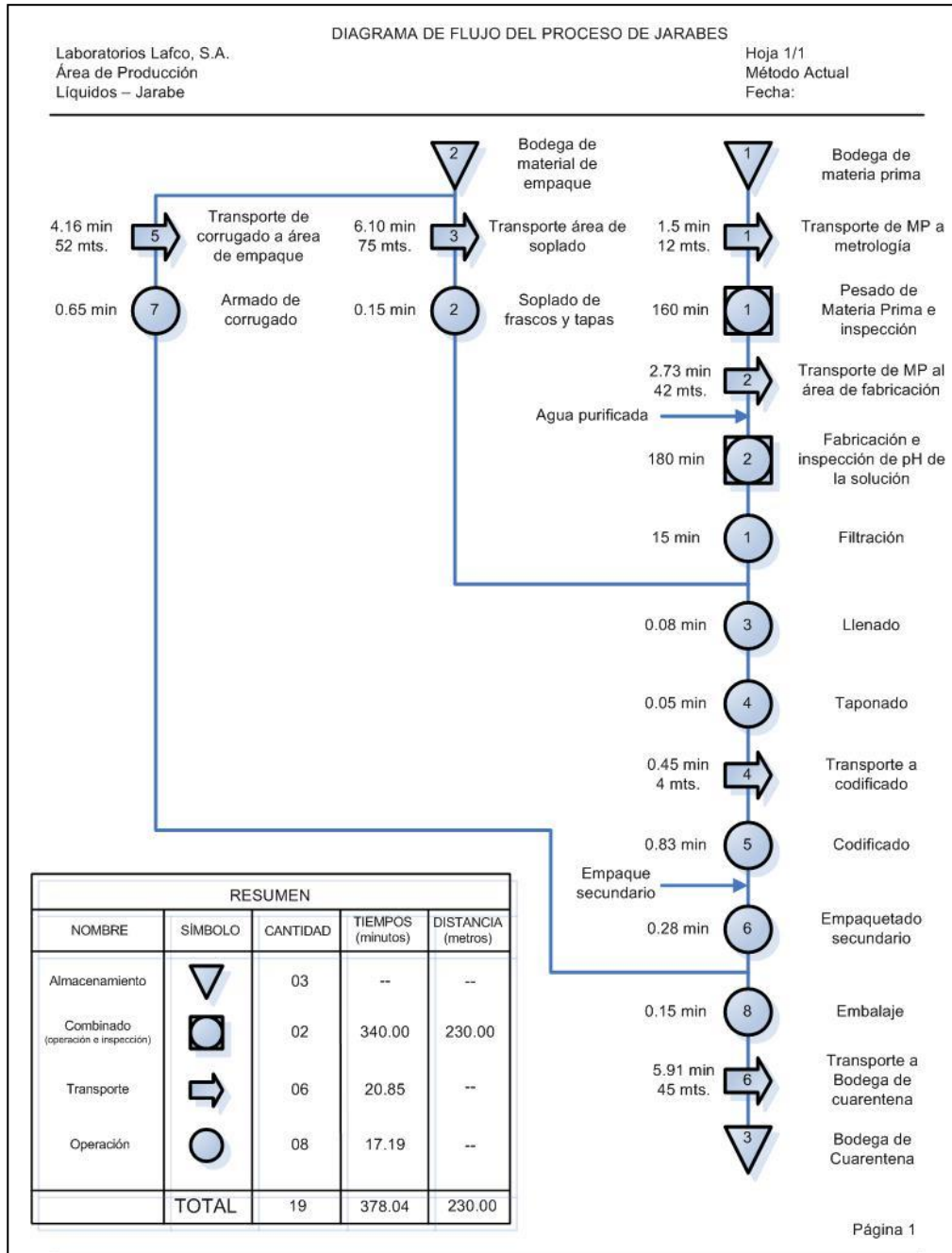
Figura 42. **Distribución de áreas de nueva línea de producción de líquidos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

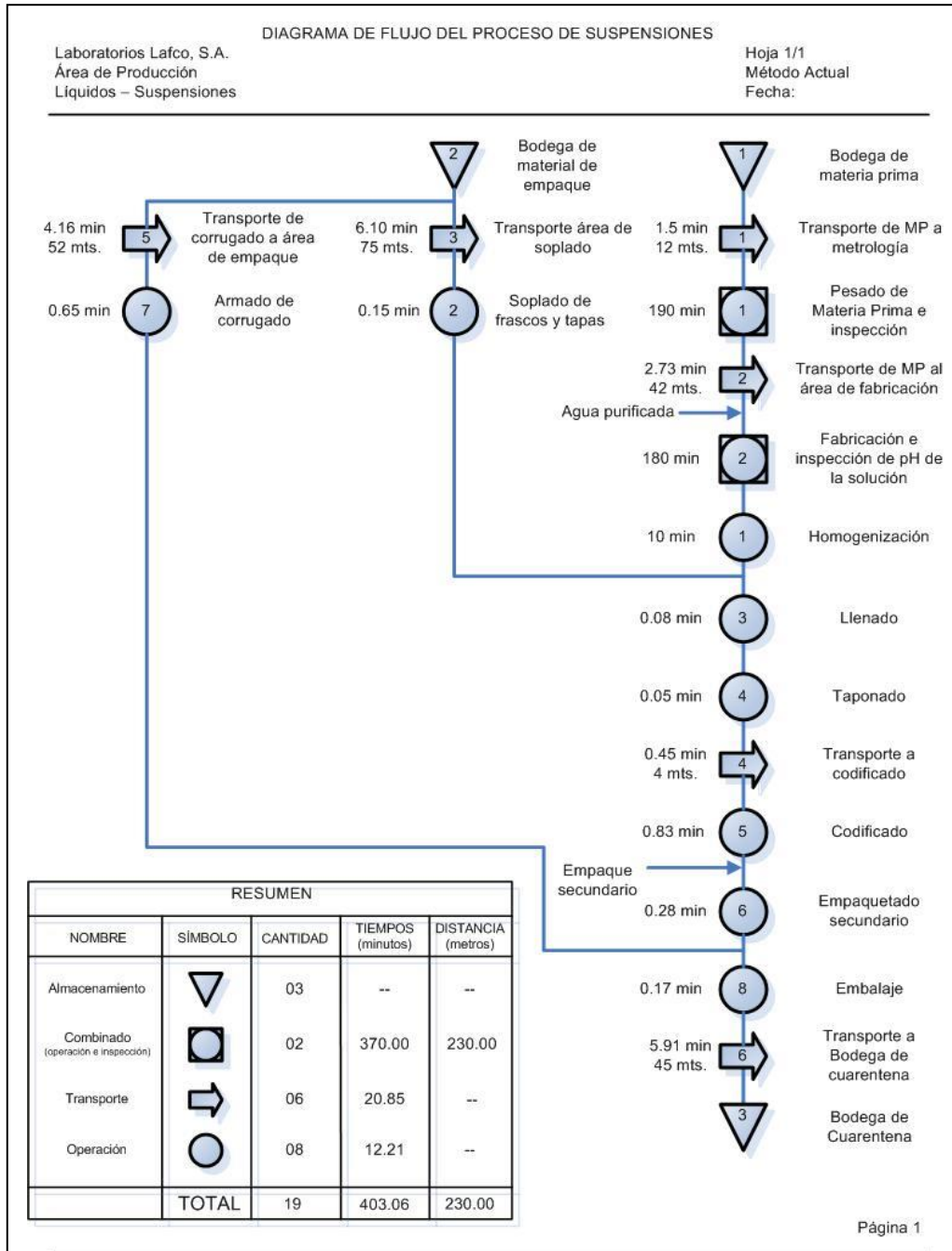
Tomando en cuenta la distribución de áreas de la nueva línea de líquidos, se realizaron los diagramas de flujo de proceso de la familia de jarabes y suspensiones, junto con el diagrama propuesto de recorrido, y se muestran en la figura 43, 44 y 45 respectivamente.

Figura 43. Diagrama de flujo de proceso propuesto de la familia de jarabes



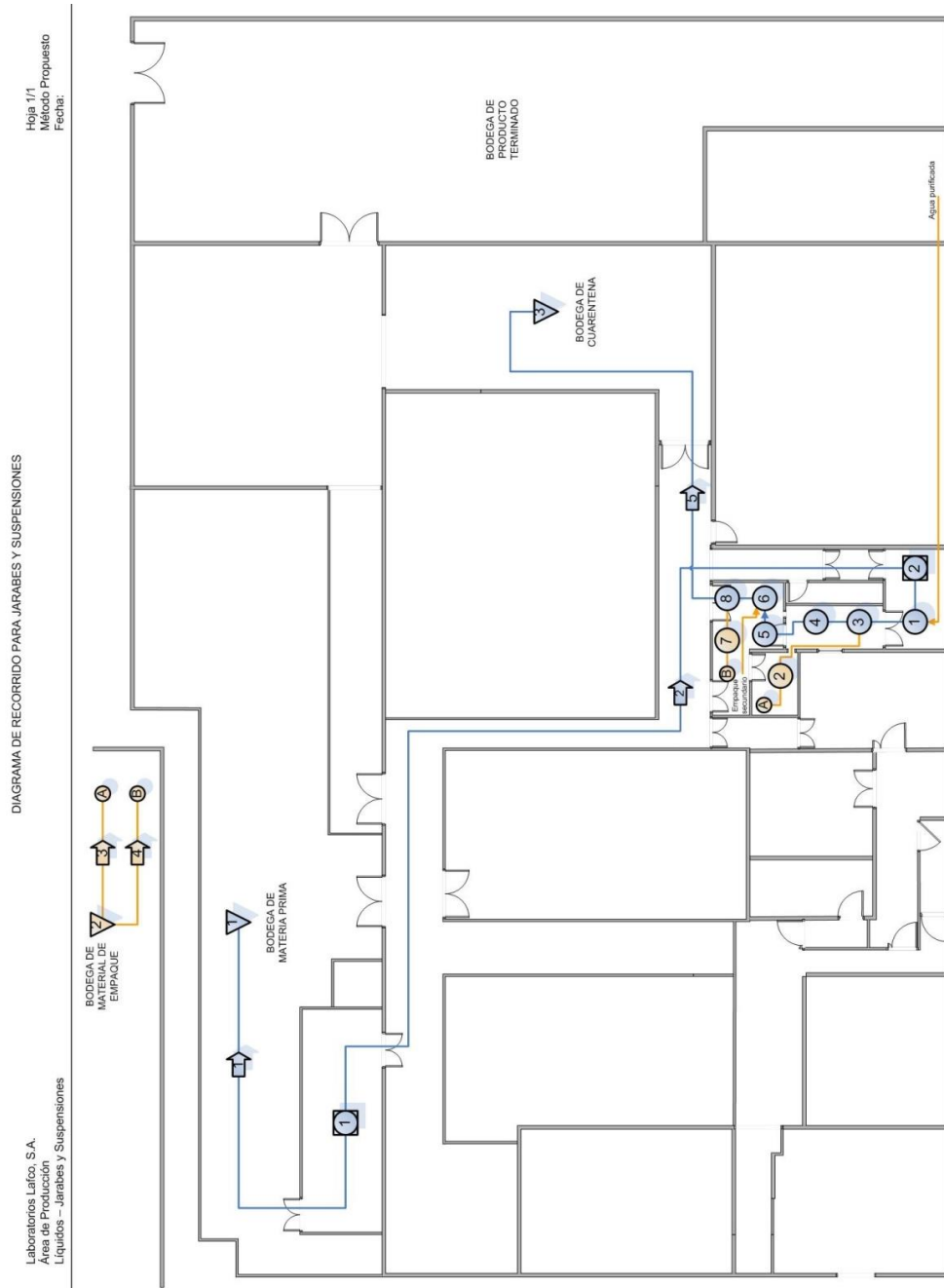
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 44. Diagrama de flujo de proceso propuesto de la familia de suspensiones



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 45. Diagrama de recorrido propuesto para la familia de jarabes y suspensiones



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Para la nueva línea de producción se necesita adquirir nueva maquinaria, que serían dos tanques de fabricación, una llenadora de líquidos y una taponadora. A continuación, se presenta la tabla del equipo propuesto a adquirir y la distribución de dichas máquinas en sus áreas.

Tabla XXXVIII. **Maquinaria propuesta para nueva línea de líquidos**

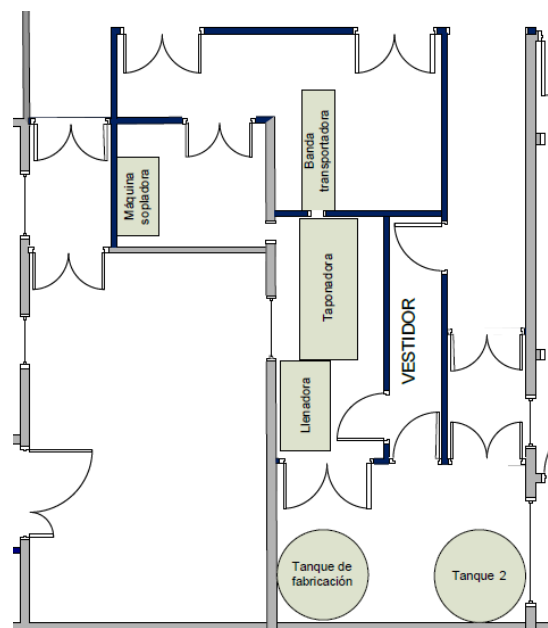
Maquinaria	Descripción	Uso	Proveedor
Llenadora	Llenadora automática de líquidos para llenado por rebalse HY-L4	Operación de llenado de frascos de jarabes y suspensiones	China
	Voltaje: 220V, 3 fases		
	Material: 316L		
	Capacidad: 300-1000 mililitros		
Taponadora	Maquina taponadora semiautomática para taponado rotativo/lineal DXG	Operación de taponado de frascos de jarabes y suspensiones	China
	Voltaje: 220V, 60 Hz, 3 fases		
	Material: 316L		
	25-35 unidades por minuto		
2 Tanques	Tanques de 3,000 L con chaqueta para calentamiento y propela agitadora.	Tanque de fabricación y tanque de filtración/homogenización de jarabes y suspensiones	China
	Voltaje: 220V, 60 Hz, 3 fases		
	Material: SUS316L		
	Velocidad: 60 rpm		

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta la distribución de áreas de la figura 42, el diagrama de recorrido propuesto en la figura 45 y la maquinaria propuesta en la tabla XXXVIII, se propone la distribución de maquinaria como se muestra en la figura 46; tomando en cuenta que se realizaron mediciones para que las áreas y la maquinaria puedan cumplir con su función.

Empezando el recorrido, por los tanques de fabricación y filtrado, luego pasando el producto a la llenadora, después a la taponadora y así puedan salir los frascos a empaque por la banda transportadora.

Figura 46. **Propuesta de distribución de maquinaria en nueva línea de líquidos**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Línea de producción de suero oral Recover®

La línea de producción de suero será la actual línea de producción de líquidos, en donde el estudio de tiempos y la observación con jefes de áreas y operarios, sobre las estaciones de trabajo, las actividades que se realizan y el proceso en general, concluyen que el etiquetado es el cuello de botella más grande que existe por el gran trabajo que se requiere.

Se llega a la terminación de eliminar el proceso de etiquetado con la solución de un envase con serigrafía en vez de envase con etiqueta, este nuevo proceso eliminará el recorrido de todo el producto a cuarentena y volverlo a regresar al área de empaque, se tiene en mente eliminar el tiempo empleado en el etiquetado del frasco, trayendo una gran oportunidad de mejora y de reducción de tiempo. Se puso en marcha la propuesta y se tuvieron pruebas, como se demuestra en la tabla XXXIX.

Tabla XXXIX. **Envase propuesto para material de empaque**

Material	Presentación	Descripción	Proveedor
Envase con serigrafía, tapa y liner		Nueva presentación de envase de litro y medio litro para suero oral Recover®	Hiperplast, S.A.

Fuente: Laboratorios Lafco, S.A. <https://www.tuugo.com.gt/Companies/laboratorios-lafco-s.a/14000074599#!>. Consulta. 25 de febrero de 2018.

Siguiendo con el proceso, en empaque temporal se propone la implementación de una mesa ergonómica giratoria cargadora de nivel por elevación, que proporciona una carga y descarga manual más rápida, segura y fácil. Esta mesa niveladora de carga simple, utiliza un sistema de resortes que se nivelan y se ajustan automáticamente a la altura según el peso, a medida

que se añaden o se retiran cajas, eliminando la flexión, el alcance y el estiramiento del operario.

Al mantener la mercadería a una altura constante, los trabajadores pueden construir y descomponer las cargas de pallets de manera rápida y sencilla agilizando el proceso hasta un 40 %, al mismo tiempo se aplica un mínimo esfuerzo y se evitan riesgos ergonómicos. Además, la mesa cargadora de nivel cuenta con una plataforma giratoria de baja fricción en la parte superior que permite a los operarios girar la carga, para que puedan permanecer en un solo lugar durante todo el proceso de palletización de las cajas. Para su funcionamiento no se requiere alimentación o suministro de aire. La base de la mesa cargadora es extremadamente estable y no necesita fijación en el suelo.

Junto con ésta mesa cargadora de nivel por elevación se debe incluir la compra de un apilador manual para tener fácil acceso a la carga y descarga de las tarimas con el peso de los sueros. Adicional a esto es indispensable la apertura de una nueva puerta en el área de empaque, aportando un mejor flujo y mayor agilidad en el traslado de las tarimas al área de cuarentena, dando lugar a disminuir los tiempos de transporte.

A continuación en la tabla XL se realiza la descripción de la maquinaria propuesta, descrita anteriormente para el área de empaque temporal.

Tabla XL. Maquinaria y equipo propuesto para empaque temporal

Maquinaria/equipo	Descripción	Proveedor
Mesa niveladora	Mesa cargadora de nivel por elevación	Lift Products, Inc
	Modelo: LPSL-44	
	Capacidad: 440 – 4 400 libras	
	Superficie: 43,7" de diámetro	
	Tamaño de base: 36,6" x 45,25"	
	Altura: de 9,5" a 28"	
	Peso: 460 libras	

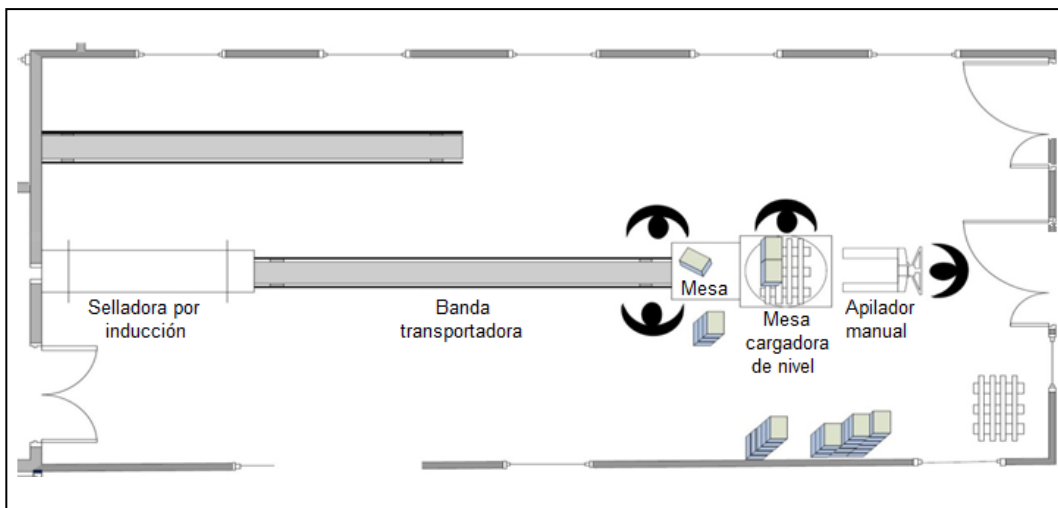
Continuación de la tabla XL.

Apilador manual	Apilador manual máx	Lift Products, Inc
	Modelo: MXSA-2200-63	
	Capacidad: 2 200 libras	
	Altura de elevación: 63"	
	Ancho de horquilla: 3,5"	
	Longitud de horquilla: 42"	
Puerta	Puerta doble	Comercial Ibérica, S.A.
	Material: Aluminio con vidrio transparente	
	Longitud: 2 metros	
	Altura: 2,10 metros	

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta la nueva maquinaria, en la figura 47 se propone una distribución beneficiosa para la empresa, en donde se adapta la maquinaria al espacio con el que cuenta.

Figura 47. **Propuesta de distribución de maquinaria en empaque temporal**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- Supervisión en las líneas de producción

Debido a la poca supervisión dentro de los procesos productivos y a la gran importancia que conlleva, se propone que haya una persona supervisora del proceso productivo, teniendo un papel de entrenador, en donde asegura que los operarios tienen los recursos necesarios para realizar su trabajo correctamente, y a la vez, motivarlo a que realicen las labores de la mejor manera, cumpliendo con los requerimientos.

Tomando en cuenta la supervisión como un mejoramiento continuo de la producción, es indispensable que el supervisor realice reuniones con el personal operativo de cada una de las líneas de producción, para debatir sobre los problemas actuales en sus estaciones de trabajo y generar ideas para mejorar la productividad, mejorar las estaciones de trabajo y mejorar los aspectos que afectan el desarrollo de su operación.

Las reuniones no deben ser de manera continua sino esporádicamente durante el año, o mientras surja algún cambio o se tenga en mente algunas modificaciones. No deben hacerse en horarios que interfieran con la producción, y deben ser concisas y rápidas. Dentro de los temas propuestos para las reuniones con el personal operativo están:

- Buenas prácticas de manufactura
- Control de tiempos de ocio y tiempos muertos
- Cargas de trabajo
- Seguridad industrial
- Ergonomía

Estas reuniones serán agregadas en el plan de capacitación descrito en el capítulo 4, cada una de las reuniones debe ser previamente programada y organizada por el departamento de garantía de calidad junto con el departamento de producción. Se debe analizar el tema, seleccionar al personal y hacerles saber sobre la reunión para que previamente puedan observar, examinar y tenerlo presente con el fin de tener un aporte realista y funcional.

Sabiendo la finalidad que se quiere para el supervisor de producción, en la tabla XLI se propone el perfil y la descripción de puesto para la persona requerida.

Tabla XLI. **Perfil y descripción del propuesto para supervisor de área**

Nombre del puesto:	Supervisor de producción	
Departamento:	Producción	
Jefe inmediato:	Jefe de producción	
Núm. de plazas:	1	
a.	RAZÓN DE SER DEL PUESTO	
	Supervisar las áreas asignadas asegurando el control efectivo de las operaciones y distintos procesos de la planta, realizando las diversas pruebas de control de calidad en los productos en proceso.	
b.	PERFIL DEL PUESTO	
	Criterios	Descripción del criterio
	Nivel académico	Diversificado.
	Experiencia	2 años en supervisión de producción Ideal experiencia en productos de laboratorio farmacéutico y análisis en control de calidad. Experiencia en dirigir personal operativo de producción.
	Habilidades	Supervisión en planta de producción Cumplimiento de metas de producción Manejo de personal
	Conocimientos especiales	Equipo y maquinaria de laboratorio farmacéutico
	Genero	Indiferente
	Estado civil	Indiferente
	Edad	De 25 a 35 años
	Horario	08:00 - 16:15

Continuación de la tabla XLI.

c.	DESCRIPCIÓN DEL PUESTO
1	Relacionadas con la comunicación interna
1,1	Establece comunicación efectiva entre las diferentes áreas de producción.
1,2	Comunica de forma asertiva los acontecimientos y resultados obtenidos durante el proceso.
1,3	Atiende cualquier duda del área de producción, garantizando así el cumplimiento de las operaciones y estándares de calidad.
2	Relacionadas con la supervisión interna
2,1	Supervisa todo el personal operativo de las líneas de producción, asegurándose de cumplir con los estándares de calidad.
2,2	Verifica la documentación en cada lote de producción para cumplir con la planificación previamente establecida.
2,3	Dirige las acciones de los operarios para asegurarse del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura y las Buenas Prácticas de Laboratorio.
2,4	Supervisar la adaptabilidad de los materiales e insumos en cada proceso productivo, con el fin de identificar deficiencias en los mismos.
2,5	Inspecciona el buen funcionamiento de la maquinaria y los equipos utilizados. Además el correcto uso de los mismos.
3	Relacionadas con capacitación y desarrollo del personal
3,1	Entrenar a cada operario encargado de algún proceso productivo durante la realización de su función.
3,2	Plantea planes de mejoras al jefe inmediato para optimizar los procesos.
3,3	Cumple y asegura el cumplimiento de los procedimientos establecidos y las Buenas Prácticas de Manufactura.
4	Relacionadas con seguridad industrial
4,1	Ejecuta y supervisa planes de seguridad industrial y salud ocupacional, controlando la higiene y limpieza de cada área.
4,2	Vela por el cumplimiento del uso del equipo necesario que a su vez garantice la seguridad del operario.
5	Otras responsabilidades
5,1	Realiza cualquier otra actividad que le sea asignada por su jefe inmediato, ya sea de manera verbal o por escrito.
5,2	Representa a la empresa en eventos y actividades a las que sea nombrado
5,3	Participa en reuniones de trabajo para el que sea nombrado.
5,4	Es responsable del buen uso del equipo a su cargo y da seguimiento al mantenimiento que sea definido para el mismo.

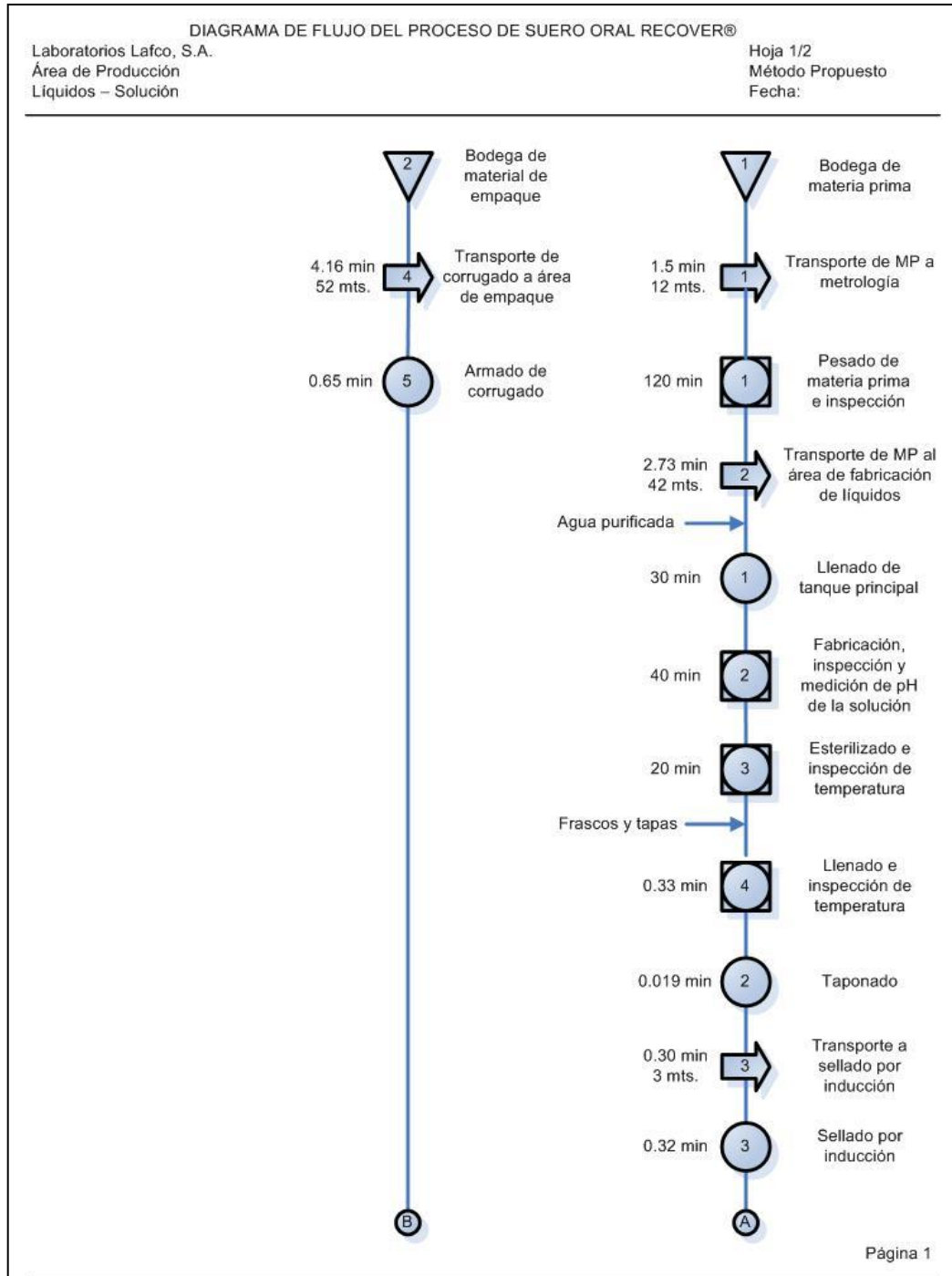
Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Diagramas propuestos

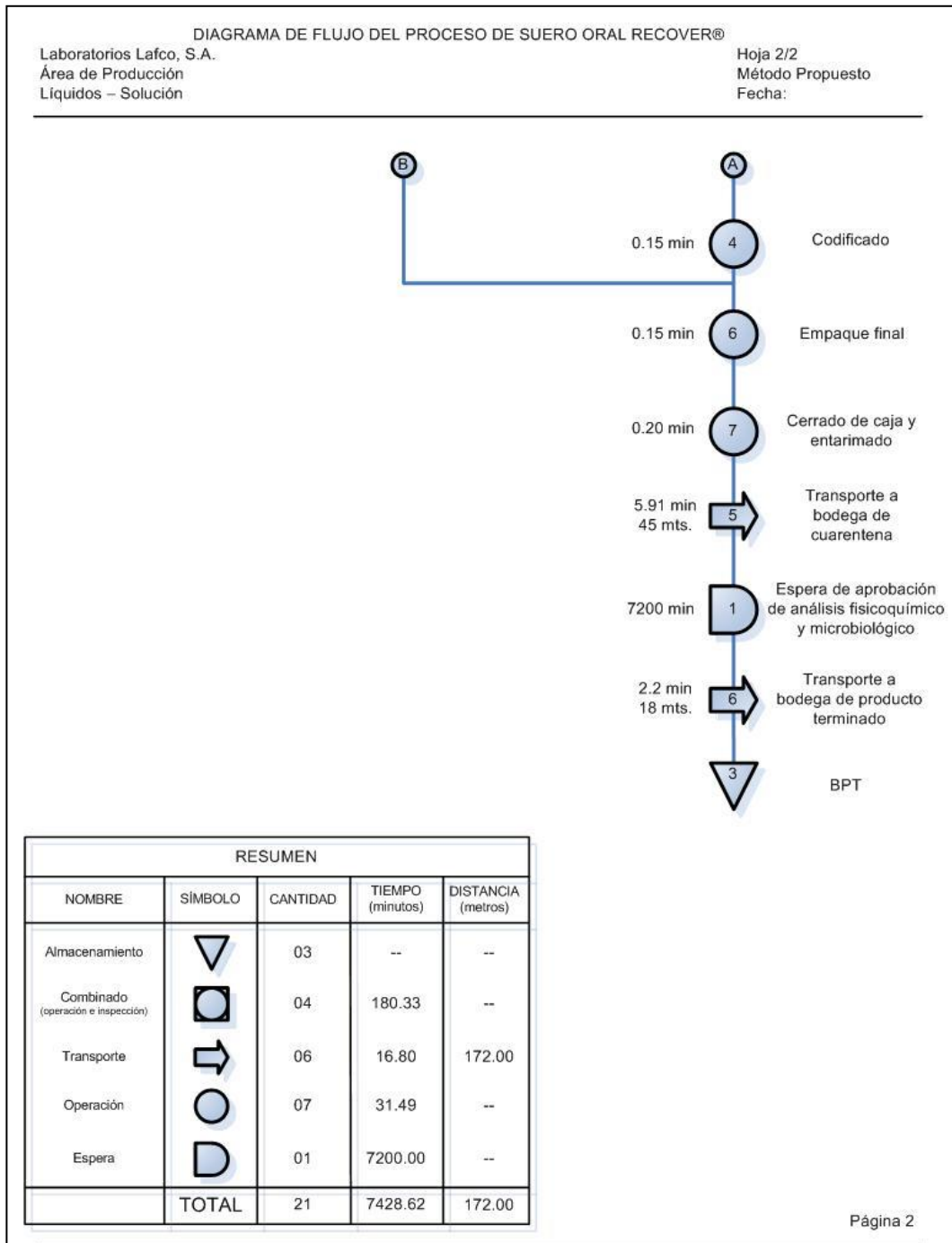
Junto con todas las propuestas y mejoras obtenidas con los análisis y estudios de la línea de producción de líquidos, en la figura 48 se muestra el

diagrama de flujo de proceso propuesto para la familia de solución, detallando cada operación llevada a cabo en el área de producción. Y en la figura 49 se presenta el diagrama de recorrido propuesto, donde se esquematiza la distribución de la planta y se muestra en dónde se realizarán las actividades del diagrama de flujo de proceso.

Figura 48. Diagrama de flujo de proceso propuesto para la familia de solución

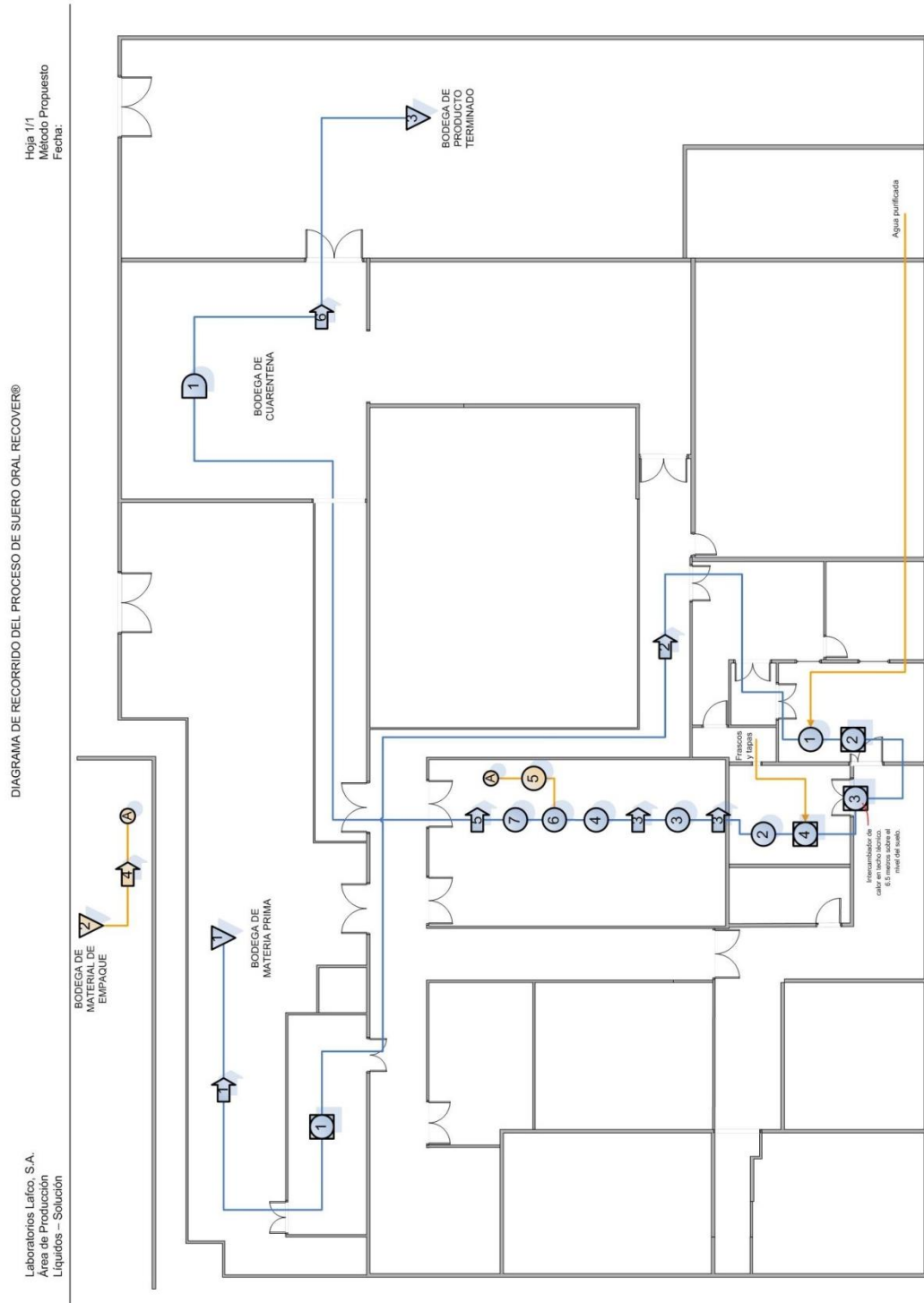


Continuación de la figura 48.



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 49. Diagrama de recorrido propuesto para la familia de solución



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

3.5. Costos de la propuesta

Aquí se incluyen los costos que inciden en que la empresa implemente la fase de Investigación, dentro de los costos se toman en cuenta los gastos de papelería, sueldos, compra de materiales, elementos y equipos necesarios para llevar a cabo las mejoras en el proceso de producción.

Como resultado se obtuvo la siguiente tabla, donde se muestran los gastos para la implementación de las propuestas de mejoras.

Tabla XLII. **Costos contemplados para la mejora de la línea de producción de líquidos**

Propuesta	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Construcción	Divisiones	60 metros	Q 200,00	Q 12 000,00
	Demolición	8	Q 150,00	Q 1 200,00
	Puertas dobles	6	Q 2 075,80	Q 12 454,80
	Puertas simples	3	Q 1 471,46	Q 4 414,38
Subtotal				Q 30 069,18
Maquinaria y equipo	Llenadora	1	Q 28 490,00	Q 28 490,00*
	Taponadora	1	Q 44 030,00	Q 44 030,00*
	Tanques	2	Q 69 005,00	Q 138 010,00*
	Mesa niveladora	1	Q 11 810,98	Q 11 810,98
	Apilador manual	1	Q 11 403,70	Q 11 403,70
	Apertura	1	Q 150,00	Q 150,00
	Puerta	1	Q 2 075,80	Q 2 075,80
Subtotal				Q 235 970,48
Materiales	Envase de 1 litro	2 500	Q 2,51	Q 6 275,00**
	Envase de ½ litro	5 000	Q 2,06	Q 10 300,00**
Subtotal				Q 16 575,00
Personal	Sueldo supervisor	1	Q 4 000,00	Q 4 000,00***
Subtotal				Q 4 000,00
Control	Hojas de control y supervisión	100	Q 0,15	Q 15,00
Subtotal				Q 15,00
Total				Q 286 629,66

Fuente: elaboración propia.

*Tipo de cambio Q7,40 + Instalación de equipo

**Costo para un lote

*** Sueldo mensual

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para tener un diagnóstico sobre la situación actual de la empresa en relación al desarrollo y capacitación de los trabajadores, se llevó a cabo una entrevista no estructurada aplicada a los jefes de las distintas áreas, para obtener información sobre las actividades de capacitación que se realizan, cómo se realizan, la forma en que se planifican, y la puesta en práctica.

Ante el conocimiento de la empresa, se puede determinar que es de vital importancia asegurar que las capacitaciones se lleven a cabo consistentemente y la información expuesta genere aprendizajes significativos y útiles en el desempeño de las labores de cada uno de los colaboradores. Al mismo tiempo se identificaron tres tipos de capacitaciones; la primera es la de inducción, esta es impartida cuando ingresa un nuevo colaborador a la empresa, inicialmente se le da a conocer las áreas dentro de la empresa y luego se le pone a leer un manual de inducción el cual contiene información relevante sobre la empresa y sobre su puesto en sí.

La segunda son las capacitaciones continuas, que se dividen en tres: general, específica y adicional. La general son los temas universales impartidos a todo el personal del laboratorio, esto debido a que los temas que se manejan dentro de las mismas deben ser de conocimiento común; por otro lado, las capacitaciones específicas se encuentran dirigidas a grupos seleccionados, dentro de estas se abarcan temas propios para cada área o departamento en específico. Y las capacitaciones adicionales se dan cuando una capacitación

necesita refuerzos, lo que conlleva a realizar una nueva con el fin de fortalecer el tema para que los colaboradores puedan entenderlo mejor y puedan aplicarlo de una mejor manera.

Por último se encuentran las capacitaciones específicas, éstas se basan en temas particulares relacionados a puestos específicos y exclusivos. El propósito de las mismas es el de instruir al colaborador de manera que pueda desempeñar sus funciones con eficacia y eficiencia convirtiéndose a su vez, en un colaborador productivo.

El programa de capacitaciones se realiza semestralmente, la mayoría de capacitaciones que se realizan dentro de la empresa están planificadas para una duración de 1 hora, contando con 45 minutos de presentación y 15 minutos de una evaluación escrita. Estas son programadas 1 o 2 capacitaciones mensuales comprendidas entre capacitaciones continuas y específicas, estas son desarrolladas en base a las necesidades de la empresa y a los temas que los jefes de cada departamento consideran necesarios. Dichos temas son transmitidos al jefe de garantía de calidad, quien es el encargado de la planificación, organización, dirección y control de cada una de ellas.

Por tanto, para poder realizar un diagnóstico es conveniente contar con un cuestionario de detección de necesidades de capacitación (DNC), con el fin de obtener información de primera mano concerniente a los temas que se deben potencializar, inducir u orientar. Como parte de la gestión en el plan de capacitación se aplicó la herramienta de DNC a los jefes de cada área y supervisores por medio de google forms, ello consiste en un breve formulario enviado vía correo electrónico, en donde se logró determinar los temas más relevantes para desarrollar capacitaciones según las necesidades expuestas por cada uno de ellos.

La herramienta utilizada para dicha evaluación se presenta en la figura 50 y los temas de necesidades de capacitación se muestra en la tabla XLIII.

Figura 50. **Detección de necesidades de capacitación**

Detección de Necesidades de Capacitación, LAFCO, S.A.

*Obligatorio

Departamento al que pertenece *

Tu respuesta

¿Usted recibió algún tipo de Capacitación al momento de Ingresar a la empresa? *

Sí

No

No Recuerdo

¿Algún tema no tratado en el momento de su ingreso habría ayudado en su integración a la empresa y/o a su área de trabajo? ¿cuál o cuáles? *

Tu respuesta

¿Cree usted necesaria la capacitación para desempeñar su puesto de trabajo? *

Sí

No

¿Qué temas cree usted convenientes de capacitación para su área de trabajo? *

Buenas Prácticas de Manufactura

Buenas Prácticas de Laboratorio

Seguridad Industrial

Contaminación Cruzada

Otros:

¿Considera usted que posee todos los conocimientos o habilidades necesarios para desempeñar su puesto? *

Sí

No

En relación al Clima Laboral de la empresa, ¿Cuales de los siguientes temas considera usted necesario desarrollar dentro del plan de capacitación? *

Motivación

Trabajo en equipo

Liderazgo

Comunicación laboral

Otros:

¿Cuál es el mejor horario que se ajusta a su departamento para recibir capacitación?

9:00-10:00

10:00-11:00

11:00-12:00

ENVIAR

Fuente: elaboración propia, empleando Google Forms. Enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdWAC_gxe6i53ZO28b1hGi9PbOYKnu7x_2dbH2qG4SG3Wq8Fw/viewform?c=0&w=1. Consulta: 25 de febrero de 2018.

Tabla XLIII. **Necesidades de capacitación**

1	Enfermedades contagiosas
2	Buenas prácticas de manufactura y buenas prácticas de laboratorio
3	Salud e higiene personal
4	Certificación de buenas prácticas de manufactura
5	Uso correcto de uniformes
6	Plan de mantenimiento preventivo
7	Propuestas de mejoras de la línea de producción de líquidos
8	Calificación de sistemas críticos
9	Contaminación cruzada
10	Seguridad industrial
11	Generalidades de calificación de equipos de producción
12	Generalidades de calificación de equipo de laboratorio
13	Gestión de inventario
14	Motivación
15	Trabajo en equipo
16	Reciclaje
17	Reuniones con personal operativo

Fuente: elaboración propia.

4.2. Plan de capacitación

Una de las grandes finalidades del plan de capacitación es lograr un incremento de la productividad y calidad del trabajo, sin embargo, esto depende mucho de la importancia que se le tome a la formación del Recurso Humano. Es entonces donde la capacitación empieza a tomar un papel importante dentro de la gestión del talento del personal con el que se cuenta.

La capacitación es una herramienta que no solamente informa y transmite información, sino que al mismo tiempo ayuda a potencializar el desempeño del

colaborador, es entonces un mecanismo beneficioso en doble vía, la capacitación permite que los colaboradores amplíen sus conocimientos, sus habilidades y destrezas, aplicadas tanto al ámbito profesional como al personal. Al mismo tiempo la organización se asegura de contar con empleados que conocen su labor, lo que a su vez provoca consecuencias positivas notables con relación a la eficiencia y la eficacia. Aumentando a su paso la rentabilidad de la empresa y desarrollando una alta moralidad y sentido de pertenencia por parte de los colaboradores.

A continuación, se presenta la planificación de las actividades de capacitaciones:

- Enfermedades contagiosas

Esta capacitación es muy importante para el cumplimiento de las BPM, porque la salud es importante para todos, su objetivo es dar a conocer los diferentes tipos de enfermedades, la importancia de reportar una enfermedad, sus consecuencias y cómo prevenirlas. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración, tomando en cuenta que en algunos casos tienen acceso a la planta. La información entra en las capacitaciones continuas de tipo general. La capacitación es de clasificación inductiva y preventiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de laboratorio microbiológico, la cual será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Buenas prácticas de manufactura y buenas prácticas de laboratorio

Dentro del ámbito farmacéutico las BPM Y BPL son la base para la elaboración de los productos, y es importante conocerlas para poder aplicarlas. El objetivo de estos temas es formar a los jefes y supervisores de producción para que ellos sean los encargados de aplicar, demostrar y enseñar a los operarios los principios básicos y las prácticas de higiene en todo el proceso productivo, para garantizar la sanidad e inocuidad de cada producto. Las ventajas de implementar la capacitación de BPM y BPL son: mejorar los sistemas de calidad de la empresa y los procesos de producción, reducir los tiempos de ejecución de las actividades, ayudar al cumplimiento de las distintas normas vigentes, optimizar los recursos de la organización y alineación entre la empresa y sus sistemas. Esta información va enfocada a 15 personas, en donde se incluyen a los jefes, sub jefes y supervisores de áreas. Entra en las capacitaciones continuas de tipo específica. La capacitación es de clasificación inductiva, preventiva y de desarrollo, con modalidad de formación y perfeccionamiento. La acción llevada a cabo es recibir la capacitación por medio de la Asociación Pequeña Industria Farmacéutica (APIFAR), quienes darán una charla sobre estos dos grandes temas a los jefes y supervisores. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad, esta será impartida en la zona 1 de la capital, de 8 am a 12 pm.

- Salud e higiene del personal

La higiene del personal es de gran importancia para la industria farmacéutica, el objetivo de capacitar sobre el tema, es concientizar a todo el personal sobre la importancia de la higiene personal, las prohibiciones dentro de la planta, la manera de evitar propagar bacterias. Al mismo tiempo se comunica la importancia de lavar y sanitizar sus manos antes de iniciar sus

labores y después de usar el servicio sanitario, la prohibición de escupir en las áreas y evitar toser o estornudar encima del producto. También se resalta la importancia de mantener las uñas limpias y cortas; en el caso de los hombres rasurarse la barba y el bigote. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración, tomando en cuenta que en algunos casos tienen acceso a la planta por distintos motivos. Entra en las capacitaciones continuas de tipo general y específica. La capacitación es de clasificación inductiva y preventiva, con modalidad de formación. La acción se realizará en dos fases, en la primera se realizará una presentación, en donde se explica el tema y se simulan los pasos a seguir para realizar un buen lavado de manos, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. La segunda fase será enfocada a los operarios de producción, en donde los participantes realizan el lavado de manos explicado en la primera fase, haciéndoles un análisis de manos antes y después del lavado. Aquí se utilizará agua, jabón y alcohol en gel. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad y Laboratorio Microbiológico, esta será impartida en la cafetería del laboratorio y en el área de lavaderos con una duración de 60 minutos para la primer fase y 20 minutos en la segunda fase durante una semana dividiendo al personal en grupos, con una frecuencia de 2 veces al año.

- Certificación de BPM

Toda empresa enfocada a la fabricación de productos farmacéuticos debe contar con un certificado de Buenas Prácticas de Manufactura en donde asegura la calidad e inocuidad de los productos realizados y a la vez transmiten seguridad de que no hay contaminación, deterioro o adulterio en sus componentes o procesos. El objetivo de la capacitación es entender y comprender los procedimientos para poder llevarlos a cabo de la mejor manera

alcanzando el cumplimiento del reglamento técnico centroamericano. Esta información va enfocada a 15 personas, en donde se incluyen a los jefes, sub jefes y supervisores de áreas. Entra en las capacitaciones continuas de tipo específica. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación y perfeccionamiento. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de planta, esta será impartida en la oficina de investigación y desarrollo, con una duración de 90 minutos.

- Uso correcto de uniformes

Una buena práctica del uso correcto de los uniformes evita la contaminación, protege a la persona y garantiza la seguridad de los productos y procesos farmacéuticos. El uniforme transmite la presencia, limita áreas y da seguridad en los trabajadores para su buen desempeño. Por esta razón el objetivo de proporcionar la capacitación es dar a conocer la forma correcta de usar el uniforme, la diferencia de cada uniforme para cada área y los lugares donde se debe realizar el cambio. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración, tomando en cuenta que en algunos casos tienen acceso a la planta. Entra en las capacitaciones continuas de tipo general. La capacitación es de clasificación inductiva, preventiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Producción, esta será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo representa un proceso de cambio en los equipos, obteniendo beneficios que van hacia un mejoramiento continuo y una mayor rentabilidad operacional, por esta razón, el objetivo es implementar un plan de mantenimiento preventivo, saber cuál es la situación actual de la empresa, las condiciones de la maquinaria, los procedimientos para realizarlo, qué formatos se utilizan dentro del proceso, las actividades a realizar para cada equipo, los materiales a utilizar y los costos de la implementación. Esta información va enfocada a 08 personas, en donde se incluyen al jefe, sub jefe y técnicos del departamento de mantenimiento y adicional a ellos el jefe y supervisores de producción. Entra en las capacitaciones continuas de tipo específico. La capacitación es de clasificación inductiva y desarrollo de carrera, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del practicante de EPS, esta será impartida en el salón de reuniones con una duración de 45 minutos.

- Propuestas de mejoras de la línea de producción de líquidos

Todo cambio dentro de la empresa juega un papel importante y conlleva mejorar los procesos de producción del producto y/o servicio proporcionado, el objetivo de capacitar sobre este tema es demostrar e interpretar las propuestas que se proveen dentro de la fase de investigación. Los beneficios que se pueden encontrar es la identificación de acciones necesarias para mejorar el proceso y alcanzar la excelencia, eliminar acciones que no generan valor al proceso y estandarizar todas las operaciones aplicando las BPM. De modo que la información va enfocada a 08 personas, incluyendo al jefe, sub jefe, supervisores y técnicos del departamento de mantenimiento y producción. Esta capacitación entra en las capacitaciones continuas de tipo específico; es de

clasificación inductiva y desarrollo de carrera, con modalidad de complementación. La acción llevada a cabo es realizar una explicación de lo realizado y de las propuestas, utilizando las hojas de información. Esta capacitación está a cargo del practicante de EPS, y será impartida en la oficina de investigación y desarrollo con una duración de 30 minutos.

- Calificación de sistemas críticos

La calificación de los sistemas críticos en la industria farmacéutica es un elemento importante para el cumplimiento de las buenas prácticas de fabricación en donde se comprueba si éste equipo junto con la forma de uso, es adecuado para su finalidad. Dentro de estos sistemas se incluye el sistema de agua purificada, sistema de aire comprimido y sistema de aire acondicionado HVAC. El objetivo es documentar la capacidad del equipo para satisfacer con los requisitos establecidos. Se requiere aportar los conocimientos sobre validación, calificación, inspección, documentación y gestión de riesgos. Por esta razón es necesario que las personas involucradas con el uso y mantenimiento de la máquina sepan estas generalidades para ayudar y apoyar con los datos requeridos. Esta información va enfocada a 06 personas, en donde se incluyen a los jefes, sub jefes y supervisores de mantenimiento, producción y validación, siendo una capacitación continua de tipo específico. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Validaciones, y será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Contaminación cruzada

La contaminación cruzada ha sido un tema bastante relevante dentro de la industria farmacéutica, para lograr productos seguros, limpios y eficaces. El objetivo de proporcionar esta capacitación es manifestar los riesgos que puede causar una contaminación cruzada tanto para la persona que consume el producto como para los que lo elaboran, habiendo dos tipos de ella que es la directa, cuando un producto contaminado entra en contacto directo con otro no contaminado, y la indirecta se da por la transferencia de contaminación a través de las manos, utensilios o instrumentos utilizados. Además, se agrega al tema los cambios que se realizan dentro de la planta para evitar dicha contaminación. Esta información va enfocada a 45 personas incluyendo todo el personal de planta, entra en las capacitaciones continuas de tipo específica. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación y actualización. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Laboratorio Microbiológico y jefe de Mantenimiento, esta será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Seguridad industrial

Dentro de la empresa se debe tener en cuenta que el bienestar de los operarios es lo más importante, es por ello que el objetivo de esta capacitación es disminuir los riesgos laborales, controlar los accidentes, proteger la vida de los trabajadores, evitar las enfermedades ocupacionales, proteger las instalaciones materiales, equipo de trabajo y medio ambiente. Se deben definir la diferencia entre acto inseguro y condición insegura para distinguir los distintos riesgos según las actividades, analizarlos, revisarlos y corregirlos con

la implementación del equipo y herramienta necesaria. Esta información va enfocada a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración. Entra en las capacitaciones continuas de tipo general. La capacitación es de clasificación inductiva, preventiva y correctiva, con modalidad de formación y complementación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad y jefe de Mantenimiento, será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Generalidades de calificación de equipos de producción

La calificación de equipos es para comprobar si éste equipo junto con la forma de uso, es adecuado para su finalidad, en ella entra la calificación de diseño, calificación de instalación, calificación de operación y calificación de desempeño. El objetivo es documentar la capacidad del equipo para satisfacer con los requisitos establecidos en la documentación. Por esta razón es necesario que las personas involucradas con el uso y mantenimiento de la máquina sepan estas generalidades para ayudar y apoyar con los datos requeridos. Esta información va enfocada a 15 personas, en donde se incluyen a los jefes, sub jefes, supervisores, técnicos y algunos operarios de mantenimiento, producción y validación, siendo una capacitación continua de tipo específico. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Validaciones, y será impartida en el salón de reuniones con una duración de 60 minutos.

- Generalidades de calificación de equipo de laboratorio

La calificación de equipos es para comprobar si éste equipo junto con la forma de uso, es adecuado para su finalidad, en ella entra la calificación de diseño, calificación de instalación, calificación de operación y calificación de desempeño. El objetivo es documentar la capacidad del equipo para satisfacer con los requisitos establecidos en la documentación. Por esta razón es necesario que las personas involucradas con el uso y mantenimiento de la máquina sepan estas generalidades para ayudar y apoyar con los datos requeridos. Esta información va enfocada a 15 personas, en donde se incluyen a los jefes, sub jefes, supervisores, técnicos y algunos operarios de mantenimiento, producción, validación, fisicoquímico y microbiología, siendo una capacitación continua de tipo específico. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del supervisor de Validaciones, será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Gestión de inventario

Una práctica muy importante que casi no se lleva a cabo dentro de la empresa es el control de inventarios, lo que es necesario para controlar las existencias de cada uno de los productos, materiales, materias primas, insumos y repuestos utilizados dentro del proceso productivo. Su objetivo es explicar los tipos de stocks existentes y los modelos utilizados para realizar la gestión, y así brindar las herramientas necesarios para poder implementarlo dentro de la empresa, como la bodega de materia prima, bodega de material de empaque y en el taller de mantenimiento. Los beneficios que se obtiene es tener un cliente

contenido, esperas de reposición con tranquilidad, variedad de despacho, suficiente tiempo para análisis, reducción de costos. Va enfocada a 10 personas, en donde se incluyen a los encargados de las distintas bodegas y al jefe y sub jefe de mantenimiento. La capacitación es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de actualización. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad, será impartida en la sala de reuniones con una duración de 60 minutos.

- Motivación

La motivación dentro de la empresa es un factor muy importante porque es lo que ayuda a que las personas puedan realizar las acciones y actividades de una mejor manera, logrando mejores resultados. Los beneficios de una motivación laboral cuenta con mayor compromiso de los trabajadores, mayor rendimiento laboral, surgimiento de mejoras, disminución de incomodidades y desventajas, entre muchas más. Por ello es importante generar una cultura motivacional e implementar esta capacitación con el objetivo de inspirar a todo el personal a ser mejores en su área y a realizar las operaciones de la mejor manera posible. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración, y entra en las capacitaciones continuas de tipo general. La capacitación es de clasificación de desarrollo de carrera con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar un tipo seminario con interactividad entre los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad y un profesional externo a la empresa, esta será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 180 minutos.

- Trabajo en equipo

El trabajo en equipo es primordial y fundamental en un proceso productivo, ésta acción de trabajar unidos logra agilizar y mejorar los métodos, metas y operaciones. Dentro de empresa se debe trabajar en ese aspecto con el objetivo de generar una oportunidad de progreso y avance empresarial, su ventaja es la adquisición de motivación, compromiso, creatividad, comunicación, ventajas, seguridad y mejores resultados. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración. Así pues, entra en las capacitaciones continuas de tipo general. La capacitación es de clasificación de desarrollo de carrera, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar un tipo taller con metodología de enseñanza que combina la práctica y la teoría, creando un interactividad entre los participantes. Se utilizará computadora, cañonera, mesas, sillas, hojas de información y evaluación. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad y un profesional externo a la empresa, y será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 180 minutos.

- Reciclaje

Un plan de reciclaje dentro de la empresa sería muy importante y beneficioso para el medio ambiente; algunos de sus principales residuos son el papel, el plástico y el cartón. El objetivo es concientizar a todo el personal sobre la importancia de reciclar, buscando alternativas para aprovechar los residuos generados dentro de la empresa. La implementación de un proceso de reciclaje conlleva la recolección, clasificación y fabricación, en donde sus ventajas son bastantes y dentro de ellas se considera la preservación de los recursos, la disminución de contaminación, el desarrollo sostenible y el ahorro de energía y

dinero. Esta información va dirigida a 60 personas incluyendo todo el personal de planta y algunos representantes del personal de administración. La capacitación entra en las continuas de tipo general. Es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es realizar una presentación y explicarla a todos los participantes, utilizando computadora, cañonera, mesas y sillas. Esta capacitación está a cargo del jefe de Garantía de Calidad, esta será impartida en la cafetería del laboratorio con una duración de 60 minutos.

- Reuniones con personal operativo

Como se manifestó anteriormente en el capítulo 3, el objetivo de las reuniones con el personal operativo es generar una conexión entre los colaboradores y los mandos medios, contribuyendo a mejorar el proceso, reorganizar las actividades y apoyar con el crecimiento de la empresa. Las ventajas que se quieren obtener es el seguimiento de los procesos junto con la garantía de un control periódico, la generación de soluciones y recolección de fallas, el aumento de confianza y la motivación de los operarios. Estas reuniones van enfocadas a todo el personal operativo. La capacitación es continua de tipo específica. Es de clasificación inductiva y correctiva, con modalidad de formación. La acción llevada a cabo es reunir un grupo de operarios, junto con el jefe, sub jefe y supervisores del área que se realizará para establecer una comunicación sobre las cosas buenas y malas del tema acordado, concretar lo más relevante y llegar a una conclusión. Estas reuniones están a cargo del jefe de Garantía de Calidad, estas serán impartidas en el área de empaque con una duración de 20 minutos.

A continuación en la figura 51 se presenta el plan anual de capacitación.

Figura 51.

Plan de capacitación

TEMA	DIRIGIDO A	ENCARGADO	MES												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
CAPACITACIONES GENERALES															
Enfermedades contagiosas	Todo el personal	Jefe de Laboratorio Microbiológico													
Salud e higiene del personal	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad y jefe de Laboratorio Microbiológico													
Uso correcto de uniformes	Todo el personal	Jefe de Producción													
Contaminación cruzada	Todo el personal	Jefe de Laboratorio Microbiológico y jefe de Mantenimiento													
Seguridad Industrial	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad y jefe de Mantenimiento													
Motivación	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad													
Salud e higiene del personal	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad y jefe de Laboratorio Microbiológico													
Trabajo en equipo	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad													
Reciclaje	Todo el personal	Jefe de Garantía de Calidad													
CAPACITACIONES ESPECIFICAS															
BPM y BPL	Jefes y supervisores de producción	Jefe de Garantía de Calidad													
Certificación de BPM	Jefes y sub jefes de los departamentos	Jefe de planta													
Plan de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento, Jefe, sub jefe y supervisores de producción	Estudiante – practicante de EPS													
Propuesta de mejoras de la línea de producción de líquidos	Jefe de planta y Jefe de mantenimiento	Estudiante – practicante de EPS													
Calificación de sistemas críticos	Operarios de mantenimiento	Jefe de Validaciones													
Reunión con personal operativo – seguridad industrial	Producción	Jefe de Garantía de Calidad													
Generalidades de calificación de equipos de producción	Operarios de producción y de mantenimiento	Jefe de Validaciones													
Generalidades de calificación de equipo de laboratorio	Auxiliares de laboratorio fisicoquímico y microbiológico	Supervisor de Validaciones													
Gestión de inventario y stocks	Encargados de bodegas y jefe de mantenimiento	Jefe de Garantía de Calidad													
Reunión con personal operativo – control de tiempos	Producción	Jefe de Garantía de Calidad													
Reunión con personal operativo – ergonomía	Producción	Jefe de Garantía de Calidad													

Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de la capacitación

Se desarrollaron las primeras 7 capacitaciones de la lista de necesidades que se encuentran en la tabla XLIII. Teniendo un resultado satisfactorio.

Para la capacitación de enfermedades contagiosas se cumplió con dar a conocer los diferentes tipos de enfermedades, la importancia de reportar una enfermedad, sus consecuencias y cómo prevenirlas, se impartió la capacitación en la cafetería del laboratorio, pasando una presentación a las 43 personas que asistieron de las distintas áreas de la empresa, impartida por el jefe del laboratorio de Microbiología el día 12 de febrero del presente año.

En la capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y Buenas Prácticas de Laboratorio se convocó a los jefes, sub jefes y supervisores de planta para ir a recibir la capacitación en la zona 1 de la ciudad capital impartida por APIFAR, en donde se recibió la capacitación y se aprendió sobre los principios básicos y las prácticas de higiene en todo el proceso productivo, para garantizar la sanidad e inocuidad de cada producto tanto en el proceso como en el laboratorio, fue impartida por la licenciada Sayda Juárez el día 24 de febrero del presente año y se recibió un diploma por la participación.

La capacitación de salud e higiene del personal se realizó como se describió anteriormente, cumpliendo con el objetivo de concientizar a todo el personal sobre la importancia de la higiene personal, las prohibiciones dentro de la planta, la manera de evitar propagar bacterias, la transmisión de bacterias por medio de nuestras manos y la forma correcta de lavarlas, cumpliendo con las dos fases, se hizo el lavado de manos junto con el análisis antes y después del lavado, impartida por el jefe del laboratorio de Microbiología y el jefe de Garantía de Calidad la semana del 5 al 9 de marzo del presente año.

La capacitación de certificación de BPM fue impartida por el jefe de planta, pasando una presentación en la sala de sesiones, cumpliendo con el objetivo de entender y comprender los procedimientos para poder llevarlos a cabo de la mejor manera para el cumplimiento de la guía del reglamento técnico centroamericano, fue realizada el 16 de marzo del presente año, en donde asistieron 12 personas.

La capacitación del uso correcto de uniformes fue impartida por el jefe de Producción, el día 12 de abril en donde se pasó una presentación en la cafetería del laboratorio, dando a conocer la forma correcta de usar el uniforme, la diferencia de cada uniforme para cada área y los lugares donde se debe realizar el cambio. En dicha capacitación asistieron 55 personas de las distintas áreas de la empresa.

La capacitación del Plan de mantenimiento preventivo, se realizó para poder hacer la propuesta de la implementación del plan, proporcionar un proceso para realizarlo, proporcionar los formatos que se utilizarán, las actividades a realizar para cada uno de los equipos, los materiales a utilizar y los costos de la implementación, fue realizada por el estudiante – practicante de EPS, Brandon Guerrero, impartida al jefe, sub jefe y técnicos de mantenimiento, junto con el jefe y supervisores de producción. Impartida el día 19 de abril del presente año en la sala de sesiones.

Y por último, la capacitación de las propuestas de mejoras de la línea de producción de líquidos se impartió al jefe, sub jefe y técnicos de mantenimiento, junto con el jefe y supervisores de producción para demostrar e interpretar lo que contiene la fase de investigación, fue realizada por el estudiante – practicante Brandon Guerrero el día 23 de abril del presente año en la sala de sesiones.

Figura 52. **Capacitación de enfermedades contagiosas**



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Capacitación de salud e higiene personal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Capacitación del plan de mantenimiento preventivo**



Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos de la propuesta

Se basa en los costos que incurren en que la empresa implemente la fase de Docencia, y es la aplicación de un plan de capacitaciones para los operarios de producción y mantenimiento, teniendo como resultado la siguiente tabla XLIV, en donde se muestran los gastos necesarios.

Tabla XLIV. **Costo contemplado para plan propuesto de capacitación**

Tipo	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Materiales e insumos	Resma de hojas para entrega de información	1	Q 30,00	Q 30,00
	Resma de hojas para evaluaciones	1	Q 30,00	Q 30,00
Materiales e insumos	Masking tape Tesa de 25 m.	2	Q 7,00	Q 14,00
	Caja de lapiceros de 12 unidades	5	Q 30,00	Q 150,00
Subtotal				Q 224.00
Capacitación externa	Capacitación APIFAR, costo por persona	19	Q 20,00*	Q 380,00
	Capacitador ajeno a la empresa, costo por hora de capacitación	6	Q 700,00	Q 4 200,00
Subtotal				Q 4 580.00
Total				Q 4 804.00

Fuente: elaboración propia.

*Costo para empresas asociadas

CONCLUSIONES

1. Actualmente no se posee un plan de mantenimiento dentro de la empresa, no existen rutinas tampoco una planificación sistemática, lo que conlleva a que toda la maquinaria falle inesperadamente y se realicen paros no programados. Con la ayuda del plan de mantenimiento preventivo se podrá obtener beneficios, garantizar el funcionamiento de la maquinaria y brindar confiabilidad en el desarrollo de las operaciones.
2. Según los análisis realizados a los equipos, demuestra que en apariencia, la mayoría de ellos se encuentran en buen estado, en confiabilidad, la mayoría son relativamente confiables y en operación, la mitad se encuentran en operación normal y la otra mitad en utilizable con problemas. Junto con esto y el análisis de criticidad, se obtuvieron nueve equipos principales y críticos, siendo llenadoras de líquidos, tableteadoras, encapsuladora, taponadora y bombas neumáticas; con ellos se trabajaron en el plan mantenimiento preventivo.
3. El departamento de producción junto con el departamento de mantenimiento sólo contaban con un listado de equipos e información general de cada uno de ellos, siendo deficiente para la disponibilidad de datos técnicos a la hora su mantenimiento. Con la realización de las fichas técnicas se tendrá fácilmente la disposición de datos y características relevantes de cada equipo y maquinaria, contribuyendo con la eficiencia del mantenimiento preventivo.

4. El procedimiento, la planificación y el control del mantenimiento ayudarán a los trabajos realizados por el departamento de mantenimiento y junto con esto, las rutinas en donde se describen las actividades de limpieza, lubricación y ajustes, elaboradas con la ayuda de los manuales existentes, de la experiencia de los técnicos y la aprobación del jefe de mantenimiento, se logrará un procedimiento eficiente y tareas estandarizadas; obteniendo buenos resultados.
5. Con la ayuda de una ficha técnica de stock de repuestos y su análisis, se garantiza eficiencia a la hora de hacer un mantenimiento preventivo, donde se obtienen los repuestos e insumos previamente para permitir una libre continuidad al proceso.
6. Para mejorar el proceso de producción del producto estrella, se presentaron varias propuestas que permiten aumentar la productividad, reducir los tiempos y agilizar el proceso, en donde se implementa una nueva línea de líquidos, se adquiere nueva maquinaria y equipo, se implementa supervisión y reuniones, se realiza un balance de líneas, se implementa una nueva presentación de frasco, trayendo como beneficio la eliminación de operaciones y transportes innecesarios, todo esto con base a un estudio de tiempos se logra reducir éste considerablemente, logrando grandes beneficios y aprovechando los recursos existentes.
7. Teniendo un plan de capacitación necesitado de diagnosticar temas relevantes para las necesidades de la situación actual, se obtuvieron contenidos para el plan de capacitación, contribuyendo a ampliar conocimientos, habilidades y destrezas. Realizando exitosamente las capacitaciones sobre enfermedades contagiosas, BPM, BPL, lavado de manos, certificación de BPM, uso correcto de uniformes, plan de

mantenimiento preventivo y mejoras de la línea de producción de líquidos.

RECOMENDACIONES

1. Se insta al jefe de mantenimiento a darle seguimiento al plan de mantenimiento preventivo, teniendo como base las rutinas de la maquinaria principal, para ir cumpliendo con el programa y beneficiarse con la disminución de fallas inesperadas y mantenimientos correctivos.
2. Al departamento de mantenimiento se le propone trabajar un plan de mantenimiento correctivo con los equipos que se encuentran utilizables con problemas, para garantizar que el plan de mantenimiento preventivo sostenga un inicio eficiente, exacto y conciso.
3. Al departamento de mantenimiento y de producción se le sugiere realizar las fichas técnicas de todos los equipos faltantes, para tener la información necesaria y beneficiarse con la disposición de datos en el seguimiento del mantenimiento preventivo.
4. Al departamento de garantía de calidad, programar capacitaciones para el personal del departamento de mantenimiento sobre la realización de las tareas de limpieza, lubricación y ajuste descritas en las rutinas de trabajo, permitiendo mejorar la estandarización de tareas, los tiempos de mantenimiento y la comprensión de las tareas.
5. Al departamento de mantenimiento y de garantía de calidad se le propone mantener actualizado el stock de repuestos y junto con la ayuda de la capacitación de gestión de inventario, poder aplicar los

conocimientos adquiridos y tener el estricto control de repuestos e insumos utilizados para aumentar la eficiencia y disminuir los costos.

6. Al departamento de producción a evaluar cada una de las propuestas para poder implementarlas, tomando en cuenta que la mejora continua y el estudio de métodos es muy importante dentro de producción, lo que ayudará a que se obtengan los resultados esperados sobre el aumento de la capacidad de producción y el mejoramiento de la eficiencia.
7. Al departamento de garantía de calidad se le sugiere darle seguimiento estricto a las capacitaciones, tratando de centrarse en las específicas, porque son las capacitaciones especializadas en las áreas, puestos y grupos de trabajo. Tomando en cuenta que las reuniones con el personal operativo es de suma importancia para obtener el vínculo necesario a que todos vayan hacia la misma dirección y que se logren los objetivos propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

1. BECERRA GUZMÁN, Maledis Raquel y BOHÓRQUEZ FARFÁN, Yira Patricia. *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Mejía Villegas constructores, S.A.* Colombia: Universidad de Cartagena, 2007. 186 p.
2. CAMEY ULUAN, Edwin Humberto. *Diseño e implementación de un plan de administración de mantenimiento preventivo de equipo industrial del hospital general "San Juan de Dios"*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 192 p.
3. CHASE, Richard B. *Administración de operaciones: Producción y cadenas de suministros*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 776 p.
4. CHON, Billy. *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las líneas principales de producción de una empresa farmacéutica*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 147 p.
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2007. 458 p.

6. HIDALGO GONZÁLEZ, Hugo. *Mejora de la productividad de una línea de fabricación de chocolates en una industria alimenticia*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 175 p.
7. LÓPEZ GONZÁLEZ, Julio Roberto. *Programa de mantenimiento preventivo en los equipos críticos de Lancasco, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 87 p.
8. MARROQUÍN HERNÁNDEZ, Emerson. *La planeación estratégica aplicada a una empresa farmacéutica como herramienta para incrementar la productividad*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 134 p.
9. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 11.03.42:07*. Reglamento técnico sobre buenas prácticas de manufactura para la industria farmacéutica. Productos farmacéuticos y medicamentos de uso humano. Guatemala: MSP, 2012. 112 p.
10. NIEBEL, Benjamin y FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 586 p.
11. PÉREZ RODRÍGUEZ, Teodoro Alejandro. *Diseño del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo de la planta de reciclaje de Bapu's de acumuladores Iberia, S.A. dentro del*

marco del sistema de gestión ambiental (SGA). Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 210 p.

12. PINTO MARTÍNEZ, Arabella María. *Mejora al proceso y aumento de eficiencia en línea de producción No. 3 y mesas de acabado de envasado en la Industria Licoreras de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2015. 146 p.
13. PROKOPENKO, Joseph. *La gestión de la productividad: Manual práctico*. Ginebra, Suiza: Oficina internacional del trabajo, 1989. 317 p.
14. SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Estudio de tiempos*. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>>. [Consulta: 4 de noviembre de 2018].
15. SALAZAR LÓPEZ, Bryan. *Estudio del trabajo*. [en línea]. <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-del-trabajo/>>. [Consulta: 4 de noviembre de 2018].
16. SARAZÚA TOLEDO, René David. *Mejoramiento de la productividad en el área de revisado y empaque de la litografía Byron Zadik, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 153p.

17. SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuán. *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A.* Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2004. 182 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Lista propuesta de proveedores de repuestos

Proveedor	Componentes	Dirección	Contacto
PROSAIN	Mecánicos	35 calle 0-49 Zona 8, Guatemala	2429-0707
ABINSA Abastecedora industrial, S.A.	Mecánicos	Av. Petapa 29-42 Zona 12, Guatemala	2223-5656
Rolemans Distribuciones	Mecánicos	0 calle D 1-27 Zona 10 de Mixco, Guatemala	4211-0478
EMPAISA	Neumáticos	Av. Petapa 39 calle 18-40 zona 12, ofibodega Núm. 5, Guatemala	2200-5000
PRAISA	Neumáticos	20 calle 23-64 zona 10, Guatemala	2387-8000
Mangueras y válvulas El bosque	Neumáticos	7ª calle 31-71 Zona 4 de Mixco, Guatemala	5058-2249
VALDEGUA	Neumáticos	3 Calle 2-21 colonia Guajitos Zona 21	2477-6605
COMPRES, S.A.	Neumáticos	30 calle 00-57 Zona 12	2318-1818
APISA	Neumáticos	Anillo periférico 22-29 Zona 11 Col. San Jorge No. 5	2473-6962
LARSSYSTEM	Eléctricos y electrónicos	23 Avenida 1-60 Zona 1, Guatemala	2306-2734
Eléctricos 2001	Eléctricos	Ruta 2 6-29 Zona 4	2385-9751
Serviventas Gramajo	Eléctricos	10 avenida 4-32 Zona 4, Guatemala	2361-9290
Eurolub Industrial, S.A.	Lubricantes	Guatemala	verkolguatemala@yahoo.com

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Aspectos y condiciones por equipo

Aspecto a observar	Condición del equipo
Apariencia	<p>Buena: el equipo se encuentra en buenas condiciones y/o es relativamente nuevo.</p> <p>Normal: el equipo se encuentra con algunas señales de desgaste, más no presenta corrosión o fisuras.</p> <p>Regular: el equipo se encuentra con señales de corrosión y desgaste, más no presenta fisuras exteriores.</p> <p>Deteriorada: el equipo presenta señales avanzadas de corrosión y de desgaste, presenta fisuras y pintura deteriorada.</p>
Operación	<p>Normal: el equipo opera en condiciones óptimas, sin presentar anomalía o defecto.</p> <p>Utilizable con problema: el equipo cuenta con algún defecto específico que le permite operar pero no al cien por ciento.</p> <p>Reparación necesaria: el equipo está parado con necesidad de mantenimiento correctivo.</p> <p>Obsoleto o inutilizable: el equipo se encuentra en desuso por distintos motivos.</p>
Seguridad	<p>Confiable: el equipo no representa ningún peligro bajo condiciones normales de operación.</p> <p>Relativamente confiable: el equipo es relativamente confiable cuya condición de operación no representa un peligro constante para el área de trabajo pero si un grado de riesgo.</p> <p>Inseguro: el equipo representa un riesgo constante de accidente en el área de trabajo, muestra condiciones anormales de operación y avanzadas de deterioro.</p>

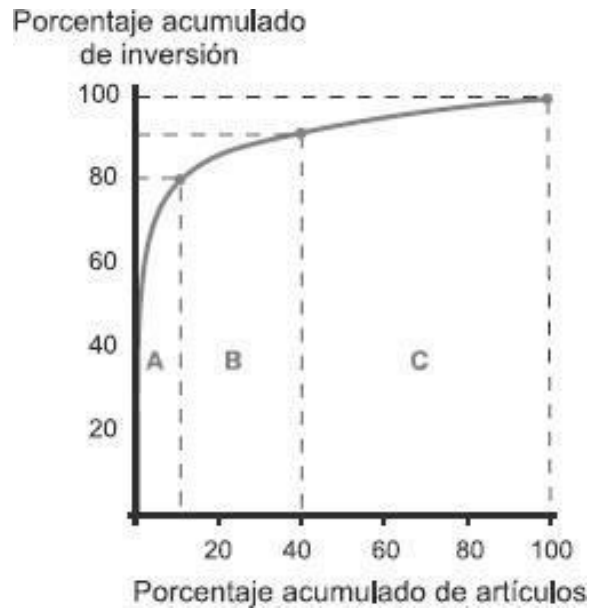
Fuente: CAMEY, Edwin. *Diseño e implementación de un plan de administración de mantenimiento preventivo de equipo industrial del hospital general "San Juan de Dios"*. p 24.

Anexo 2. **Criterios y valores para calificación de equipos**

Producción	% de utilización del equipo	Calificación
	Mayor a 80 %	4
	Entre 50 % y 80 %	2
	Menor a 50 %	1
	Equipo auxiliar	Calificación
	Sin posibilidad de reemplazo. Única existencia	5
	Equipos de la misma clase en el proceso	4
	Equipo con duplicado	1
	Influencia sobre el proceso	Calificación
	Paro del proceso de producción	5
	Influencia importante	4
	Influencia relativa	2
	No interviene en el proceso principal	1
	Calidad	Influencia en la calidad del producto
Decisiva		5
Importante		4
Sensible		2
Nula		1
Mantenimiento	Costo mensual de mantenimiento	Calificación
	Mayor a \$500	4
	Entre \$100 y \$500	2
	Menor a \$100	1
	Número de horas de paradas por averías en el mes	Calificación
	Mayor a 3 horas	4
	Entre 1 y 3 horas	2
	Menor a 1 hora	1
	Grado de especialización del equipo	Calificación
	Especialista	4
Normal	2	
Sin especialidad	1	
Seguridad	Influencia que tiene el equipo con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente	Calificación
	Riesgo mortal	5
	Riesgo para la instalación	4
	Influencia relativa	2
	Sin influencia	1

Fuente: SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel. *Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrias AVM S.A.* p. 83.

Anexo 3. Gráfica del valor de inventarios



Fuente: Gestión logística blogspot: método ABC

Como se observa en el anexo 3, el área A representa solo el 10 % de artículos del inventario, sin embargo, representa un 80 % de valor en quetzales proporcionales del inventario, y debe llevar un mayor control. El área B indica un 30 % del porcentaje de artículos y representa un 10 % del valor en quetzales del inventario, con éste es un control medio. El área C representa el 60 % de los artículos en el inventario, sin embargo, un 10 % en el costo del mismo lo que indica que lleva un menor control que el caso B.

Anexo 4. Sistema de suplementos por descanso como porcentaje de los tiempos normales

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4	45
B. Suplemento por postura anormal			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20		
35,5	22	máx		
D. Mala iluminación				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
E. Condiciones atmosféricas				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
F. Concentración intensa				
Trabajos de cierta precisión			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5
G. Ruido				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte			5	5
H. Tensión mental				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
I. Monotonía				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
J. Tedio				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p. 228.