



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

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.

Mario José Veliz Florián

Asesorado por la Inga. Flor de Mayo González Miranda

Guatemala, febrero de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIO JOSÉ VELIZ FLORÍAN

ASESORADO POR LA INGA. FLOR DE MAYO GONZÁLEZ MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

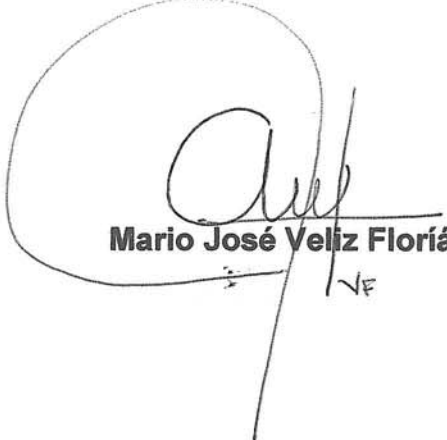
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Rosa Amarilis Dubón Mazariegos
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S.A.

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



Mario José Veliz Florián

Guatemala, octubre de 2015

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero:

Por este medio mi dictamen de aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado: **“APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S.A.”**. Trabajo final de graduación que podrá continuar el proceso requerido por el estudiante **Mario José Veliz Florián**, quien se identifica con carné: **200915006**, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial y asesorado por mi persona.

Sin otro particular, me suscribo usted.

Atentamente,


Flor González Miranda
Ingeniera Industrial
Msc. en Medio Ambiente
Colegiado No. 6,070
Inga. Flor de Mayo González Miranda
Colegiado No. 6070



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Mario José Veliz Florián**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Renaldo Girón Alvarado
COLEGIADO 3177

Ing. Renaldo Girón Alvarado
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Mario José Veliz Florián**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2016.

/mgp



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: **APLICACIÓN DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Mario José Veliz Florián**, 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 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme sabiduría, bendición y permitirme llegar al final de esta etapa profesional.
- Mis padres** Por ser mi guía, brindarme educación, valores, amor, apoyo incondicional y porque me han hecho ser quien soy; de ustedes es este logro.
- Mis hermanos** Por la unión que nos caracteriza, apoyarnos entre nosotros y ayudarnos en los momentos difíciles.
- Aldina Salguero** Por ese amor que me ha demostrado, por los consejos dados y por esos momentos divertidos por los que pasamos.
- Mi familia** Por su confianza, apoyo y cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser la máxima casa de estudios y permitirme pertenecer a ella.

Facultad de Ingeniería Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional.

Inga. Flor de Mayo González Por su ayuda, apoyo y consejos brindados a lo largo de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Descripción de Laboratorios Quifarma, S. A.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	2
1.2. Planeación estratégica actual.....	2
1.2.1. Misión	2
1.2.2. Visión.....	2
1.2.3. Valores éticos	3
1.2.3.1. La gente.....	3
1.2.3.2. Los productos	3
1.2.3.3. Las utilidades.....	3
1.2.3.4. Los valores empresariales	4
1.2.4. Políticas	4
1.2.4.1. Frente al Estado	6
1.2.4.2. Frente a los empleados	6
1.2.4.3. Frente a la comunidad empresarial	7
1.2.4.4. Frente a los acreedores y proveedores.....	7

	1.2.4.5.	Frente al medio ambiente.....	8
1.3.	Estructura.....		8
	1.3.1.	Organización	8
	1.3.1.1.	Organigrama	9
	1.3.1.2.	Área administrativa.....	11
	1.3.1.3.	Área de operaciones	12
2.	SITUACIÓN ACTUAL		13
2.1.	Análisis y recopilación del proceso de producción de Glucosoral.....		13
2.2.	Diagrama de flujo del proceso de producción en Laboratorios Quifarma, S. A.....		20
2.3.	Diagrama de distribución de áreas de la planta de producción de Glucosoral.....		22
2.4.	Análisis de subprocesos.....		23
	2.4.1.	Proceso de bodega	23
	2.4.2.	Proceso de lavado.....	24
	2.4.3.	Proceso de solución/formulación.....	25
	2.4.4.	Proceso de llenado.....	26
	2.4.5.	Proceso de sellado.....	27
	2.4.6.	Proceso de esterilización.....	28
	2.4.7.	Proceso de empaque	29
2.5.	Análisis Foda.....		30
2.6.	Estrategias		31
2.7.	Medición de eficiencias		32
	2.7.1.	Eficiencia energética	32
	2.7.2.	Gestión de residuos	36
2.8.	Puntos críticos.....		43
	2.8.1.	Puntos críticos ambientales.....	44

2.8.2.	Puntos críticos humanos	45
3.	PROPUESTA	47
3.1.	Propuesta del diseño de infraestructura adecuado para Laboratorios Quifarma, S. A.	47
3.2.	Propuesta del diseño de puesto del personal a cargo de la producción de líquidos.....	49
3.3.	Propuesta de registro para área limpias dentro de la planta ...	52
3.4.	Propuesta de cambio en el proceso de producción.....	54
3.4.1.	Diagrama de operaciones del procesos de bodega propuesto.....	54
3.4.2.	Diagrama de operaciones del proceso de lavado propuesto.....	56
3.4.3.	Diagrama de operaciones del proceso de solución/formulación propuesto	57
3.4.4.	Diagrama de operaciones del proceso de llenado propuesto.....	58
3.4.5.	Diagrama de operaciones del proceso de sellado propuesto.....	59
3.4.6.	Diagrama de operaciones del proceso de esterilización propuesto	60
3.4.7.	Diagrama de operaciones del proceso de empaque propuesto.....	61
3.5.	Cronograma de desarrollo de propuesta de mejora	62
3.6.	Análisis financiero.....	63
3.6.1.	Valor presente neto	66
3.6.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	70
3.6.3.	Relación beneficio/costo.....	72

4.	IMPLEMENTACIÓN.....	75
4.1.	Lineamientos para implementación del proyecto	75
4.2.	Programa de inducción al personal de la planta de producción.....	77
4.3.	Capacitación al personal de la planta.....	78
4.4.	Determinación del tiempo adecuado para la realización de capacitación	81
4.5.	Documentación y registros de control	82
4.5.1.	Programa de operaciones estandarizadas para la sanitización.....	83
5.	SEGUIMIENTO.....	85
5.1.	Medición de beneficios.....	85
5.1.1.	Controles	86
5.1.1.1.	Indicadores.....	86
5.1.1.2.	Estándares	87
5.2.	Cumplimiento del Reglamento Técnico Centroamericano 11.03.42:07 <i>Reglamento Técnico sobre Buenas Práctica de Manufactura en Industrias Farmacéuticas</i>	88
5.2.1.	Guía para determinar cumplimiento	90
5.3.	Estudios de aguas residuales	91
5.4.	Estudios de seguridad industrial e higiene industrial.....	92
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99
	APÉNDICES.....	101
	ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización	1
2.	Organigrama	10
3.	Organigrama del área administrativa	11
4.	Organigrama área de operaciones.....	12
5.	Orden de compra	13
6.	Equipo de protección personal.....	14
7.	Orden de salida.....	15
8.	Metrología	16
9.	Solución (formulación).....	16
10.	Lavado de envase.....	17
11.	Llenado	17
12.	Sellado	18
13.	Esterilización.....	18
14.	Empaque.....	19
15.	DFO 1.....	21
16.	DDA 1.....	22
17.	DOP 1.....	23
18.	DOP 2.....	24
19.	DOP 3.....	25
20.	DOP 4.....	26
21.	DOP 5.....	27
22.	DOP 6.....	28
23.	DOP 7.....	29

24.	Ventajas del uso eficiente de la energía	32
25.	Luminaria fluorescente.....	34
26.	Cisterna que recibe el agua del pozo.....	39
27.	Fosa séptica y pozos de absorción.....	40
28.	Descarga de agua industriales de proceso.....	41
29.	Determinación de puntos críticos.....	43
30.	DDA 2.....	48
31.	Diseño de puesto	51
32.	Registro para áreas limpias dentro de la planta.....	53
33.	DOP 8.....	55
34.	DOP 9.....	56
35.	DOP 10	57
36.	DOP 11	58
37.	DOP 12	59
38.	DOP 13	60
39.	DOP 14	61
40.	Cronograma de desarrollo	62
41.	Ciclo de implantación del proyecto	76
42.	Programa de inducción	77
43.	Estudio de seguridad e higiene industrial	92

TABLAS

I.	Análisis Foda	30
II.	Propuesta de estrategias	31
III.	Indicadores sugeridos para la eficiencia energética	33
IV.	Indicadores de eficiencia energética.....	36
V.	Clasificación de residuos	37
VI.	Descripción del puesto, operario.....	49

VII.	Descripción de puesto, encargado de bodega	50
VIII.	Costos.....	63
IX.	Ingresos	64
X.	Proyección de ingresos.....	65
XI.	Proyección de egresos.....	65
XII.	Flujo de caja 1	67
XIII.	Valor presente neto ingresos 1	68
XIV.	Valor presente neto egresos 1	68
XV.	Flujo de caja 2	69
XVI.	Valor presente neto ingresos 2	69
XVII.	Valor presente neto egresos 2	70
XVIII.	Tasa interna de retorno 1	71
XIX.	Tasa interna de retorno 2	71
XX.	Capacitación dirigida a producción más limpia	78
XXI.	Capacitación dirigida a eficiencia energética	79
XXII.	Capacitación dirigida a consumo de agua.....	80
XXIII.	POES.....	83
XXIV.	Indicadores de procesos	87
XXV.	Estándares	88

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
gal	Galón
°C	Grados centígrados
gr	Gramo
kg	Kilogramo
kWh	Kilovatio hora
lt	Litro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico

GLOSARIO

AG	Acuerdo gubernamental.
Almacenaje	Guardar y custodiar existencias que no están en proceso de producción, ni en transporte.
Costo	Valor monetario de los consumos de factores que se supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción.
DDA	Diagrama de distribución de áreas.
DFO	Diagrama de flujo de operaciones.
DOP	Diagrama de operaciones.
Eficiencia	Relación entre la energía útil y la energía invertida.
Eficiencia energética	Práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía.
Esterilización	Destrucción de todas las formas de vida microscópicas, incluidos virus y esporas.
Estrategia	Planificación de algo que se propone un individuo o grupo.

Foda	Metodología de estudio de la situación de una empresa o un proyecto, analizando sus características internas y su situación externa.
Luminaria	Conjunto que forma una lámpara, descarga de vapor de mercurio a baja presión que se utiliza para iluminar.
Metrología	Ciencia que estudia los sistemas de pesas y medidas.
Monitoreo	Controlar o supervisar una situación.
PC	Punto crítico.
POES	Programa de Operaciones Estandarizado de Sanitización.
Producción más limpia	Iniciativa preventiva específica para empresas. Intenta minimizar residuos y emisiones nocivas al medio ambiente y a la vez maximiza la producción.
PVC	Policloruro de vinilo.
RCTA	Reglamento Técnico Centroamericano.
Residuo	Parte o porción que queda de un todo después de quitar otra parte.

Solución/Formulación	Mezcla de materia prima para producto medicinal.
TIR	Tasa interna de retorno.
TMAR	Tasa mínima atractiva de retorno.
VPN	Valor presente neto.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se utilizó la Aplicación de producción más limpia, con el propósito de controlar la generación de desechos y residuos, los cuales producen gastos innecesarios y problemas de contaminación.

En el primer capítulo se da a conocer la empresa con una breve descripción desde su conformación, planeación estratégica, comportamientos, estructura, políticas, valores, entre otros de una manera detallada.

En el siguiente capítulo, se realiza el diagnóstico con la descripción de los procesos y sus diagramas, también se mide la eficiencia energética, puntos críticos y consumo de agua, desarrollando posibles alternativas de solución o mejora para las actividades desarrolladas. Estas alternativas se realizan basadas bajo los principios de producción más limpia.

Se contemplan estrategias para la reducción de residuos, consumo de agua, mejora en la eficiencia energética, capacitaciones para el personal; regidas por un diagrama de Gantt y lineamientos para su aplicación. Se detallan los costos incurridos y su estudio financiero por medio de las herramientas: valor presente neto, tasa interna de retorno y relación beneficio/costo.

Como parte del seguimiento, se establecen estándares e indicadores para el control de la implementación de las propuestas descritas y el cumplimiento de Reglamento Técnico Centroamericano.

Finalmente, con el propósito de mejora en la empresa se debe realizar un estudio de aguas residuales y un estudio de seguridad e higiene industrial, en este seguimiento se conoce un plan de gestión provisional y problemas detectados en la seguridad e higiene industrial.

OBJETIVOS

General

Determinar la aplicación de producción más limpia en Laboratorios Quifarma, S. A.

Específicos

1. Especificar la infraestructura adecuada para Laboratorios Quifarma, S. A.
2. Definir las competencias que debe poseer el personal que labore en el área de producción de Glucosoral en Laboratorios Quifarma, S. A.
3. Identificar los residuos de materia prima y contaminación cruzada.
4. Establecer los registros referentes a las áreas limpias para la comprobación de contaminación.
5. Proponer cambios que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos y materia prima utilizados en los procesos de producción.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la cantidad de residuos generados por la actividad industrial se ha incrementado. Estos representan un costo creciente para su tratamiento, por lo que se desarrolla un principio fundamental bajo el contexto de sustentabilidad económica, social y ambiental, que tiene como objeto elevar la eficiencia en las materias primas, reducción de riesgos para la salud humana y el mantenimiento del medio ambiente.

La prevención de la contaminación ambiental en las actividades productivas conforma la base para optimizar una gestión económica, social y ambiental. Los resultados de esta prevención se expresan en productos más limpios, eficiencia en los procesos, comercialización, estándares de calidad y cumplimiento de reglamentos.

Es de suma importancia tomar responsabilidad en los procesos de prevención y corrección de los recursos utilizados. Por ello, con interés de colaborar con la prevención y corrección del medio ambiente, Laboratorios Quifarma, S. A. realiza el estudio con el fin de determinar el impacto ambiental que tiene la producción de Glucosoral y, con base en los resultados obtenidos, proponer alternativas para disminuir y mejorar la calidad de los residuos.

La investigación se aborda desde un proyecto de mejora que desarrolla los siguientes capítulos.

En el primer capítulo se dará a conocer a Laboratorios Quifarma, S. A. de una manera detallada que mostrará desde una planeación, organización, estructura y sus funciones.

En el segundo capítulo se analizará la línea de producción de Glucosoral en Laboratorios Quifarma, S. A., conociendo así los procesos, puntos críticos humanos y ambientales.

El tercer capítulo describirá de la mejor manera la propuesta de mejora que servirá para aumentar la eficiencia de los procesos, reducción de residuos, contaminación cruzada, entre otros, que tiene Laboratorios Quifarma, S. A. para la producción de Glucosoral.

En el cuarto capítulo se mostrará un cronograma propuesto para implementar la propuesta antes mencionada y analizada para cumplir con los objetivos establecidos.

El quinto capítulo medirá los beneficios obtenidos por la implementación de la propuesta, se evaluará cada paso basado en controles, indicadores y estándares que establecen los reglamentos a cumplir.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de Laboratorios Quifarma, S. A.

Laboratorios Quifarma, S. A. es una industria farmacéutica dedicada a la fabricación y comercialización de soluciones para rehidratación electrolítica oral.

1.1.1. Ubicación

Kilómetro 17,5 carretera a Villa Canales colonia Los Álamos, San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 1. Localización



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com/maps/@14.5180272,-90.5509313,2967m/data=!3m1!1e3>. Consulta: noviembre de 2015.

1.1.2. Historia

Industria Farmacéutica Guatemalteca fue creada en 1964 por un grupo de entusiastas farmacéuticos y empresarios nacionales, fabrica desde entonces productos de calidad, al alcance de todas las personas, aplicando para su elaboración normas nacionales e internacionales, que en 1980 los hizo merecedores del Trofeo Internacional a la Calidad.

1.2. Planeación estratégica actual

El proceso estratégico se define como un “proceso sistemático de desarrollo e implementación de planes para alcanzar propósitos u objetivos”¹. A continuación se presenta la planeación estratégica de Laboratorios Quifarma, S. A.

1.2.1. Misión

“Ofrecerle al consumidor productos farmacéuticos, seguros y eficaces, que cumplan con todos los estándares requeridos a niveles nacionales e internacionales”².

1.2.2. Visión

“Ser líder en la fabricación de Sueros Orales y otros productos farmacéuticos en Guatemala y Centroamérica, brindando a la población una opción de adquirir productos eficaces y de calidad a precios accesibles”³.

¹ HELLRIEGEL, Don. *Administración: un enfoque basado en competencias*. p. 198.

² Laboratorios Quifarma, S. A.

³ *Ibíd.*

1.2.3. Valores éticos

Los valores empresariales son fundamentales en el cumplimiento de la misión y están centrados en los recursos, creatividad, conocimiento, técnica y trabajo grupal, estos llevan a obtener mayores logros. Los valores se clasifican en tres grupos, de la siguiente manera.

1.2.3.1. La gente

El personal es fuente de fortaleza. Proporciona talento empresarial, determina la reputación y vitalidad. Solo mediante su participación activa, compromiso individual, lealtad y trabajo en equipo se logra el cumplimiento de los valores humanos básicos.

1.2.3.2. Los productos

Los productos y servicios son el resultado final de los esfuerzos y deben ser los mejores para servirle a los clientes. Se entiende que el concepto que se tenga de los productos y servicios prestados en las instalaciones, será el concepto que se tenga de la empresa.

1.2.3.3. Las utilidades

Son la medida final del grado de eficiencia con que se le proporciona a los clientes los mejores productos y servicios para satisfacer al máximo sus necesidades. Las utilidades son esenciales para invertir y crecer, por ende, para permanecer en el mercado.

1.2.3.4. Los valores empresariales

Son parámetros que pretenden reconocer algunos comportamientos, la forma en que se hace el trabajo a diferencia de la competencia y así representar un valor agregado para los clientes.

- No se hacen promesas, por el contrario, se hacen compromisos.
- Esfuerzo para ser mejores.
- Responsabilidades por algo más que trabajo: la salud de los consumidores.
- Se busca una mejor forma de hacer las cosas.
- Se reconocen errores, se investiga y se toman decisiones.

1.2.4. Políticas

Laboratorios Quifarma, S. A. fabrica y comercializa sueros orales y otros productos farmacéuticos con el objeto de ofrecer a los clientes la mejor solución de mercado.

Es política de calidad de Laboratorios Quifarma, S. A. no cumplir únicamente con los requisitos implícitos y explícitos de los clientes (los legales y reglamentarios), sino que le da valor agregado al ofrecer producto con el nivel de calidad más alto del mercado, que cumpla las expectativas de los clientes a un costo accesible y que permita mantener una posición de liderazgo en cuanto a las prestaciones de calidad del producto e imagen de marca.

Para ello, se tiene diseñado e instalado un sistema de calidad, el cual tiene desplegado los objetivos a todos los niveles de la organización. Estos objetivos son seguidos, auditados y revisados periódicamente, con el objeto de asegurar la eficacia del sistema de calidad.

El sistema de calidad está enfocado a la prevención de defectos, con el objeto de evitar la aparición de los mismos en el proceso global de la compañía.

En Laboratorios Quifarma, S. A. se entiende que para asegurar el proceso de mejora continua todo el personal involucrado en el proceso, es decir, todo el equipo humano de la compañía, proveedores, proveedores tecnológicos, colaboradores, distribuidores, clientes, entre otros, deben estar implicados en el mismo sistema de calidad.

Para asegurar la consecución de los resultados definidos por la aplicación de la política de calidad, Laboratorios Quifarma, S. A. comunica la misma, se asegura el compromiso, establece y facilita los recursos necesarios a todos los niveles para su cumplimiento.

En Laboratorios Quifarma, S. A., el concepto calidad es estratégico y se supone el punto de referencia obligatorio para cualquier actividad o proceso de la compañía y del entorno de la misma. Igualmente, así como es imprescindible fijar la presente política de calidad, lo es también establecer los siguientes objetivos generales de calidad:

1.2.4.1. Frente al Estado

- Colaborar con el cumplimiento de los fines del Estado a través del estricto cumplimiento de las obligaciones en materia de salud, laboral, tributaria, administrativa, comercial y contractual.
- Respetar los principios de transferencia, responsabilidad y economía, y cumplir con la plenitud de los requerimientos del estatuto contractual de la administración pública.
- Suministrar información veraz y oportuna.
- Actuar con ética en los procesos de contratación directa, licitaciones y concurso, y cumplir rigurosamente las obligaciones que de ellos deriven.
- Observar una actitud ética frente a los servidores públicos.
- Contribuir al desarrollo económico con justicia social.
- Garantizar la prestación de bienes y servicios de la mejor calidad.
- Garantizar a los consumidores información suficiente y adecuada que les permita hacer efectivos sus derechos, en especial el de la libertad de elección.
- Cumplir con las condiciones de calidad e idoneidad de los productos.

1.2.4.2. Frente a los empleados

- Respetar la dignidad humana y los derechos inalienables de los subordinados y colaboradores.
- Remunerarlos con justicia y cumplir estrictamente con el reconocimiento y pago de sus prestaciones sociales, de salud, seguridad social y pensiones.
- Promover su desarrollo integral, capacitación y bienestar.
- Propiciar su promoción con base en méritos de trabajo.
- Crear condiciones dignas de trabajo.

1.2.4.3. Frente a la comunidad empresarial

- Obrar con lealtad, transparencia y buena fe en las relaciones comerciales con los competidores.
- Concertar mecanismos de vigilancia y seguimiento para garantizar la calidad de los productos.
- Apoyar la formación de una comunidad empresarial con valores éticos, consciente de su responsabilidad en la búsqueda de la justicia social.
- Cumplir las disposiciones que regulan la propiedad intelectual y velar por su observancia.
- Cumplir las disposiciones relativas al régimen de propiedad industrial.
- Cumplir las disposiciones legales y reglamentarias sobre pesos y medidas.
- Cumplir las disposiciones sobre promoción de la competencia y práctica comercial restrictivas en los mercados nacionales.

1.2.4.4. Frente a los acreedores y proveedores

- Informar con veracidad sobre la situación económica y financiera de la empresa.
- Cumplir cabalmente con las obligaciones legales y contractuales.
- Abstenerse de la realización de actos ilegales o antiéticos en detrimento de terceros.
- Promover la creación de una cultura ética entre los acreedores y proveedores.

1.2.4.5. Frente al medio ambiente

- Utilizar, dentro de las posibilidades, técnicas de mercado y tecnologías limpias que garanticen la conservación del ecosistema y, por lo tanto, abstenerse de utilizar indebidamente productos, procesos y tecnologías que de manera comprobada lesionen el medio ambiente.
- Adoptar mecanismos empresariales para el desarrollo humano sostenible.

Aplicar los procedimientos desarrollados para aunar esfuerzos de los trabajadores de la organización, y así conseguir una mejora constante que lleve a Laboratorios Quifarma, S. A. a alcanzar el máximo nivel de calidad en sus productos para la plena satisfacción de los clientes.

1.3. Estructura

Es el orden de las partes dentro de un todo, en este caso, el orden jerárquico de Laboratorios Quifarma, S. A.

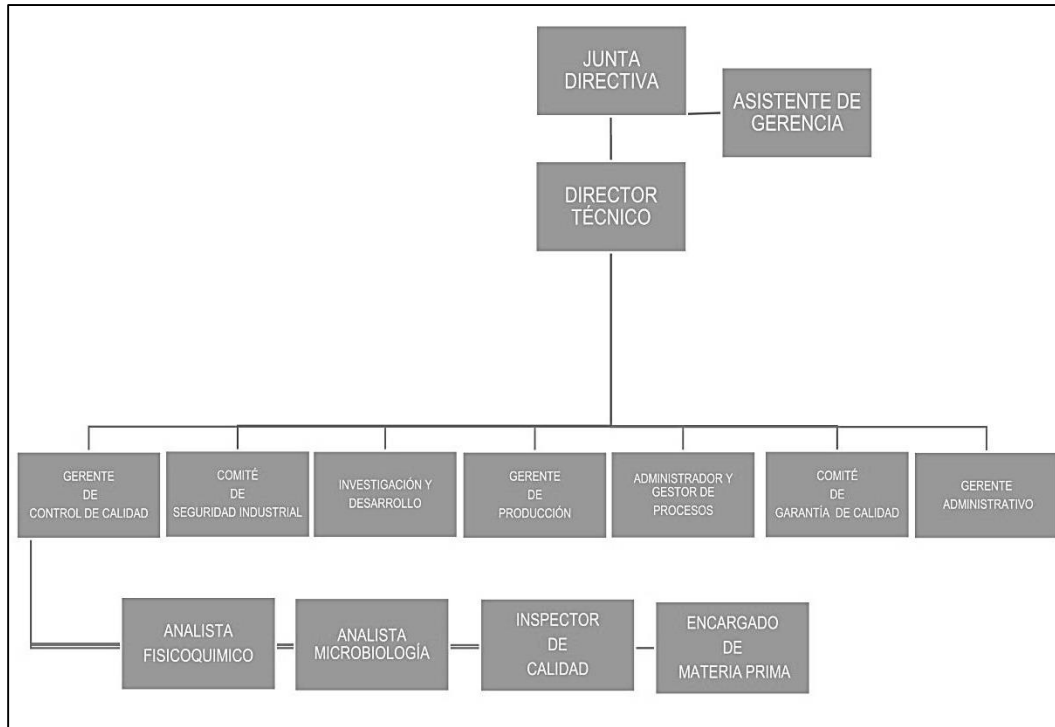
1.3.1. Organización

Laboratorios Quifarma, S. A. crea una estructura social denominada organización, que contribuye a lograr metas planteadas, en este caso, cumplir con la planeación estratégica.

1.3.1.1. Organigrama

Se muestra la jerarquía que la empresa tiene en forma de cascada, donde se puede observar que en la parte superior se encuentran los puestos de gerencia y jefaturas, mientras en la parte inferior los puestos de supervisión y operativos. Con este tipo de estructura se busca el alcance de las metas y objetivos deseados.

Figura 2. Organigrama

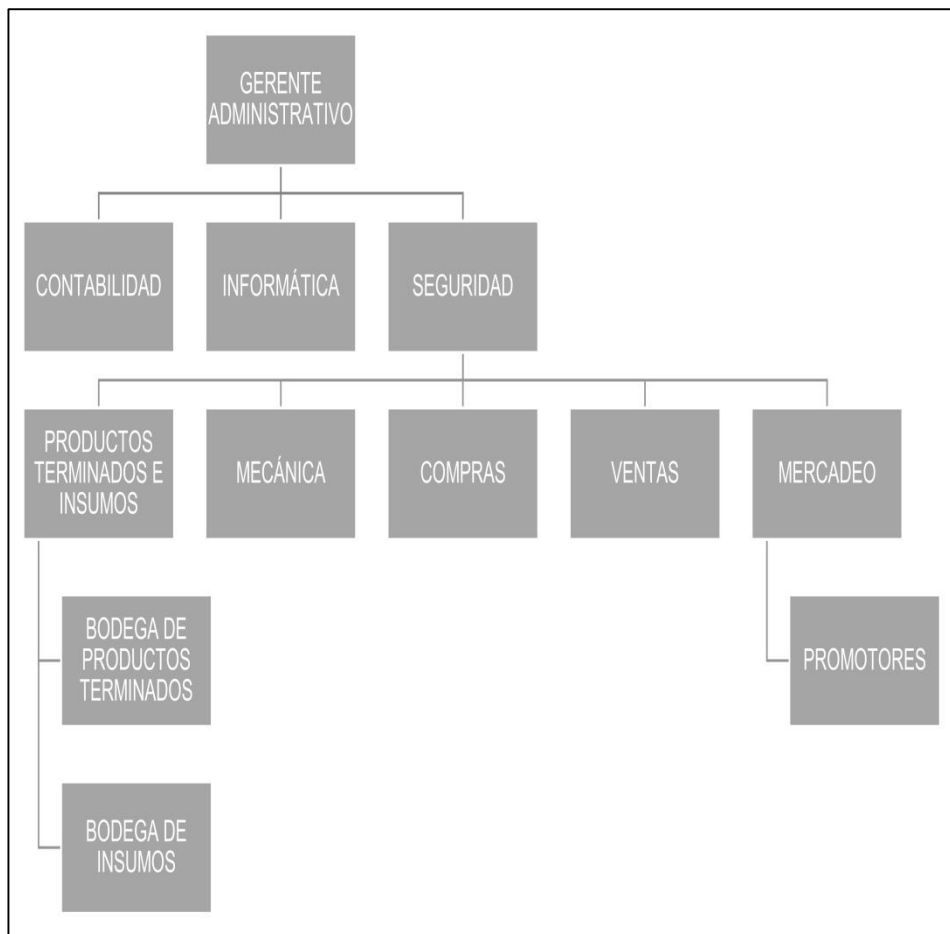


Fuente: elaboración propia.

1.3.1.2. Área administrativa

El organigrama del área administrativa está compuesto por el personal involucrado en todos aquellos procesos que no tienen una conexión directa en el proceso de producción del suero oral. La figura 2 muestra la jerarquía del personal del área administrativa.

Figura 3. Organigrama del área administrativa

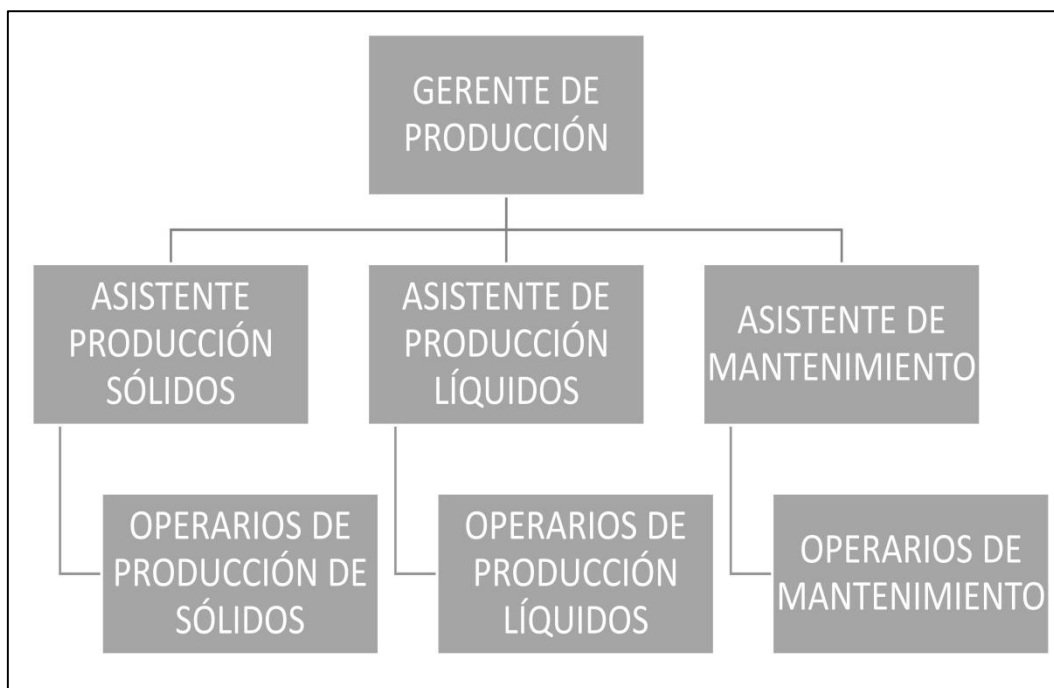


Fuente: elaboración propia.

1.3.1.3. Área de operaciones

El organigrama del área de operaciones está compuesto por el personal involucrado en el proceso de producción del suero oral. La figura 3 muestra la jerarquía del área de operaciones.

Figura 4. Organigrama área de operaciones



Fuente: elaboración propia.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis y recopilación del proceso de producción de Glucosoral

La producción de Glucosoral está integrada por tres procesos que permiten trabajar de forma ordenada y sistemática la elaboración del suero oral. Cada uno de estos procesos está integrado por diferentes subprocesos que aplican políticas y procedimientos ya definidos para la ejecución de sus tareas. Estos procesos son:

- Bodega
 - Recepción de pedidos: el pedido se realiza con una orden de compra generada por la Gerencia Administrativa y enviada a proveedores, estos ingresan al sistema de bodega por medio de la facturación con un código para los procesos posteriores.

Figura 5. Orden de compra

ORDEN DE COMPRA No: 0001				
Proveedor: _____				
Fecha del pedido: _____ Fecha de pago: _____				
Términos de entrega: _____				
Sírvanse por este medio suministrarnos los siguientes artículos				
No.	ARTÍCULO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PREDIO TOTAL
COSTO TOTAL				
Elaborado Por: _____ Autorizado Por: _____ Recibido Por: _____				

Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Almacenaje: el jefe de bodega realiza el conteo y clasifica según a la categoría que pertenezca (materia prima, envase, equipo de protección personal, etc.) y la coloca en la bodega específica para cada uno de los materiales.
- Revisión de materia prima: se realiza una primera revisión de empaque, al ser aprobada, pasa al área de cuarentena para un segundo análisis, este puede ser materia prima aprobada o materia prima reprobada. Este tipo de análisis se realiza como parte de las tareas del Departamento de Calidad y genera valor agregado al producto final.
- Documentación: se realiza la documentación adecuada para el control (inventarios, control de revisión, facturación, entre otros).
- Despacho: se entrega materia prima, envases y tapas al área de producción, además, se entrega el equipo de protección personal al que lo requiera.

Figura 6. **Equipo de protección personal**



Fuente: *Equipo protección personal*. <http://www.calzadobelisco.com/conoces-los-equipos-de-proteccion-personal-epp/>. Consulta: noviembre de 2015.

- Recepción de producto terminado: al finalizar el proceso de producción, el jefe de bodega recibe el producto terminado.
- Almacenaje: el producto terminado recibe una codificación, se ordena conforme a sabor y fecha en que se produjo se coloca de forma segura.
- Despacho de producto terminado: se emite la orden de salida para su despacho por parte del personal encargado, utilizando el sistema de inventario primero en entrar primero en salir (PEPS).

Figura 7. **Orden de salida**

ORDEN DE DESPACHO		
		No.
Código de personal:		Fecha:
Para:		
Cantidad	Descripción	Lote
Atentamente:		

Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Producción
 - Metrología: se realiza el pesaje de la materia prima para producir un lote, los datos del peso se registran con su respectivo número de lote para el aseguramiento de la calidad del producto final.

Figura 8. **Metrología**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Solución (formulación): se realiza el proceso de mezcla de materia prima, de acuerdo a una guía de formulación.

Figura 9. **Solución (formulación)**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Lavado de envase: se realiza la limpieza del envase (botellas de vidrio) y de las tapas, utilizando un sistema con capacidad de lavar 25 botellas a la vez, el envase y las tapas se lavan con agua clorada y agua desionizada.

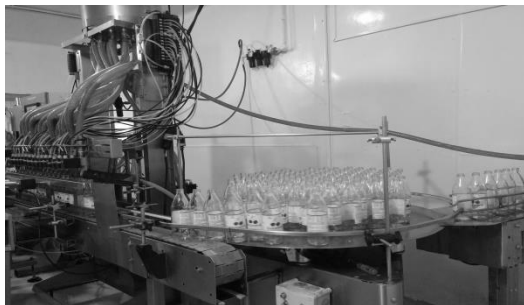
Figura 10. **Lavado de envase**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Llenado: se recibe la solución, se llenan los envases y se la verifica el volumen de las botellas en muestras aleatorias.

Figura 11. **Llenado**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Sellado: se coloca tapa al envase y se pasa por la máquina roscadora.

Figura 12. **Sellado**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Esterilización: se realiza una revisión de partículas de cada una de las botellas llenadas por medio de lámparas con luz fluorescente y se colocan en una bandeja para ser ingresadas en la autoclave.

Figura 13. **Esterilización**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Empaque: se codifica caja de 24 botellas y cada botella con especificaciones determinadas para su control. Se traslada a bodega de producto terminado.

Figura 14. **Empaque**



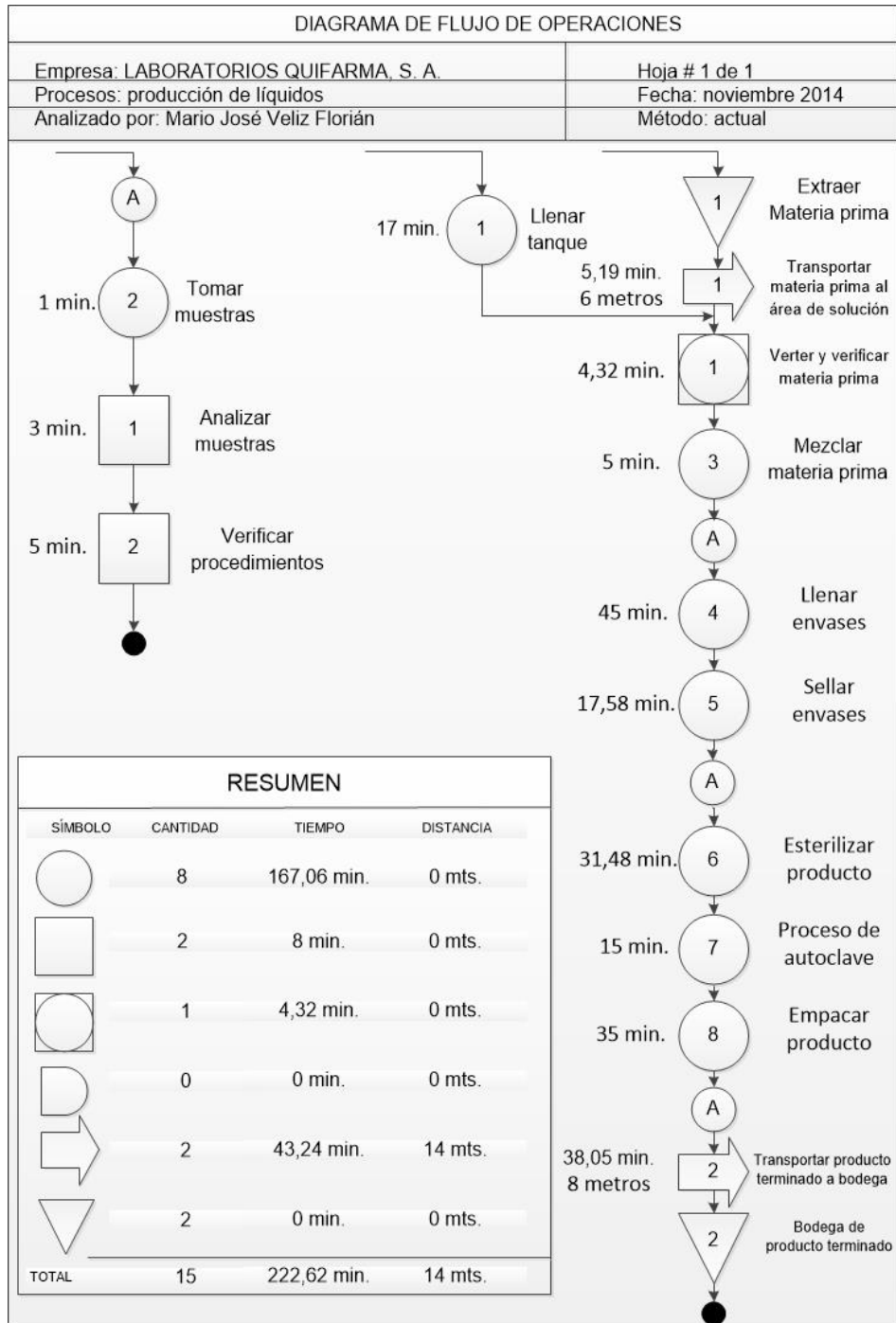
Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Control de calidad
 - Verifica y revisa al personal.
 - Revisa condiciones, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de materia prima, productos en proceso y producto terminado, para su aceptación o rechazo.
 - Revisa condiciones de las áreas de trabajo.
 - Supervisión en el proceso de preparación de la solución con el fin de asegurar cantidades y calidad del producto final.

2.2. Diagrama de flujo del proceso de producción en Laboratorios Quifarma, S. A.

Refleja las operaciones, inspecciones y transporte que actualmente se realizan durante el proceso de producción del suero oral en una forma gráfica. El proceso se inicia en la bodega de materia prima y bodega de envase; posterior, la producción que sigue las etapas de metrología, lavado, solución/formulación, llenado, sellado, esterilización, empaque; el proceso finaliza en bodega de producto terminado.

Figura 15. DFO 1

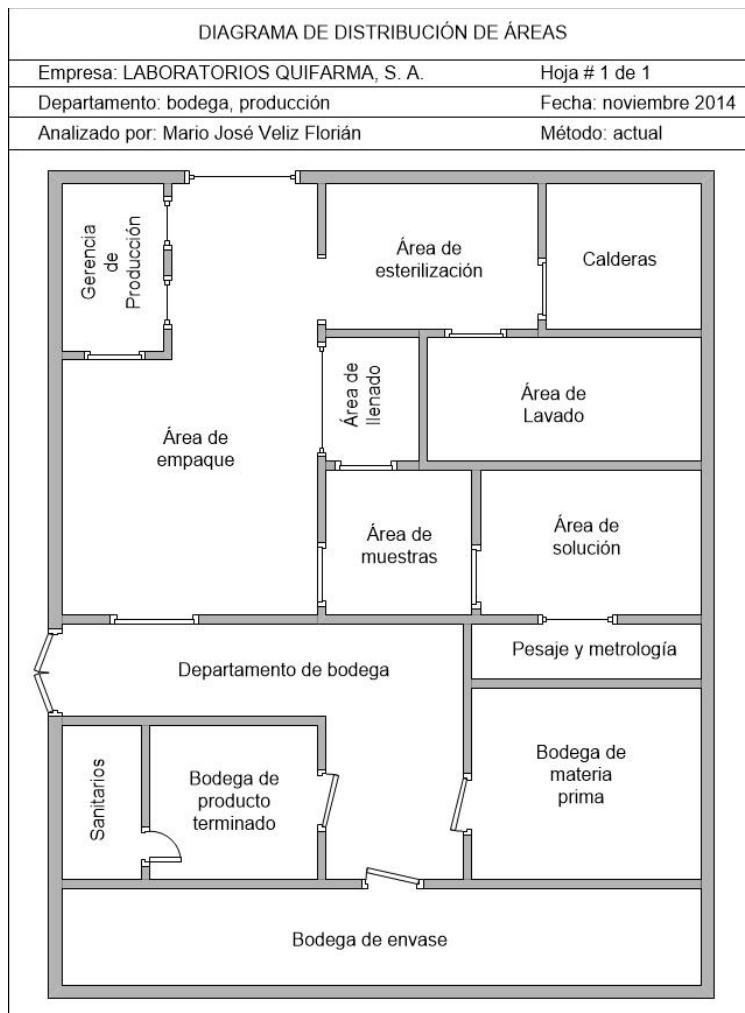


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.3. Diagrama de distribución de áreas de la planta de producción de Glucosoral

Se presenta un esquema de distribución de áreas de la planta de producción de Glucosoral; dispuestos de tal forma que se garantice la calidad del suero oral.

Figura 16. DDA 1



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

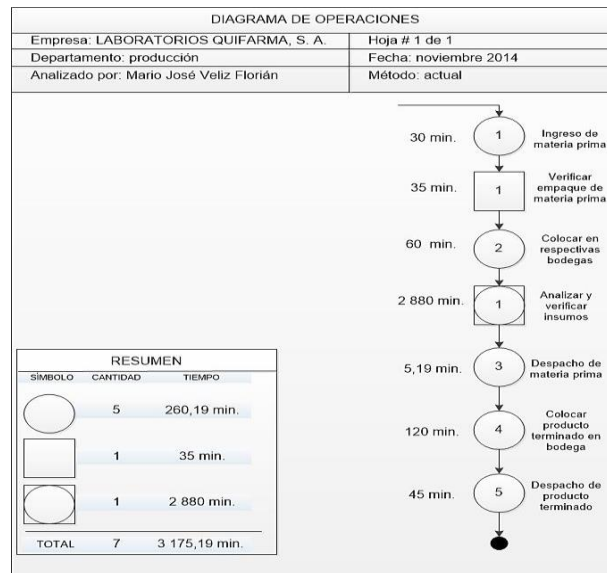
2.4. Análisis de subprocesos

Para la detección de áreas de mejora, se realiza un análisis de los subprocesos que integran el proceso de producción. Se mostrará cada una de las actividades realizadas en los subprocesos, verificando si cumplen con las tareas programadas. De esta manera, se encuentran los puntos críticos y se mide la eficiencia formando estrategias, un plan/programa de producción más limpia que ayudará a reducir costo y a mejorar la eficiencia.

2.4.1. Proceso de bodega

Como se describió antes en el análisis y recopilación del proceso de producción, se representa de forma gráfica el proceso de bodega en el siguiente diagrama.

Figura 17. DOP 1

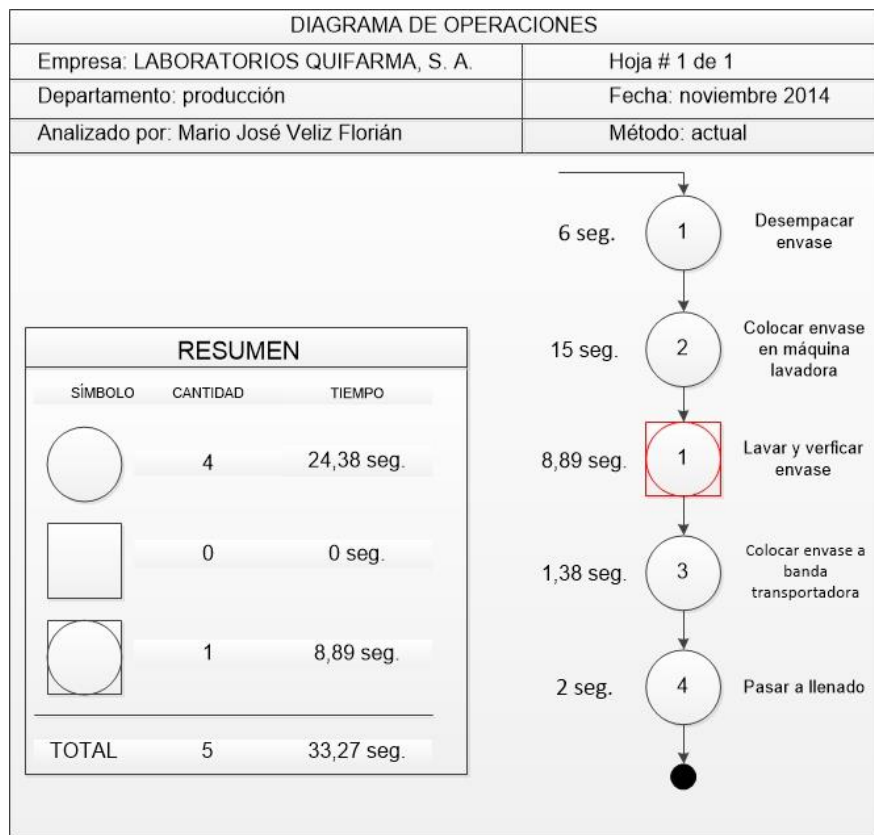


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.2. Proceso de lavado

En este proceso se realiza el lavado de tapas y botellas en una serie de operaciones representada en el siguiente diagrama.

Figura 18. DOP 2

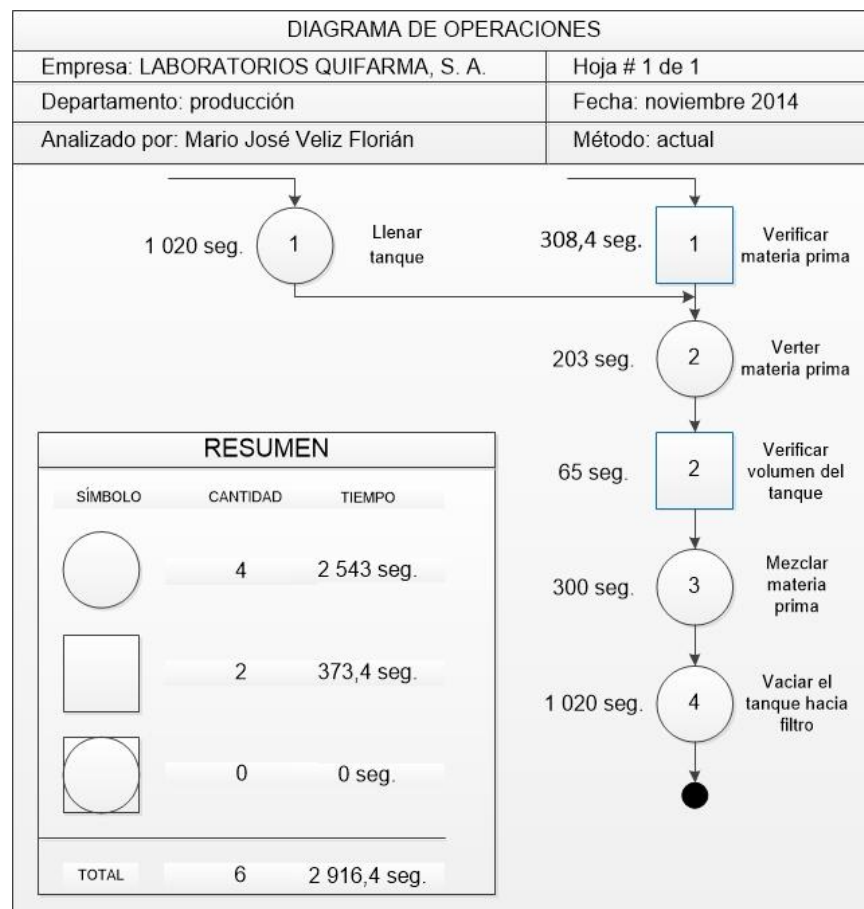


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.3. Proceso de solución/formulación

En este proceso se realiza la solución para rehidratación electrolítica oral, siendo este un proceso crítico por ser el producto de consumo, este tiene un sabor, una concentración, un color, entre otros, específicos para cumplir con los requerimientos de salud de un suero oral. El proceso se representa en el siguiente diagrama:

Figura 19. DOP 3

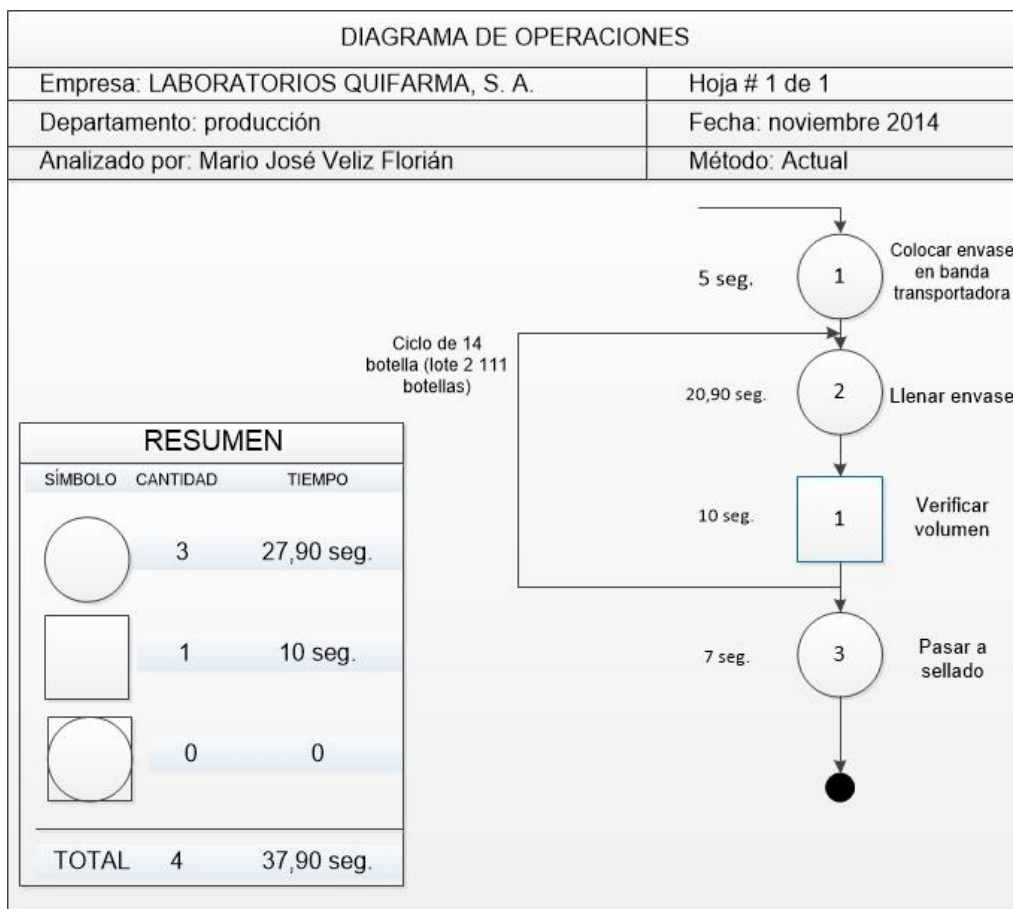


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.4. Proceso de llenado

En este proceso se unen los procesos de lavado y solución, activando la máquina llenadora en ciclo de 14 botellas, para la producción de un lote que contiene 2 111 botellas, verificando el volumen de las mismas y transportándolas a sellado. Este proceso se representa en el siguiente diagrama.

Figura 20. DOP 4

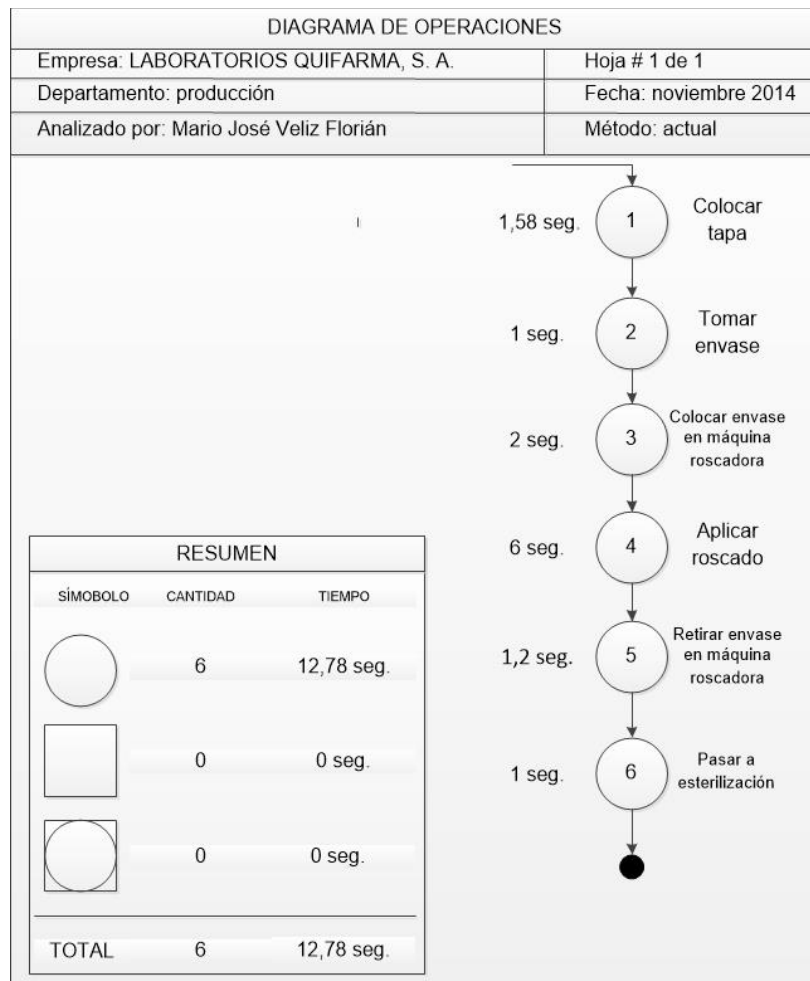


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.5. Proceso de sellado

En este proceso se cierra la botella con tapa de aluminio y se rosca con máquina roscadora, la máquina tiene la capacidad de sellar una a la vez, en el laboratorio existen dos máquinas, se representa en el siguiente diagrama.

Figura 21. DOP 5

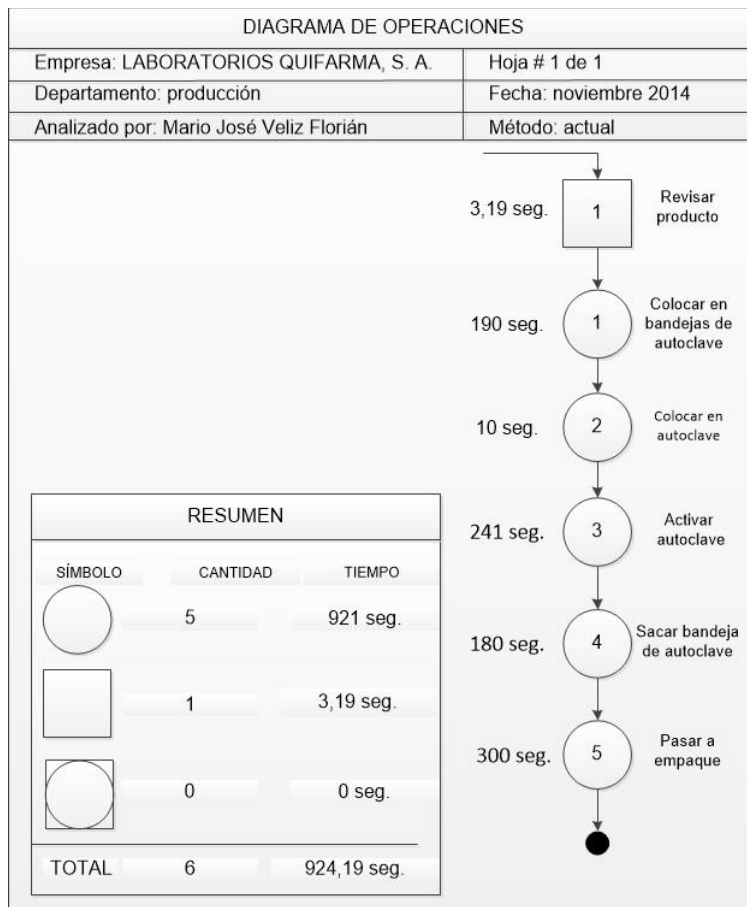


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.6. Proceso de esterilización

Este proceso se encarga de verificar la inexistencia de partículas dentro de la solución (suero oral) y del cocimiento de la misma, en el autoclave, este debe tener una presión, temperatura y tiempo específico para lograr la esterilización adecuada. En el siguiente diagrama se representa dicho proceso.

Figura 22. DOP 6

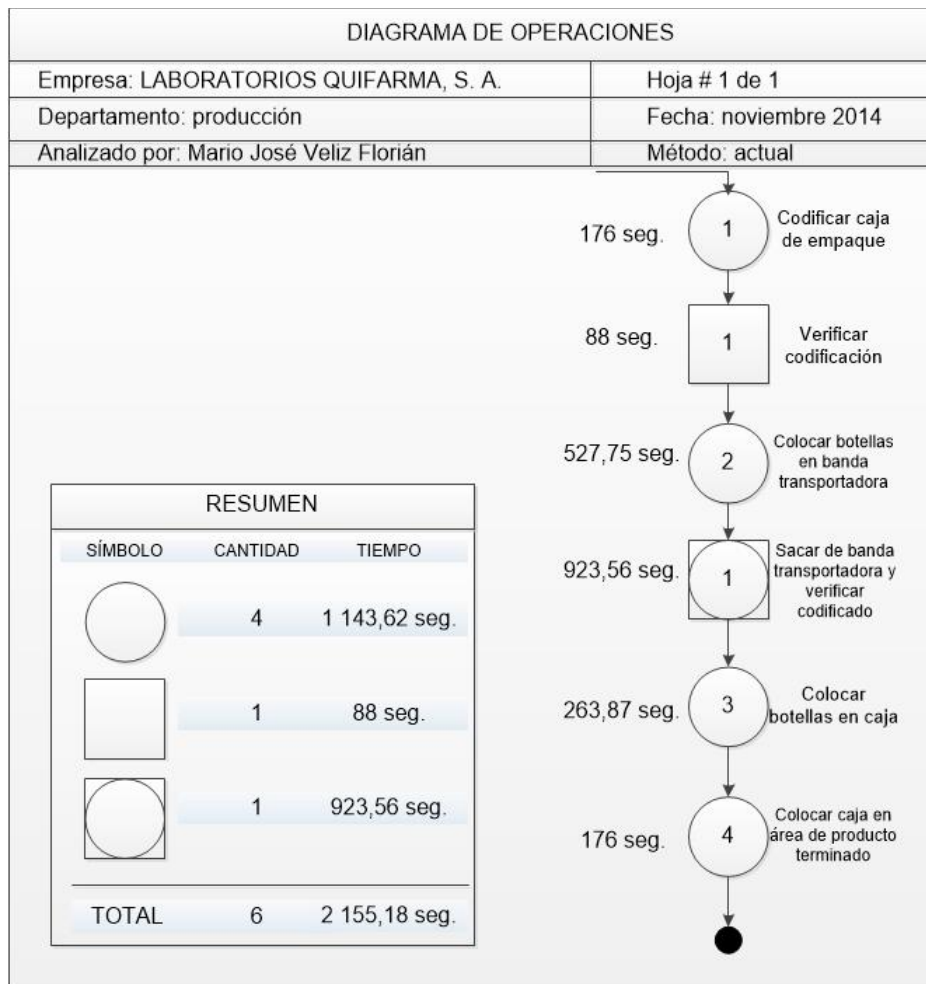


Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.4.7. Proceso de empaque

En este proceso se prepara el producto para su comercialización con empaque secundario (caja de 24 botellas), cada una de las botellas y caja debidamente identificada por un código interno manejado por Gerencia, Calidad y Bodega para su control. El proceso se representa en el siguiente diagrama.

Figura 23. **DOP 7**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

2.5. Análisis Foda

Se utiliza como metodología de estudio de la situación de una empresa, se basa en la recolección de características internas y externas; en este caso servirá para formar estrategias para mejorar en la empresa.

Tabla I. Análisis Foda

Fortalezas	Oportunidades
F1: Precio al público en general es accesible. F2: Se considera como producto líder. F3: Es un producto de bajo costo. F4: Buena calidad del producto final.	O1: Crecimiento de mercado a nivel nacional. O2: No se necesita de receta médica para su adquisición. O3: Es considerado como bebida rehidratante. O4: Exportar productos.
Debilidades	Amenazas
D1: No se cuenta con el equipo de protección adecuado. D2: Falta de capacitación para el uso de maquinaria. D3: No existe un programa de producción más limpia. D4: El personal no cumple con las competencias necesarias.	A1: Existe competencia directa. A2: Regulación de leyes ambientales. A3: Actualización de normativas por parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. A4: Problemas legales a través de alguna demanda de cliente.

Fuente: elaboración propia.

2.6. Estrategias

Se toma cada una de las debilidades y amenazas, se forma una propuesta, la cuales se transforman en estrategias dentro de la empresa.

Tabla II. **Propuesta de estrategias**

Debilidades	Amenazas
<p>D1: No se cuenta con el equipo de protección adecuado.</p> <p>D2: Falta de capacitación para el uso de maquinaria.</p> <p>D3: No existe un programa de producción más limpia.</p> <p>D4: El personal no cumple con las competencias necesarias.</p>	<p>A1: Existe competencia directa.</p> <p>A2: Regulación de leyes ambientales.</p> <p>A3: Actualización de normativas por parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.</p> <p>A4: Problemas legales a través de alguna demanda de cliente.</p>
Estrategias	Estrategias
<p>ED1: Estudio de seguridad e higiene industrial.</p> <p>ED2: Capacitación al personal.</p> <p>ED3: Crear un programa de producción más limpia.</p> <p>ED4: Desarrollar un plan de capacitación para el personal.</p>	<p>EA1: Plan de mercadotecnia adecuado para seguir siendo líderes de producto.</p> <p>EA2: Cumplir con las actualizaciones de las leyes ambientales.</p> <p>EA3: Cambios dentro de los laboratorios para cumplir con normativas.</p> <p>EA4: Seguir con la producción de productos de buena calidad.</p>

Fuente: elaboración propia.

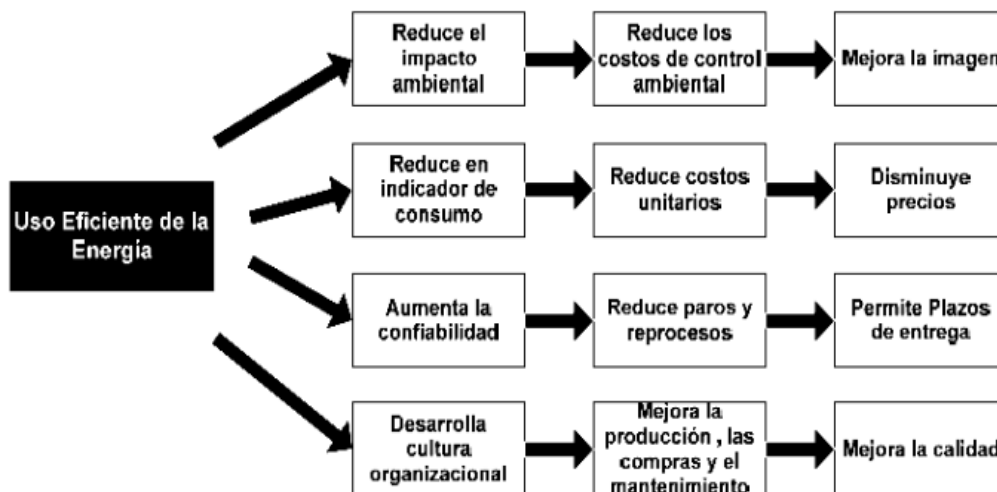
2.7. Medición de eficiencias

La medición es el proceso que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir, para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud. La eficiencia es la relación entre la energía útil y la energía invertida. A continuación se va a medir la eficiencia energética en la planta de producción.

2.7.1. Eficiencia energética

Los beneficios de la eficiencia energética son la reducción de las emisiones contaminantes y la contribución al desarrollo sostenible. Para la empresa, el incremento de la eficiencia energética reduce los costos de la energía, incrementa la competitividad y eleva la productividad.

Figura 24. **Ventajas del uso eficiente de la energía**



Fuente: *Beneficios de eficiencia energética en un programa de P+L*. <http://opee.pml.org.ni/>.

Consulta: febrero de 2015.

En la identificación y cuantificación de los consumos energéticos del área de producción, se analiza cómo se está utilizando la energía. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales propone una serie de indicadores para medir la eficiencia energética, los cuales se muestra en la siguiente tabla III.

Tabla III. **Indicadores sugeridos para la eficiencia energética**

Nombre del indicador	Unidades de Medición	Posibles fuentes de datos	Periodicidad	Calculo del indicador
Consumo mensual de energía eléctrica por empleado	- Kilovatio hora (kW/h) - No. total de empleados	Facturas eléctricas, auditorías energéticas, lista de empleados	Mensual	kWh mensual/ No. total de empleados
Porcentaje de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa frente al total	- No. de fluorescentes compactos instalados - No. total de luminarias instaladas	Facturas de luminarias, auditorías energéticas, inspección visual	Semestral	(No. de fluorescentes instalados / No. total de luminarias instaladas)*100
No. de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa por m ²	- No. de fluorescentes compactos instalados - m ² de superficie de la institución	Facturas de luminarias, auditorías energéticas, planos de las instalaciones	Semestral	No. de fluorescentes o con altos índices de eficiencias luminosa / m ²
No. anual de empleados que han recibido capacitación en eficiencia energética	- No. de empleados	Lista de asistencia a las capacitaciones sobre la eficiencia energética	Anual	Sumatoria del número de asistentes a las capacitaciones

Fuente: *Eficiencia energética en Guatemala.*

<http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Guatemala%20energia.pdf>. Consulta: febrero de 2015.

- Consumo mensual de energía eléctrica por empleado: este indicador se calcula con las fuentes de factura eléctrica y lista de empleados.

Dato mensual: 1 312 kWh

Dato: 25 empleados.

$$\text{Consumo mensual de energía eléctrica por empleado} = \frac{\text{kWh}}{\text{Núm. de empleados}}$$

$$\text{Consumo mensual de energía eléctrica por empleado} = \frac{1\ 312}{25} = 52,48 \text{ kWh/empleado}$$

- Porcentaje de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa frente al total: este indicador se calcula con el método de inspección visual; las fluorescentes instaladas son 24 y en total hay 50 luminarias distribuidas en las áreas de producción, Departamento de Calidad y Bodega.

Figura 25. **Luminaria fluorescente**



Fuente: *Luminaria fluorescente*. <http://mla-s2-p.mlstatic.com/plafon-liston-para-tubos-fluorescente.jpg>. Consulta: febrero de 2015.

$$\text{Porcentaje de fluorescentes frente al total} = \frac{\text{Núm. de fluorescentes}}{\text{Núm. total instaladas}} * 100$$

$$\% \text{ de fluorescentes frente al total} = \frac{24 \text{ fluorescentes}}{50 \text{ luminarias}} * 100 =$$

48 % de fluorescentes

- Número de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa por metro cuadrado: este indicador se calcula con el método de inspección visual y planos de construcción; en el indicador anterior se determina 24 luminarias fluorescentes instaladas y según planos la planta tiene un área de 750 metro cuadrado.

$$\text{Núm. de fluorescentes por m}^2 = \frac{\text{Núm. de fluorescentes}}{\text{Metros cuadrados}}$$

$$\text{Núm. de fluorescentes por m}^2 = \frac{24}{750} =$$

0,032 por m²

- Núm. anual de empleados que han recibido capacitación en eficiencia energética.

$$\sum \text{Núm. de asistentes a las capacitaciones} =$$

0 capacitaciones

Hasta la fecha la empresa no ha dado capacitaciones sobre eficiencia energética.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los indicadores de eficiencia energética que han sido calculados.

Tabla IV. **Indicadores de eficiencia energética**

Nombre del indicador	Calculo del indicador	Meta
Consumo mensual de energía eléctrica por empleado.	52,48 kWh/empleado	46 kWh/empleado
Porcentaje de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa frente al total.	48 % Luminarias fluorescentes	100 % Luminarias fluorescentes
Núm. de fluorescentes o con altos índices de eficiencia luminosa por metro cuadrado.	0,032 luminarias fluorescentes / m ²	0,043 luminarias fluorescentes / m ²
Núm. anual de empleados que han recibido capacitación en eficiencia energética.	0 capacitaciones / anuales	2 capacitaciones / anuales

Fuente: elaboración propia.

2.7.2. Gestión de residuos

Material que no tiene valor suficiente para retenerlo, producido por un humano se considera como residuo. Por medio del diagnóstico realizado en la planta, se establecen los residuos provocados en jornada laboral, se consideran tres tipos de residuos: sólidos, líquidos y gaseosos. En la siguiente tabla se detallan los residuos generados durante la producción.

Tabla V. **Clasificación de residuos**

Residuos sólidos		
Tipo	Significado	Área donde se generan residuo
Papel	Hoja delgada que se hace con pasta de fibras.	- Bodega - Producción - Administración - Calidad
Cartón	Superposición de papeles humedecidos para ser adhesivos y secados por evaporación.	- Bodega
Plástico	Material dúctil y blando, generalmente de origen polimérico.	- Bodega - Administración
Aluminio	Elemento químico, se trata de un metal no ferromagnético.	- Bodega - Producción
Residuos líquidos		
Aguas residuales	Proviene del sistema de abastecimiento de agua después de haber sido modificadas por diversos usos.	- Sanitarios - Cocina
Aguas industriales	Tipo de agua se ve afectada por los procesos de producción.	- Producción
Aguas pluviales	Precipitación acuosa en forma de gotas.	- No aplica
Residuos gaseosos		
Vapor	Gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida.	- Calderas, producción

Fuente: elaboración propia.

- Residuos sólidos

- Papel

En el Departamento de Producción y de Calidad se utiliza un formato para anotar las características de la producción (fecha, hora de inicio, hora final, volumen promedio, entre otros). El formato consta de 2 hojas por lote, se producen 12 lotes al día de lunes a viernes y el sábado se producen 5 lotes, por lo que se genera aproximadamente 560 hojas de papel al mes.

- Cartón

Se desperdician aproximadamente 35 cajas de cartón al día con un precio aproximado de Q 25 c/u. Este proceso de desperdicio se da porque el proveedor de las botellas las entrega en cajas de 60 botellas (2 111 botellas/lote) y estas no son reutilizadas ni recicladas, simplemente son desechadas, depositadas a la basura, recolectadas y dirigidas al basurero general de la zona 3 de la ciudad de Guatemala.

- Plástico

Se considera un residuo cuando los galones de materia prima (productos químicos) se vacían y se desecha de la misma manera que las cajas de cartón de los envases de vidrio.

- Aluminio

El residuo sólido tipo aluminio es mínimo, dado a que el cambio de las carretas transportadoras del producto en las distintas etapas (esterilización a la autoclave, autoclave a empaque) es una vez al año y recibe el mismo proceso de desecho que los antes mencionados.

- Residuos líquidos

Se abastece de agua para consumo humano y de proceso, por medio de pozo propio ubicado en la entrada de la edificación, que se almacena en cisterna aérea. El estimado de agua utilizada es de 70 000 galones diarios.

Figura 26. **Cisterna que recibe el agua del pozo**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

El horario de producción es de lunes a viernes de 6:30 a 16:00 horas y sábados de 6:30 a 12:00 horas; sin embargo, la descarga varía a la etapa de proceso del mismo.

- Aguas residuales

Los olores característicos de las aguas residuales son causados por los gases formados en el proceso de descomposición anaerobia, es desagradable en su apariencia y en extremo peligrosa en su contenido, principalmente debido al elevado número de organismos patógenos causantes de enfermedades.

El total de personal de producción es de 25 personas. “Cada persona genera 1,8 litros de materia fecal diariamente, correspondiendo a 113,5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.”⁴

El sistema de drenajes de los servicios sanitarios se conduce por una red separada, la cual finaliza en una fosa séptica de 33,71 m³, posteriormente a dos pozos de absorción conectados entre sí, esta fosa y los pozos se localizan al lado oeste de las instalaciones. La fosa es tratada mensualmente con enzimas y revisada sistemáticamente por un servicio externo de limpieza.

Figura 27. **Fosa séptica y pozos de absorción**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

⁴ MARA, Duncan; CAIRNCROSS, Sandy. *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura*. p. 36.

- Aguas industriales

El agua utilizada en el proceso de producción, para la mezcla del suero oral líquido, para lavado de los envases y tapas, la producción de agua desionizada, caldera, autoclave y la limpieza de las áreas.

En el caso del agua que se utiliza para el lavado de los envases, es agua clorada y luego agua desionizada, no se usan jabones ni detergentes porque lo que se lava son frascos nuevos, para eliminar cualquier partícula sólida proveniente de las cajas del empaque. La cantidad utilizada en esta fase del procesos es de 6 000 gal/día.

El agua utilizada para los procesos de producción es agua tratada por un equipo de osmosis inversa (Aqua-Cleer A/AF-6, de Culliga) que utiliza 9 gal/minuto, de los cuales 7 galones son de agua tratada que va al proceso de producción y 2 galones de agua de desecho que se lleva a un tanque, en donde posteriormente es utilizada para riego.

Figura 28. **Descarga de agua industriales de proceso**



Fuente: Laboratorios Quifarma, S. A.

- Aguas pluviales

Todo el drenaje pluvial se conduce por separado, se localiza del lado este de la planta y se conduce por tuberías ocultas de PVC de diámetro variable. A ésta se le une la tubería de las aguas industriales del área de esterilización y de áreas de lavado, para finalizar en un pozo de absorción.

Existe otro canal pluvial del lado oeste de la planta, que proviene del área de duchas, cajas de reposaderas, bajadas y rejillas exclusivamente pluviales que conducen a un pozo extra.

- Residuos gaseosos

- Vapor

En autoclave se utiliza vapor que sirve para esterilización, luego se enfría con agua, parte de esta agua se regresa a un tanque para uso posterior en el mismo proceso. Para el enfriamiento de autoclave se utilizan aproximadamente 30 000 galones diarios que se desechan al drenaje.

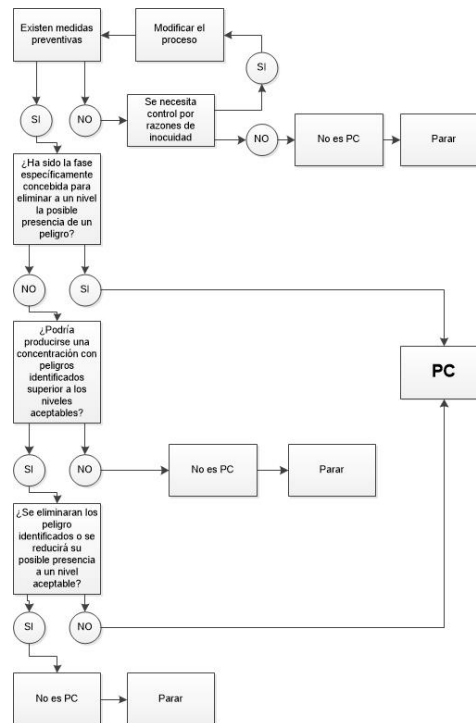
La caldera utiliza agua que transforma en vapor para el proceso de esterilización del producto. La sumatoria de agua descartada en estos procesos es aproximadamente 56 000 galones/día.

2.8. Puntos críticos

La determinación de puntos críticos (PC) es un sistema de autocontrol para garantizar la calidad higiénica de los alimentos o productos de salud. Está basado en la idea de prevenir, posterior a corregir. “El sistema de PC está conformado por seis principios:”⁵

- Principio 1: realizar un análisis
- Principio 2: determinar los puntos críticos

Figura 29. **Determinación de puntos críticos**



Fuente: *Puntos críticos*. <http://www.madridsalud.es/temas/puntoscontrolcritico.php>. Consulta: febrero de 2015.

⁵ PARDO, José. *El sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control*. p.153.

- Principio 3: establecer un sistema de vigilancia del control de los PC.
- Principio 4: establecer medidas correctivas para los PC.
- Principio 5: establecer procedimientos de comprobación para los PC funcionan eficazmente.
- Principio 6: establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación.

2.8.1. Puntos críticos ambientales

En el análisis de subprocesos se realizaron diagramas de operaciones y en estos se determinaron puntos críticos, han sido identificados de color rojo.

En la gestión de residuos de aplica el proceso de determinación de puntos críticos, a continuación se presentan los puntos críticos ambientales dentro de la planta de producción.

- Lavar y verificar el envase: este proceso está situado en la descarga de aguas industriales. Este es el único punto crítico ambiental ya que se ve afectado el medio, por las condiciones del agua antes descritas.

2.8.2. Puntos críticos humanos

Así como la determinación de puntos críticos ambientales, se identifican los puntos críticos humanos en el análisis de subprocesos de color azul.

Estos puntos críticos han sido determinados por la importancia que tienen sobre el proceso de producción, estos son los procesos de verificación que se realizan por medio del Departamento de Calidad.

- Verificación de materia prima: esto se debe a que el personal encargado de este proceso, tanto en bodega como producción, tienen que cumplir con competencias adecuadas para realizar estos procesos. Deben tener los conocimientos del estado de materia, si la verificación es bodega. En producción, deben tener conocimientos farmacéuticos, ya que se verifica la fórmula para hacer un producto de calidad.
- Verificación de volumen: es un punto crítico humano, ya que deben tener conocimiento de metrología. En el área de bodega se utilizan pesas para surtir la cantidad requerida por producción para realizar la fórmula. En el área de producción se requiere del uso de probetas para realizar el proceso de medición de volumen de las botellas, este proceso lo realiza el personal del Departamento de Calidad como parte de sus labores, aparte, realizan análisis de condiciones como color, tiempo, concentración, entre otros.

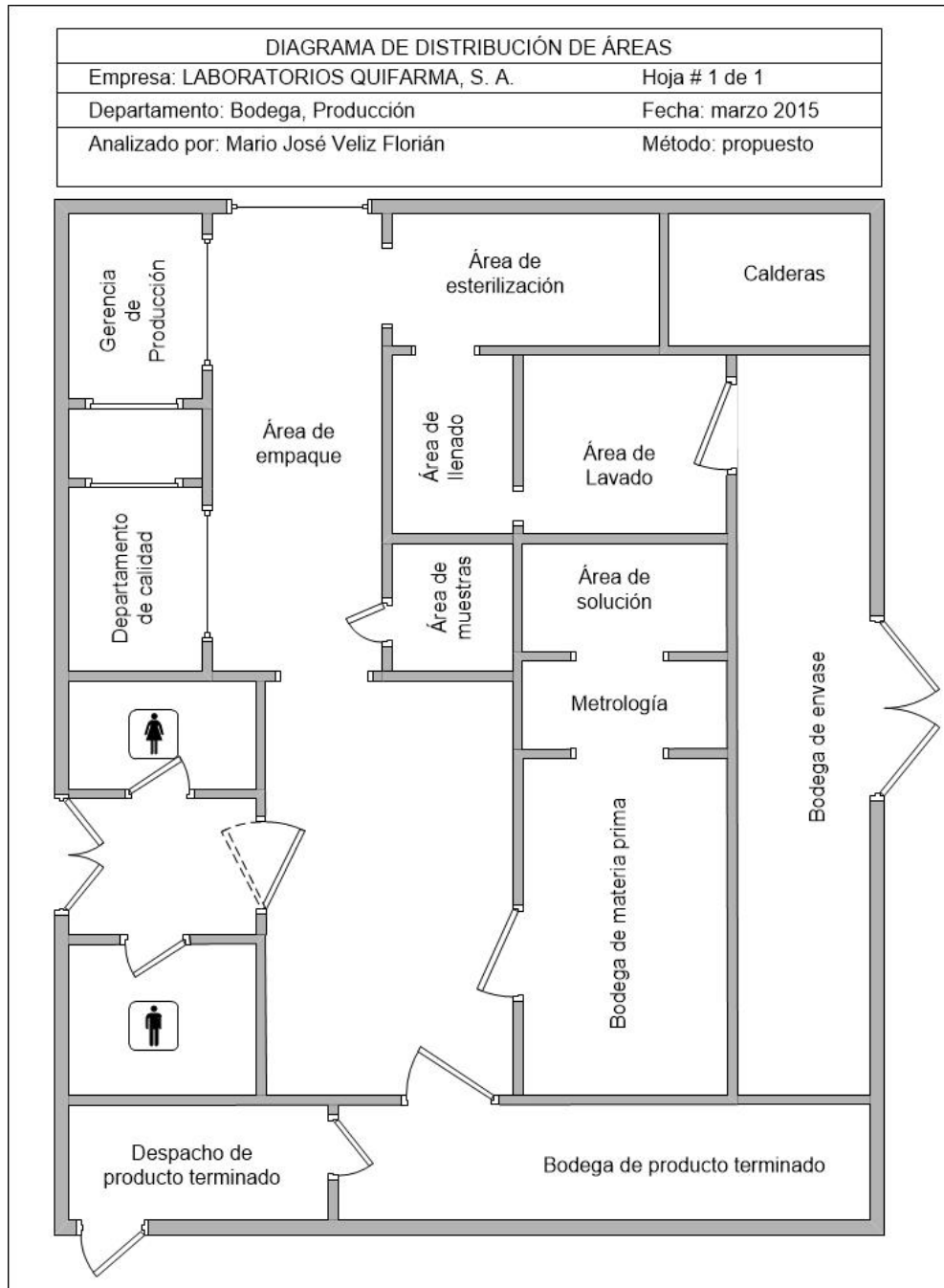
3. PROPUESTA

Ya realizado el análisis de situación actual de la empresa basado en los procesos industriales, gestión de residuos, eficiencia energética y puntos críticos de control, se propone una serie de cambios relacionados con producción más limpia y todo lo relacionado como cambios en el proceso, infraestructura y perfil de puestos para evitar los problemas detectados. Esto para incrementar eficiencia, productividad y competitividad frente a las industrias similares, tanto nacionales como internacionales, también la ayuda al medio ambiente con medida correctiva en los recursos hídricos (agua) y el suministro de energía eléctrica.

3.1. Propuesta del diseño de infraestructura adecuado para Laboratorios Quifarma, S. A.

En el análisis de situación actual, se ve cómo los sanitarios están en contacto con bodegas y el área de metrología no tiene flujo con la formulación. A continuación se presenta la propuesta en un diagrama de distribución, para cumplir con el flujo adecuado y evitar la contaminación por los servicios sanitarios.

Figura 30. DDA 2



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.2. Propuesta del diseño de puesto del personal a cargo de la producción de líquidos

- Descripción del puesto

Se detallan las funciones del puesto del personal a cargo de la producción de líquidos, para realizar la propuesta del diseño de puesto. Además se detalla la del personal de bodega, ya que este tiene relación directa con la producción y se considera como punto crítico humano en las actividades de metrología.

- Operario

El operario se rota y realiza las actividades de lavado, formulación, llenado, sellado, esterilización y sellado, procesos descritos anteriormente en el análisis de subprocesos.

Tabla VI. Descripción del puesto, operario

Descripción funcional
Operario
<ul style="list-style-type: none">- Realización el lavado del envase y tapa- Elaboración de la solución.- Verificación de llenado de botellas.- Realización del proceso de sellado de botellas con máquina troqueladora.- Inspección de productos.- Realización del proceso de autoclave.- Realización del proceso de empaque.<ul style="list-style-type: none">○ Inspección de identificación de producción (impresión de lote en botellas).○ Almacenar en producto final en empaque (cajas).

Fuente: elaboración propia.

- Encargado de bodega

El encargado de bodega se ocupa del despacho de materia prima y de las actividades de metrología.

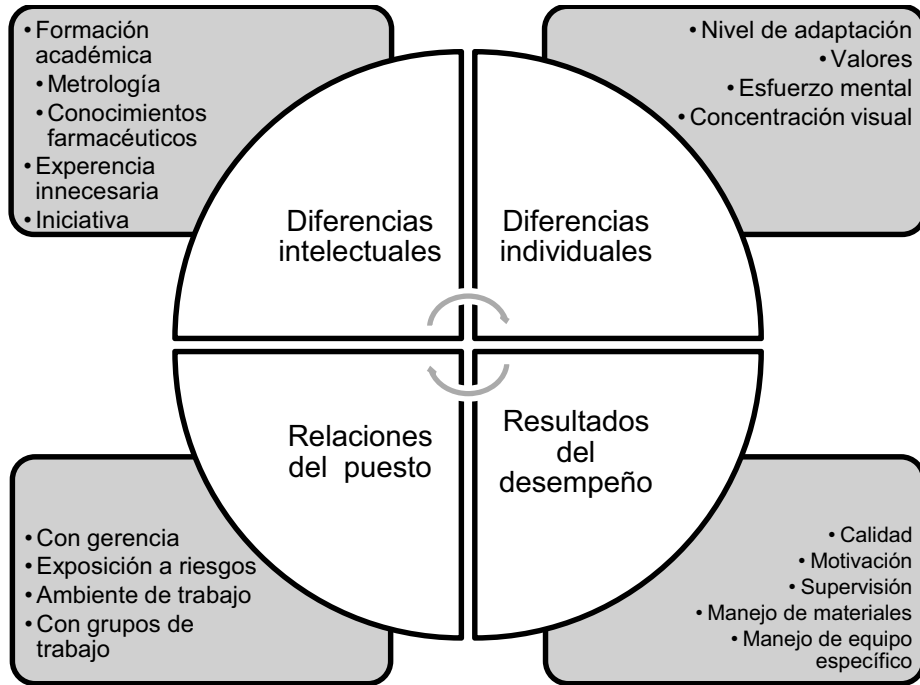
Tabla VII. **Descripción de puesto, encargado de bodega**

Descripción funcional
Encargado de bodega
- Gestión de inventario. - Realización de pesaje y paquetes de materia prima por cada lote de producción, metrología.

Fuente: elaboración propia.

Con el detalle de las funciones del personal a cargo de la producción de líquidos, se realiza el diseño de puesto, el cual propone que el personal cumpla con aspectos intelectuales, individuales, su relación con el equipo de trabajo y adaptación con las persona, esto es necesario para su desarrollo dentro de la empresa.

Figura 31. **Diseño de puesto**



Fuente: elaboración propia.

Esta propuesta pretende que la persona que desempeñará este puesto posea la capacidad de tener el control de los puntos críticos humanos en el proceso de producción, con el personal previamente seleccionado con competencias individuales como la concentración visual, que está relacionado con el proceso de verificación de volumen, estudios de metrología y conocimiento farmacéuticos para el manejo de materia prima.

3.3. Propuesta de registro para área limpias dentro de la planta

Toda empresa productora de productos farmacéuticos debe sostener un programa de gestión de calidad, que proporcione un ambiente seguro y saludable para empleados y toda la comunidad.

Su finalidad es mantener la propiedad, de manera que se minimicen los daños a las personas y se maximice la garantía de calidad del producto. La compañía es responsable de todos los empleados y cada uno tendrá que hacer lo que sea necesario para implementar un programa eficaz.

“Existen ocho procedimientos para mantener un área limpia, los procedimientos involucran residuos, herramientas y empleados; se basan en programa de producción más limpia y son:

- Todo desecho debe ser reciclado como resulte apropiado.
- Los derrames del producto o materia prima deben ser limpiados inmediatamente.
- Los puntos de acumulación de polvo deben ser investigados y evaluados para determinar sus causas, para llevar a cabo acciones correctivas.
- Las oficinas, locales y aseos deben ser limpiados con regularidad.
- Las áreas de trabajo de los empleados deben estar ordenadas y limpias.
- La limpieza de las áreas de la planta debe ser diaria.
- Las herramientas manuales deben recogerse y colocarse en su sitio.
- El producto terminado debe ordenarse adecuadamente.”⁶

⁶ QUINTERO, Oscar. *Gestión Ambiental para una Producción más limpia*. p. 12.

Figura 32. Registro para áreas limpias dentro de la planta

LABORATORIOS QUIFARMA, S. A.						
Registro para áreas limpias						
Código	Área de proceso	Fecha de verificación	Responsable	Firma	Recomendación	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Propuesta de cambio en el proceso de producción

Los aspectos a considerar para la propuesta de cambios en los procedimientos se enfocan en la optimización de gestión de residuos, dando alternativas en los procesos de producción definidos en el diagnóstico de situación actual (bodega, lavado, solución, llenado, sellado, esterilización).

Como control de los puntos críticos ambientales identificados anteriormente, siendo este el uso inadecuado del recurso hídrico generando desechos líquidos descontrolados, se propone una serie de cambios en los subprocesos.

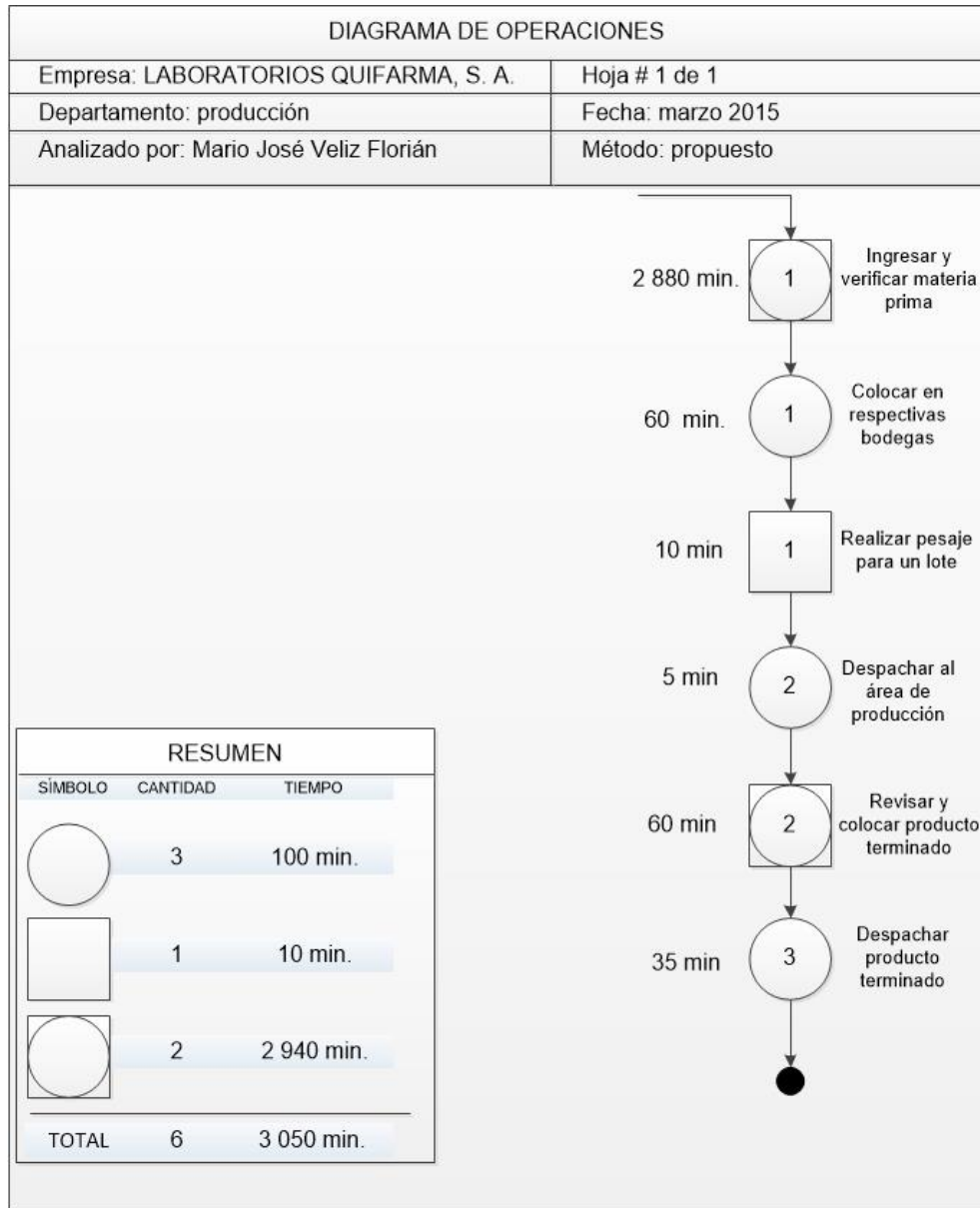
3.4.1. Diagrama de operaciones del procesos de bodega propuesto

La propuesta se basa en reducción de tiempo en la verificación de materia prima, como condición de ahorro de suministro de energía eléctrica. También, se propone un solo análisis que cumpla con la condición de verificar la materia prima entrada y su calidad, este proceso elimina empaque de materia prima inicial.

A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de bodega propuesto para cumplir con la aplicación de producción más limpia.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de bodega (figura 17).

Figura 33. **DOP 8**



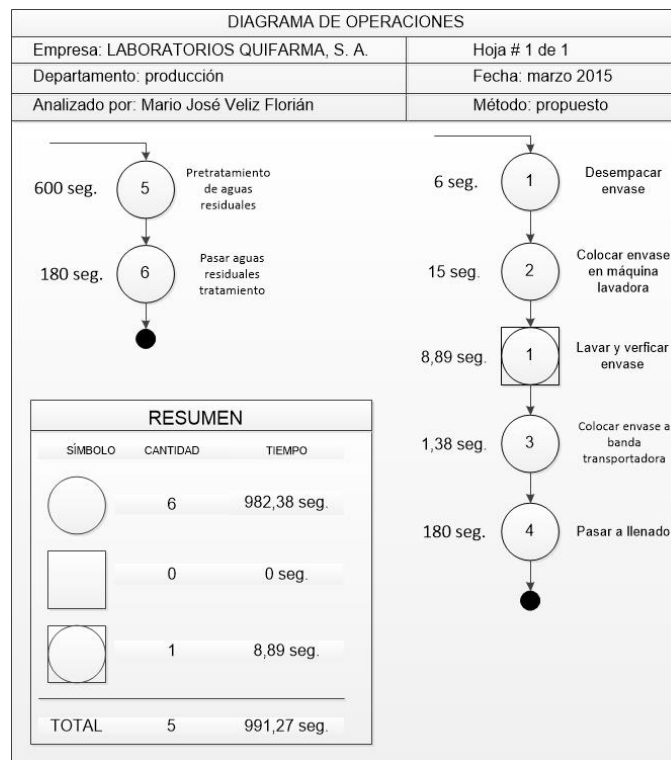
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.2. Diagrama de operaciones del proceso de lavado propuesto

Para este proceso, la propuesta se basa en la gestión de residuos, tratamiento de las agua industriales, al proceso de lavado se adiciona el proceso de pasar las aguas residuales a planta de tratamiento y así ayudar al medio ambiente, contribuyendo al programa de producción más limpia.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de lavado (figura 18).

Figura 34. DOP 9



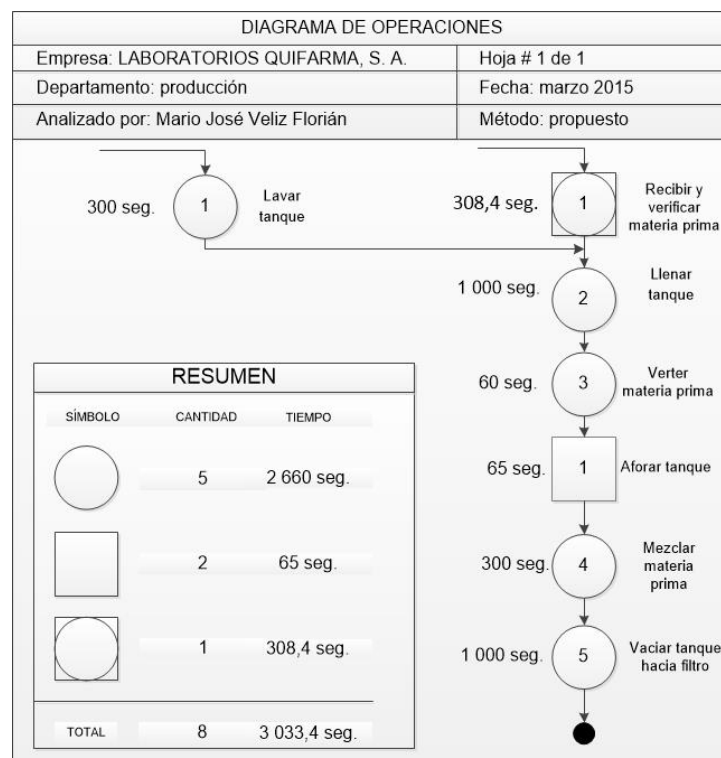
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.3. Diagrama de operaciones del proceso de solución/formulación propuesto

La propuesta en el proceso de solución/formulación controla puntos críticos humanos con personal calificado según diseño de puesto, hay reducción de tiempo en la verificación de materia prima y volumen dentro del tanque.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de solución/formulación (figura 19).

Figura 35. DOP 10



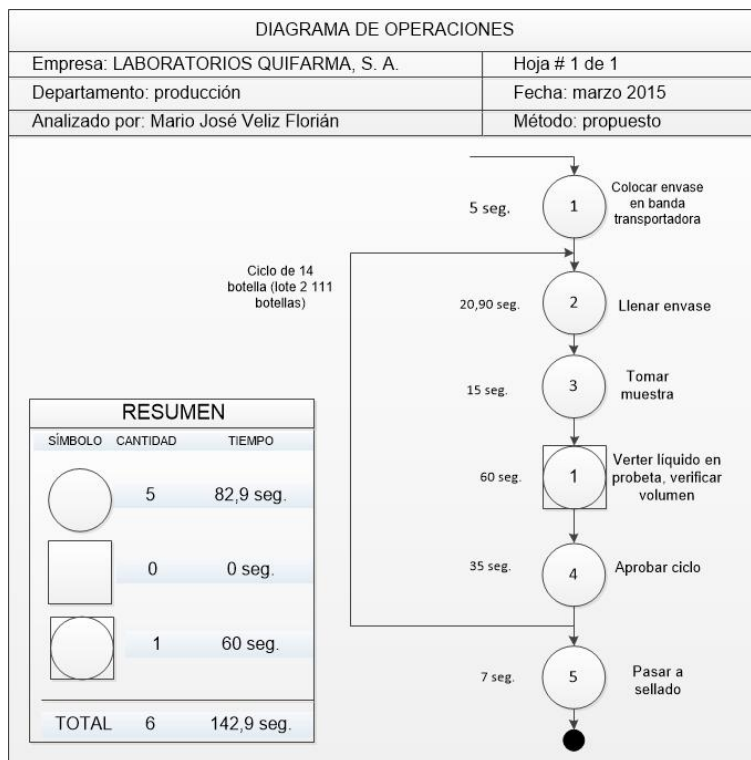
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.4. Diagrama de operaciones del proceso de llenado propuesto

La propuesta en el proceso de llenado controla puntos críticos humanos con personal calificado según diseño de puesto, ahora se realiza un proceso y una verificación para el control de calidad del producto, con instrumentos de laboratorio como las probetas.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de llenado (figura 20).

Figura 36. DOP 11



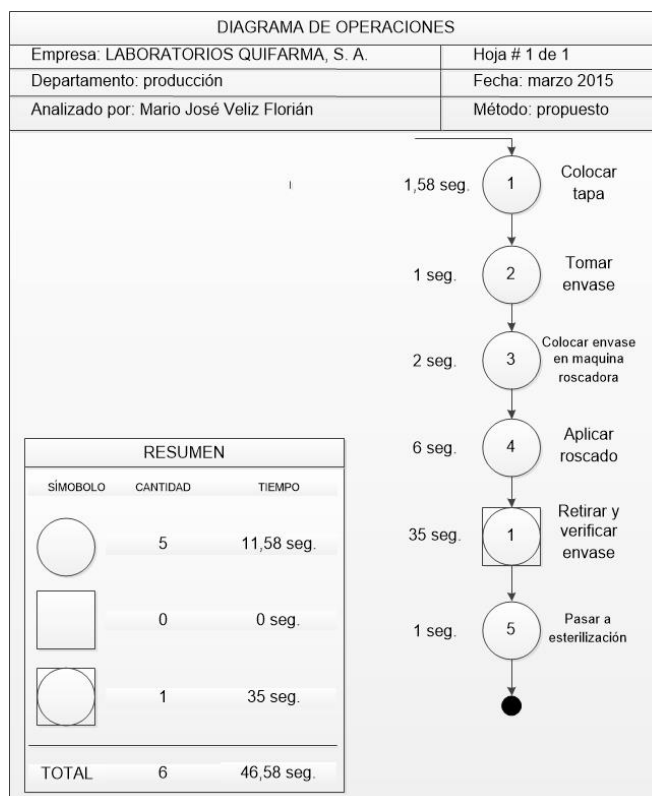
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.5. Diagrama de operaciones del proceso de sellado propuesto

La propuesta del proceso de sellado se ve en la asignación de verificar el proceso de sellado para asegurar la calidad del mismo y evitar desperdicio en el producto, aumenta el tiempo, pero se espera que no exista desperdicio de producto.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de sellado (figura 21).

Figura 37. **DOP 12**



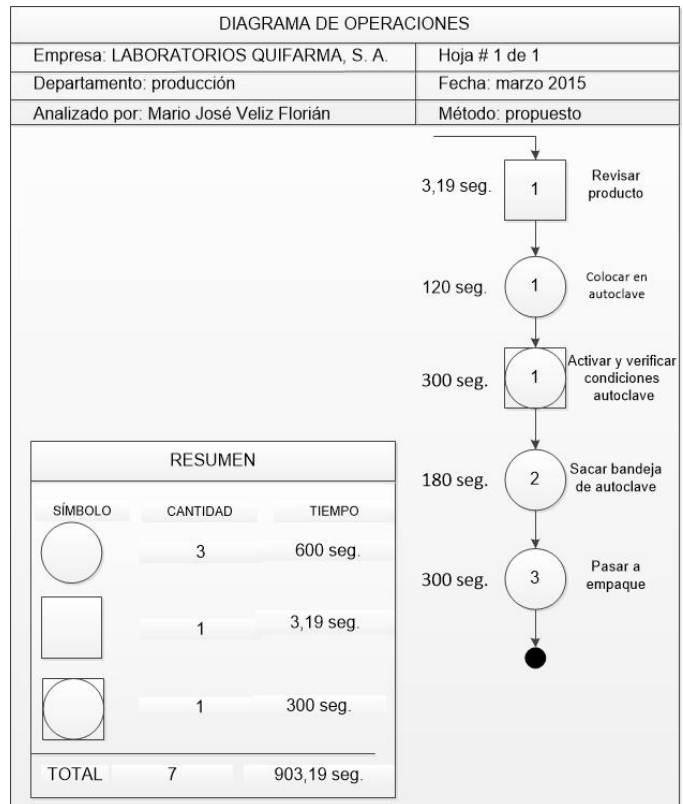
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.6. Diagrama de operaciones del proceso de esterilización propuesto

En el proceso de esterilización, de la misma manera que en los procesos anteriores, se propone la verificación de las condiciones de autoclave (presión, temperatura, tiempo) para garantizar la calidad, fuga de vapor, tiempo excesivo del proceso de autoclave, entre otros.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de esterilización (figura 22).

Figura 38. DOP 13



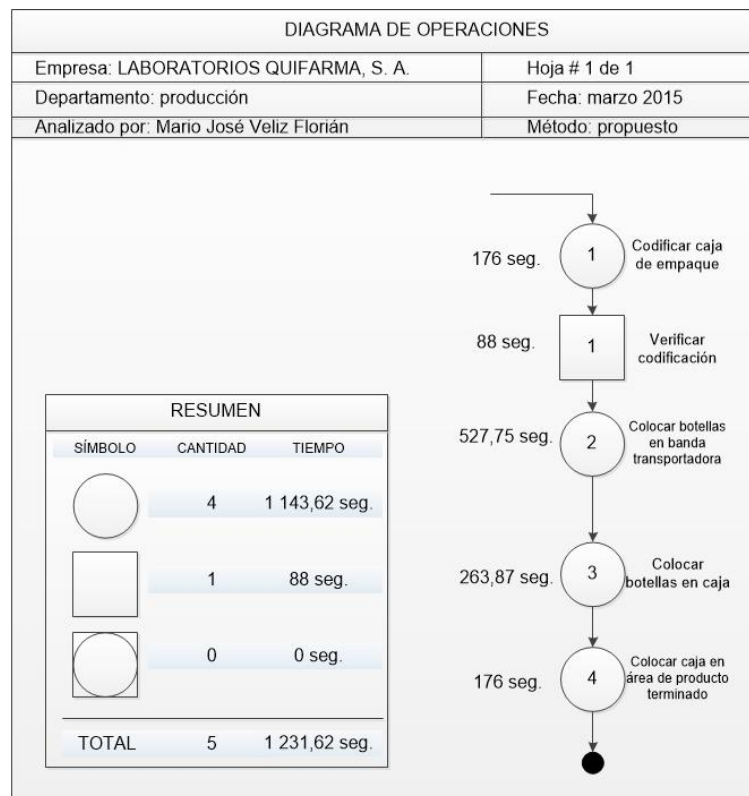
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.4.7. Diagrama de operaciones del proceso de empaque propuesto

Al contrario de las propuestas en los procesos anteriores, aquí se elimina un proceso de verificación de codificación, ya que se realiza cuando esta actividad se lleva a cabo, así se logra la reducción de tiempo y ayuda al proceso de eficiencia energética.

Para diseñar la propuesta se utilizó como base el diagrama que describe proceso actual de empaque (figura 23).

Figura 39. **DOP 14**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

3.6. Análisis financiero

Para realizar el análisis financiero, se necesita detallar el costo total y los ingresos en el que incurrirá la empresa para implementación de proyecto Aplicación de producción más limpia.

Tabla VIII. Costos

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total
<u>Diseño de distribución de proyecto</u>					
1	Estudio de infraestructura, estudio y diseño de planta.	1	Global	Q 14 790,00	Q 14 790,00
<u>Levantado de planta productora</u>					
2	Suministro de cerramiento de <i>block</i> , techo de estructura metálica.	1	Global	Q 50 600,00	Q 50 600,00
<u>Distribución de planta</u>					
3	Suministro y levantado de material tabla roca para divisiones interiores.	250	m ²	Q 210,00	Q 52 500,00
<u>Acabados</u>					
4	Suministro de pintura en exterior.	300	m ²	Q 20,00	Q 6 000,00
5	Suministro de pintura en interior planta.	550	m ²	Q 20,00	Q 11 000,00
<u>Instalaciones especiales</u>					
6	Suministro de instalaciones especiales, eléctricas. Incluye material y mano de obra.	1	Global	Q 35 000,00	Q 35 000,00
<u>Otros gastos</u>					
7	Capacitaciones al personal (producción más limpia, consumo de agua, eficiencia energética, entre otros).	6	Global	Q 5 000,00	Q 30 000,00
Total				Q 199 890,00	

Fuente: elaboración propia.

De la misma manera, se describen los ingresos que se incurren por la implementación proyecto.

Tabla IX. **Ingresos**

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Total
<u>Consumo de agua</u>					
1	Ahorro consumo de agua anual, de 3 m ³ a 2 m ² /día	864	m ³	Q 3,44	Q 2 972,16
<u>Suministro de energía eléctrica</u>					
2	Ahorro consumo eléctrico anual, de 60 kWh a 15 kWh	10 800	kwh	Q 1,595345	Q 17 229,73
<u>Gestión de residuos</u>					
3	Ahorro en reutilización de residuos, 10 % del costo	220	kg	Q 2,50	Q 550
Total					Q 20 751.89

Fuente: elaboración propia.

Luego de haber detallado el ingreso y costo total del proyecto, se procede realizar el análisis financiero para conocer su viabilidad. Para esto, se utilizará las herramientas económicas valor presente neto (VPN), tasas interna de retorno (TIR) y beneficio/costo.

Para el cálculo de ingresos y egresos en los siguientes tres años se tomará la inflación proyectada según el Banco de Guatemala, la cual tiene una variación promedio del 4,85 por ciento para el periodo 2014-2015.

Tabla X. **Proyección de ingresos**

Descripción	2015	2016	2017	2018
Consumo de agua	Q 2 972,16	Q 3 116,31	Q 3 267,45	Q 3 425,92
Consumo de energía eléctrica	Q 17 229,73	Q 18 065,37	Q 18 941,54	Q 19 860,21
Gestión de residuos	Q 550	Q 576,68	Q 604,64	Q 633,97
Total	Q 20 751,89	Q 21 758,36	Q 22 813,63	Q 23 920,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Proyección de egresos**

Descripción	2015	2016	2017	2018
Diseño de distribución de proyecto	Q 0,00	Q 15 507,32	Q 0,00	Q 0,00
Levantado de planta	Q 0,00	Q 53 054,10	Q 0,00	Q 0,00
Distribución de planta	Q 0,00	Q 55 046,25	Q 0,00	Q 0,00
Acabados	Q 0,00	Q 17 824,50	Q 0,00	Q 0,00
Instalaciones especiales	Q 35 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Otros gastos	Q 30 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Total	Q 79 790,00	Q 141 432,17	Q 0,00	Q 0,00

Fuente: elaboración propia.

3.6.1. Valor presente neto

Es una herramienta económica de evaluación que indica la cantidad monetaria que se obtendría en el presente por invertir en un proyecto. Para realizar la evaluación financiera del proyecto Aplicación de producción más limpia, la tasa mínima aceptable de rendimiento, conocida comúnmente como TMAR, por sus siglas, es definida como:

$$TMAR = \textit{tipo de interés típico} + \textit{premio de riesgo de país}$$

Según la investigación realizada por el Departamento de Economía de Estados Unidos muestra una lista de países con los datos de interés y premio al riesgo. Para Guatemala, el tipo de interés típico es 9 % y el premio de riesgo de país es 3 % (ver anexo 2).

$$TMAR = 9 \% + 3 \% = 12 \%$$

Para la evaluación financiera del proyecto Aplicación de Producción más Limpia, TMAR será de 12 %.

Tabla XII. **Flujo de caja 1**

Aplicación de producción más limpia Proyección 4 años				
Año	2015	2016	2017	2018
Saldo inicial	Q 0,00	Q (44 248,11)	Q (163 921,92)	Q (141 108,29)
Ingresos				
Consumo de agua	Q 2 972,16	Q 3 116,31	Q 3 267,45	Q 3 425,92
Consumo de energía eléctrica	Q 17 229,73	Q 18 065,37	Q 18 941,54	Q 19 860,21
Gestión de residuos	Q 550	Q 576,68	Q 604,64	Q 633,97
Total de ingresos	Q 20 751,89	Q 21 758,36	Q 22 813,63	Q 23 920,10
Egresos				
Diseño de distribución de proyecto	Q 0,00	Q 15 507,32	Q 0,00	Q 0,00
Levantado de planta	Q 0,00	Q 53 054,10	Q 0,00	Q 0,00
Distribución de planta	Q 0,00	Q 55 046,25	Q 0,00	Q 0,00
Acabados	Q 0,00	Q 17 824,50	Q 0,00	Q 0,00
Instalaciones especiales	Q 35 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Otros gastos	Q 30 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Total de egresos	Q 65 000,00	Q 141 432,17	Q 0,00	Q 0,00
Flujo efectivo	Q (44 248,11)	Q (163 921,92)	Q (141 108,29)	Q (117 188,19)

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Valor presente neto ingresos 1**

Año	Ingreso	P/F	VPN ingresos
2015	Q 20 751,89	1	Q 20 751,89
2016	Q 21 758,36	0,89206	Q 19 409,76
2017	Q 22 813,63	0,79719	Q 18 186,80
2018	Q 23 920,10	0,71178	Q 17 025,85
Total			Q 75, 374,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Valor presente neto egresos 1**

Año	Ingreso	P/F	VPN egresos
2015	Q 65 000,00	1	Q 65 000,00
2016	Q 141 432,17	0,89206	Q 127 176,66
2017	Q 0,00	0,79719	Q 0,00
2018	Q 0,00	0,71178	Q 0,00
Total			Q 192 176.66

Fuente: elaboración propia.

La sumatoria del VPN ingresos da como resultado Q 75 374,30 y del VPN egresos Q 192 176,66 teniendo una diferencia de (Q 116 802,36), resultado negativo para la aplicación del proyecto.

Al conocer que el VPN es negativo para la aplicación del proyecto, se realiza una segunda propuesta de inversión. Siendo esta la instalación de luminarias y las capacitaciones propuestas (ahorro de agua, gestión de residuos, ahorro energético, entre otros).

Tabla XV. **Flujo de caja 2**

Aplicación de producción más limpia Proyección 4 años				
Año	2015	2016	2017	2018
Saldo inicial	Q 0,00	Q (44 248,11)	Q (22 489,75)	Q 323,88
Ingresos				
Consumo de agua	Q 2 972,16	Q 3 116,31	Q 3 267,45	Q 3 425,92
Consumo de energía eléctrica	Q 17 229,73	Q 18 065,37	Q 18 941,54	Q 19 860,21
Gestión de residuos	Q 550	Q 576,68	Q 604,64	Q 633,97
Total de Ingresos	Q 20 751,89	Q 21 758,36	Q 22 813,63	Q 23 920,10
Egresos				
Inversión inicial	Q 30 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Instalaciones especiales	Q 35 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Total de egresos	Q 65 000,00	Q 0,00	Q 0,00	Q 0,00
Flujo efectivo	Q (44 248,11)	Q (22 489,75)	Q 323,88	Q 24 243,98

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Valor presente neto ingresos 2**

Año	Ingreso	P/F	VPN ingresos
2015	Q 20 751,89	1	Q 20 751,89
2016	Q 21 758,36	0,89206	Q 19 409,76
2017	Q 22 813,63	0,79719	Q 18 186,80
2018	Q 23 920,10	0,71178	Q 17 025,85
Total			Q 75, 374,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Valor presente neto egresos 2**

Año	Ingreso	P/F	VPN egresos
2015	Q 65 000,00	1	Q 65 000,00
2016	Q 0,00	0,89206	Q 0,00
2017	Q 0,00	0,79719	Q 0,00
2018	Q 0,00	0,71178	Q 0,00
Total			Q 65 000,00

Fuente: elaboración propia.

La sumatoria del VPN ingresos da como resultado Q 75 374,30 y del VPN egresos Q 65 000,00, teniendo una diferencia de Q 10 374,30, resultado positivo para la aplicación del proyecto.

3.6.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de interés por la cual el VPN es igual a cero. La TIR se determina a través de cálculos de VPN con tasas de interés distintas hasta encontrar un cambio de signo.

Se utiliza la ecuación:

$$\sum_{t=0}^{t=n} (IT - ET) \frac{1}{(1+i)^n} - I$$

Donde

IT = ingresos totales

ET = egresos totales

n = número de período de cálculo

i = tasa de interés

I = inversión

Tabla XVIII. **Tasa interna de retorno 1**

TIR	VPN
200 %	Q (101 668,91)
100 %	Q (115 553,84)
0 %	Q (117 188,20)
(30) %	Q 995,75
(40) %	Q 84 493,36

Fuente: elaboración propia.

La tasa interna de retorno se compara con la tasa de interés aceptable de rendimiento, si la TIR es mayor a la TMAR es aceptable, de lo contrario se rechaza. En este caso la TIR es negativa y oscila en 30 %, negativo, y 40 %, negativo, TIR menor TMAR por lo que se rechaza propuesta de inversión.

Con la TIR se confirma el rechazo de la primera propuesta, como se muestra en VPN, ahora se analiza la propuesta donde el VPN es positivo.

Tabla XIX. **Tasa interna de retorno 2**

TIR	VPN
80 %	Q (25 009,03)
20 %	Q (2 025,56)
17,76 %	Q 0,00
15 %	Q 2 739,53
5 %	Q 15 552,26

Fuente: elaboración propia.

Evaluando con tasa de interés distinto con el fin de buscar un VPN igual a cero, se puede observar que con el 20 % el VPN es negativo y 15 % VPN es positivo; por lo que existe un cambio de signo. Ahora se busca la tasa de interés donde el VPN sea cero, siendo este 17,76 %, TIR, y un TMAR de 12 % ahora TIR es mayor a TMAR, por lo que la inversión propuesta es aceptable.

3.6.3. Relación beneficio/costo

Para este análisis se utilizarán los valores de VPN egresos Q 192 176,66 y VPN ingresos Q 75 374,30, para determinar cuáles son los beneficios por cada quetzal que se invierte en el proyecto. Para realizar este análisis se utilizará la ecuación:

$$\frac{\textit{beneficio}}{\textit{costo}} = Q \ 75 \ 374,30 / Q \ 192 \ 176,66$$

$$\frac{\textit{beneficio}}{\textit{costo}} = Q \ 0,39$$

La relación beneficio/costo de Q 0,39 indica que, por cada Q 1,00 que se invierte se recupera solo Q 0,39, por lo que genera pérdidas.

Para el análisis de la segunda propuesta de inversión, se utilizarán los valores de VPN egresos Q 65 000,00 y VPN ingresos Q 75 374,30, para determinar cuáles son los beneficios por cada quetzal que se invierte en el proyecto. Para realizar este análisis se utilizará la ecuación:

$$\frac{\textit{beneficio}}{\textit{costo}} = Q \ 75 \ 374,30 / Q \ 65 \ 000,00$$

$$\frac{\textit{beneficio}}{\textit{costo}} = Q \ 1,16$$

La relación beneficio/costo es de Q 1,16 indica que, por cada Q 1,00 que se invierte se gana Q 0,16.

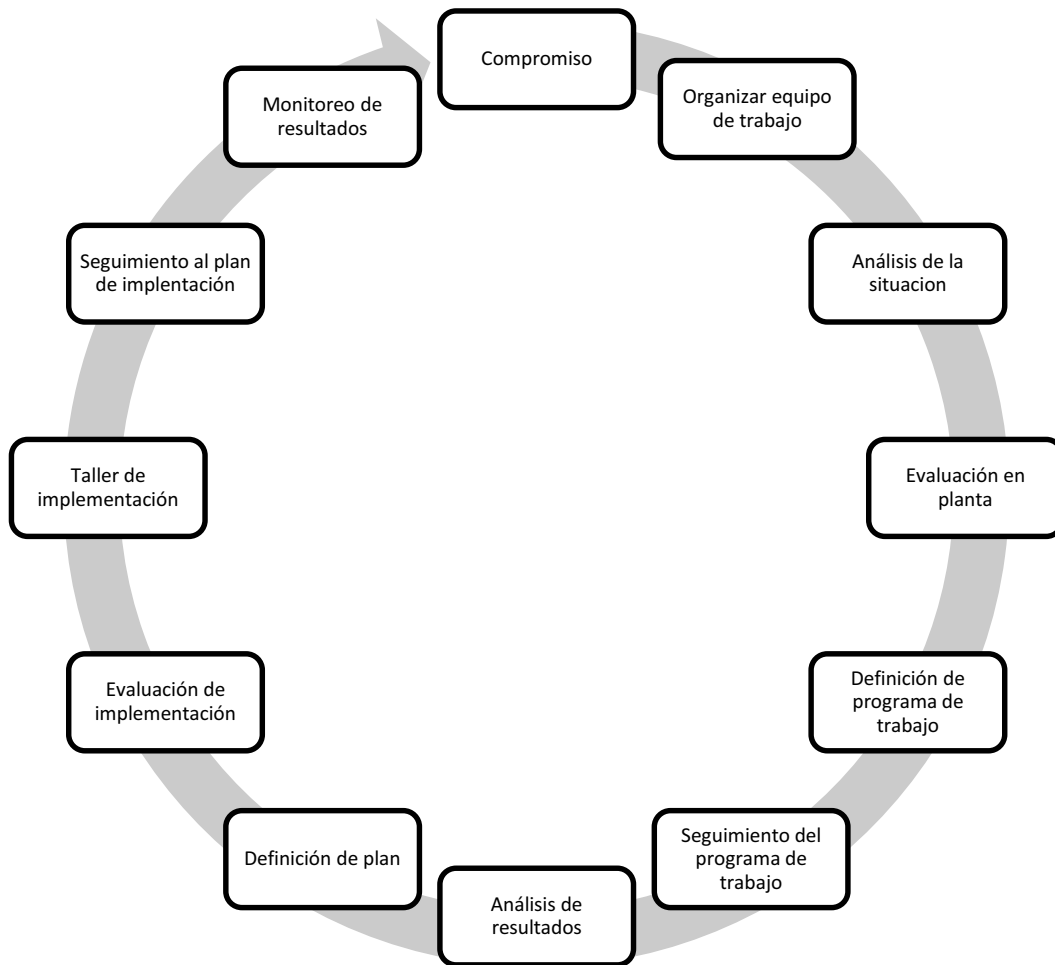
4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Lineamientos para implementación del proyecto

Se pretende brindar a los dueños de la empresa, en particular a los responsables de la administración y gestión sobre los procesos, una orientación práctica para llevar a cabo implementaciones de los procesos de forma simple, eficiente y acorde a las necesidades propias de cada empresa.

- Presentación de proyecto.
- Resultados esperados con la implementación, beneficios, requerimientos.
- Obtención de fondos.
- Inducción del personal.
- Capacitación del personal (producción más limpia, eficiencia energética, procesos).
- Formación del equipo y responsables.
- Plan de auditoría.
- Implementación de medidas.
- Supervisión y evaluación de avances.
- Seguimiento de medidas adoptadas.
- Elaboración y presentación de informe de seguimiento.
- Elaboración y presentación de informe final.

Figura 41. **Ciclo de implantación del proyecto**

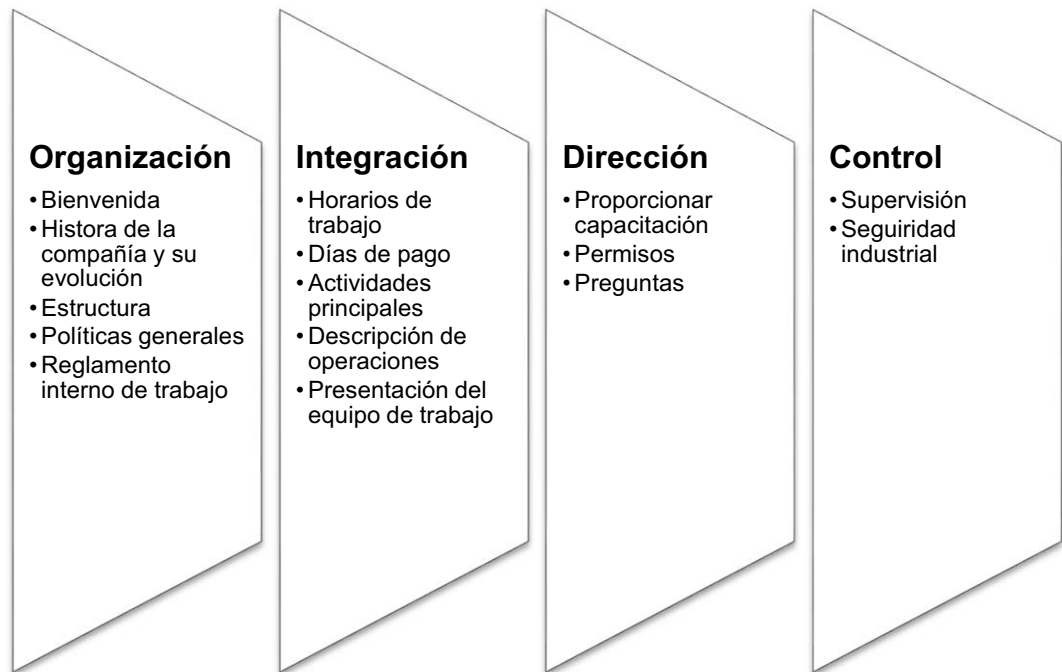


Fuente: elaboración propia.

4.2. Programa de inducción al personal de la planta de producción

Cuando una persona es reclutada y seleccionada, es necesario que se oriente y capacite. En este caso por ser una empresa de producto farmacéutico que está directamente relacionado con los consumidores, se debe tener un programa de inducción adecuado para asegurar la calidad del producto. El programa de inducción se basa en cuatro enfoques: organización, integración, dirección y control.

Figura 42. Programa de inducción



Fuente: elaboración propia.

4.3. Capacitación al personal de la planta

Las capacitaciones están dirigidas para cumplir con el programa de producción más limpia.

Tabla XX. **Capacitación dirigida a producción más limpia**

Programa de capacitación producción más limpia		
Duración aproximada: <u>10 horas</u>	Fecha de inicio: _____	Fecha de finalización: _____
Actividad	Descripción	Métodos
Aspectos básicos	Definir un programa de producción más limpia, contaminación y sus tipos, disposición de residuos y sus aplicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Clase magistral - Lecturas
Principios	Definir las posibles aplicaciones como el reciclaje utilizando las 3 R, eficiencia energética, ahorro en el consumo de agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Clase magistral - Ejercicios
Desarrollo	Definir un plan y cómo ejecutarlo, así como evaluar y obtener resultados.	<ul style="list-style-type: none"> - Ejemplos - Ejercicios

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Capacitación dirigida a eficiencia energética**

Programa de capacitación eficiencia energética		
Duración aproximada: <u>10 horas</u>	Fecha de inicio: _____	Fecha de finalización: _____
Actividad	Descripción	Métodos
Aspectos básicos	Definir eficiencia energética y las herramientas a utilizar en un cálculo de eficiencia energética.	<ul style="list-style-type: none"> - Clase magistral - Lecturas
Principios	Cálculos de iluminación y posibles cambios. Ahorro energético y uso adecuado de aparatos electrónicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Clase magistral - Ejercicios - Recorrido en la planta
Desarrollo	Definir un plan y cómo ejecutarlo, así como evaluar y obtener resultados.	<ul style="list-style-type: none"> - Ejemplos - Ejercicios - Aplicación

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Capacitación dirigida a consumo de agua**

Programa de capacitación consumo de agua		
Duración aproximada: <u>10 horas</u>	Fecha de inicio: _____	Fecha de finalización: _____
Actividad	Descripción	Métodos
Aspectos básicos	¿Cómo se obtiene el agua? ¿Cuál es el uso adecuado del agua? ¿Qué tratamiento se le puede dar?	- Clase magistral - Lecturas
Principios	Concientización del consumo de agua <i>per capita</i> . Consejos para ahorro de agua dentro y fuera de la planta	- Clase magistral - Ejemplos - Consejos
Desarrollo	Definir un plan y cómo ejecutarlo, así como evaluar y obtener resultados.	- Ejemplos - Aplicación - Visita técnica

Fuente: elaboración propia.

4.4. Determinación del tiempo adecuado para la realización de capacitación

Con la finalidad de apoyar al proceso de planeación y mejora continua, una capacitación orienta a la estructuración y desarrollo, fortaleciendo conocimientos, habilidades y aptitudes en los que participen en las mismas.

Para conocer cuando se necesita una capacitación se pueden contestar las siguientes preguntas:

- Problemas en la organización
- Desviaciones en la productividad
- Cambios (culturales, políticas, métodos, entre otros)
- Solicitudes

Las circunstancias que imponen la necesidad de una capacitación pueden ser pasadas (problemas), presentes (reflejos), futuras (prevención). Se define el tiempo de capacitación con los siguientes aspectos:

- Retención del conocimiento
- Habilidades de asimilación del conocimiento
- Evaluación de la transferencia de conocimiento
- Cantidad de personas que van a recibir la capacitación
- La estructura de la capacitación
- Contabilidad y costo–efectividad

4.5. Documentación y registros de control

Para llevar un control de los procesos se necesita de documentación y registros de control que los validen. El control del mantenimiento de la higiene en una planta procesador de productos farmacéuticos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que allí se elaboren.

Se toman a consideración cinco aspectos para elaborar los registros de control, estos son:

- Cada empresa debe tener un plan escrito que describa los procedimientos diarios que se llevarán a cabo durante y entre las operaciones, así como las medidas correctivas previstas y la frecuencia con la que se realizarán, para prevenir la contaminación directa de los productos.
- Cada registro debe estar firmado por una persona de la empresa con total autoridad en lugar o por una persona de alta jerarquía en la planta. Debe ser firmado en el inicio del plan y cuando se realice.
- Cada registro debe identificar procedimientos preoperacionales y deben diferenciarse de los procedimientos que se realizan durante las operaciones.
- El personal designado será, además, el que realizará las correcciones del plan, cuando sea conveniente.
- No hay requerimientos en lo respecta al formato.

Los datos que se consideran para este tipo de registro son: responsable, frecuencia de ejecución, procedimientos específicos, productos y concentraciones, responsable, acciones correctivas, firma de autorización.

4.5.1. Programa de operaciones estandarizadas para la sanitización

El mantenimiento de la higiene en una planta procesadora de fármacos es una condición esencial para asegurar la inocuidad de los productos que allí se elaboren.

Tabla XXIII. **POES**

Responsable de monitoreo			Resultado de monitoreo		
Fecha de monitoreo			Parámetro de evaluación	Conforme (C)	No conforme (NC)
Criterio de evaluación	Evaluación		Observaciones	Acciones correctivas	
	C	NC			
Procedimiento de monitoreo			Procedimiento de verificación		
Monitoreado por	Verificado por			Fecha	

Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Medición de beneficios

Con el desarrollo del proyecto, se establecen indicadores y estándares, en los cuales se puede medir económica y financieramente lo que la empresa ha logrado reducir por los conceptos de residuos, contaminación, reducción del costo de suministro de energía eléctrica y consumo de agua, reflejando el compromiso hacia el cuidado del medio ambiente y la calidad del mismo.

El cumplimiento de las metas propuestas en la tabla IV de este trabajo son necesarias para crear beneficios en la gestión de eficiencia energética, la reinstalación con la distancia adecuada entre luminarias y el cambio de luminarias. Además de ayudar al medio ambiente y operarios, ayuda a disminución de consumo del suministro de energía eléctrica creando reducción de costos.

En el caso del agua, el aprovechamiento de este recurso con la concientización de su uso para el caso de los servicios sanitarios y capacitación para el caso de la producción, será mejor creando reducción de costos y un mejor tratamiento de las mismas siendo esta ya de tipo residual.

Todos los cambios deben realizarse de una manera ordenada y sistemática, como lo indica el cronograma de desarrollo, para que la verificación y la medición de impacto ambiental sea la adecuada y que existan alternativas.

5.1.1. Controles

Bajo el concepto de producción más limpia, los controles permiten caracterizar el desempeño de la empresa y brindan información de cada uno de los recursos que se utilizan en el proceso de producción y los residuos generados durante el desarrollo del mismo.

5.1.1.1. Indicadores

Tienen como propósito conocer si el uso de insumos y materias primas son adecuados, por lo que se debe tener claro los procesos de producción, lo cual fue analizado en el capítulo 2 de este trabajo. Para la detección de posibles fallas en el proceso, la definición de la cantidad de residuos generador y las posibilidad de utilizar métodos de reciclaje, se puede utilizar la siguiente ecuación: materias primas – (productos + subproducto) = residuos + emisiones.

Los principales aspectos a tomar en cuenta al momento de establecer indicadores es el nivel de tecnología en el proceso y en áreas de trabajo, para así facilitar la identificación de puntos críticos y recomendaciones basadas en principios de producción más limpia.

Los indicadores establecidos para este tipo de proyectos se muestran en la tabla XXIV, a esta se suman los indicadores medidos en la tabla III.

Tabla XXIV. **Indicadores de procesos**

Indicador	Unidades de medida
Agua consumida por unidad productiva	Litro / producción
Aguas residuales por unidad productiva	Litro / producción
Combustible y lubricantes consumidos por unidad productiva	Galones / producción
Materia prima consumida por unidad productiva	Kilogramos/producción
Residuos sólidos por unidad productiva	Kilogramos/producción
Emisiones de gas (residuos gaseosos) por unidad productiva	Metros cúbicos/producción

Fuente: elaboración propia.

5.1.1.2. Estándares

El control de procesos adecuado en una empresa o proyecto se realiza cuando se puede planificar, controlar y supervisar la gestión de los factores. Por lo que, las herramientas de gestión más importantes son los estándares, los cuales son un instrumento que permite reducir continuamente la fallas y facilita la comunicación entre los grupos externos interesados en el proceso.

Uno de los atributos de los estándares es la capacidad de cuantificar la evolución de la empresa, permitiendo comparaciones entre evaluación y evaluación. Los estándares permiten detectar rápidamente tendencias y son útiles en los sistemas de prevención. Al comparar la información, se hacen evidentes las fallas y las acciones potenciales de optimización, por lo que estos son esenciales para la definición de metas en un programa de mejora.

Los estándares establecidos para este tipo de proyectos se dividen en las escalas globales y locales, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XXV. **Estándares**

Escala	Tipo de estándar
Global	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de gas invernadero, según Protocolo de Kioto - Cantidad de sustancias agotadoras de la capa de ozono, según listado de Protocolo de Montreal. - Cantidad de COP, según lista de Protocolo de Estocolmo.
Local	<ul style="list-style-type: none"> - Vertimiento de aguas residuales. - Demanda biológica de oxígeno. - Demanda química de oxígeno. - Consumo de agua y energía. - Reducción de generación de residuos. - Costos de reciclaje, disposición y transporte de residuos.

Fuente: elaboración propia.

5.2. Cumplimiento del Reglamento Técnico Centroamericano 11.03.42:07 Reglamento Técnico sobre Buenas Prácticas de Manufactura en Industrias Farmacéuticas

Este reglamento ha sido realizado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guatemala; Dirección Nacional de Medicamentos, El Salvador; Ministerio de Salud, Nicaragua, entre otros, con el objetivo de establecer los principios y directrices de las buenas prácticas de manufactura que regulan todos los procedimientos involucrados en la manufactura de productos farmacéuticos para asegurar la eficacia, seguridad y calidad de los mismo.

Este reglamento esta segmentado en dieciséis incisos, los cuales garantizan cumplir con el objetivo antes descrito. La segmentación del reglamento se basa manera que una farmacéutica debe laborar los incisos que se describen a continuación:

- Definiciones
- Requisitos
- Organización y personal
- Edificios e instalaciones
- Equipo
- Materiales y productos
- Documentación
- Producción
- Garantía de calidad
- Control de calidad
- Producción y análisis por contrato
- Validación
- Quejas, reclamos y retiros de productos
- Autoinspección y auditorias de calidad
- Vigilancia y verificación
- Elementos complementarios

La empresa debe evaluar su labor basada en este reglamento será auditada por el Ministerio de Salud y Asistencia Social para obtener la licencia de salud y así distribuir el producto farmacéutico.

5.2.1. Guía para determinar cumplimiento

Esta guía se obtiene en la página web del Ministerio de Salud y Asistencia Social, Guatemala (<http://www.mspas.gob.gt/>). Establece la verificación de su cumplimiento e implica la revisión de todos los elementos relacionados con las BPM implementadas en la empresa.

Tiene como objetivo establecer los criterios de evaluación a seguir por parte de la autoridad reguladora, para verificar el cumplimiento de RTCA 11.03.42:07.

La guía consta de una hoja de datos generales y más de mil preguntas que serán evaluadas con los criterios crítico, mayor, menor, y cada una de las preguntas con opción de realizar anotaciones en la casilla de observaciones para determinar el cumplimiento de reglamento en cuestión.

Esta guía debe ser llenada por un profesional con los conocimientos de este reglamento y con los procesos de la empresa. Cabe mencionar que en la empresa es indispensable que esté integrado por el profesional a cargo de la producción y un profesional encargado del control de calidad.

5.3. Estudios de aguas residuales

Como parte del seguimiento, se realiza un estudio de las condiciones del agua residual basado en el acuerdo gubernativo 236-2006 *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*.

Actualmente, la gestión de aguas residuales de la planta de producción consiste en conectar las aguas de todo tipo de descarga a fosas sépticas con su respectivo pozo de absorción. Se considera que debido a que la distancia entre el final de la fosa séptica y el nivel freático es mayor de 10 metros, la filtración del agua de los pozos no llega al manto freático, por lo que no existe posibilidad de contaminación. Se describe un plan de gestión de aguas residuales en la empresa.

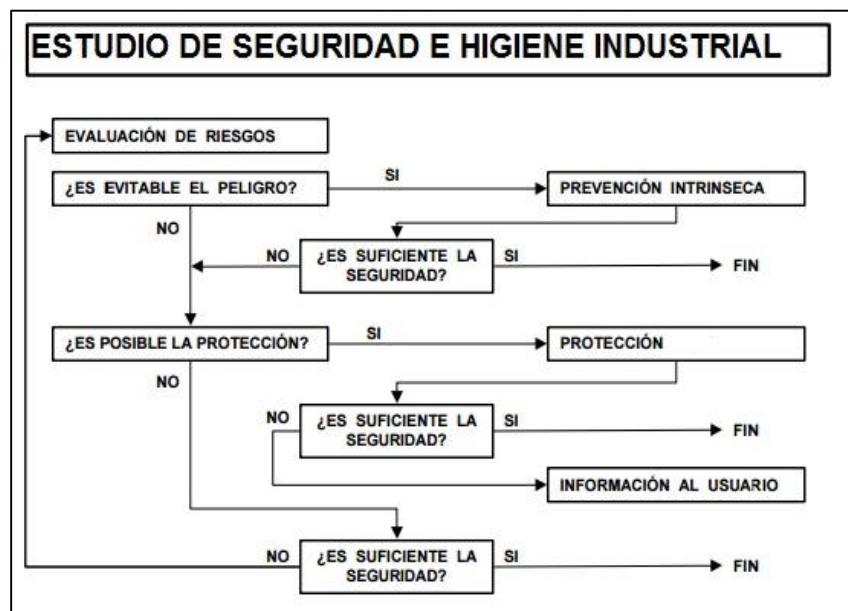
- El manejo del recurso de agua que está vertiendo al drenaje, con motivo de la purga de la caldera y del proceso de enfriamiento de las autoclaves, debe controlarse de tal forma que el mismo no se desperdicie. Por ello, se recomienda reconducirla a un tanque cisterna de condiciones y tamaño adecuado que permita recoger el agua que actualmente se descarga dentro del proceso; recalentándola antes de que llegue al drenaje, de esta manera tendrá la calidad y la temperatura necesaria para reutilizarla.
- Monitorear las posibles fuentes de grasas y aceites en los puntos de calderas, con el propósito de no generar contaminación cruzada en las aguas residuales.

- Como iniciativa, implementar a mediano plazo la compra de una lavadora de frascos, sopladora, que utilizará aire en lugar de agua, por lo que disminuirá el consumo y la descarga de agua.

5.4. Estudios de seguridad industrial e higiene industrial

Como parte de la mejora continua de la empresa, se debe realizar un estudio de seguridad e higiene industrial, el cual identifica posibles causas de accidentes o fatigas que pueden suceder mientras las personas se encuentre laborando. Para la identificación de estas causas se puede utilizar el siguiente flujo.

Figura 43. Estudio de seguridad e higiene industrial



Fuente: *Estudio de seguridad e higiene industrial.*

http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd46/LSI_Cap02.pdf. Consulta: junio de 2015.

Se han encontrado deficiencias en los procesos realizados por los operarios y en las condiciones dónde se realiza el trabajo, las cuales son:

- Los operarios no usan aislantes térmicos
- Los operarios no usan protectores auditivos
- Los operarios no usan protectores visuales
- Piso resbaladizo en áreas de lavado, llenado y esterilización
- En vestidores no hay antideslizantes

Con el objetivo de crear conciencia del uso de elementos de seguridad y equipo de protección personal en las tareas que realizan los operarios se elabora un plan de gestión:

- Crear un curso sobre el uso de elementos de seguridad y equipo de protección personal.
- Colocar fajas de material antideslizante en las zonas de riesgo, con el fin de reducirlo.
- Capacitación de primeros auxilios y uso de extintores.
- Plan de mantenimiento de maquinarias.

CONCLUSIONES

1. La propuesta de infraestructura de la empresa está regida al cumplimiento del RCTA 11.03.42:07, esta se muestra en la figura 19, con las consideraciones de que los servicios sanitario y vestidores no tengan contacto con la planta de producción y el flujo de materia prima sea directo desde bodega hasta la finalización del producto.
2. Al conocer la situación actual se establecieron punto críticos entre estos los incurridos por el personal por falta de conocimiento o capacitación, por lo que se diseñó el puesto de los operarios, capacitaciones y el proceso de inducción, asegurando que el personal de la empresa cumpla con las competencias necesarias para la producción del suero oral.
3. De acuerdo al análisis realizado se han identificado los departamentos que más generan residuos y contaminación siendo estos Bodega, Producción y Control de Calidad por lo que se han realizado propuesta como el manejo de aguas residuales, la minimización de residuos, la reutilización, reciclaje y así obtener una gestión de residuos óptima.
4. En un proceso de producción de producto fármacos se toman en cuenta una serie de normas entre esta RCTA 11.03.42:07 donde se requiere de la inspección y control de áreas limpias, para cumplir con este requerimiento se estable los aspectos necesarios (que se hizo, quien los hizo, quien autorizo, entre otros) por los que se propone un formato para llevar a cabo este tipo de registro y así contribuir al programa de producción más limpia.

5. En la propuesta de cambios para los procesos de producción (bodega, lavado, solución/formulación, llenado, sellado, esterilización, empaque), se mejorará el aprovechamiento de los recursos utilizados como el recurso hídrico, consumo de energía eléctrica, minimización de pérdidas de productos y desperdicios de insumos, basados en los principios de producción más limpia. Los indicadores es la herramienta que complementa el seguimiento de la implantación para evidencia las mejoras alcanzadas.

RECOMENDACIONES

1. Con el propósito de aprovechar el agua que se descarga al drenaje como parte del proceso de calderas y autoclave; se propone recuperarla en una cisterna que cumpla con las condiciones de protección y aseguramiento de la calidad del agua, con la intención de ser recirculada dentro del mismo proceso.
2. Dar cumplimiento a la adquisición de una lavadora de frascos a través de aire (sopladora), con el propósito de disminuir el consumo de agua y la descarga de la misma al drenaje.
3. La empresa debe tener a la vista un plan de capacitaciones y reuniones periódicas, con el propósito de mantener la conciencia del uso adecuado de los recursos hídricos y eléctricos, así como el uso adecuado de la materia prima y la gestión de residuos.
4. Se sugiere dar seguimiento al estudio de seguridad e higiene industrial, para minimizar riesgos y mantener la salud de los operarios, y que estos no presenten lesiones a lo largo del tiempo por el uso inadecuado del equipo de protección personal.
5. Como parte de la redistribución de las áreas de la empresa, se puede visualizar un gasto que oscila entre los Q 200 000,00, por lo que se sugiere que se realice aunque no sea rentable con el propósito de mantener la calidad del producto y a requerimiento del RCTA 11.03.42:07.

6. Al finalizar la implantación del proyecto, se debe realizar una nueva identificación de puntos críticos, con el propósito de mantener la mejora continua de la empresa y así seguir desarrollándose.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARILLAS, Rolando. *Sistema producción más limpia y plan de mantenimiento preventivo en una industria litográfica ubicada en ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 140 p.
2. BARRIENTOS, Claudia María. *Estudio para la implementación de buenas prácticas de operación en el Ingenio la Unión, como alternativa a un programa de producción más limpia*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 53 p.
3. DOMENECH, José R. *Eficiencia energética en Guatemala*. [en línea]. <<http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Guatemala%20energia.pdf>>. [Consulta: febrero de 2015].
4. HOOFF, Bart Van. *La evolución y el futuro de la producción más limpia en Colombia*. [en línea]. <<http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n26/n26a13>>. [Consulta: agosto de 2014].
5. LAPEÑA, Miguel Rigola. *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Colombia : MARCOMBO, S.A., 1990. 12 p.

6. MARA, Duncan; CAIRNCROSS, Sandy. *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura*. España: Grafos, 1990. 214 p. ISBN 92 4 354248 6.
7. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional de producción más limpia*. Guatemala : MARN, 2010. 50 p.
8. MUÑOZ, Antonio. *Estudio de seguridad e higiene industrial*. [en línea]. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd46/LSI_Cap02.pdf>. [Consulta: junio de 2015].
9. Oficina para la Promoción de Eficiencia Energética. *Beneficios de eficiencia energética en un programa de P+L*. [en línea]. <<http://opee.pml.org.ni/>>. [Consulta: febrero de 2015].
10. PRIETO FERNÁNDEZ, Antonio. *Puntos críticos*. [en línea]. <<http://www.madridsalud.es/temas/puntoscontrolcritico.php>>. [Consulta: febrero de 2015].
11. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Usando producción más limpia para facilitar la implementación de los acuerdos ambientales multilaterales*. México: Regina de los Ángeles, S.A., 2003. 23 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Calificación de eficiencia energética



Fuente: elaboración propia, empleando programa CEX, gran terciario.

Apéndice 2. Cálculo de iluminación

Datos de entrada:

Dimensiones de la empresa:

- Largo: 50 m.
- Ancho: 15 m.
- Altura total: 6 m.

Nivel de iluminancia media

$$E_m = 680 - 75 = 605 \text{ lux}$$

Alturas de suspensión de las luminarias: 5,5 m.

Índice local:

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{50 * 15}{5,5(50 + 15)} = 2,27$$

Coefficiente de reflexión:

- Techo = 0
- Paredes = 0
- Suelo = 0,1

Continuación de apéndice 2.

Coefficiente de utilización η : 0,58

Factor de mantenimiento: 0,75

Calculo de luminarias:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{\eta * f_m} = \frac{605 * 50 * 15}{0,58 * 0,75} = 1\ 043\ 103,45$$

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_T} = \frac{1\ 043\ 103,45}{1 * 5 * 10^4} = 21 \text{ luminarias}$$

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Consumo de electricidad per cápita

País	Consumo de electricidad per cápita (kWh por habitante)	Año
Canadá	14,351	2014
Suecia	13,986	2014
Estados Unidos	12,186	2014
Taiwán	10,368	2014
Australia	9,486	2014
Nueva Zelanda	9,260	2014
Corea del Sur	9,166	2014
Bélgica	8,104	2014
Austria	7,759	2014
Suiza	7,315	2014
Rusia	7,286	2014
Alemania	7,192	2014
Francia	6,986	2014
Japón	6,764	2014
República Checa	6,629	2014
Israel	6,230	2014
Trinidad y Tobago	6,198	2014
Bahamas	5,577	2014
Puerto Rico	5,366	2014
España	5,231	2014

Continuación del anexo 1.

China	3,926	2014
Chile	3,106	2014
Venezuela	2,946	2014
Argentina	2,582	2014
Uruguay	2,388	2014
Brasil	2,249	2014
Belice	1,848	2014
Costa Rica	1,794	2014
México	1,765	2014
Panamá	1,721	2014
República Dominicana	1,267	2014
Ecuador	1,238	2014
Cuba	1,235	2014
Perú	1,136	2014
Jamaica	1,046	2014
Paraguay	1,011	2014
Colombia	981	2014
El Salvador	940	2014
Bolivia	653	2014
Honduras	564	2014
Guatemala	557	2014
Nicaragua	503	2014
Haití	21	2014

Fuente: *Consumo energético per cápita*. <http://www.indexmundi.com/map/?v=81000&l=es>.

Consulta: mayo de 2015.

Anexos 2. Tipo de interés típico y premio al riesgo por país

Estimaciones de los premios de riesgo de país		
<i>País</i>	<i>Tipo de interés típico</i>	<i>Premio de riesgo de país</i>
Estados Unidos	6,10%	0.00%
Belice	9.10%	3.00%
Canadá	6.75%	0.65%
Costa Rica	8.60%	2.50%
El Salvador	7.55%	1.45%
Guatemala	9.10%	3.00%
Honduras	11,60%	5,50%
México	9.10%	3.00%
Nicaragua	11.60%	5.50%
Panamá	7.30%	1.20%
Trinidad y Trinidad y Tobago	8.60%	2.50%

Fuente: *Premio al riesgo*. <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/watkins.html>. Consulta: octubre de 2015.

