



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015
PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE
ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA**

Inga. Gabriela Michele Acevedo Ocón

Asesorado por el M.A. Inga. Lourdes María Benavente Mejía

Guatemala, abril de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015
PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE
ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. GABRIELA MICHELE ACEVEDO OCÓN
ASESORADO POR EL M.A. INGA. LOURDES MARÍA BENAVENTE MEJÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRO EN ARTE EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DEL 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ LA DEFENSA DE TESIS

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Javier Fidelino García Tetzagüic
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015
PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE
ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 26 de septiembre de 2020.



Inga. Gabriela Michele Acevedo Ocón

LNG.DECANATO.OI.350.2022

La Decana 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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA**, presentado por: **Gabriela Michele Acevedo Ocón**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, mayo de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, mayo de 2022

LNG.EEP.OI.350.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA"

presentado por **Gabriela Michele Acevedo Ocón** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**



Guatemala, 13 de enero de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado **el informe final** del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA.”** De la estudiante Gabriela Michele Acevedo Ocón, del programa de Maestría en **Artes en Gestión Industrial**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

“Id y Enseñad a Todos”



M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Gestión Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 31 de octubre de 2020

M.A. Ingeniero
Edgar Dario Álvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Su despacho.

Distinguido director:

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 14001:2015 PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA EN UN PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES DE ALUMINIO EN GUATEMALA"** de la estudiante **ACEVEDO OCÓN, GABRIELA MICHELE** del Programa de Maestría en **Gestión Industrial** identificado con número de carne: **999002433**. Previo a culminar sus estudios en el programa de **Maestría**. Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,



M.A. Ing. Lourdes María Benavente Mejía
Colegiado No. 5315
Asesor de tesis

INGA. LOURDES BENAVENTE M.
Colegiado 5315

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme y ser mi guía, a lo largo de mi vida.
Mis padres	Mario Roberto Acevedo y María de los Ángeles Ocón, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.
Mis hermanas	Grecia y Ximena Acevedo, por darme su cariño y apoyo incondicional.
Mis abuelas	María Esther Zambrano y Herminia Paz, por ser una importante influencia en mi vida.
Mi familia	A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la sede de todo el conocimiento que he
adquirido en estos años.

Facultad de Ingeniería

Por ser mi segundo hogar y el centro de estudios
que me ayudó a cumplir mis metas.

**Mis compañeros de
trabajo**

Por brindarme el apoyo para aplicar mis
conocimientos y poder desarrollarme
profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Gestión Ambiental	1
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.1.2. Instrumentos de gestión ambiental	4
1.1.3. Contaminación del entorno	4
1.1.4. Reducción de los recursos naturales.....	5
1.1.5. Sostenibilidad	5
1.2. Agua	6
1.2.1. Antecedentes.....	7
1.3. Industria de envase de aluminio	7
1.3.1. Historia	8
1.3.2. Producción de envases	11
2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	17
3.1. Situación previa	17
3.2. Cuantificar los desperdicios de agua.....	17

3.3.	Controles operacionales para reducir el consumo del agua.....	19
3.4.	Ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua.....	20
3.5.	Propuesta: Diseño de un sistema de gestión basado en la norma ISO 14001:2015	21
3.5.1.	Contexto de la organización	21
3.5.1.1.	Comprensión de la organización y de su contexto	22
3.5.1.2.	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.....	25
3.5.1.3.	Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental	27
3.5.1.4.	Sistema de gestión ambiental	27
3.5.2.	Liderazgo.....	27
3.5.2.1.	Liderazgo y compromiso	28
3.5.2.2.	Política ambiental	28
3.5.2.3.	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización.....	29
3.5.3.	Planificación	29
3.5.3.1.	Acciones para tratar riesgos y oportunidades.....	29
3.5.3.2.	Objetivos ambientales y planificación para lograrlos	31
3.5.4.	Soporte.....	35
3.5.4.1.	Recursos	35
3.5.4.2.	Competencia	35
3.5.4.3.	Toma de conciencia	36
3.5.4.4.	Comunicación.....	36

3.5.4.5.	Información documentada	37
3.5.5.	Operación	38
3.5.5.1.	Preparación y respuesta ante emergencias	42
3.5.6.	Evaluación del desempeño.....	42
3.5.6.1.	Seguimiento, medición, análisis y evaluación.....	42
3.5.6.2.	Auditoría interna	43
3.5.6.3.	Revisión por la dirección.....	44
3.5.7.	Mejora.....	44
3.5.7.1.	No conformidad y acción correctiva.....	45
3.5.7.2.	Mejora continua	45
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
4.1.	Análisis Interno	48
4.2.	Análisis externo	50
4.3.	Integración.....	50
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES	53
	REFERENCIAS	55
	ANEXOS	59
	APÉNDICES	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de envases de aluminio .	14
2. Porcentaje de rechazo de agua mensual	18
3. Rendimiento de agua mensual.....	20

TABLAS

I. Operacionalización de variables.....	XXII
II. Variación de consumo de agua posterior a implementación de sistema de gestión.	21
III. Variación de consumo de químicos de tratamiento de agua posterior a implementación de sistema de gestión.....	21
IV. Matriz FODA.....	23
V. Matriz de partes interesadas	25
VI. Alcance del sistema de gestión ambiental.....	27
VII. Objetivos e indicadores ambientales.....	31
VIII. Programa de gestión ambiental.....	33
IX. Controles operacionales	39

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
S	Desviación estándar
kg/día	Kilogramos por día
L	Litros
$\bar{X}$	Media aritmética
m ³	Metros cúbicos
m ³ /h	Metros cúbicos por hora
m ³ /min	Metros cúbicos por minuto
mL	Mililitros
min	Minutos
N	Número total de datos
%	Porcentaje con base 100
X	Valor obtenido

GLOSARIO

Acondicionamiento de agua	Proceso de tratamiento de agua que modifica determinados parámetros de calidad.
Aspecto ambiental	Es un elemento que se deriva de la actividad humana y que tiene contacto con el medio ambiente.
Comunicación externa	Es la comunicación hacia las partes interesadas del sistema de gestión que no están dentro de la organización.
Comunicación interna	Es la comunicación dentro de la empresa.
Contaminante inorgánico	Son sustancias químicas disueltos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo.
Contaminante orgánico	Son sustancias químicas que contienen carbono y están disueltos en el agua.
Control operacional	Acciones y/o tecnologías aplicables a los aspectos ambientales significativos asociados a las actividades, productos y servicios para mantenerlos dentro de los parámetros aceptables.

Emergencia Ambiental	Cualquier situación con posibles consecuencias adversas sobre el medio ambiente.
Filtro de carbón	Es un elemento filtrante que elimina sedimentos, bacterias y sustancias químicas eliminando el sabor, olor y color del agua.
Filtro multicapa	Es un elemento filtrante que elimina sólidos y sedimentos del agua.
Filtro suavizador	Es un elemento filtrante que reduce la dureza del agua mediante el intercambio iónico.
Gestión ambiental	Es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades humanas que afectan al medio ambiente, con el fin de prevenir y reducir los impactos ambientales.
Impacto ambiental	Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.
Marco regulatorio	Conjunto de disposiciones legales, reglamentarias y compromisos del medio ambiente, que son objeto de cumplimiento.
Norma ISO 14001:2015	Normativo que proporciona a las organizaciones un marco con el cual pueden proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales

cambiantes, siempre guardando el equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

Normativa legal	Es el documento emanado por autoridades que cuentan con la facultad de legislar y fiscalizar.
Osmosis inversa	Medio filtrante que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes del agua.
Otros requisitos	Acuerdos y compromisos que adquiere la empresa con las partes interesadas, derivado o asociado al cuidado del medio ambiente.
Permeado	Flujo de agua filtrada proveniente de la osmosis inversa con baja concentración de iones y moléculas.
Rechazo	Flujo de agua desechada por filtración por osmosis inversa con alta concentración de iones y moléculas.
Requisito legal	Condiciones impuestas por ley que deben ser cumplidas.
Retrolavado	Operación de mantenimiento de un medio filtrante para eliminar solidos retenidos del medio.

RESUMEN

El propósito principal de la investigación es reducir el consumo de agua en un proceso de elaboración de envases de aluminio. Para ello el objetivo general es diseñar un método de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015. El periodo de ejecución de la investigación fue del mes de junio 2019 a agosto del 2020.

Se realizó la contabilización los desperdicios de agua, en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento del agua; mediante un recorrido por el proceso productivo y entrevistas al personal operativo. Al tener recopilada esta información se diseñó un sistema de gestión ambiental según la norma ISO 14001:2015, estableciendo los controles operativos requeridos, para tener el control del consumo de agua. Posteriormente se determinó el porcentaje de ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento de agua.

El 38 % del agua extraída del pozo, es desperdiciada en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento de agua; principalmente en los equipos de filtración y osmosis inversa. Como resultado de los controles operacionales implementados, tanto administrativos como de ingeniería, se logró una mejora en el rendimiento de agua de 64.82 a 47.957 mililitros por envase. Posteriormente, se determinó un 14 % de ahorro de agua y un incremento del 40% en consumo de químicos de tratamiento de agua por mejoras en la calidad de agua.

El diseño de un sistema de gestión ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015, permitió aumentar la eficacia ambiental, reducir la utilización de recursos naturales y facilitar el cumplimiento de requisito legales aplicables.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS ORIENTADORAS

La ausencia de controles operaciones y concientización ambiental provoca un aumento en el consumo de recursos naturales. Según el formato de consumo de agua a partir del 2019 en el proceso de producción se incrementó el consumo de agua en un 13 % en comparación al año 2018, por lo cual el costo de tratamiento de agua incremento un 5 %.

- Descripción del problema

El área química de una empresa productora de envases de aluminio se divide en dos: Acondicionamiento de Agua y Lavado de botes. Esta área es la principal consumidora de agua en el proceso de fabricación de envases de aluminio.

Las causas que provocaron el problema son las descritas a continuación. Existía una ausencia de controles operacionales lo cual no permitía identificar las áreas de oportunidad en los procesos operativos inicialmente mencionados. Así mismo existía un desperdicio de agua en el proceso de acondicionamiento de agua por la baja eficiencia con la cual los equipos que conforman este proceso operaban. Finalmente existía una falta de sensibilización del personal acerca del uso eficiente de los recursos naturales y como su escasez es un problema al cual nos podemos enfrentar en el futuro.

Los principales efectos que ocasionaron este problema fue el agotamiento de los recursos naturales, como lo es el agua y la contaminación del suelo y agua al no tener control de las fugas del sistema de tuberías.

- Formulación del problema

En la formulación del problema se establecieron las preguntas centrales para determinar el objetivo general de la investigación y las preguntas auxiliares de investigación para determinar los objetivos específicos.

- Pregunta central

¿Cuál es el método de gestión basado en la norma ISO 14001:2015 para reducir el consumo de agua en un proceso de elaboración de envases de aluminio en Guatemala?

- Preguntas auxiliares de investigación

- ¿Cuánto desperdicio de agua se tiene en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento de agua?
 - ¿Qué controles operacionales se pueden crear para reducir el consumo de agua?
 - ¿Cuánto ahorro de agua y químicos se puede obtener en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua con el diseño del sistema de gestión propuesto?

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de gestión basado en la norma ISO 14001:2015 para reducir el consumo de agua en un proceso de elaboración de envases de aluminio en Guatemala.

Específicos

- Cuantificar los desperdicios de agua en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento del agua.
- Establecer los controles operacionales para reducir el consumo del agua.
- Determinar el ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua con el diseño del sistema de gestión propuesto.

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

- Enfoque

El enfoque del presente trabajo de investigación es un enfoque cuantitativo por la siguiente razón:

Cuantitativo dado que se realizó una recopilación de los consumos de agua y el costo del acondicionamiento y tratamiento de agua, a los cuales se les aplicó un análisis estadístico.

- Diseño

El diseño del presente trabajo de investigación es no experimental. Ya que no se llevó cabo ningún experimento para obtener resultados.

- Tipo

Es de carácter transversal porque permite describir, registrar, analizar e interpretar las variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra.

- Alcance

Es de carácter descriptivo porque permite describir, analizar e interpretar el proceso del área química en la elaboración de envases de aluminio. Se obtuvo

información para identificar las áreas donde se tenía el mayor consumo de agua, así como desperdicio de esta, mediante el uso de los contadores de consumo de agua ubicados en las diferentes áreas del proceso.

Se llevaron a cabo entrevistas con el personal operativo de las áreas identificadas para poder determinar si los procedimientos operativos van acorde a la optimización y al ahorro del uso de agua. Al tener recopilada esta información se crearon los controles operativos requeridos según la norma ISO 14001, para tener el control del consumo de agua.

- Variables e indicadores

Se determinaron las variables que indicaban el impacto de la investigación, ya sea de manera positiva o negativa. Así mismo se determinaron si estas eran independientes o dependían del comportamiento de otras variables.

- Variable dependiente

- Rechazo en acondicionamiento de agua: Es la cantidad de agua en metros cúbicos rechazada por el proceso de acondicionamiento de agua.
- Rechazo por agua contaminada: Es la cantidad de agua en metros cúbicos residual por su uso en el proceso productivo.
- Consumo de agua de pozo: Agua extraída del pozo que será utilizada posterior a su acondicionamiento en el proceso productivo.

- Porcentaje de rechazo de agua: Porcentaje de agua rechazada en función del agua de pozo consumida.
 - Consumo de químicos: Es la cantidad de químicos utilizadas en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua en la elaboración de envases de aluminio.
 - Rendimiento de agua: Es el volumen de agua consumido por millar de envases de aluminio producidos.
 - Ahorro de agua: Porcentaje de agua ahorrada posterior a la implementación de controles.
- Independientes
 - Envases producidos: cantidad de envases de aluminio producido en un tiempo determinado.

- Operacionalización de variables

Tabla I. **Operacionalización de variables**

Objetivos específicos	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica
1. Cuantificar los desperdicios de agua en las etapas de acondicionamiento, uso y tratamiento del agua.	Cuantificación de los desperdicios de agua	Dependiente Cuantitativa	% $RT = ((RAA + RAC) * 100) / CAP$ CAP: Consumo de Agua de pozo mensual en galones % RT: Porcentaje de rechazo RAA: Rechazo en acondicionamiento de agua mensual en galones RAC: Rechazo por agua contaminada mensual en galones	La recopilación de información se llevará a cabo de observación mediante una visita a la planta de producción, entrevistas a los encargados de área y revisión de registros del consumo actual de agua.

Continuación de la tabla I.

Objetivos específicos	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica
2. Establecer los controles operacionales para reducir el consumo del agua.	Establecimiento de controles operacionales para reducir el consumo de agua	Cuantitativa	$RA = \frac{CAP}{EP}$ RA: Rendimiento de Agua CAP: Consumo de Agua de pozo mensual en galones EP: Envases producidos mensual	La recopilación de información se llevará a cabo de observación mediante una visita a la planta de producción, entrevistas a los encargados de área y revisión de registros del consumo actual de agua.
3. Determinar el ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua con el diseño del sistema de gestión propuesto.	Cuantificación del ahorro de agua	Cuantitativa	$\Delta CAP = CAP1 - CAP0$ ΔCAP : Ahorro de agua mensual en galones CAP1: Consumo de Agua de pozo mensual en galones después CAP0: Consumo de Agua de pozo mensual en galones antes	

Continuación de la tabla I.

Objetivos específicos	Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica
3. Determinar el ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua con el diseño del sistema de gestión propuesto.	Cuantificación del ahorro de químicos	Cuantitativa	$\Delta Q = Q1 - Q0$ ΔQ : Ahorro de químico Q1: Consumo de químico mensual después de sistema de gestión Q0: Consumo de químico mensual antes de sistema de gestión antes	La recopilación de información se llevará a cabo de observación mediante una visita a la planta de producción, entrevistas a los encargados de área y revisión de registros del consumo actual de agua.

Fuente: elaboración propia

- Fases

Las fases para cumplir con los objetivos establecidos en el estudio de investigación se llevaron a cabo de la siguiente manera:

La fase 1 se realizó una revisión documental para evaluar los procesos y procedimientos de las actividades que generan un mayor consumo y desperdicio de agua dentro del proceso productivo. El instrumento de recolección de datos es el ubicado en el apéndice 1.

En la fase 2 se realizó una visita a las instalaciones en donde se llevó a cabo el estudio, principalmente a través del área de producción. Se observó el proceso de operación de los equipos y las prácticas ambientales que tenían los operarios. Se realizó un recorrido por todos los procesos productivos, identificando las áreas en las cuales se tiene un mayor consumo y desperdicio de agua, acompañada de un colaborador del departamento de seguridad industrial y medio ambiente. El instrumento de recolección de datos es el ubicado en el apéndice 2.

En la fase 3 se realizaron entrevistas de manera aleatoria a 8 operadores de los procesos productivos acerca del funcionamiento de los equipos, las materias primas que utilizan y los procedimientos que realizan. El instrumento de recolección de datos es el ubicado en el apéndice 3.

En la fase 4 se analizaron las entradas y salidas de cada proceso de acondicionamiento, uso y tratamiento para determinar los desperdicios de agua en cada uno de los equipos.

En la fase 5 se establecieron los controles operacionales y de ingeniería necesarios para reducir el consumo de agua en los procesos identificados por alto consumos según los resultados de las encuestas a realizar.

En la fase 6 se estableció el porcentaje de ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento al implementar los controles operacionales y de ingeniería previamente establecidos.

En la fase 7 se elaboró el informe final con la información recopilada en las fases anteriores acerca del diseño de gestión ambiental.

- Población y muestra

La población que fue el foco de esta investigación son los colaboradores del área química y ambiental. La población entrevistada fue en total 8 personas.

- Técnicas metodológicas

Para llevar a cabo la recopilación de información se realizaron las siguientes técnicas:

- Observación: Se procedió a realizar una visita a la planta de producción de envases de aluminio para conocer el proceso de fabricación de los envases de dos piezas.
- Entrevista: Se realizó una entrevista al encargado del área de medio ambiente y al designado como responsable para la implementación de los sistemas de gestión integral.
- Registros: Se realizó seguimiento al registro del indicador de consumo de agua mensual, así como los planes de acción o controles propuestos si este se sale de los límites establecidos.

- Resultados esperados

Implementar un sistema de gestión que controle y sensibilice el uso de los recursos naturales, obteniendo así una operación sustentable de los recursos naturales, en este caso el agua, por una empresa de fabricación de envases de aluminio. Espero que esta investigación sirva de referencia para otras investigaciones que buscan también la preservación del medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una propuesta de un sistema de gestión, basado en la norma ISO 14001:2015, para reducir el consumo de agua, en un proceso de elaboración de envases de aluminio en Guatemala. Como resultado se espera obtener una disminución en el consumo de agua, optimización de recursos y mejoras en el proceso de gestión ambiental.

La problemática de la fábrica de elaboración de envases de aluminio es el consumo sin control del recurso hídrico, el agua. Un consumo controlado permitiría detectar áreas de oportunidad, para ahorrar este recurso. Esto es debido a la ausencia de controles operacionales, desperdicio de agua en el proceso de acondicionamiento por una baja eficiencia de los equipos y la falta de sensibilización de personal, acerca del uso de recursos naturales.

El control del consumo hídrico permite detectar las fugas de agua pueden llegar a provocar un impacto negativo en el medio ambiente. Por lo cual deben ser fácilmente detectables y corregidas. Es importante la solución de este problema, ya que el agua es un recurso natural escaso y de vital importancia, para el desarrollo de la vida humana.

Se realizó una visita a las instalaciones, para evaluar las distintas etapas del proceso productivo; identificando las áreas en las cuales se tenía un mayor consumo y desperdicio de agua. Durante el recorrido se realizaron entrevistas a los operadores acerca del funcionamiento de los equipos y los procedimientos de operación y mantenimiento. Se realizó un levantamiento de la documentación de

las áreas evaluadas como críticas en el desperdicio de agua, para compararlas con los requisitos de la Norma ISO 14001.

El informe final está conformado por cuatro capítulos: el primer capítulo es el marco teórico, el cual contiene toda la teoría que se debe conocer previo a realizar la investigación, se desarrollan temas tales como gestión ambiental, agua y la industria de aluminio. En el segundo capítulo se realiza el desarrollo de la investigación en la cual se evalúan las causas que provocan el problema. En el tercer y cuarto capítulo se establecen los resultados de la investigación, así como la discusión de dichos resultados. A partir de estos dos últimos capítulos se establecen las conclusiones y recomendaciones generadas a partir de la investigación.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Gestión Ambiental

La gestión ambiental es el conjunto de acciones y actividades orientadas a promover cambios y mejoras en las actividades humanas en el ámbito ambiental, estas acciones buscan un desarrollo sustentable.

La humanidad está enfrentando una problemática que afecta la salud del planeta a un nivel que el daño podría ser irreversible. Blanco (2004) señala que los problemas más controversiales que afronta la sociedad es la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. Los sistemas de gestión ambiental son implementados por las empresas para mejorar sus resultados ambientales.

Existen muchos sistemas de gestión, entre los cuales podemos mencionar:

- Los estándares británicos BS7750.
- Regulación del Consejo (EEC)
- La serie de estándares de ISO 14000
- Los estándares irlandeses IS 310:1994
- Los estándares canadienses CSA 2750-94

Esta investigación está basada en el esquema establecido por la norma ISO 1400:2015.

1.1.1. Antecedentes

La organización ISO inició operaciones en el año 1947, desde entonces 19000 normas internacionales han sido publicadas entre ellas la familia de normas 14000. Esta familia de normas está enfocada en la gestión del medio ambiente, establecen las herramientas para su implementación las cuales buscan identificar las actividades que pueden generar un impacto ambiental y mitigarlo.

Acerca de la implementación de un sistema ambiental Bazán y Bruno (2016) mencionan que:

Una auditoría ambiental al inicio de la implementación de una norma no es un requisito de la norma ISO 14001, se recomienda su ejecución debido a que permite unir la información útil que describe las obligaciones de carácter legal, los procesos de operación y productos, afectaciones que se forman, entre otros aspectos que pueden ser encontrados. Esta forma permite proporcionar la identificación de los factores que no son conformes con el sistema de gestión medioambiental y definir los objetivos, metas y las actividades para alcanzarlos. (p.154)

A partir de esta investigación se podrá determinar el método más eficaz para evaluar el estado ambiental de la empresa. Esta revisión nos dará el estado actual en el cual se encuentra la empresa en cuestión ambiental, así como una referencia de una revisión de riesgos de prácticas que puedan afectar el medio ambiente. Evaluar los archivos útiles que describan los procesos que conforman la operación de la empresa y las obligaciones de carácter legal es fundamental para determinar los puntos de oportunidad en los cuales debemos trabajar para

poder cumplir con el estándar que presenta la norma ISO 14:001 en su versión 2015.

Por su parte Sánchez y Prado (2016), afirman que “el bajo nivel de implementación de estos requisitos se debe a que la empresa no cuenta con sistemas de gestión aplicados y falta de concientización ambiental” (p. 66). A partir de su investigación se puede ampliar las diversas actividades a realizar con los colaboradores para crear y fomentar la conciencia ambiental.

La ausencia de cultura ambiental es un factor común en muchas instituciones y esto influye directamente en la implementación de un sistema de gestión ambiental, por lo cual Albornoz (2017) en su investigación menciona que se debe llevar a cabo capacitaciones y campañas de sensibilización que permitan a los colaboradores entender y comprender la importancia de tener buenas prácticas ambientales al momento de realizar su trabajo, que la implementación de estos sistemas de gestión no sea por cumplir con un proceso previo a obtener una certificación, sino que sea por el cuidado del medio ambiente.

En su investigación menciona diversos métodos que pueden enriquecer esta investigación de formación ambiental incluyendo buenas prácticas que se pueden realizar a la vez que se realiza el trabajo del colaborador y encuestas para evaluar el estado actual de educación ambiental en la empresa.

Patiño (2017) menciona que las organizaciones han demostrado un interés y compromiso en la incorporación de criterios ambientales en la toma de decisiones y en el proceso productivo, estas acciones promueven la reducción de impactos ambientales y la creación de una cultura ambiental. A partir de este estudio se tiene un ejemplo de la estructura de un sistema de gestión ambiental según la normativa ISO 14001:2015.

Finalmente, Jiménez (2018) concluyó en su investigación que “el diseño del Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma ISO 14001:2015, permitió desarrollar los procedimientos necesarios para disminuir el impacto ambiental significativo sobre el medio ambiente, optimizar los recursos” (p.188). De esta investigación se pueden determinar los diferentes aspectos e impactos ambientales que pueden formar parte de un proceso de producción.

1.1.2. Instrumentos de gestión ambiental

Los instrumentos de gestión ambiental son métodos o guías que sirven de apoyo para lograr una adecuada gestión ambiental. Entre los instrumentos más utilizados se encuentran la ecoeficiencia, estudios de impacto ambiental, eco-etiquetado, avalúo de ciclo de vida, programas de minimización de desecho, sistemas de gestión ambiental, entre otros. Varios de estos de instrumentos de gestión ambiental son requeridos por la legislación de varios países, siendo obligatoria su implementación para las empresas para poder operar.

Otro de los medios utilizados comúnmente para la protección del medio ambiente es la producción más limpia. Este método se enfoca en la eliminación o reducción de las materias primas tóxicas, las reducciones de emisiones a la atmosfera, vertimientos y desechos hacía cuerpos receptores y el uso eficiente de los recursos (Fúquene, 2007, p. 28).

1.1.3. Contaminación del entorno

Las principales consecuencias que genera el impacto al medio ambiente son el efecto invernadero y cambio climático. Ambos problemas son provocados principalmente por las emisiones de dióxido carbono proveniente de la quema de combustibles fósiles y la tala de árboles. Por otro lado, la disminución del manto

de ozono generada como consecuencia de la generación de compuestos químicos como los CFC (clorofluorocarbonos), bromuro de metilo, cloroformo de metilo y halones es una problemática que está iniciando a tomar importancia en nuestra sociedad, así como la acidificación del aire por emisión de agentes químicos gases provenientes de compuestos con azufre, amoniaco y nitrógeno.

1.1.4. Reducción de los recursos naturales

Los recursos naturales es todo aquello de origen de natural que se encuentra en el medio ambiente y permite la vida, por lo cual su cuidado es de vital importancia para la perseveración de la humanidad. Entre estos recursos se encuentran el suelo y el agua, existen diversas actividades humanas que los ponen en riesgo. La extinción de especies y deforestación se da principalmente por el cambio del uso de las tierras, incremento en la población, cosechas que no son sostenibles y el cambio climático. Por otro lado, la reducción del agua por un uso descontrolado y por su contaminación generada por vertientes de agentes biológicos y químicos provenientes de operaciones domesticas e industriales sin un adecuado tratamiento previo a su reincorporación.

1.1.5. Sostenibilidad

Según Blanco (2004) en 1972 se popularizó el termino de desarrollo sostenible, el cual indica que es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades.

Mantilla (2005), menciona que el desarrollo sostenible deberá brindar un sistema ecológicamente saludable, económicamente factibles y sanamente equitativo. La sostenibilidad ecológica se refiere al uso adecuado de los recursos

naturales. La sostenibilidad social se refiere a fomentar la participación de la sociedad en promover las circunstancias adecuadas para que las futuras generaciones puedan disfrutar de una vida digna. Por último, la sostenibilidad económica se obtiene mediante el uso eficiente de los recursos monetarios para proteger el medio ambiente.

Brú (1997) explica que el desarrollo de una mayor sensibilidad en la sociedad con respecto al cuidado del medio ambiente ha generado un mejor control en las actividades que pueden afectarlo. Por lo que el sector privado ha comenzado a implementar en sus actividades la gestión ambiental desarrollando estrategias para mitigar el impacto ambiental.

1.2. Agua

El agua es un recurso fundamental en el desarrollo de la vida de los seres vivos, encontrando en varios estados de la materia en el medio ambiente. La cantidad de agua en estos estados varía según el ciclo de agua. Este ciclo tiene entradas y salidas, tomando en cuenta que los seres humanos utilizamos este recurso para satisfacer sus necesidades y desarrollar sus actividades. El agua es un recurso natural que se utiliza para un sinnúmero de actividades por lo cual es altamente consumido. Para su preservación es necesario conocer el consumo, de modo que se pueda fomentar el uso adecuado del mismo y contrarrestar su agotamiento.

1.2.1. Antecedentes

Según la UNESCO, la distribución global del agua es de la siguiente manera:

- Alrededor del 96 % del agua es agua salada.
- Del agua dulce total, un 68 % está en los glaciares y la nieve.
- Las fuentes superficiales de agua dulce corresponden al 1 % del agua total. Siendo estas fuentes la principales utilizadas por el ser humano para satisfacer sus necesidades.

En varios lugares del mundo la demanda del consumo de agua es mayor a la oferta que se encuentra disponible en el medio ambiente, lo que da como resultado un agotamiento de este recurso.

Por otro lado, según la Agenda Guatemalteca del Agua, nuestro país tiene una disponibilidad de más de 97 mil millones de metros cúbicos de agua anuales, siete veces más que el límite de riesgo hídrico establecido por los estándares internacionales, pero debido a su uso desmedido muchas personas sufren escasez. Según un estudio realizado en el periodo del 2006 a 2010, en el país el agua es utilizada principalmente por la industria manufacturera, la agricultura y producción de energía mediante hidroeléctricas (Arreola, 2018, p.1).

1.3. Industria de envase de aluminio

El aluminio se encuentra en el medio ambiente en forma de silicatos, comercialmente se obtiene de un mineral conocido como bauxita. La bauxita pasa por un proceso de transformación hasta obtener rollos de aluminio. Los envases fabricados con aluminio son ligeros. Este envase

permite que el producto contenido tenga una larga vida en el anaquel, este material no afecta el sabor o calidad del producto contenido. Así mismo la forma de la lata permite que se compacta y que pueda manejarse y almacenarse fácilmente (Careaga, 1993, p. 25).

Actualmente la industria de producción de envases de aluminio abastece a sus clientes con los envases principales, las tapas y tapones a los productores de insumos del campo, así como el envasado de cerveza, jugos y refrescos. Así mismo abastece con botes a los productores de pintura, tinta, aceite, grasas, productos para el aseo personal, entre otros productos vitales para el desarrollo de la vida humana.

Las materias primas utilizadas para la fabricación de envases de aluminio son principalmente aluminio, aceites solubles, químicos, agua, barnices exteriores e interiores y tintas para la decoración exterior.

1.3.1. Historia

Los envases de aluminio inician por la necesidad de preservar y mantener en condiciones adecuadas e inocuas de los alimentos y bebidas. Nicolás Appert fue un cocinero de Francia, el implementó el método de la protección cerrada de los alimentos y bebidas. Nicolás fue el precursor de la iniciación de la fabricación de productos conservados en la sociedad, esto sucedió a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Manipulaba la hojalata para este fin, siendo este la iniciación del desarrollo del envase metálico.

Antes del uso del hierro por el hombre se utilizaba el estaño, por sus propiedades de poderse moldear a bajas temperaturas y además era muy fácil conseguir. Posteriormente se origina la hojalata en los siglos XIV y XV, se

utilizaba para crear utensilios de diferente tipo por sus propiedades anticorrosivas. La elaboración de hojalata de forma industrial se inició en Inglaterra, y sus principales tributos fue la laminación el acero, conforme paso el tiempo esta tecnología se desarrolló alrededor del mundo, siendo esta actualmente una industria que innova continuamente dando como resultado el producto que se conoce.

La industria de producción de envases metálicos está fuertemente relacionada al envasado de productos del sector alimenticio, y fue hasta que surgen estos que este sector se desarrolla con nuevas técnicas y tecnologías que actualmente nos permiten conservar alimentos. El concepto de utilizar este tipo de recipientes de hojalata es su conducción de calor, bajo peso y resistencia mecánica, los iniciales usos comerciales fueron para contener galletas.

En este proceso de envasado surgen varios actores clave para lograr llegar a lo actualmente se conoce. Un familiar cercano de Appert, introdujo las antiguas autoclaves en el proceso de elaboración de productos conservados. Louis Pasteur demostró que, a altas temperaturas, era posible eliminar las bacterias presentes en los alimentos que producen su degradación, esto también hace posible el poder minimizar la duración del procedimiento. Louis continuó experimentando, agregando una sal de calcio (CaCl) al agua utilizada en el proceso, este químico permite el poder reducir el punto de ebullición en un recipiente a presión atmosférica.

El experimento arrastró algunos inconvenientes como: Aumento de envases fatigados al incrementar la presión con las altas temperaturas conseguidas, descontrol de las variables en el transcurso del proceso, esto debido a que al alcanzar el punto de ebullición el agua se evapora y la solución de cloruro de calcio aumenta su concentración. Esto se convertía en un ciclo ya

que esto así mismo incrementaba la temperatura a la cual la solución ebullicía. Este procedimiento fue muy bien aceptado por las industrias manufactureras de ese entonces.

A partir de ello se logró una cadena de objetivos como fueron:

- Salvaguardar los alimentos y bebidas que se descomponen.
- Enfrascar los alimentos cuando estos están en temporada y se genera una cantidad elevada.
- Trasladar apropiadamente los alimentos a lugares apartados
- Disponer de ellos en cualquier temporada.
- Facilitar la elaboración en la vivienda
- Ahorrar costos
- Certificar la calidad de los alimentos.

El envase de aluminio es un progreso industrial del siglo XX, beneficia a la elaboración a nivel global de bienes de este tipo y se transforma en el primer envase de alimentos con capacidad de ser reciclado y reutilizado.

“La primera lata a nivel comercial se produce en el año 1935, diseñada por la cervecería Krueger en Nueva Jersey. La primera cerveza en producirse dentro de una lata cerrada fue la cerveza Finest Beer, siendo este un éxito” (Gutiérrez, 2012, p.1). El envase cumplía con las ventajas de ser más liviano que el vidrio, practico en su traslado de un lugar a otro y resistente a choques y caídas. Uno de los aspectos más importantes y con mayor ventaja es la superficie que un envase de aluminio tiene para ser decorado, esto permite que sea muy atractivo para la publicidad de marcas. Durante los años 1930 se incursiona en los envases de aluminio compuesto por dos piezas tal como lo que se conoce actualmente.

La segunda guerra mundial estancó el empuje que traía la lata de cerveza y se inició a elaborar latas para abastecimientos militares. Al finalizar esta guerra se continuo con la innovación de las latas de cerveza, tanto fue la aceptación del consumidor que se inició con los refrescos en lata. El primer refresco en lata fue Ginger Ale, en el transcurso de esta nueva implementación de latas se tuvo dificultades como lo fue el barniz interior que cubre la lata para reducir las fugas, este ocasionada el cambio de sabor en la bebida contenida.

La publicidad generada por la decoración exterior de los envases de aluminio permitió a las compañías un espacio con acceso directo al consumidor en donde podían enviar mensajes según las campañas establecida, esta ventaja competitiva de este empaque le dio un empuje para seguir innovando. En el año 1950, los envases de aluminio para refrescos y cervezas eran más utilizados por marcas como Royal Crown Company y Coca-Cola.

Al aumentar la utilización de latas, los productores innovaron con un sistema para abrir fácilmente el envase. Este sistema le permitía al consumidor el poder abrir el envase con una clavija que rompía una sección de la tapa, al tirar de un ancla hacia la parte de arriba. Las compañías que fabrican los envases de aluminio producían la lata y la tapa.

1.3.2. Producción de envases

Este estudio está encaminada al proceso de producción de latas de aluminio de dos piezas de 12 oz o 16 oz, el proceso se detalla a continuación.

El aluminio es un metal que permite reciclarse y reutilizarse de manera indeterminada en base a las partes sobrantes o merma que se producen en varios métodos y tecnologías industriales, como la elaboración de las latas. Las

latas es un envase primario que se ha utilizado desde el año 1930, actualmente es uno de los envases más utilizados para bebidas que tiene sustentabilidad. Estos envases están formados por un tipo de aluminio con una muy buena calidad que accede el poder contener cualquier tipo de líquido sin modificarlos durante el contacto ni alterará su sabor.

El formado de este tipo de envase de aluminio inicia con el aluminio que mide aproximadamente dos kilómetros que contiene cada cilindro. En las etapas iniciales del proceso, el cual realiza el proceso de formado, se utilizan lubricantes y aceites solubles para mejorar la fricción entre los metales que componen la materia prima, aluminio, y la maquinaria. El rollo de aluminio es colocado al inicio del proceso y se extiende el extremo exterior. Este extremo es introducido a un equipo de troquelado en donde mediante una fuerza mecánica se perfora y moldea en forma de copa.

Por cada golpe del troquel que compone la prensa, esta perfora la lámina de aluminio y produce copas, cada golpe dependiendo de la presentación que sea de 14 o 15 copas. La copa que se genera a partir de estos golpes es más grande en diámetro y baja en altura, tiene así paredes más gruesas al del envase como producto final. La copa pasa a una etapa en donde es estirada por un equipo de estiramiento, mediante una prensa en posición horizontal a diferencia de la prensa inicial. La función de este equipo es extender la copa y crear la característica forma y fondo o domo, el cual es diseñado de esa manera para tener la resistencia de la presión de la bebida interna que se almacena en el envase.

Al salir el envase del proceso de formado de cuerpo, estas son transportadas por un sistema de bandas y se dirige hacia el proceso de lavado. Este proceso este compuesto por un tren de aspersores que aplican a una alta

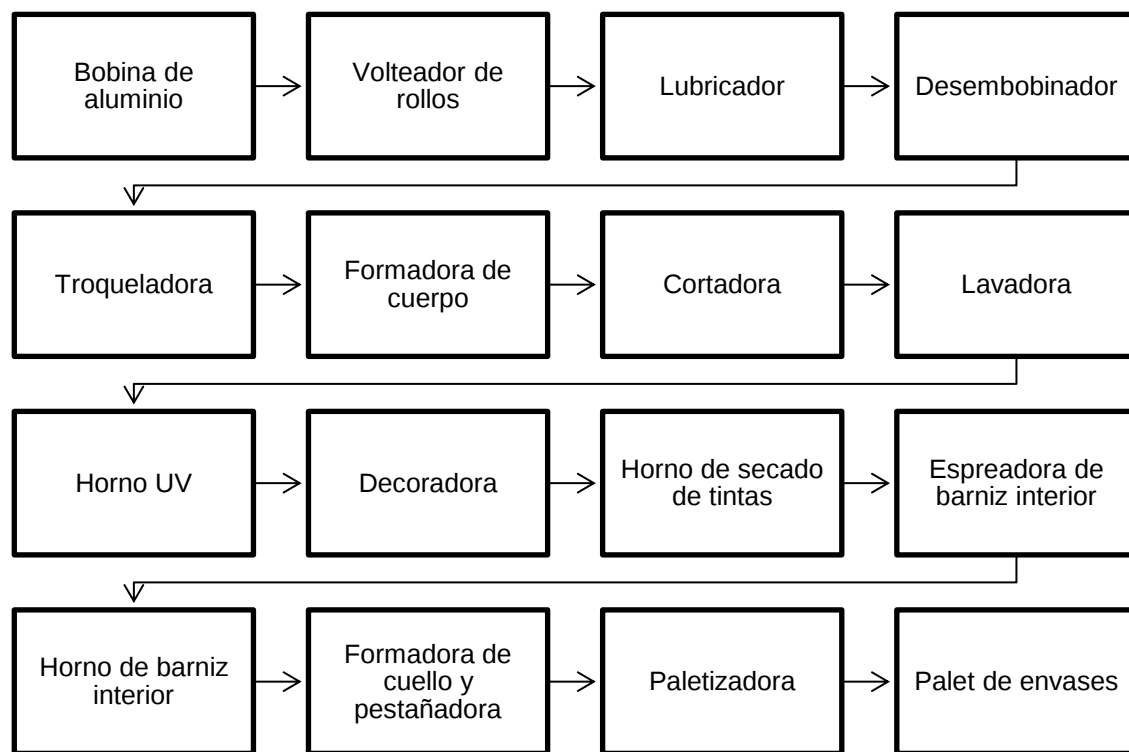
presión varias soluciones de químicos que retiran los aceites utilizados en el proceso de formado y preparan la superficie para la aplicación de tinta.

Posteriormente al proceso de lavado el envase ingresa al proceso de decorado, en donde la imagen publicitaria del cliente es colocada y recubierta por un barniz exterior. Al envase con la etiqueta impresa se le aplica un barniz interior, el cual evita que la bebida tenga contacto directo con el aluminio, evitando la corrosión de esto o la variación del sabor de la bebida.

Finalmente se forma el cuello y pestaña de la lata, en el mismo proceso se reforma el domo dejando así el envase listo para ser enviado al área de paletizado. En el área de paletizado, las latas son estibadas en pallets y protegidas con empaque plástico para ser transportadas hacia el cliente.

Las líneas de producción de latas de aluminio pueden estar configuradas para trabajar a velocidades de 3200 latas por minuto hasta 3600 en las plantas de última generación, el proceso cuenta con inspecciones con cámaras de alta velocidad que permiten detectar defectos en la fabricación, así como se cuenta con un proceso que esta automatizado más de un 92 % de los procesos.

Figura 1. **Diagrama de flujo del proceso de elaboración de envases de aluminio**



Fuente: elaboración propia, elaborado con Microsoft Word 365

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación nació de la necesidad de realizar un uso eficiente de los recursos naturales, en específico el agua. Se detectó esta necesidad debido al incremento de consumo de agua en el proceso productivo de envases de aluminio, para lo cual se propone el diseño de un sistema de gestión ambiental.

Se realizó la identificación trabajos de investigación, relacionados con el diseño de un sistema de gestión basado en la norma ISO 14001:2015 y se realizó la consulta referencias bibliográficas tales como libros y artículos especializados en internet acerca de la industria de aluminio.

Se realizó una recopilación de la documentación física y electrónica verificando los procedimientos, así como los registros del departamento de Seguridad y Medio Ambiente. La recopilación de información se llevó a cabo mediante una visita a la planta de producción, se observó el proceso de operación de los equipos y las prácticas ambientales que actualmente tienen los operarios. Se realizó la identificación as áreas en las cuales se tenía un mayor consumo y desperdicio de agua, se entrevistaron a los encargados de área y se realizó la revisión de los registros del consumo actual de agua.

Se analizó la información recopilada en la visita en la planta mediante gráficas, porcentajes y rendimiento para determinar la situación previa al diseño del sistema de gestión ambiental. Se realizó la propuesta del sistema de gestión ambiental en base a los requerimientos de la norma ISO 14001:2015, aplicando cada requisito a los procedimientos y registros ya existentes. Se realizó la

medición nuevamente de las variables analizadas en el diagnostico para determinar los cambios generados.

Se determinó un menor porcentaje de desperdicio y un mejor rendimiento de agua posterior a la implementación del sistema de gestión ambiental, así como un porcentaje de ahorro del consumo de agua extraída del pozo.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Situación previa

Se realizó un diagnóstico ambiental, de las actividades de la fábrica de producción de envases de aluminio. En este se tuvo a la vista los procedimientos tanto físicos como electrónicos existentes en los procesos de manufactura, donde el uso del agua, en sus fases de extracción, pretratamiento, acondicionamiento, uso y tratamiento final existen. Así mismo, se revisan los registros del departamento de seguridad industrial y medio ambiente, para determinar el grado de alcance y cumplimiento con los normativos internacionales, así como el cumplimiento legal.

Luego de realizar el análisis documental, se procedió a realizar un recorrido a nivel de piso, en el área de manufactura; el objetivo de éste fue visualizar las prácticas en materia ambiental y los procesos en donde existiera acondicionamiento, uso y tratamiento de agua. Se recopiló la información necesaria, según los formatos establecidos en los anexos.

Se hizo un estudio comparativo de los documentos existentes y el estándar ISO 14001:2015, posteriormente se realizó el diseño del sistema de gestión. Para evaluar los objetivos del estudio de investigación.

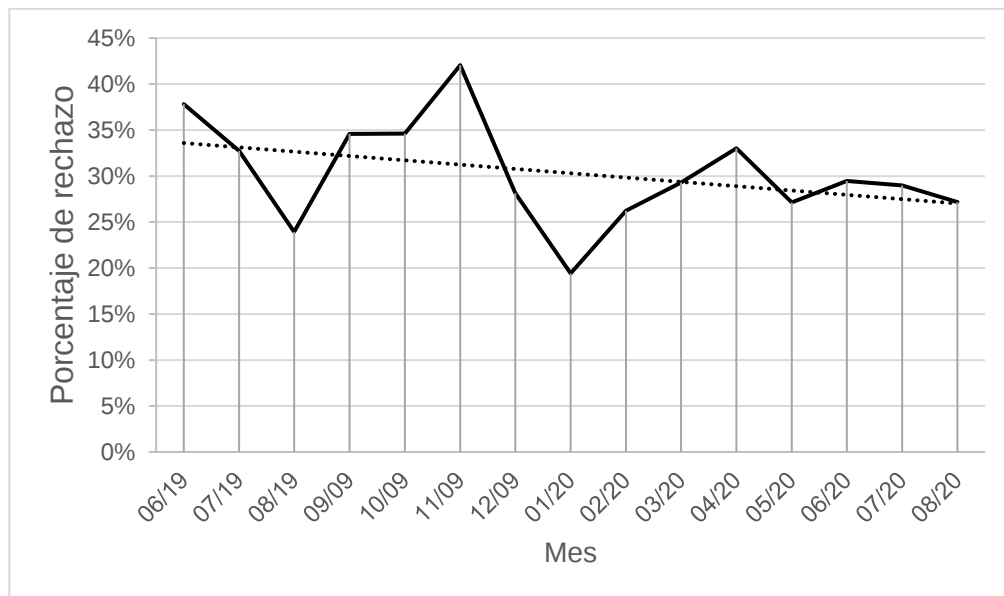
3.2. Cuantificar los desperdicios de agua

Durante el recorrido se logró determinar los procesos, en los cuales se identificó al agua como un elemento de ingreso y salida del proceso. Se realizó

una cuantificación de estos, para obtener los datos precisos para la correcta puesta en ejecución del sistema de gestión. Estos datos fueron de fundamentales para realizar un análisis comparativo de los desperdicios de agua, verificando la efectividad de la puesta en ejecución de este sistema.

Los rechazos de agua se recopilaban de manera mensual. Se comparó el volumen de agua rechazada con el volumen de agua total extraído del pozo para poder determinar el porcentaje. La variación del porcentaje de rechazo de agua esta graficado en la siguiente figura.

Figura 2. Porcentaje de rechazo de agua mensual



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365

Se inicio la medición en el mes de junio 2019 dando como resultado 38 %. En la figura 1 se observa la tendencia descendente del porcentaje de rechazo de agua acorde se realizaba la puesta en marcha del sistema de gestión. Para el mes de agosto del 2020 se alcanzó porcentaje de rechazo de 27 %.

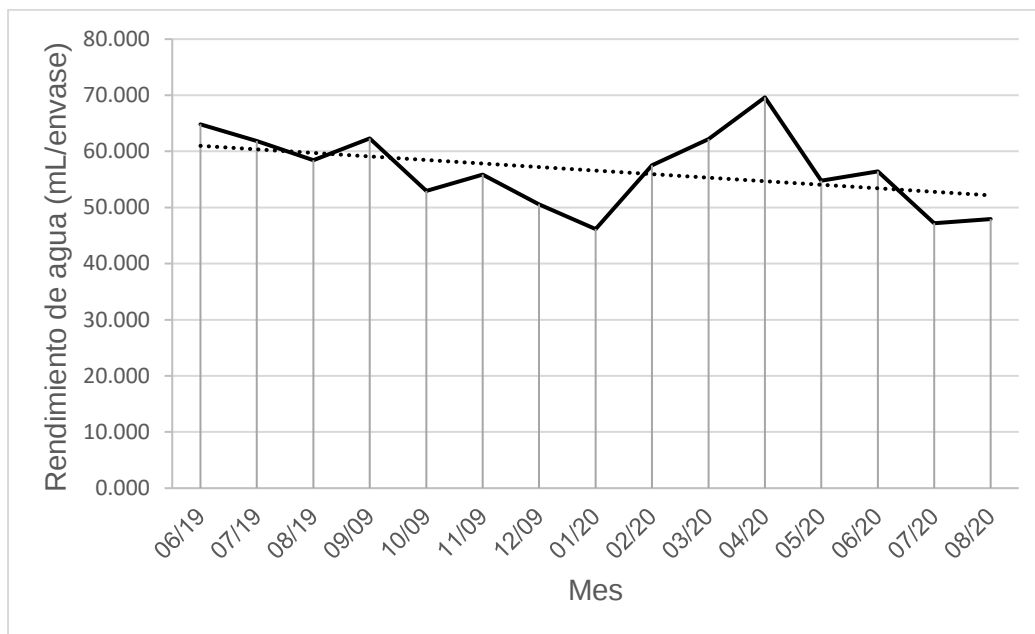
3.3. Controles operacionales para reducir el consumo del agua.

De acuerdo con la comparación de la documentación revisada contra los requerimientos del estándar la norma se determinó y se realizó la evaluación de los aspectos e impactos ambientales. Uno de los aspectos que generan un impacto ambiental significativo es el uso de agua, por lo cual deben establecerse controles operacionales para reducir o eliminar este aspecto.

Los controles operacionales propuestos para el uso de agua son: controles administrativos como procedimientos de uso y mantenimiento de equipos, controles operacionales como la medición diaria del consumo de agua y controles de ingeniería como lo son la instalación de sensores de nivel y automatización de procesos. Estos controles operacionales están definidos ampliamente en la propuesta de gestión ambiental.

Para evaluar la eficiencia de los controles operacionales enfocados al aspecto ambiental del uso del agua que fueron implementados se midió el rendimiento del agua de forma mensual. Se comparó el consumo de agua extraído del pozo con la producción de envases de aluminio final. En la siguiente figura se grafican los rendimientos de agua por mes desde junio 2019 a agosto 2020.

Figura 3. Rendimiento de agua mensual



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 365

Se inicio la medición en el mes de junio 2019, con un valor inicial de 64.83 mililitros por envase de aluminio producido. En la figura 3 se observa el comportamiento descendente del rendimiento agua conforme se realizaba la puesta en marcha del sistema de gestión. Para el mes de agosto del 2020 se alcanzó un rendimiento de 47.96 mililitros por envase de aluminio producido.

3.4. Ahorro de agua y químicos en los procesos de acondicionamiento y tratamiento de agua

Se realizó una evaluación del agua y químicos consumidos en los equipos de acondicionamiento y tratamiento de agua previo y posterior a la puesta en ejecución del sistema de gestión. Se determinó la variación del consumo de agua y químicos de tratamiento posterior a la implementación del sistema de gestión en las tablas II y III respectivamente.

Tabla II. **Variación de consumo de agua posterior a implementación de sistema de gestión.**

Indicador	Porcentaje
Ahorro de agua	14 %

Fuente: elaboración propia

Tabla III. **Variación de consumo de químicos de tratamiento de agua posterior a implementación de sistema de gestión.**

Indicador	Porcentaje
Ahorro de químicos	-40 %

Fuente: elaboración propia

Se alcanzó un porcentaje de ahorro de agua del 14 %, al poner en ejecución la proposición del diseño de gestión ambiental. Por otro lado, se incrementó el consumo de químicos en un 40 %.

3.5. Propuesta: Diseño de un sistema de gestión basado en la norma ISO 14001:2015

Se propone plantear un sistema de gestión en base a los requerimientos y guía establecida por el normativo de ISO 14001:2015 con la estructura desarrollada a continuación.

3.5.1. Contexto de la organización

Se debe considerar todas las cuestiones internas y externas que pueden afectar positiva o negativamente la compañía, esto permite detectar los riesgos y oportunidades de la organización.

3.5.1.1. Comprensión de la organización y de su contexto

Para vislumbrar la fábrica y su entorno se utilizó como instrumento la matriz FODA, esto para establecer las cuestiones externas e internas que son necesarios para su intención y que podrían afectar el poder conseguir los objetivos y resultados que se quieren alcanzar con el sistema. Para el contexto externo de la fábrica de envases se realizó la identificación de las amenazas y oportunidades de esta, tomando en consideración principalmente las relacionadas con el medio ambiente. Para comprender el contexto interno de la fábrica de envases se identificaron las fortalezas y debilidades de la fábrica, evaluando la operación y desempeño de la compañía.

Tabla IV. **Matriz FODA**

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	• Certificación de la norma ISO 14001:2015 • Aprovechamiento de los recursos naturales de la diversidad ambiental. • Recuperación de agua de lluvia. • Participar en comités ambientales dados por instituciones privadas y gubernamentales.	• Modelo de reducción progresiva de parámetros de descarga de aguas residuales. • Planta en territorio sísmico. • La entrada de personal contratista que genera residuos y no tiene reglamento claro de su disposición. • Cambio climático y calentamiento global. • Falta de política pública para la gestión de residuos comunes y especiales. • Comunidad en donde está ubicada la organización no tiene buenas prácticas en materia ambiental. • Plagas y enfermedades. • Fenómenos meteorológicos

Continuación de la tabla IV.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
INTERNO	• Documentación de todos los procesos desarrollados dentro de la organización. • Diversidad de condiciones ambientales. • Se cuenta con un laboratorio para el área ambiental. • Comité directivo comprometido con el medio ambiente e implementación de sistemas de gestión ambientales. • Se cuenta con asesor externos de consultoría ambiental.	• No se cuenta con drenajes en áreas clave para tratamientos de aguas residuales. • Instalaciones inadecuadas en la red de tuberías pluviales. • No se cuenta con educación ambiental de manera constante dentro de del programa de capacitación. • Falta de trabajo en equipo en aspectos ambientales. • Falta de procedimientos y prácticas en proceso que sean amigables con el ambiente. • Planta de tratamiento de agua residuales no dimensionada correctamente.

Fuente: elaboración propia

3.5.1.2. Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Es necesario identificar los actores interesados que son necesarios para el progreso del sistema de gestión, así como los requisitos y expectativas, y los requerimientos de la legislación que aplica a la fábrica. Estas fueron establecidas en la matriz de partes interesadas desarrollada:

Tabla V. Matriz de partes interesadas

Partes interesadas	Expectativas	Necesidades
Fábrica de Envases	• Mejorar la eficiencia de los equipos y procesos. • Tener una ventaja competitiva sobre la competencia.	• Reducción de consumo de recursos
Accionistas	• Negocio rentable preocupado por el cuidado del medio ambiente.	• Cumplimiento de los requerimientos de la normativa legal para evitar sanciones.
Proveedores	• Comunicación de los requisitos ambientales.	• Comunicación del sistema.

Continuación de la tabla V.

Partes interesadas	Expectativas	Necesidades
Colaboradores	Reducir los impactos ambientales creados por sus actividades.	- Capacitación en materia ambiental para realizar sus actividades. - Comunicación del sistema.
Clientes	Adquirir un producto ambientalmente responsable.	Comunicación del sistema de gestión
Comunidad	Realizar un consumo consciente de los recursos naturales	Evitar la contaminación al medio ambiente.
Autoridades gubernamentales	Cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa legal aplicables a los productos, procesos, instalaciones y personal enfocados al cuidado del medio ambiente.	Comunicación del estado de cumplimiento de la normativa legal aplicable en conservación del medio ambiente.

Fuente: elaboración propia

3.5.1.3. Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental

Se realizó la determinación de los términos y como se aplican del sistema de gestión para establecer el alcance. Esto se realizó tomando en cuenta los asuntos externos e internos, los requerimientos de la normativa legal y otros compromisos adquiridos, las áreas, espacios físicos, actividades realizadas, los productos entregados y servicios emitidos, y la autoridad y capacidad para realizar una influencia y mantener la revisión del desempeño.

Tabla VI. **Alcance del sistema de gestión ambiental**

Productos y/o servicios	Envases de aluminio de 12 y 16 oz.
Procesos	Los procesos establecidos en el mapa de procesos.
Unidad operativa	Planta ubicada en Amatitlán, Guatemala.

Fuente: elaboración propia

3.5.1.4. Sistema de gestión ambiental

Se establece un sistema de gestión en base los puntos establecidos en la norma ISO 14001:2015.

3.5.2. Liderazgo

La implementación de un sistema de gestión debe ser llevado a cabo por líderes dentro de la organización, para orientar, sostener y motivar a los dueños de proceso durante la búsqueda de los objetivos.

3.5.2.1. Liderazgo y compromiso

La dirección está conformada por el grupo gerencial de la fábrica. El responsable de vigilar las actividades que se realicen internamente del sistema de gestión estará a cargo del encargado de sistemas de gestión. El coordinador de procesos ambientales se encargará de revisar el desempeño de los objetivos y metas ambientales para evaluar los resultados de los programas y acciones establecidas.

3.5.2.2. Política ambiental

La propuesta para la política medio ambiental de una compañía que fabrica y comercializa envases de aluminio se describe en el siguiente enunciado:

La Fábrica de Envases de Aluminio se compromete a través del sistema de gestión a proteger el medio ambiente, mediante el consumo correcto de los recursos utilizados para la fabricación de envases de aluminio y prevenir la contaminación, así como cumplir con los requerimientos de la normativa legal y otras obligaciones aplicables a la compañía. Además, la organización establecerá mediante el sistema de gestión la evaluación, seguimiento y desempeño de los objetivos establecidos, así como la mejora continua de los procesos.

3.5.2.3. Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La alta dirección asigna las autoridades con los roles y responsabilidades pertinentes para asegurar y comunicar lo siguiente:

- La adecuación del sistema de gestión en base a lo señalado por el estándar ISO 14001:2015.
- Comunicar a la dirección sobre el funcionamiento y resultados del sistema de gestión.

3.5.3. Planificación

Una planificación adecuada es la base para la implementación del sistema de gestión, iniciando con el análisis de los que queremos conseguir hasta establecer un plan de acción con una línea de tiempo para alcanzarlo.

3.5.3.1. Acciones para tratar riesgos y oportunidades

Previamente se definieron los riesgos y oportunidades del sistema de gestión ambiental, se deben determinar las acciones que llevará a cabo la organización para mitigarlos y aprovecharlas respectivamente.

- Generalidades

La organización de elaboración de envases de aluminio debe determinar las acciones necesarias para abordar los riesgos y oportunidades identificados en la matriz FODA durante la comprensión de la compañía y su contexto. Así

mismo debe abordar los riesgos y oportunidades afines con sus aspectos ambientales, requerimientos de la normativa legal y otros compromisos adquiridos por la compañía. Se realizó el procedimiento para abordar los riesgos y oportunidades en el apéndice 4.

- Aspectos ambientales

La compañía debe determinar los aspectos ambientales de las actividades realizadas, productos y servicios emitidos, así como determinar y valorar los impactos que están asociados a los aspectos. Esta identificación debe realizarse a partir una visualización de ciclo de vida.

Se propone en el apéndice 5 un procedimiento para identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales de la organización. En él se establece un método para determinar si un aspecto ambiental es significativo o no y los controles para minimizarlos.

- Requisitos legales y otros requisitos

La compañía debe determinar y cumplir la legislación ambiental, que apliquen a los servicios y productos comercializados. Los requisitos y la evidencia de su cumplimiento deben ser recopilados en el formato de registro correspondiente. Se establece un procedimiento que funcione de guía su identificación y valoración descrito en el apéndice 6.

- Planificación de acciones

La compañía debe planear acciones para abordar principalmente los aspectos ambientales significativos, requerimientos establecidos por la normativa

legal y otros aplicables, riesgos y oportunidades. Estas acciones deben estar integradas en las actividades del sistema de gestión y evaluar el resultado de las acciones.

3.5.3.2. Objetivos ambientales y planificación para lograrlos

A partir de la política, el alcance, los aspectos e impactos hacia el medio ambiente, los requerimientos establecidos por la normativa legal y los compromisos adquiridos, la compañía debe determinar los objetivos em materia ambiental. Estos objetivos deben ser medibles, comunicarse y actualizarse.

Se proponen los siguientes objetivos y sus indicadores para la fábrica de envases de aluminio:

Tabla VII. Objetivos e indicadores ambientales

Objetivo ambiental	Indicador	Algoritmo de cálculo	Responsable	Frecuencia de medición
Uso eficiente de los recursos naturales utilizados en nuestras actividades.	Rendimiento de agua	m3 / millar de latas	Gerente de Ingeniería	Mensual
	Rendimiento de energía eléctrica	kwh / millar de latas	Gerente de Ingeniería	Mensual
	Rendimiento de gas	MMBtu / millar de latas	Gerente de Ingeniería	Mensual

Continuación de la tabla VII.

Objetivo ambiental	Indicador	Algoritmo de cálculo	Responsable	Frecuencia de medición
Prevenir la contaminación generada por nuestras actividades.	Eficiencia en gestión de aguas residuales	(Número de parámetros dentro de especificaciones de las aguas residuales tratadas que son vertidas a cuerpo receptor / Número de parámetros totales) *100	Encargado de seguridad industrial	Semestral
	Eficiencia en gestión de residuos	(kg de residuos entregados a recolector autorizado / kg de residuos generados) *100	Encargado de seguridad industrial	Mensual
Cumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables	% Cumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables	(Requisitos legales aplicables cumplidos / Requisitos legales aplicables totales) *100	Gerente de calidad	Semestral

Fuente: elaboración propia

- Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales

La compañía debe planear como abordará sus objetivos ambientales. Se debe determinar que se va a realizar, los recursos necesarios, persona

responsable, fecha de finalización y como serán evaluados estos objetivos. Se propone un programa de gestión de medio ambiente en donde están establecidos estos requisitos a continuación:

Tabla VIII. **Programa de gestión ambiental**

Programa	Indicador	Acciones (proyectos)	Responsable	Fecha	Recursos
Programa de ahorro y consumo eficiente de energía eléctrica	Rendimiento de energía eléctrica	1. Compra de equipo de oficina con eficiencia energética 2. Instalar sistema de paneles solares en edificio administrativo 3. Regulador de aire acondicionado cuando cambia la ocupación de oficinas. 4. Instalar sensores para activar la iluminación.	Gerente de Ingeniería	2021	Humanos y económicos
Programa de ahorro y consumo eficiente de gas	Rendimiento de gas	1. Mantenimiento a quemadores 2. Balanceo de hornos	Gerente de Ingeniería	2020	Humanos y económicos

Continuación de la tabla VIII.

Programa	Indicador	Acciones (proyectos)	Responsable	Fecha	Recursos
Programa de ahorro y consumo eficiente de agua	Rendimiento de agua	1. Compra de equipos de alta presión 2. Reutilización de agua de rechazo de osmosis inversa.	Gerente de Ingeniería	2020	Humanos y económicos
Programa tratamiento aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales industriales	1. Caracterización del vertimiento de aguas residuales 2. Adquisición de equipo de monitoreo ambiental en línea	Encargado de seguridad industrial y medio ambiente	2021	Humanos y económicos
Programa Manejo y Disposición de Residuos ECA	% de correcta disposición de residuos	1. Compra de basureros para clasificación de residuos.	Encargado de seguridad industrial y medio ambiente	2020	Humanos y económicos
Programa Identificación y evaluación de Requisitos Legales Aplicables	% Cumplimiento de requisitos legales aplicables Ambientales	1. Instalación de sistema contra incendios 2. Instalación de medidores de caudal	Gerente de Calidad	2021	Humanos y económicos

Fuente: elaboración propia

3.5.4. Soporte

El sistema de gestión ambiental debe estar soportado por recursos tanto humanos como económicos, con las características adecuadas para garantizar el correcto funcionamiento de este.

3.5.4.1. Recursos

La compañía debe establecer y poder suministrar los recursos tanto financieros como humanos con el propósito de crear, poner en ejecución y mejorar de manera continua del sistema de gestión. Para su cumplimiento se propone lo siguiente:

- Establecer un monto económico para el sistema de gestión.
- Establecer dentro del descriptor de puesto de los colaboradores que apliquen las funciones en el sistema de gestión ambiental.

3.5.4.2. Competencia

La compañía debe establecer la competencia que debe tener sus empleados para realizar sus actividades. Esta competencia les dará las habilidades para contribuir con la conservación y mejora del desempeño ambiental y continuar con el acatamiento de los requerimientos establecidos por la normativa legal y los compromisos adquiridos. Cuando sea detectada una falta de competencia, la compañía debe realizar las actividades necesarias para brindar las habilidades y conocimientos requeridos a sus colaboradores.

Se propone un plan de capacitación en donde se establecieron las necesidades de entrenamiento para los colaboradores en materia ambiental. Este plan está establecido en el apéndice 7.

3.5.4.3. Toma de conciencia

La compañía debe certificar que los colaboradores sean conscientes, de la política y los aspectos e impactos de las actividades que realizan hacia el medio ambiente. Los colaboradores deben ser conscientes del aporte que realizan para alcanzar de los objetivos del sistema de gestión y las consecuencias de incumplir con lo establecido por la normativa legal y compromisos adquiridos por la compañía.

3.5.4.4. Comunicación

Se deben establecer los medios de comunicación para dar a conocer los aspectos del sistema que se consideran deben ser comunicados a los distintos niveles dentro de la organización, así como a las partes interesadas externas.

- Generalidades

La compañía debe establecer el proceso para comunicar los cuestiones internas y externas de la organización. En este procedimiento se establecerá que, cuando, a quien y como comunicar, así como conservar la información documentada como certeza de este cumplimiento. La propuesta de comunicación está establecida en el apéndice 8.

- Comunicación interna

Dentro de la organización se comunicará la información pertinente del sistema de gestión ambiental. Se establecerán los canales de comunicación interna tales como correo electrónico, chat interno, tableros y reuniones informativas.

- Comunicación externa

La organización debe establecer la información que comunicará externamente y el medio que utilizará.

3.5.4.5. Información documentada

Toda la documentación que sustente el sistema de gestión debe estar registrada según los tipos de documentos establecidos. Se propone utilizar procedimientos, instructivos, formatos y otros documentos para complementar la información documentada.

- Creación y actualización

La compañía debe establecer un método para asegurar la caracterización y descripción, el formato y medio de difusión; el procedimiento de cómo realizar la revisión y dar el visto bueno de los documentos.

Se propone que la documentación contenga la siguiente información:

- Logo de la compañía
- Nombre

- Código
 - Versión
 - Fecha de vigencia
 - Nombre y puesto del colaborador que lo elaboró.
 - Nombre y puesto del colaborador que lo revisó.
 - Nombre y puesto del colaborador que lo aprobó.
- Control de información documentada

La información documentada debe controlarse para asegurarse de que está disponible para el uso de cualquier colaborador. La compañía debe definir lo siguiente:

- Distribución, fuente de acceso, rescate y utilización
- Almacenamiento y conservación
- Control de cambios
- Conservación y disposición.

3.5.5. Operación

La operación dentro de la organización es analizada a través de los procesos señalados, evaluándolos desde la perspectiva ambiental para asegurar que estén alineadas con los objetivos y política ambiental.

- Planificación y control operacional

La compañía debe crear, poner en funcionamiento, controlar y conservar los procesos para poder satisfacer las necesidades del sistema de gestión y para realizar las actividades para abordar los riesgos y oportunidades, así como los

objetivos establecidos. Se deben establecer los criterios de operación de las diferentes áreas y los controles para mantener estos criterios. Estos controles operacionales se definieron a continuación:

Tabla IX. **Controles operacionales**

Objetivo ambiental	Indicador	Control operacional
Uso eficiente de los recursos naturales utilizados en nuestras actividades.	Rendimiento de agua	1. Programa de monitoreo del gasto de agua 2. Contadores de agua 3. Campañas de sensibilización del uso del agua 4. Capacitaciones ambientales 5. Plan de atención de fugas 6. Llaves con sensor de presencia 7. Boquillas en lavadora para reducir el flujo de agua. 8. Programa de reutilización de agua

Continuación de la tabla IX.

Objetivo ambiental	Indicador	Control operacional
Uso eficiente de los recursos naturales utilizados en nuestras actividades.	Rendimiento de energía eléctrica	1. Programa de mantenimiento de dispositivos eléctricos y electrónicos. 2. Control de consumo de energía eléctrica
	Rendimiento de gas	1. Programa de mantenimiento de hornos 2. Control de consumo de gas
Prevenir la contaminación generada por nuestras actividades.	Eficiencia en gestión de aguas residuales	1. Caracterización del vertimiento de aguas residuales 2. Programa mantenimientos de equipos 3. Control de parámetros de descarga 4. Equipo de monitoreo ambiental

Continuación de la tabla IX.

Objetivo ambiental	Indicador	Control operacional
Prevenir la contaminación generada por nuestras actividades.	Eficiencia en gestión de residuos	1. Procedimiento manejo y disposición de residuos 2. Sensibilización y campañas para la gestión adecuada integral de residuos
Cumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables	% Cumplimiento de los requisitos legales y otros aplicables	1. Procedimiento para identificación y valoración de requisitos legales aplicables

Fuente: elaboración propia

La compañía debe concretar la influencia sobre los productos y servicios adquiridos de manera externa en su gestión ambiental. Para ello se propone:

- Solicitar el plan de gestión ambiental a los proveedores y contratistas.
- Comunicar a los proveedores y contratistas los requerimientos ambientales de la organización.
- Clasificar a los proveedores en críticos y no críticos en base a los impactos que puedan generar hacia el medio ambiente.
- Realizar auditorías periódicas a los proveedores críticos para el sistema.

De igual manera, la organización debe controlar los cambios que se realicen en los procesos y evaluar el impacto que este generara para el medio ambiente.

3.5.5.1. Preparación y respuesta ante emergencias

La compañía debe crear, realizar y conservar procesos para poder prepararse y actuar adecuadamente ante una emergencia ambiental. Se toman en consideración los puntos que se mencionan a continuación.

- Planificar actividades para prevenir o aminorar los impactos generados por la emergencia hacia el medio ambiente.
- Procedimiento de respuesta a la emergencia.
- Evaluar la eficacia del procedimiento de respuesta a la emergencia a través de simulacros.

Se propone el procedimiento de atención y respuesta a la emergencia que se encuentra descrito en el apéndice 9.

3.5.6. Evaluación del desempeño

Una evaluación periódica y planificada permite conocer el desempeño del sistema de gestión ambiental implementado, a continuación, se definen herramientas para poder realizarlo.

3.5.6.1. Seguimiento, medición, análisis y evaluación.

La organización debe establecer el método para medir, analizar, evaluar y darle seguimiento al desempeño ambiental del sistema. Se propone el programa de gestión ambiental descrito en los anexos.

- Evaluación del cumplimiento

La compañía debe crear los procedimientos para poder valorar el desempeño que tiene para cumplir la normativa legal y los compromisos adquiridos. Dentro del procedimiento se debe establecer lo siguiente:

- Frecuencia de medición
- Evaluar el cumplimiento y establecer las acciones necesarias para lograrlo.
- Comunicar el cumplimiento a los colaboradores que lo requieran.

Se realizó el procedimiento de identificación y evaluación de requisitos legales y otros aplicables descrito en el apéndice 6.

3.5.6.2. Auditoría interna

La organización debe realizar auditorías internas de manera planificada, para poder evaluar el estado del sistema conforme a los compromisos asumidos por la compañía y los requerimientos señalados en la norma ISO 14001:2015.

- Programa de auditoría interna

La compañía debe crear y llevar a cabo la planificación de auditoría interna que tome considere la siguiente información:

- Frecuencia de auditoría interna
- Método para utilizar
- Requisitos de planificación y elaboración de informes
- Criterio y alcance de la auditoría

- Selección de auditores
- Comunicación de resultados

Para evidenciar su cumplimiento se propone el programa de auditoria interno establecido en el apéndice 10.

3.5.6.3. Revisión por la dirección

La compañía debe instituir una revisión periódica y planificada de los resultados del sistema por la dirección.

En la revisión de la dirección deben considerarse los siguientes temas:

- El avance del plan de acción de la reunión anterior.
- Las modificaciones en el sistema de gestión.
- El resultado del programa de gestión ambiental (objetivos, indicadores, desempeño).
- Cumplimiento de requerimientos legales.
- No conformidades del sistema.
- Resultados de las auditorias.
- Oportunidades de mejora.

3.5.7. Mejora

La compañía debe detectar las oportunidades para mejorar según la evaluación de desempeño y auditorías internas y establecer acciones para abordar estas oportunidades.

3.5.7.1. No conformidad y acción correctiva

Cuando una no conformidad sea detectada en el sistema de gestión, la compañía debe realizar lo siguiente:

- Realizar acciones inmediatamente para controlar, corregir y remediar la no conformidad y sus efectos.
- Evaluar acciones para que la no conformidad no vuelva a ocurrir.
- Evaluar la eficacia de las actividades realizadas.

3.5.7.2. Mejora continua

La fábrica de envases de aluminio tiene como pilar de la compañía la mejora de forma continua. Debido a esto se monitorean de manera continua los resultados de los objetivos ambientales, auditorías internas y externas, estableciendo acciones para incrementar el desempeño en materia ambiental.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de la investigación consistió en diseñar un sistema de gestión para preservar el medio ambiente tomando como referencia el estándar ISO 14001:2015 en una planta productora de envases de aluminio para de reducir el uso de agua.

Se realizó una auditoría ambiental inicial, para determinar el uso de agua previo a la puesta en funcionamiento del sistema de gestión y las actividades realizadas que interactuaban con nuestro entorno. Parte de esta auditoria fue la revisión documental de los procedimientos y registros del departamento de Seguridad Industrial y Medio Ambiente. En base a este listado de documentos (Anexo 1) se comparó con lo solicitado por la norma y se realizó la propuesta del sistema.

Al realizar el análisis de los objetivos ambientales se establecieron controles operacionales para reducir y mitigar el impacto del consumo de agua. Entre los controles operacionales se establecieron controles administrativos, operación e ingeniería para el recurso natural del agua. Se crearon tres objetivos específicos para evaluar el impacto del sistema de gestión ambiental sobre el consumo de agua.

El análisis de los resultados se divide en tres: un análisis interno para poder confirmar la validez de los datos de la investigación con respecto a los objetivos propuestos, un análisis externo para poder comparar los resultados con los antecedentes de investigaciones similares y una integración la cual permite

una comparación entre los resultados obtenidos en la investigación con lo que dicta la teoría.

4.1. Análisis Interno

Se cuantificó los consumos mensuales de agua extraída del pozo y desperdicios de agua en el proceso de acondicionamiento, uso y tratamiento de agua. En base a esto se determinó el porcentaje de agua que es rechazada del sistema hídrico y se graficaron estos porcentajes en función de los meses. La gráfica tiene una pendiente negativa iniciando con un valor de 38 % en el mes de junio del 2019, previo a la implementación y finalizando en 27 % para el mes de agosto del 2020. Por lo cual el porcentaje de rechazo tendió a bajar conforme se fue implementando el sistema de gestión ambiental.

En el proceso de acondicionamiento de agua se identificó filtros y una osmosis inversa los cuales son los principales equipos en donde se tiene un rechazo de agua para poder brindarle al agua que se extrae del pozo las características fisicoquímicas y microbiológicas para poder ser utilizadas en el proceso de elaboración de envases de aluminio.

En el mes de enero de 2019 el porcentaje de rechazo de agua disminuyó hasta 19 % debido a que la ósmosis inversa estuvo fuera de línea por lo cual no se tuvieron desperdicios de agua generados por este equipo. Para el mes de febrero se reincorporó nuevamente el equipo de osmosis inversa incrementando el rechazo a 26 %.

Los consumos mensuales de extracción de agua de pozo se compararon con los envases de aluminio producidos. Se graficaron los valores para evaluar su tendencia en la figura 2. Se inicio en el mes de junio del 2019 con un

rendimiento de 65 mililitros por envase, con una tendencia a la baja, finalizando en agosto del 2020 con 48 mililitros por envase. Este indicador tiene una relación inversamente proporcional con el porcentaje de rechazo de agua, al disminuir el porcentaje de rechazo aumenta el rendimiento de agua por envase producido.

Se determinó la optimización del uso de agua posterior a la puesta en funcionamiento del sistema de gestión, siendo este de 14 %. Lo cual coincide con la disminución del porcentaje de rechazo de agua y el mejor rendimiento de agua por envase de aluminio producido.

Por otro lado, el porcentaje de ahorro de químicos utilizados para el acondicionamiento y tratamiento de agua fue afectado negativamente. El costo de los químicos aumento 40 % posterior al establecimiento del sistema de gestión. Esto es debido a que los desperdicios de agua en los procesos evaluados se deben en su mayoría al rechazo del proceso de osmosis inversa, lo cual al obtener un mayor rechazo se logra una mejor calidad de agua.

Al disminuir el rechazo de la osmosis inversa fue necesario incrementar la dosificación de químicos en la regeneración de unidades de intercambio iónico para lograr la calidad de agua requerida en el proceso de elaboración de envases de aluminio.

Previo a realizar la puesta en marcha del sistema de gestión, no se contaba con el registro de entrada y salidas del agua de cada etapa para poder detectar las áreas en donde se tenía un mayor rechazo de agua.

4.2. Análisis externo

Al implementarse el sistema de gestión se estableció una política y objetivos ambientales. Entre los objetivos ambientales se estableció el realizar un consumo eficiente de los recursos naturales, entre ellos el agua. Sánchez (2016) y Patiño (2017), en sus investigaciones propone de igual manera como objetivo ambiental el disminuir el consumo de agua.

Estos objetivos deben ser medibles para evaluar la eficacia del sistema y tener una meta anual, por lo cual se propuso un programa de gestión ambiental el cual que se encuentra definido en la propuesta.

4.3. Integración

Bazán y Bruno (2016), mencionan que una auditoría ambiental antes de la puesta en marcha del sistema permite detectar las afectaciones que se forman en las diferentes áreas, esto permitió determinar durante el diagnóstico inicial el 38 % de desperdicio de agua.

En el marco teórico se establece que el esquema de la norma ISO 14001:2015, promueve la mejora de manera continua de las áreas enfocadas al ámbito ambiental, lo que se traduce a un consumo consciente de los recursos naturales y reducción del impacto hacia el medio ambiente. Esto se ve reflejado con la mejora en el rendimiento de agua posterior a la implementación del sistema de gestión.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el diagnóstico ambiental inicial, el 38 % del agua extraída del pozo es desperdiciada en los procesos de acondicionamiento, uso y tratamiento de agua, principalmente en los equipos de filtración y osmosis inversa.
2. Los controles operacionales posibles de crear, implementar y seguir para disminuir el uso de agua son controles administrativos y de ingeniería, aumentando el rendimiento de agua de 64.82 mililitros por envase a 47.957 mililitros por envase.
3. Según los resultados de la investigación, al diseñar y poner en marcha un sistema de gestión de medio ambiente se logró un 14 % de ahorro de agua y un incremento del 40 % en consumo de químicos de tratamiento de agua.
4. Poner en marcha un sistema de gestión de medio ambiente permite aumentar la eficacia ambiental, reducción de utilización de recursos naturales, disminuir la contaminación y facilita el cumplimiento de requisito legales aplicables.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la captación del agua desperdiciada en los procesos de acondicionamiento de agua para el análisis de sus parámetros físicoquímicos y microbiológicos, para posteriormente evaluar su adecuación y reutilización en el proceso de manufactura de envases de aluminio.
2. Implementar un programa de educación ambiental para fortalecer los conocimientos de los colaboradores en el uso adecuado de los recursos naturales y como ellos pueden prevenir y atenuar la contaminación, para aumentar su compromiso medio ambiental.
3. Evaluar la eficiencia con la que trabajan los equipos de acondicionamiento de agua, así como una alternativa de un sistema de filtración que logre la calidad de agua requerida con un porcentaje de rechazo de agua menor, aumentando así el ahorro de agua.
4. Mantener y evaluar el sistema de gestión implementado para lograr un alto desempeño ambiental a través de revisiones del cumplimiento del programa ambiental y auditorías tanto internas como externas.

REFERENCIAS

1. Albornoz, M. (2017). *Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental basado en ISO 14001:2015 para el Departamento de Ambiental del Gobierno Autónomo de Descentralizado del Cantón Pedro Vicente Maldonado, Provincia de Pichincha, República del Ecuador* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
2. Arreola, E. (2018). *¿Quién y cómo se usa el agua en Guatemala?* Prensa Libre. Recuperada de <https://www.prensalibre.com/ciudades/guatemala-ciudades/aguas-con-el-agua-grafico-quien-y-como-se-usa-el-agua-en-guatemala/>
3. Bazán, A. y Bruno, G. (2016). *Propuesta de Implementación de un Sistema de Gestión Medioambiental según la Norma ISO 14001:2015 en un Laboratorio de Productos Farmacéuticos* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
4. Blanco, M. (2004). *Gestión Ambiental: Camino al Desarrollo Sostenible*. Costa Rica: EUNED.
5. Brú, J. (1997). *Medio Ambiente: Poder y Espectáculo*. México: ICARIA Editorial S.A.

6. Careaga, J. (1993). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. México: SEDOSOL S.A.
7. Ferrando, M. (2004). *Cómo Implantar un Sistema de Gestión Ambiental Según la Norma ISO 14001:2004*. España: ARTEGRAF, S.A.
8. Fúquene, C. (2007). *Producción Limpia, Contaminación y Gestión Ambiental*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
9. García, E. (2013). *Desarrollo y Competitividad de los Sectores Económicos en México*. México: Universidad Autónoma de Chihuahua.
10. Gobierno de Guatemala. (2013). *Agenda Guatemalteca del agua*.
11. Gutierrez, P. (2012). *El origen de: La lata de bebida*. Consultado el <https://www.fayerwayer.com/2012/05/el-origen-de-la-lata-de-bebida/>
12. Historia del Envase Metálico 1ª parte: *Orígenes*. (n.d.). Consultado el 23 de noviembre de 2019, página web de Mundo Latas: <https://mundolatas.com/historia-del-envase-metalico-1ª-parte-origenes>.
13. Jiménez, J. (2018). *Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental Basado en la Norma ISO 14001 para una empresa de elaboración de envases y tapas metálicas* (tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
14. López, A. (2017). *La Lata de Conserva: Nace la Dieta Industrial*. *National Geographic*. Recuperado de <https://historia.nationalgeographic.com.es/a/lata-conserva-nace-dieta->

industrial_11258#:~:text=Society%20de%20Londres.-
,Fue%20un%20franc%C3%A9s%20Nicolas%20Appert%2C%20de
%20profesi%C3%B3n%20confitero%2C%20quien,hervirlo%20durante%
20un%20cierto%20per%C3%ADodo.

15. Mantilla, E., Vergel, C., y López, J. (2005).
16. Mauricio, M. (2013). *Desarrollo de Prácticas de Producción Más Limpia, en una Empresa de Fabricación de Envases de Aluminio de 12 Onzas* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
17. Muriel, R. (enero, 2016). *Gestión Ambiental* [Mensaje de un blog]. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1110/13_GestAmbienta1RafaelMuriel_cast.pdf
18. Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. (ISO 14001:2015)
19. Patiño, C. (2017). *Sistema de Gestión Ambiental para la Empresa Crisalltex, S.A.* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
20. Pérez, C. (2012). *Empaques y Embalajes*. México: Red Tercer Milenio.
21. Roberto, A. (2014). *Historia del Envase de Hojalata. Envapack*. Recuperado de <https://www.envapack.com/2014/03/historia-del-envase-de-hojalata/#:~:text=En%201665%2C%20Andr%C3%A9s%20Yarranton%20estableci%C3%B3n,con%20Capel%20y%20Jhon%20Hanbury>.

22. Sainz, J. (2005). *Tecnologías para la sostenibilidad: Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales*. España: Fundación EOI.
23. Sánchez, S. (2017). *Auditor PRL*. España: Editorial Elearning.
24. Sánchez, S. y Prado, P (2016). *Diseño y Propuesta de un Sistema de Gestión Ambiental para la empresa NOVACLEAN S.A. previo a la obtención de la Certificación ISO 14001* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
25. Sector de Envases Metálicos. (n.d.). Consultado el 23 de noviembre de 2019, página web de Mundo Latas: <http://canaferm.org.mx/nuestro-sector/>
26. Toussaint-Samat, M. (1992). *Historia Natural y Moral de los Alimentos: Las Conservas, los Congelados y la Dietética*. España: Alianza Editorial.
27. UNESCO, ONU-Agua, 2020: *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*, París, UNESCO.
28. Vidales, M. (2003). *El mundo del envase: Manual para el diseño y producción de envases y embalajes*. México: Ediciones G. Gili

ANEXOS

Anexo 1. Estructura de norma ISO 14:001:2015

Clausula
0. Introducción
1. Objeto y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Contexto de la organización
4.1 Comprensión de la organización y de su contexto
4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas
4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión ambiental
4.4 Sistema de gestión ambiental
5. Liderazgo
5.1 Liderazgo y compromiso
5.2 Política ambiental
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización
6. Planificación
6.1 Acciones para tratar riesgos y oportunidades
6.1.1 Generalidades
6.1.2 Aspectos ambientales significativos
6.1.3 Obligaciones de cumplimiento
6.1.4 Riesgo asociado con amenazas y oportunidades
6.2 Objetivos ambientales y planificación para lograrlos
6.2.1 Objetivos ambientales
6.2.2 Planificación de acciones para cumplir los objetivos ambientales
7. Soporte
7.1 Recursos
7.2 Competencia
7.3 Toma de conciencia
7.4 Comunicación
7.4.1 Generalidades

Continuación de Anexo 1.

Clausula
7.4.2 Comunicación interna
7.4.3 Comunicación externa
7.5 Información documentada
7.5.1 Generalidades
7.5.2 Creación y actualización
7.5.3 Control de la información documentada
8. Operaciones
8.1 Planificación y control operacional
8.2 Preparación y respuesta ante emergencias
9. Evaluación del desempeño
9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación
9.1.1 Generalidades
9.1.2 Evaluación del cumplimiento
9.2 Auditoría interna
9.2.1 Generalidades
9.2.2 Programa de auditoría interna
9.3 Revisión por la dirección
10. Mejora
10.1 Generalidades
10.2 No conformidad y acción correctiva
10.3 Mejora continua

Fuente: Norma ISO 14001 (2015)

APÉNDICES

Apéndice 1. Instrumento de recolección de información para la revisión documental

Proceso	Código	Nombre	Tipo	Responsable	Observaciones
Ambiente	SM-FO-003	Control Desechos	Formato	Coordinador procesos ambientales	
Ambiente	SM-FO-015	Pase de Salida de Materiales del Sistema de Gestión Ambiental	Formato	Coordinador procesos ambientales	
Ambiente	SM-IN-004	Manejo de desechos	Instructivo	Coordinador procesos ambientales	
Ambiente	SM-PR-009	Manejo y Disposición de Residuos	Procedimiento	Coordinador procesos ambientales	
Seguridad	SM-DI-001	Atención y Respuesta a Emergencia Anexo	Formato	Encargado de SISO	
Seguridad	SM-FO-013	Matriz de generación y disposición de desechos	Formato	Encargado de SISO	
Seguridad	SM-FO-018	Formato de investigación y reporte de incidentes y accidentes	Formato	Encargado de SISO	El alcance no contempla incidentes y accidentes ambientales
Seguridad	SM-PR-001	Identificación y evaluación de Peligros SST Riesgos y Controles	Procedimiento	Encargado de SISO	

Continuación de apéndice 1.

Proceso	Código	Nombre	Tipo	Responsable	Observaciones
Seguridad	SM-PR-006	Registro Investigación y Análisis de Accidentes	Formato	Encargado de SISO	El alcance no contempla incidentes y accidentes ambientales

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. Instrumento de recolección de información de recorrido por el proceso

Proceso	Equipo	Consumo de agua (m3/mes)	Observaciones
Acondicionamiento de agua	Filtros multimedia	600	Desperdicio en retrolavados
Acondicionamiento de agua	Filtros de carbón	300	Desperdicio en retrolavados
Acondicionamiento de agua	Filtros suavizadores	1050	Desperdicio
Edificio Administrativo	Sanitarios	200	
Acondicionamiento de agua	Osmosis Inversa	4200	Agua de rechazo
Acondicionamiento de agua	Unidad de intercambio iónico	1200	Regeneración
Producción	Lavadora 1	2400	
Producción	Lavadora 2	2400	
Tratamiento de aguas residuales	Filtro volute	150	Limpieza equipo
Total	12500		

Fuente: elaboración propia

Apéndice 3. Resultados de las entrevistas

Número	Area	Etapas del proceso	Agua en la entrada	Agua en la salida	Diferencia entre entrada y salida	Existe alguna fuga en el proceso	Producción (latas)
1	Cuarto de bombas	Acondicionamiento de agua	13000	No sabe	No sabe	Si	206122839
2	Osmosis Inversa	Acondicionamiento de agua	10526	7031	3495.00	No	203940202
3	Edificio	Uso	No sabe	400	No sabe	No	201238474
4	Agua DI 1	Acondicionamiento de agua	No sabe	No sabe	No sabe	Si	204958649
5	Agua DI 2	Acondicionamiento de agua	No sabe	No sabe	No sabe	Si	203495833
6	Lavadora 1	Uso	No sabe	3000	No sabe	No	201394859
7	Lavadora 2	Uso	No sabe	2500	No sabe	No	205394830
8	Planta de aguas residuales	Tratamiento	5295	4806	489	Si	209603908

Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. **Procedimiento para abordar los riesgos y oportunidades**

1. Objetivo

Establecer el procedimiento para la identificación, evaluación y control de los riesgos y oportunidades para el sistema de gestión ambiental de la organización.

2. Alcance

Todos los riesgos y oportunidades identificados en el sistema de gestión ambiental.

3. Definiciones

Se establece una breve definición de las palabras con relevancia dentro del procedimiento desarrollado a continuación, esto para que el procedimiento sea lo más claro posible para los colaboradores.

- Riesgo: es el efecto de la incertidumbre.
- Oportunidad: toda circunstancia en la cual existe la posibilidad de lograr algún tipo de mejora de índole económica, social, medio ambiental, entre otras.

4. Procedimiento

Se establece un método para poder realizar el abordamiento de los riesgos y oportunidades de cada uno de los procesos dentro del alcance del sistema de gestión ambiental.

4.1 Identificación

La identificación de riesgos y oportunidades se puede realizar tomando como base las siguientes fuentes de información:

- Alcance del sistema de gestión
- Requisitos legales aplicables
- Expectativas de las partes interesadas
- Análisis externo de la organización
- Análisis interno de la organización
- Aspectos ambientales

Los riesgos y oportunidades identificados deben registrarse en la matriz.

4.2 Evaluación

El responsable del Sistema de gestión, a lo menos una vez al año, evaluara los riesgos y oportunidades identificados para determinar su vigencia y actualización de la evaluación. Para la evaluación se establece la siguiente guía para la evaluación y estimación de riesgos y oportunidades, realizando la determinación de la probabilidad y el impacto.

- Riesgo:

- Baja probabilidad (1): Se considera poco probable que ocurra
 - Media probabilidad (3): Se ha producido alguna vez dentro de la organización. Se pronostica que pueda ocurrir a largo plazo.
 - Alta probabilidad (5): Se produce con frecuencia dentro de la organización. Se pronostica que pueda ocurrir a corto plazo.
 - Bajo impacto (1): Daño leve sobre el medio ambiente, fácilmente remediable. No pone en riesgo la continuidad de la organización.
 - Medio impacto (3): Daño sobre el medio ambiente, la remediación conlleva un esfuerzo monetario. No pone en riesgo la continuidad de la organización.
 - Alto impacto (5): Daño grave sobre el medio ambiente. Pone en riesgo la continuidad de la organización.
- Oportunidad:
 - Baja probabilidad (1): Poca probabilidad de éxito.
 - Media probabilidad (3): Probabilidad media de éxito. Oportunidad alcanzable a mediano plazo.
 - Alta probabilidad (5): Alta probabilidad de éxito.
 - Bajo impacto (1): Impacto bajo en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Bajo interés de los afectados. Mejora ambiental poco relevante.
 - Medio impacto (3): Impacto moderado en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Moderado interés de los afectados. Mejora ambiental evidente pero no espectacular.
 - Alto impacto (5): Fuerte impacto en la estrategia o en la operatividad de la empresa. Elevado interés de los afectados. Alta mejora ambiental.

Para determinar que riesgos y oportunidades serán necesarios abordar y como priorizar, se determinará la relevancia, parámetro que combina los criterios de probabilidad e impacto.

La fórmula de cálculo se presenta a continuación:

$$\text{Relevancia} = \text{Probabilidad} \times \text{Impacto}$$

Se deben abordar los riesgos y oportunidades que tenga una relevancia mayor a 5 puntos.

Apéndice 5. **Procedimiento de Identificación y Evaluación de Aspectos e Impactos Ambientales**

1. Objetivo

El objetivo de este procedimiento es identificar y evaluar los aspectos ambientales consecuencia de las actividades y procesos de la fábrica de envases, así como determinar los aspectos e impactos significativos.

2. Alcance

Este procedimiento aplica a las actividades y procesos de la fábrica de envases.

3. Definiciones

Se establece una breve definición de las palabras con relevancia dentro del procedimiento desarrollado a continuación, esto para que el procedimiento sea lo más claro posible para los colaboradores.

- Área: Lugar o espacio físico en donde la fábrica de envases desarrolla sus actividades productivas y administrativas.
- Aspecto Ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que pueden interactuar con el ambiente.
- Impacto Ambiental: Cualquier impacto en el ambiente, sea adverso o beneficioso, que es resultado total o parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.
- Aspecto Ambiental Significativo: es aquel aspecto que tiene o puede tener impacto ambiental significativo.

- Control Operacional: acciones y/o tecnologías aplicables a los aspectos ambientales significativos asociados a las actividades, productos y servicios para mantenerlos dentro de los parámetros aceptables.

4. Procedimiento

La identificación y evaluación de los aspectos ambientales debe llevarse a cabo con el apoyo de un equipo multidisciplinario, con representación de la dirección, mandos medios y área operativa. Las actualizaciones de este registro deberán ser realizadas y revisadas cuando haya cambios mayores. Todo el personal que labore cada uno de los procesos operativos o administrativos, deberá conocer cuáles son los aspectos ambientales significativos que corresponden al proceso en el que participa.

4.1 Identificación de Aspectos Ambientales.

Para la identificación de aspectos ambientales se deben considerar todas las instalaciones y actividades desarrolladas en la fábrica de envases.

4.2 Generación de Matriz Ambiental

Para evidenciar la identificación y evaluación de los aspectos ambientales de cada proceso, se debe generar una matriz ambiental de acuerdo con las instrucciones que a continuación se describen:

- 1) Identificar el Proceso al que corresponde la matriz.
- 2) Dividir cada proceso en subprocesos.
- 3) Registrar todas las actividades que se ejecutan por cada subproceso.

- 4) Precisar la condición de operación: Normal (N), Anormal (A) o Emergencia (E).
- 5) Se debe indicar el aspecto ambiental.
- 6) Se debe indicar el impacto ambiental que se genera del aspecto ambiental identificado.
- 7) Indicar si la responsabilidad por la generación del aspecto ambiental es directa o indirecta.
- 8) Registrar para cada aspecto, el control operacional adecuado
- 9) Evaluar para cada aspecto, el criterio de evaluación de la significancia según los parámetros de frecuencia/probabilidad, severidad y magnitud.

4.3 Evaluación de los Aspectos Ambientales

Determinados los aspectos ambientales e impactos para cada actividad de los subprocesos, se deberá realizar la evaluación de los aspectos ambientales. Para realizar la Evaluación de los aspectos se deben considerar los siguientes parámetros:

- Frecuencia: Criterio cuantitativo que corresponde al número de veces que ocurre un aspecto ambiental en situación NORMAL. La forma de evaluar la frecuencia está descrita a continuación:
 - Frecuencia baja (1): El aspecto ocurre una vez al mes o no ocurre.
 - Frecuencia media (3): El aspecto ocurre dos veces al mes.
 - Frecuencia alta (5): El aspecto ocurre más de dos veces al mes.

- Probabilidad: Criterio cuantitativo que aplica cuando un aspecto ambiental se encuentra en condición operativa ANORMAL o de EMERGENCIA. La forma de evaluar la probabilidad está descrita a continuación:
 - Probabilidad baja (1): Improbable que ocurra. Se estima que el evento puede ocurrir como máximo una vez por año.
 - Probabilidad media (3): Probable que ocurra. Se estima que el evento pueda ocurrir más de una vez al año y menos de 2 veces al mes.
 - Probabilidad alta (5): Muy probable que ocurra. Se estima que el evento puede ocurrir más de una vez por mes.

- Severidad: Criterio cuantitativo que se relaciona con el efecto que se provoca al medio ambiente. La forma de evaluar la severidad está descrita a continuación:
 - Calidad del suelo, agua o aire:
 - Severidad baja (1): No existe alteración
 - Severidad media (3): Alteración por residuos o sustancias no peligrosas
 - Severidad alta (5): Alteración por residuos o sustancias peligrosas

 - Recursos naturales:
 - Severidad baja (1): No existe alteración

- Severidad media (3): Agotamiento de recursos naturales renovables
 - Severidad alta (5): Agotamiento de recursos naturales no renovables
- Flora y fauna
 - Severidad baja (1): No existe alteración
 - Severidad media (3): Daños a individuos de flora y fauna sin ocasionar la muerte
 - Severidad alta (5): Muerte de flora y fauna
- Magnitud: Estimación cuantitativa de las dimensiones del impacto ambiental. Está asociado a la dimensión (volumen, superficie, masa, etc.) relacionadas con el aspecto o impacto ambiental evaluado. La forma de evaluar el alcance está descrita a continuación:
 - Magnitud baja (1): Aislado. El impacto solamente afecta a la organización.
 - Magnitud media (3): Local. El impacto se extiende fuera de las instalaciones de la organización y afecta a la comunidad en la cual está situada.
 - Magnitud alta (5): Global. El impacto ambiental se extiende fuera de la región en la cual la organización está situada.

4.4 Metodología de Evaluación

Para determinar qué aspectos ambientales serán significativos se determinará la importancia, parámetro que combina los criterios descritos en el punto 4.3 de este documento.

La fórmula de cálculo se presenta a continuación según el tipo de Operación:

- Normal: $\text{Importancia} = \text{Frecuencia} \times \text{Severidad} \times \text{Magnitud}$
- Anormal: $\text{Importancia} = \text{Probabilidad} \times \text{Severidad} \times \text{Magnitud}$

Los criterios para la establecer si un aspecto es significativo o no es el siguiente:

- Aspectos Ambientales No Significativos: son todos aquellos cuya importancia sea menor a 15.
- Aspectos Ambientales Significativos: son todos aquellos cuya importancia sea mayor o igual a 15.

4.5 Actualización de Aspectos Ambientales

Es responsabilidad de los encargados de procesos notificar de todo cambio en procesos, productos, actividades, equipamiento y toda aquella situación que requiera de la identificación de nuevos aspectos ambientales o bien cambios que puedan afectar la significancia de aspectos ambientales relevados.

Los registros de aspectos ambientales (matrices) deberán ser revisados, a lo menos una vez al año en caso de que no se presente modificación alguna en el transcurso del período o en las siguientes situaciones, cuando corresponda.

Apéndice 6. **Procedimiento de Identificación de Requisitos Legales Aplicables**

1. Objetivo

En este documento se establece el método para identificar y evaluar los requisitos legales aplicables y otros asociados para la conservación del Medio Ambiente.

2. Alcance

Este procedimiento se aplica a todos los requisitos legales y otros aplicables suscritos, asociados a la conservación del Medio Ambiente.

3. Definiciones

Se establece una breve definición de las palabras con relevancia dentro del procedimiento desarrollado a continuación, esto para que el procedimiento sea lo más claro posible para los colaboradores.

- Normativa legal: Es el documento emanado por autoridades que cuentan con la facultad de legislar y fiscalizar.
- Otros requisitos: Acuerdos y compromisos que adquiere la empresa con las partes interesadas, derivado o asociado a medio ambiente.
- Marco Regulatorio: Conjunto de disposiciones legales, reglamentarias y compromisos del medio ambiente, que son objeto de cumplimiento.

4. Procedimiento

Para la determinación de los requisitos legales y otros aplicables para la organización en materia ambiental, se establecieron una serie de pasos para asegurar su cumplimiento.

4.1 Identificación

La identificación de requisitos en materia medioambiental y otros requisitos que la organización suscriba o por los que se vea afectada, según la legislación nacional vigente, se realiza mediante un análisis de los productos y/o servicios que realizan. El responsable del sistema de gestión en conjunto con el grupo gerencial serán los responsables de efectuar la identificación del Marco Legal aplicable. Posteriormente, este será revisado y aprobado por la dirección, para luego evaluar el estado de cumplimiento de los requisitos legales identificados.

4.2 Actualización

La Matriz de Identificación y Evaluación de Requisitos legales deben ser actualizada y revisada de manera anual o cada vez que exista algún cambio en la legislación que aplique directamente a la organización en materia ambiental.

4.3 Evaluación

El responsable del Sistema de gestión, a lo menos una vez al año, evaluara el cumplimiento de los requisitos identificados, con la colaboración del equipo de auditores internos, o en caso de ser necesario con un organismo externo calificado. Para cualquier incumplimiento normativo debe levantarse un

plan de acción y tomar acciones inmediatas para evitar una infracción por parte de alguna autoridad

Apéndice 7. Matriz de requisitos legales ambientales para una industria de envases de aluminio en Guatemala.

Instrumento Jurídico	Autoridad que emite este requisito legal	Fecha de Publicación	Requisito aplicable
Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Decreto Numero 68-86.	Congreso de la Republica de Guatemala	19 de diciembre de 1986	Articulo 8
Código de Salud. Decreto 90-97	Congreso de la Republica de Guatemala	1997	Articulo 92
			Articulo 95
			Articulo 97
			Articulo 103
			Articulo 105
			Articulo 106
			Articulo 107
Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Acuerdo Gubernativo 137-2016	Organismo Ejecutivo	11 de julio de 2016	Todo el Reglamento
Ley de Comercialización de Hidrocarburos 109-97	Congreso de la Republica de Guatemala	1997	Articulo 17
			Articulo 18
			Articulo 19
Ley de creación de ambientes libres de humo de tabaco. Acuerdo Gubernativo No. 74-2008	Organismo Legislativo	2009	Articulo 7
Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios. Acuerdo gubernativo No. 509-2001	Organismo Ejecutivo	2001	Articulo 7

Continuación de apéndice 7.

Instrumento Jurídico	Autoridad que emite este requisito legal	Fecha de Publicación	Requisito aplicable
Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. Acuerdo Gubernativo 236-2006	Organismo Ejecutivo	5 de mayo de 2006	Artículo 5
			Artículo 6
			Artículo 7
			Artículo 10
			Artículo 13
			Artículo 15
			Artículo 17
			Artículo 18
			Artículo 19
			Artículo 20
			Artículo 38
			Artículo 41
			Artículo 42
			Artículo 47
			Artículo 49
			Artículo 50
			Artículo 52
			Artículo 55
			Artículo 56
			Artículo 57
			Artículo 59

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 8. Programa de capacitación ambiental

Tema	Objetivo	Frecuencia
Gestión Ambiental	Capacitar al personal en lo que corresponde al sistema de Gestión Ambiental y su contribución al mismo.	1 vez al año
Gestión Ambiental	Capacitar a los contratistas que realizan trabajos dentro de las instalaciones de ECA sobre el sistema de Gestión Ambiental y sus obligaciones con el mismo	1 vez al año
Aspectos e Impactos Ambientales	Capacitar al personal sobre los aspectos e impactos ambientales que genera su proceso y los controles que tiene sobre los mismos.	1 vez al año
Manejo de residuos solidos	Capacitar al personal en el manejo integral de los residuos sólidos generados en la empresa, tipos y clasificación de los mismos. Divulgación de Procedimiento para Manejo y Disposición de Residuos.	Cada 2 años
Legislación Ambiental	Capacitar al personal acerca de los requisitos legales aplicables a la organización y su contribución con el cumplimiento de este.	Cada 2 años
Responsabilidad Ambiental y Cultura Verde	Sensibilizar al personal en la realidad de la problemática ambiental y acciones para crear una cultura verde.	1 vez al año
Manejo de Aguas residuales	Capacitar al personal en el plan de gestión de aguas residuales y lodos.	Cada 2 años

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 9. **Procedimiento de comunicación**

1. Objetivo

Gestionar la comunicación interna y externa con el fin de lograr una óptima comprensión de la información que requiera ser transmitida en lo que se refiere al sistema de gestión ambiental.

2. Alcance

Toda la organización

3. Definiciones

Se establece una breve definición de las palabras con relevancia dentro del procedimiento desarrollado a continuación, esto para que el procedimiento sea lo más claro posible para los colaboradores.

- Comunicación Interna: Es la comunicación dentro de la empresa y se orienta a generar un mayor espíritu de pertenencia y compromiso de los empleados con la Organización.
- Comunicación Externa: Es la comunicación que busca establecer los vínculos de la empresa con clientes, autoridades en general, comunidades aledañas para de esta manera proyectar la mejor imagen de la organización.

4. Procedimiento

Se establece el procedimiento para establecer los canales de comunicación dentro de la organización, así como con las partes interesadas del área exterior, así como el contenido a comunicar.

4.1 Comunicación interna

El contenido de la comunicación interna debe ser al menos el siguiente:

1. Política de gestión ambiental y la importancia de cumplir con ella
2. Objetivos ambientales y como su trabajo ayuda a alcanzarlos.
3. Comunicación y explicación de los procedimientos documentados que son responsabilidad de cada persona y de cualquier cambio a los mismos.
4. Información de las no conformidades encontradas en las auditorías internas o externas.
5. Aspectos e impactos ambientales asociados a las operaciones de la organización.
6. Aspectos ambientales significativos y los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo.
7. Beneficios ambientales de un mejor desempeño personal en materia ambiental
8. Sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental.
9. Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados y el incumplimiento de los controles operacionales para el cuidado del medio ambiente.

La comunicación interna referente al sistema de gestión ambiental se realiza empleando los siguientes instrumentos:

- Correo Electrónico: Dirigido a todo el personal de la organización que cuenta con cuenta de correo electrónico disponible.
- Murales: Dirigido al personal de la organización que laboran en sus instalaciones, en el que se publica información de interés general.
- Reuniones: Para analizar, discutir y llegar a consenso entre el personal involucrado en el manejo en el sistema de gestión ambiental.
- Charlas de capacitación: Se da en los distintos niveles de la organización, en estas charlas se exponen temas de relevancia para la implementación, así como los documentos generados, tales como: procedimientos, instructivos, programas, etc.
- Memorandos, Cartas, Comunicados: Para realizar algún pedido relevante que involucre al sistema de gestión ambiental.

4.2 Comunicación externa

El contenido de la comunicación externa será el solicitado por las partes interesadas, puede ser al menos el siguiente:

1. Información sobre los aspectos e impactos ambientales significativos de ECA y su desempeño ambiental.

Esta se utiliza mantener una buena relación con los diferentes sectores, la comunicación externa referente al sistema de gestión ambiental, se hará uso de los siguientes instrumentos:

- Cartas

- Correos electrónicos

Apéndice 10. Procedimiento de atención y respuesta a la emergencia

1. Objetivo

Establecer el procedimiento para preparación de una emergencia con el fin de mitigar los impactos ambientales.

2. Alcance

Este procedimiento se aplica a todas las áreas, actividades o procesos

3. Definiciones

Se establece una breve definición de las palabras con relevancia dentro del procedimiento desarrollado a continuación, esto para que el procedimiento sea lo más claro posible para los colaboradores.

- Accidente: Evento no deseado que da lugar a la muerte, enfermedad, lesión, daño u otra pérdida.
- Brigada: Grupo de personas que realizan una actividad específica en caso de desastres para restablecer las condiciones de operación de las instalaciones afectadas, incluyendo la seguridad de las personas.
- Emergencia Ambiental: Cualquier situación que obligue a activar el Plan de Emergencia Ambiental, con posibles consecuencias adversas sobre el medio ambiente, es decir, que puede dar lugar a una situación episódica contaminante.
- Simulacro: Acción que se realiza imitando un suceso real para tomar las medidas necesarias de seguridad en caso de que ocurra realmente.

- Situación de Emergencia: Situación no habitual que afecta a una actividad por causas ajenas a la misma y que tiene un carácter temporal o marcadamente imprevisible en cuanto a su ocurrencia al no formar parte del desarrollo previsto de la misma.
- Peligro: Fuente, situación o acto con un potencial de daño en términos de una lesión o enfermedad, o una combinación de éstos.
- Riesgo: Es la combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones, daños o enfermedad que pueda provocar el evento o las exposiciones.
- Visita: Cualquier persona externa al lugar de trabajo que no sea Proveedor ni Contratista.

4. Procedimiento

El Plan de respuesta a emergencia es donde se establecen prácticas, que mitiguen o eliminen los impactos ocasionados por las emergencias ambientales y evaluar su eficacia. Se debe realizar un diagnóstico de riesgos potenciales a situaciones de emergencia ambiental acatando las leyes y normas que se competan, por lo menos una vez al año. Se deben establecer simulacros para prepararse ante una emergencia que pueda tener impactos adversos al ambiente; por lo menos una vez al año.

La mejora continua, sensibilización y la capacitación en preparación y respuesta a emergencias es prioritaria, para asegurar el bienestar de las personas y el cuidado del medio ambiente, deberá integrarla dentro del programa de capacitación anual.

En situaciones de emergencia y accidentes con impactos al medio ambiente, se gestionará la intervención de las autoridades, instituciones o

empresas responsable a fin de neutralizar o mitigar los impactos ambientales adversos asociados.

Se llevarán a cabo planes para actuar en caso de emergencia las acciones necesarias para asegurar y proteger a toda la comunidad y los activos de la empresa. Los procedimientos ante contingencias ambientales estarán documentados y serán divulgados y comunicados a todos.

Apéndice 11. **Procedimiento de auditoría interna**

1. Objetivo

Determinar los parámetros para asegurar la realización de auditorías internas, con el fin de verificar que los procesos y procedimientos desarrollados estén de acuerdo con las disposiciones planificadas en el sistema de gestión ambiental, de conformidad con los requisitos establecidos en las Normas, ISO 14001.

2. Alcance

El procedimiento de auditoría interna aplica a todos los procesos y procedimientos del sistema de gestión ambiental.

3. Procedimiento

3.1 Programar las auditorías internas

Para la programación de auditorías internas de calidad se debe tener en cuenta lo siguiente:

Cada año se debe realizar a intervalos planificados un ciclo de auditorías internas, para ello se elabora anualmente el programa de auditorías.

3.2 Planear las auditorías internas

Con base en el programa de auditorías se elabora el plan de auditoría por el auditor líder.

En el plan de auditoría se registra:

- El proceso para auditar y responsable
- No. de la auditoría
- Fecha de elaboración
- Objetivo de la auditoría
- Alcance de la auditoría
- Criterios de la auditoría (Documentos de referencia requeridos – elementos de la norma aplicable)
- Nombre del auditor líder
- Nombre de los integrantes del equipo auditor
- Agenda de la auditoría: fecha y sitio, hora, proceso y/o actividades, auditor, responsables del proceso
- Recursos Requeridos

Una vez revisado y aprobado el plan de auditoría, se envía a los líderes de los procesos a auditar, previamente antes de iniciar las actividades de la auditoría.

3.3 Preparación de la Auditoría

Asignación de las tareas al equipo auditor:

El auditor líder en reunión con el equipo auditor deberá asignar los procesos a auditar y comunica lugares, áreas o actividades específicas.

3.4 Preparación de los documentos de trabajo

Los integrantes del equipo auditor deberán revisar la información pertinente a los procesos y tareas asignadas y preparar los documentos de trabajo como la lista de verificación para registrar las evidencias.

3.5 Desarrollo de la auditoría interna

En la ejecución de las auditorías internas se llevan a cabo las siguientes etapas:

1. Reunión de apertura:

Es la primera actividad que se debe considerar en la agenda del plan de auditoría, el propósito de la reunión de apertura es:

- Confirmar el plan de auditoría.
- Proporcionar información de cómo se llevarán a cabo las actividades de auditoría.
- Confirmar los canales de comunicación
- Proporcionar al auditado la oportunidad de realizar preguntas.
- Atender cualquier inquietud planteada por los auditados

En la reunión de apertura, el auditor líder presenta a los auditados la siguiente información:

- Objetivo y alcance de la auditoría
- Agenda prevista
- Metodología para emplear de acuerdo con las técnicas de auditoría

1. Comunicación durante la auditoría:

Dependiendo del alcance y la complejidad de la auditoría, puede ser necesario llegar a acuerdos formales para la comunicación entre el equipo auditor y el auditado durante la auditoría. Las evidencias recopiladas durante la auditoría que sugieren un riesgo inmediato y significativo deberán comunicarse sin demora al auditado.

2. Recopilación y verificación de la información:

Durante la auditoría, deberá recopilarse la evidencia mediante un muestreo apropiado y verificarse la información pertinente para los objetivos, el alcance y los criterios de esta, incluyendo la información respecto a las interrelaciones entre procesos y actividades.

Los métodos para recopilar información se basan en las técnicas de auditoría:

- Entrevistas
- Revisión de documentos
- Registros

Observaciones en el sitio: Cuando sea necesario, se realizan observaciones directas en el lugar de trabajo, para verificar la conformidad con los requisitos establecidos.

La información recopilada puede ser: registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que sea verificable.

3. Evaluar la evidencia

La evidencia de la auditoría deberá ser evaluada frente a los criterios de auditoría para generar los hallazgos, los cuales pueden indicar tanto conformidad como no conformidad con los criterios. Cuando los objetivos de la auditoría así lo especifiquen, los hallazgos pueden identificar oportunidades de mejora. Las no conformidades y las evidencias de la auditoría que las apoyan, deberán registrarse.

Las no conformidades deberán revisarse con el auditado para obtener el reconocimiento de que la evidencia de la auditoría es exacta y que se han comprendido.

3.6 Preparar y elaborar el informe de auditoría por cada proceso auditado y las conclusiones generales de la auditoría

El auditor líder es el responsable de la preparación y del contenido del Informe de la auditoría, el cual debe proporcionar un registro completo, preciso, conciso y claro de la auditoría y hacer referencia a lo siguiente:

- Información general: Macroproceso, proceso y responsable del proceso auditado, No. de la auditoría, lugar y fecha del informe.
- Fecha de inicio y término de la auditoría y lugares donde se realizaron las actividades de la auditoría
- Los objetivos de la auditoría
- El alcance de la auditoría, particularmente la identificación de las unidades y/o dependencias de la organización, los procesos auditados y el intervalo de tiempo cubierto.

- Criterios de la auditoría. (Documentos de Referencia y Documentos Analizados)
- Resultados de la auditoría. (Descripción de los Hallazgos: Fortalezas, No conformidades y oportunidades de mejora) Conclusiones de la auditoría.

3.7 Reunión de cierre

Es la última actividad programada en la agenda del plan de auditoría. La reunión de cierre deberá presentar las conclusiones generales de la auditoría de tal manera que sean comprendidas y reconocidas por los Líderes y Responsables de los procesos auditados.