



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

**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES
Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A
FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018**

Ing. Hugo Armando Polanco Vásquez

Asesorado por el MSc. Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera

Guatemala, mayo de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES
Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A
FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. HUGO ARMANDO POLANCO VÁSQUEZ
ASESORADO POR EL MSC. ING. MARDOQUEO ARRIAGA HERRERA

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Walter Darío Caal Merida
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 METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES
Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A
FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 01 de junio 2023.

Ing. Hugo Armando Polanco Vásquez

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.179.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Directora de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018**, presentado por: **Ing. Hugo Armando Polanco Vásquez**, 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:


Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, mayo de 2024

JFGR/gaoc



Guatemala, mayo de 2024

LNG.EEP.OI.179.2024

En mi calidad de Directora 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 METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E
INFORME DE LAS EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES EFECTO
INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A FABRICAR BEBIDAS
CARBONATADAS, BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018”**

presentado por **Ing. Hugo Armando Polanco Vásquez**
correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ;
apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, 10 de noviembre de 2023

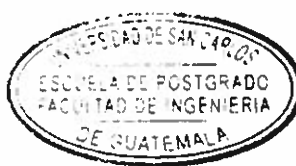
M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018.** del estudiante **Hugo Armando Polanco Vasquez** quien se identifica con número de carné **100018301** del programa de Maestria En Gestion Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por 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.** Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Msc. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador
Maestria En Gestion Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, 10 de noviembre de
2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E INFORME DE LAS EMISIONES Y REMOCIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN UNA EMPRESA DEDICADA A FABRICAR BEBIDAS CARBONATADAS; BASADO EN LA NORMA ISO 14064-1:2018.**" de el/la estudiante **Hugo Armando Polanco Vasquez** del programa de **Maestria En Gestion Industrial** identificado(a) con número de carné 100018301.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Mtro. Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 7540

Mtro. Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera

Colegiado No. 7540

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por llenar mi vida de dicha y bendiciones.
Mis padres	Marina Vásquez y Luis Polanco por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida.
Mi esposa	Alice de Polanco por el apoyo, comprensión y amor para estar conmigo siempre en las buenas y malas
Mis hijos	Angel Polanco, Andrea Polanco y Hugo Polanco por ser mi inspiración, mis fuerzas para seguir adelante y luchar por mis metas.
Mis hermanos	Luis Polanco y Carlos Polanco por su apoyo y cariño que siempre me han acompañado. Sé que cuento con ellos siempre.
Mi familia	Con quienes he compartido muchos momentos importantes en mi vida. En especial a Andrea Barrientos (q. e. p. d.) quien con sus consejos me forjó en mi niñez y fue siempre mi ejemplo.
Mi madrina	Elsa Lima por apoyarme en todo momento y sin condiciones.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi casa de estudios en donde pase los mejores años de mi vida y me permitió ampliar mis conocimientos
Facultad de Ingeniería	Por estar a la vanguardia en el área técnica, capacitando a los profesionales de la industria dentro del país.
La industria del país	Por brindar espacios para que los profesionales de la industria puedan tecnificarse adecuadamente.
Al pueblo de Guatemala	Por brindar apoyo a la academia del país, por estar abiertos a que el estudiante pueda desarrollarse de la mejor forma posible.
Mi asesor	MSc. Ing. Mardoqueo Arriaga Herrera, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Amigos en general	A mis amigos y compañeros de trabajo porque en todo momento me ha apoyado y animado a concluir este ciclo. Y los que han estado siempre, por generar espacios oportunos de enfoque y distracción.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XV
OBJETIVOS	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXIX
1. MARCO REFERENCIAL	1
1.1. Estudios previos	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Situación del sector de bebidas con bajas emisiones de GEI.....	5
2.2. Proceso producción bebidas carbonatadas	6
2.2.1. Maquinaria	13
2.3. Distribución de mano de obra	16
2.4. Cambio climático	17
2.4.1. Panel Intergubernamental del Cambio Climático....	17
2.4.2. Gases efecto invernadero (GEI).....	18
2.4.3. Escenario de emisiones de GEI	20
2.5. Escenario de costos económicos.....	21
2.6. Política Nacional del Cambio Climático.....	24
2.7. Principios de documentación	27

2.8.	Límites del inventario GEI basado en ISO 14064-1:2018	27
2.9.	Cuantificación de emisiones de GEI basado en ISO 14064-1:2018.....	29
2.10.	Actividades de mitigación basado en ISO 14064-1:2018.....	30
2.11.	Gestión del inventario GEI.....	32
2.12.	Informes sobre GEI	33
2.13.	Función de la organización en la verificación	34
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1.	Diseño y desarrollo del inventario GEI	35
3.2.	Tipo de estudio.....	37
3.3.	Alcance	37
3.4.	Variables e indicadores	37
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	39
4.1.	Presentación de resultados en la organización	43
4.2.	Informe de GEI.....	51
4.3.	Gestión de la calidad del inventario	52
4.4.	Discusión de resultados	54
4.4.1.	Comparación de resultados con antecedentes y objetivos.....	58
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y PLANES DE ACCIÓN	59
5.1.	Descripción general de las metas.....	59
5.1.1.	Indicadores ambientales.....	65
5.2.	Objetivos del inventario de GEI	66
5.2.1.	Acciones dirigidas.....	66
5.2.2.	Seguimiento del desempeño interno	67
5.2.3.	Verificación y/o validación del inventario GEI	68

5.2.4.	Planes de acción.....	68
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES.....		73
REFERENCIAS		75
APÉNDICES.....		79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo del proceso	14
Figura 2.	Organigrama del proceso.....	16
Figura 3.	Gases que generan más calentamiento global e impacto	19
Figura 4.	Adaptación incluyente y sostenible	23
Figura 5.	Esquema cambio climático en Guatemala	26
Figura 6.	Esquema de emisiones.....	44
Figura 7.	Esquema de cálculo GEI.....	45
Figura 8.	Diagrama de flujo proceso	48
Figura 9.	Tabla y gráfica de porcentajes de actividad	55
Figura 10.	Datos y gráfica de total de emisiones con y sin reducción	56
Figura 11.	Diagrama de tratamientos aplicados al agua	61

TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables	XXV
Tabla 2.	Nomenclatura para identificar alcances en el proceso	47
Tabla 3.	Datos de actividad	49
Tabla 4.	Datos de potencial de calentamiento global (GWP)	50
Tabla 5.	Datos de emisiones directas e indirectas	51
Tabla 6.	Datos porcentajes de consumo energético	52
Tabla 7.	Emisiones de GEI del sector desechos.....	57
Tabla 8.	Principales fuentes de emisión	64
Tabla 9.	Principales emisiones al aire.....	64

Tabla 10.	Desechos sólidos	64
Tabla 11.	Indicadores ambientales y metas establecidas.....	65
Tabla 12.	Planes de acción de mitigación	69

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°	Grados
=	Igual que
$\cong$	Más o menos igual
%	Porcentaje
Q	Quetzal (moneda)
e	Margen de error máximo permitido
$\bar{x}$	Media Aritmética
Σ	Sumatoria
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño población

GLOSARIO

Cambio climático	Llamamos cambio climático a la modificación del clima que ha tenido lugar respecto de su historial a escala regional y global. En general, se trata de cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta.
CO₂e	Unidad para comparar la fuerza radiactiva de un GEI con el dióxido de carbono y expresarlo en dicha base.
Emisión de GEI	Liberación de un GEI a la atmósfera.
GEI	Componente gaseoso en la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes, ocasionando el efecto del calentamiento global. Algunos de los GEI son: dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄), óxido nitroso (N ₂ O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF ₆).
Gestión	Acción y efecto de administrar.

Indicador	Dato o información que sirve para conocer o valorar las características y la intensidad de un hecho o para determinar su evolución futura.
Informe de GEI	Documento independiente destinado a comunicar información relativa a los GEI de una organización o de un proyecto de GEI a sus usuarios previstos.
ISO 14064-1	Gases de efecto invernadero – parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.
ISO 14064-2	Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.
ISO 14064-3	Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.
Línea base	Es el resultado de la cuantificación de las emisiones de gases efecto invernadero de las operaciones incluidas dentro del límite del inventario establecido.
PCG	Índice, basado en las propiedades de radiación de los GEI, que mide la fuerza de radiación tras la emisión de un pulso de una unidad de masa de un GEI dado

en la atmósfera actual integrado en un periodo determinado, con relación a la unidad del dióxido de carbono.

Utilidad

Cifra producto de la diferencia entre las ganancias obtenidas por un negocio o una actividad económica, y todos los gastos en que se incurre durante el proceso.

Validación

Obtener evidencia de que los elementos del informe de cálculo de emisiones de gases efecto invernadero son capaces de ser efectivos.

Verificación

Actividades realizadas para determinar el cumplimiento del informe de cálculo de emisiones de gases efecto invernadero establecido y/o la necesidad de modificarlo.

Viabilidad

Análisis que tiene por finalidad conocer la probabilidad que existe de poder llevar a cabo un proyecto con éxito.

RESUMEN

El cambio climático originado por la actividad antropogénica se ha identificado como uno de los mayores retos que afronta el mundo y continuará afectando a negocios y ciudadanos durante décadas futuras.

El cambio climático tiene implicaciones tanto para los humanos como para los sistemas naturales y puede tener impactos importantes en la disponibilidad de los recursos, la actividad económica y el bienestar humano. En respuesta, tanto el sector público como el privado están desarrollando e implementando iniciativas internacionales, regionales, nacionales y locales para mitigar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera terrestre, así como para facilitar la adaptación al cambio climático.

Hay necesidad de una respuesta eficaz y progresiva a la urgente amenaza del cambio climático a partir de los mejores conocimientos científicos existentes. ISO produce documentos que apoyan la transformación de los conocimientos científicos en herramientas que ayudarán a enfrentar el cambio climático.

Las iniciativas sobre mitigación de los GEI se basan en la cuantificación, el seguimiento, el informe y la verificación de emisiones y/o remociones de GEI.

La familia ISO 14064 ofrece claridad y coherencia en la cuantificación, el seguimiento, el informe y la validación o verificación de emisiones y remociones de GEI para apoyar el desarrollo sostenible mediante una economía baja en carbono y beneficiar a organizaciones, proponentes de proyectos y partes interesadas de todo el mundo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Descripción del problema

No se cuenta con una metodología para la realización del informe de la cuantificación de los gases efecto invernadero, se realizó para el proceso de fabricación de Bebidas Carbonatadas, en la cual se consideran la situación actual, se analizaron todas las etapas productivas de los procesos que conforman la cadena de valor

La actividad principal de la empresa tomada en el estudio es: “Distribución, venta de aguas gaseosas todas las operaciones industriales y comerciales relacionadas con la fabricación, envasado, distribución y expendio de toda clase de bebidas simples o endulzadas, gaseosas o carbonatadas de carácter similar, así como agua purificada, ubicada en la ciudad de Guatemala.

Actualmente existe deficiencia en el sistema de gestión ambiental, debido a que, no se cuenta con una metodología establecida para cuantificar y tener un inventario de gases efecto invernadero generados en sus emisiones directas e indirectas de operación en toda la cadena productiva y con ello poder establecer un año base histórico para las emisiones con propósito de comparación, para cumplir los compromisos del programa firmados por Guatemala y del sector de la industria de bebidas.

Falta de mecanismos para compartir datos de forma transparente, así como el fortalecimiento de la cultura de reporte, divulgación, comunicación y gestión de las emisiones de gases efecto invernadero.

Se consideró la normativa legal vigente en el país, para la empresa en su capacidad instalada. Así mismo, se consideraron los tratados, normas y estudios nacionales e internacionales, para los aspectos de la planta por su naturaleza requieran especial atención.

Con relación a normas y recomendaciones técnicas para la planificación y operación de este estudio, se tomó como base las normas y recomendaciones de las siguientes fuentes que son aceptadas comúnmente:

- Constitución de la República de Guatemala.
- Convención para la protección de la capa de ozono, suscrita en Viena, Austria, el 22 de marzo de 1985, aprobada mediante el Decreto 39-87.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Protocolo Relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono, suscrito en Montreal, Canadá el 16 de septiembre de 1987, aprobado mediante el Decreto 34-89.
- El Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscrito en Kyoto, Japón, el 11 de diciembre de 1997, aprobado mediante el Decreto 23-99.

- Convenio de Estocolmo Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, suscrito el 22 de mayo del 2001, aprobado mediante el Decreto 60-2007.

El fenómeno del Cambio Climático es uno de los grandes desafíos que enfrenta la humanidad. En el caso de nuestro país, sus impactos ponen en peligro la vida, su calidad y los medios que la sustentan. Reducir sus impactos negativos de manda de todas las personas y todos los Estados una reacción coherente y decidida en beneficio de la humanidad, en general, y de cada país en particular.

- Contexto

En Guatemala, en menos de una década, se han venido registrando importantes efectos negativos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad, tales como: el huracán Mitch, en el año 1998, la sequía del año 2001 y en el 2005, los estragos de la tormenta tropical Stan. Se evidencia una mayor recurrencia de eventos extremos que los reportados en el pasado. A pesar de que Guatemala aporta de manera poco significativa a la emisión global de gases de efecto invernadero, recibimos impactos negativos que nos afectan con mayor intensidad y frecuencia.

El cambio climático entendido como una modificación en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima no se limita al aumento de la incidencia e intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos. Se refleja en el aumento de enfermedades, en la disminución de la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, en la reducción de la producción de alimentos y su calidad, y en los impactos en la infraestructura básica y de servicios, ocasionando serios impactos económicos y socioambientales.

En Guatemala, en diversos sectores han comprendido que el desarrollo económico puede lograrse a través de procesos productivos que impliquen una menor emisión de gases de efecto invernadero. Por ello, han decidido modificar dichos procesos, tomando en cuenta el impacto que tienen a largo plazo. En algunos casos se ha invertido recursos económicos y humanos para llevar a cabo estos proyectos, pero a la vez, esta inversión le ha representado ahorros a corto plazo, que continúan reflejándose en el futuro. En otros casos, no fue necesario realizar una inversión, pues han podido realizar negociaciones con otros actores bajo el esquema de ganar-ganar, que también ha resultado beneficioso para el sector de la industria de bebidas.

Todas estas acciones son de vital importancia que debemos de cumplir por los diferentes acuerdos firmados como país para bajar las emisiones de gases efecto invernadero en los cuales podemos mencionar: Acuerdo de París, Protocolo de Montreal y Protocolo de Kioto. La norma ISO 14064-1:2018 proporciona un marco para cuantificar, monitorear y reportar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las remociones relacionadas con actividades específicas. Este marco es aplicable a organizaciones de cualquier tamaño, sector o ubicación geográfica.

Una vez identificadas las emisiones y remociones de GEI, se diseñará un sistema de seguimiento y monitoreo para medir y reportar los cambios en las emisiones y remociones de GEI. La metodología también deberá incluir un plan de acción para reducir las emisiones de GEI y mejorar las remociones de GEI en la empresa.

La pregunta central de investigación es ¿Cómo documentar el diseño de metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de

gases efecto invernadero en una empresa dedicada a fabricar Bebidas Carbonatadas; basado en la norma ISO 14064-1:2018?

Las preguntas orientadoras son:

- ¿Documentar los mecanismos para la identificación de las principales actividades que generan gases efecto invernadero y darles seguimiento a través del sistema de gestión ambiental y establecer planes de acción que contribuyan a la reducción de los gases efecto invernadero?
- ¿Cómo medir la productividad con bajas emisiones de gases efecto invernadero?
- ¿Cuál es el beneficio de contar con una metodología para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero, basado en la norma ISO 14064-1:2018?

OBJETIVOS

General

Desarrollar la metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero en una empresa dedicada a fabricar Bebidas Carbonatadas; basado en la norma ISO 14064-1:2018.

Específicos

1. Identificar los procesos y actividades principales de la empresa que generan emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero, considerando todas las fuentes relevantes que impactan en las emisiones y documentar planes de acción que contribuyan a su reducción.
2. Establecer metas específicas de reducción de emisiones de gases efecto invernadero en comparación con un período base.
3. Proporcionar información para la toma de decisiones y poder optar a certificaciones ambientales reconocidas internacionalmente que validen los esfuerzos de la organización en reducir sus emisiones de gases efecto invernadero.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Unidad de análisis

La principal necesidad que busca cubrir esta investigación es diseñar una metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero que fortalezca el sistema de gestión ambiental en una empresa dedicada a fabricar bebidas carbonatadas.

- Diseño

Es importante definir los límites de la empresa en términos geográficos, de operaciones, de fuentes de emisión y de gases de efecto invernadero. En este caso, se debe considerar toda la cadena de valor de los procesos de las bebidas carbonatadas, incluyendo desde la producción de los ingredientes hasta la distribución y el consumo final. Se debe identificar todas las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la empresa, tales como la combustión de combustibles fósiles en los procesos de producción, el consumo de electricidad, uso de refrigerantes en los diferentes procesos, el transporte de materias primas y productos, entre otros.

- Tipo de estudio

Para efectos de la investigación, el tipo de estudio es descriptivo, el cual busca responder las interrogantes del tema en estudio, con base a la determinación del proceso actual, seguido del registro de las variables que se generan en la operación. Después se efectuará un análisis sobre las

desviaciones de las variables en observación y finalmente la evaluación de la propuesta para el mejoramiento del sistema de gestión ambiental.

- Alcance

La metodología tiene un alcance descriptivo, debido a que se cuenta con la disponibilidad de los sujetos de estudio del actual sistema, lo cual permitirá realizar una evaluación amplia para obtener un mayor conocimiento. Adicional se cuenta con el conocimiento e información necesaria para el estudio de los datos del sistema.

- Variables e indicadores

La metodología tiene un alcance descriptivo, debido a que se cuenta con la disponibilidad de los sujetos de estudio del actual sistema, lo cual permitirá realizar una evaluación amplia para obtener un mayor conocimiento. Adicional se cuenta con el conocimiento e información necesaria para el estudio de los datos del sistema.

Las variables en estudio se describen en la tabla I que se presenta a continuación:

Tabla 1.*Operacionalización de variables*

No.	Objetivo	Variable	Tipo de variable	Indicador	Técnica
1	Desarrollar la metodología para los procesos y actividades de la empresa que generan emisiones de GEI, considerando todas las fuentes relevantes, tales como: la producción, el transporte, el uso de energía y la gestión de residuos.	Combustión Fija Combustión Móvil Emisiones de Proceso Emisiones Fugitivas	Emisiones Directas y Emisiones Indirectas (Cualitativa independiente)	Toneladas de CO ₂ equivalentes al año	Recolección de información que se pueda verificar en base a consumos que se han tenido en los procesos de la cadena de valor.
2	Diseñar un informe del cálculo de emisiones de GEI de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma ISO 14064-1:2018, que sirva para establecimiento y ajustes de la Línea Base y seguimiento en el tiempo	Consumo de Agua Consumo de Energía Consumo de Refrigerantes Consumo de combustibles Generación de desechos	Cualitativa independiente nominal	Metas y objetivos de indicadores ambientales que deben de cumplirse	Por medio de sistema informático y medidores se obtiene la información (Indicadores Ambientales) y crear matriz de inventario de GEI.
3	Proporcionar información para la toma de decisiones y la planificación de estrategias para reducir las emisiones de GEI.	Eficiencia en el sistema de gestión ambiental	Independiente Cuantitativa Discreta	Número de propuestas para mejorar aprovechamiento de los recursos y bajar los consumos	Observación del proceso Entrevista con el personal involucrado en el proceso.

Nota. Detalle de la operacionalización de las variables. Elaboración propia, realizado con Word.

Fases de estudio

El estudio de investigación busca el cumplimiento de los objetivos definidos previamente a través de la siguiente forma:

- Fase 1: la revisión documental del procesos y diagramas de flujo para identificar las fuentes de emisiones. La aplicación de los principios es fundamental para asegurarse de que la información relacionada con los GEI es verdadera y justa. La descripción de la organización que informa, las personas responsables, el propósito del informe, los usuarios previstos, la política de divulgación, el período de informe y la frecuencia del informe, los datos y la información incluidos en el informe. Se planea realizar esta fase en un lapso de 4 semanas.
- Fase 2: se realizará la descripción y explicación de los límites y las metodologías de consolidación. Límites de informe, la descripción y explicación de las categorías de emisión consideradas. Se planea realizar esta fase en un lapso de 2 semanas
- Fase 3: se incluye los resultados de datos cuantificados por categoría de emisión o remoción, una descripción de las metodologías y los datos de actividad utilizados. Se planea realizar esta fase en un lapso de 6 semanas.
- Fase 4: se evaluarán los beneficios obtenidos y establecer iniciativas para la reducción de los GEI y seguimiento del desempeño interno. Se planea realizar esta fase en un lapso de 2 semanas.

- Fase 5: discusión de resultados y planes de acción a tomar. Dónde con base a los resultados obtenidos se estarán estableciendo metas e indicadores de medición para darle seguimiento a los planes de acción a implementar.

INTRODUCCIÓN

Los cambios para mejorar algunas veces implican haber tenido el valor y la visión para tomar una decisión que modifique la forma tradicional de hacer las cosas. Esta determinación es la que han tenido muchas organizaciones derivado de las preocupaciones ambientales a nivel global, debido a su impacto en el cambio climático y sus consecuencias para la vida en el planeta. Las empresas son responsables de una parte significativa de estas emisiones, por lo que es importante que tomen medidas para reducirlas y contribuir a la mitigación del cambio climático.

Esta decisión es producto de asumir responsabilidades, pero también de reconocer que existen beneficios adicionales, incluyendo mantener o mejorar la competitividad, reducir costos de operación o incluso obtener más ingresos. En este contexto, la norma ISO 14064-1:2018 establece los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero de una organización. Esta norma ofrece una herramienta para que las empresas puedan medir su impacto ambiental y tomar medidas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

En este trabajo se presenta una metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero en una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas, basada en la norma ISO 14064-1:2018. Se identificarán las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la empresa y se propondrán medidas para reducir estas emisiones.

El diseño de esta metodología permitirá que la empresa cuente con un inventario completo y confiable de sus emisiones de gases de efecto invernadero, lo que le permitirá tomar decisiones informadas sobre cómo reducir su impacto ambiental y contribuir a la mitigación del cambio climático. Además, esta metodología podrá ser utilizada como referencia para otras empresas del sector de bebidas carbonatadas que deseen implementar medidas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

En este sentido, este trabajo de investigación tiene por objetivo realizar un inventario de gases efecto invernadero en una empresa de bebidas Carbonatadas, siguiendo la metodología establecida en la Norma ISO 14064-1:2018. En particular, se analizarán las emisiones de GEI en las actividades de producción y distribución de bebidas, con el fin de identificar oportunidades de mejora en términos de combustibles alternativos, gases refrigerantes amigables al medio ambiente, eficiencia energética y utilización de energías renovables.

Con esta investigación se busca contribuir al desarrollo de prácticas empresariales más sostenibles y al cumplimiento de los indicadores ambientales de la organización y objetivos internacionales de reducción de emisiones de GEI, promoviendo así la protección del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático.

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para desarrollar las distintas fases del proyecto. La empresa ha autorizado la realización del trabajo de investigación y por consiguiente brindará recursos humanos, tecnológicos, información e infraestructura.

El informe final de investigación estará formado por 5 capítulos. El capítulo 1 corresponde al marco referencial, donde se expondrán estudios previos realizados sobre el tema que se ha decidido investigar. El capítulo 2, marco teórico, consiste en la revisión de la documentación y diseño de metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero, basado en la norma ISO 14064-1:2018 y otros temas que apoyen el estudio. En el capítulo 3, desarrollo de la investigación, se dará a conocer la situación actual de la empresa y se ejecutarán las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos definidos. El capítulo 4, presentación de resultados, se expondrá la resolución de la investigación. El capítulo 5 finalizará con la discusión de resultados, donde se validarán los planes de mitigación a realizar y el impacto que tendrá en la empresa en estudio.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Estudios previos

Actualmente se están realizando trabajos de investigación basadas en métodos para cuantificar, documentar y reducir las toneladas de CO₂ equivalentes, los cuales ayudarán como soporte para la presente investigación. A continuación, se describen algunos que aportan información importante:

Emisiones Históricas de GEI y sus tendencias Batzín, Carrera, Castellanos, Juárez, Ochoa y Rivera (2019) exponen que las 5 principales actividades que son las causantes de generar en mayor porcentaje, cantidad de emisiones de GEI en Guatemala, es la actividad de ganadería (26 %), la combustión del transporte y personas, la industria manufacturera y mercancías (18 %), la gestión de los suelos agrícolas (14 %), la fermentación entérica del ganado (9 %) y la combustión para la generación energética (9 %). Actualmente no hay un sistema de recolección de información para la obtención de la cuantificación de inventarios nacionales de GE de forma periódica y documentada con los mecanismos correspondientes. Hace falta desarrollar y estimar los porcentajes de incertidumbre que se pueda tener en la información de los inventarios realizados hasta el momento en los diferentes sectores del país.

Según Posso (2020) señala que, desde sus inicios, la energía ha tenido múltiples aplicaciones que le han dado a la sociedad lo que sabemos; sin embargo, este desarrollo va de la mano de las emisiones que se generan (GEI), si la energía utilizada es de origen fósil, que es la principal causa de las

emisiones. En el campo del transporte, los combustibles derivados del petróleo fueron una fuente de energía extremadamente importante; es por ello por lo que a nivel internacional se han publicado lineamientos de diseño sustentable, que tienen como objetivo reducir los impactos ambientales reduciendo el consumo de energía o ya sea utilizando energía de fuentes renovables. Como alcance de este tema, se proponen y analizan opciones de mejoras futuras a la reglamentación y tratados firmados internacionalmente y con esto se busca bajar las emisiones.

Crear un informe reciente con la situación actual del país, para poder obtener a la fecha como se está en los diferentes sectores, con los compromisos adquiridos en cada uno de los tratados y acuerdos internacionales. Los informes secundarios nacionales sobre calentamiento global han incluido las Directrices del IPCC sobre los IGEI (IPCC, 2021).

La metodología directrices sobre mejores prácticas sobre uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, se presentan los resultados en un formato de informe establecido en los inventarios anuales.

La información generada de los inventarios realizada en los años 1994 y 2005 se ha incluido en la planificación de tendencias, tomando de referencia el período de notificación. El inventario incluye cálculos de emisiones de fuentes directas o indirectas, para cinco de los seis sectores de emisión definidos por el Panel Intergubernamental, sobre Cambio Climático (IPCC). En lo que respecta a las emisiones generadas por la energía, procesos industriales y agricultura. En la industria de los disolventes no se dispone de resultados, ya que solo se libera el gas precursor del ozono.

El propósito principal de este artículo es mostrar que el calentamiento global es un fenómeno complejo, siendo un gran desafío del siglo XXI, dadas sus

características, causas y consecuencias asimétricas a escala global, y está íntimamente relacionado con los estilos de desarrollo. La adaptación a la generación del desbalance que se produce en la atmósfera terrestre requiere una transición de lo inevitable a lo sostenible. Sin embargo, las consecuencias que se están teniendo son virtualmente inevitables y serán aún más severos en este siglo. Es fundamental implementar condiciones y estrategias para reducir y mitigar esta problemática.

Análisis de la Huella de Carbono de la Industria Colombiana de Bebidas, de Villamizar (2023). Este es un estudio el cual analiza la huella de carbono que ha dejado el sector de bebidas en Colombia. En este estudio se identifican los principales factores de emisión directos e indirectos, así como se proponen planes de mitigación. Antecedentes sobre las bajas emisiones de GEI. En la industria se ha analizado la situación actual de las emisiones de GEI en el segmento de bebidas y las diferentes tendencias que se tienen en la productividad.

Para abordar este tema se han desarrollado diversas iniciativas, acuerdos internacionales y reglamentos técnicos destinados a controlar y reducir los IGEI. Una de estas regulaciones es la ISO 14064-1:2018, en la que se describen los principios para medir y reportar las emisiones y remociones. En este contexto, se debe realizar un informe del inventario de gases de efecto invernadero de acuerdo con la norma ISO 14064-1:2018. Esto incluye recopilar, procesar y evaluar información relevante y producir informes de manera transparente y confiable.

Un informe de inventario de emisiones de GEI, es una herramienta utilizada para identificar los componentes directos e indirectos dentro de la organización y sus remociones, que se puedan tener para poder buscar la

mitigación en la gestión de los indicadores ambientales que se tengan. Esto nos permitirá identificar áreas de mejora y desarrollar, para gestionar riesgos asociados y oportunidades de reducción. Además, los inventarios le permiten evaluar su desempeño ambiental, mejorar la reputación de la empresa y cumplir con los compromisos adquiridos legales y organizacionales.

Por lo tanto, realizar este estudio sobre IGEI según la norma ISO 14064-1:2018 es de gran relevancia académica, empresarial y ambiental.

2. MARCO TEÓRICO

Esta parte es esencial de nuestro trabajo de investigación y se van a describir y establecer el contexto conceptual en el cual se desarrolla la actividad de la fabricación de bebidas carbonatadas en la empresa en estudio.

2.1. Situación del sector de bebidas con bajas emisiones de GEI

En medida que la población mundial aumenta anualmente, también lo hace en una medida directamente proporcional su consumo. Este aumento de consumo genera un aumento de producción, que se da mayoritariamente en países desarrollados, donde se pueden encontrar tecnologías más avanzadas, con el objetivo de conseguir una mayor producción de forma más eficiente. Este aumento de producción tiene repercusiones en el Impacto ambiental (Domenech, 2021).

La industria de bebidas carbonatadas es un sector importante en todo el mundo, que abarca una amplia gama de bebidas gaseosas con gas carbónico. Las bebidas carbonatadas incluyen refrescos, agua con gas, bebidas energéticas, bebidas deportivas y otras bebidas con gas.

A pesar de su popularidad, las bebidas carbonatadas han sido objeto de críticas por su alto contenido de azúcar y su asociación con la obesidad y otros problemas de salud. Como resultado, muchas empresas han comenzado a ofrecer opciones más saludables, como bebidas sin azúcar, con menos calorías y con ingredientes naturales.

En general, la industria de bebidas carbonatadas ha evolucionado para adaptarse a las cambiantes preferencias del consumidor y las preocupaciones por la salud. A medida que los consumidores buscan opciones más saludables, las empresas han desarrollado nuevos productos y han trabajado en la reducción del contenido de azúcar y que tengan un contenido más nutricional (Bello, 2019).

2.2. Proceso producción bebidas carbonatadas

El proceso de fabricación de refrescos se divide en dos partes:

- Proceso de elaboración de las bebidas
- Proceso de envasado

Se cuenta actualmente con 3 líneas de producción, distribuidas de la siguiente forma:

- Línea 1: en esta línea se elaboran los productos retornables de presentaciones de vidrio de 0.35 litros a 1.0 litros. Esta línea cuenta con maquinaria específica para trabajar envases de vidrio, y consta de los siguientes equipos:
 - Depaletizadora
 - Desempacadora
 - Lavadora de cajillas
 - Lavadora de botellas
 - Inspector electrónico
 - Mezclador-carbonatador
 - Llenadora y taponadora
 - Codificador

- Empacadora
 - Paletizadora
- Línea 2: en esta línea se elaboran los productos no retornables en presentaciones Pet (envase de tereftalato de polietileno) 0.300 litros, 0.350 litros, 1.5 litros, 3.0 litros y 3.3 litros., contando para su funcionamiento con los siguientes equipos:
 - Posicionador de envase
 - Transportador aéreo
 - Rinser
 - Mezclador- carbonatador
 - Llenadora y taponadora
 - Codificador
 - Etiquetadora
 - Empacadora
 - Envolvedora de palets
- Línea 3: en esta línea se elaboran los productos no retornables, en presentaciones Pet (envase de tereftalato de polietileno) 0.5 litros, 0.6 litros y 2 litros, contando para su funcionamiento con los siguientes equipos:
 - Posicionador de envase
 - Transportador aéreo
 - Etiquetadora
 - Rinser
 - Mezclador-carbonatador
 - Llenadora y taponadora

- Codificador
 - Empacadora
 - Envolvedora de pallets
- Preparación de jarabes: en el área de preparación y formulación de jarabes, se cuenta con los siguientes equipos:
 - Equipo de dilución de azúcar, incluye 3 tanques de cocimiento
 - Filtro de placas metálicas para jarabe
 - Filtro pulidor
 - Intercambiador de calor (enfriador)
 - Tanques de recepción de jarabe
 - Tanques de almacenaje
 - Tanques formuladores
 - Proceso de elaboración y filtración de jarabe simple

El proceso de elaboración de jarabe simple inicia con la disolución de azúcar con agua, de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas. En el proceso de filtración de jarabe simple se añade carbón activado y tierras diatomeas, seguido de la disminución de temperatura hasta temperatura ambiente, para luego pasar por filtración y ser almacenado para el uso requerido (Ramírez, 2018).

- Proceso de mezcla de jarabe compuesto

En el proceso de mezcla de jarabe compuesto se inicia con la desinfección por luz ultravioleta del jarabe simple almacenado en la sección de filtros, para ser añadido al tanque formulador, continuando con la adición y disolución de las

materias primas requeridas, según la especificación de cada fórmula (Gonzalez, 2021).

- Proceso de envasado
 - Línea 1

El proceso se inicia en la depaletizadora, con la recepción del envase, el cual viene ordenado en una estructura denominada pallet, que contiene 45 cajas de envase, distribuidas en 5 camas de 9 cajas cada una. El operador de montacargas se encarga de colocar un pallet en la máquina, la cual cuenta con un transportador de pallets hasta la unidad de paletizado en la cual el equipo toma una cama (9 cajas) y la coloca sobre el transportador que las divide de 3 en 3, para alimentar un transportador para hacerlas llegar hasta la desempacadora.

El proceso continúa en la desempacadora, la cual recibe las cajas y por medio de un transporte automatizado, que se acciona de acuerdo con el flujo de cajas, llega hasta los espaciadores, de aquí a una máquina que saca todos los envases. Los envases son depositados en una banda transportadora que los conduce a la lavadora por su parte las cajas vacías son llevadas a una lavadora de cajilla, la cual se encarga de invertir todas las cajas para eliminar los sólidos que pueda traer y seguidamente aplica un enjuague para remover la suciedad que pueda traer.

El siguiente paso del proceso es la lavadora, en la cual se lava y esterilizan el envase previo a llenado. Este equipo está controlado automáticamente por sensores que permiten asegurar la adición de soda cáustica y temperatura; cualquier alteración activa una alarma que indica al operador el tipo de falla y el lugar, y a la vez automáticamente se hacen las correcciones, conectando bombas

para restablecer concentraciones de soda o abre válvulas para permitir el ingreso de vapor para incrementar la temperatura.

La máquina cuenta con tres tanques de soda cáustica, con concentraciones entre 1.5 y 25 % y temperaturas que llegan hasta 80 a 85 °C, la máquina trabaja con gradientes de concentración de soda y temperatura para evitar cambios bruscos que podrían afectar el envase. Ya dentro de la lavadora los envases se someten a contacto con soda y agitación mecánica que se logra con el cambio de posición, boca abajo y boca arriba y por sistemas de inversión y jets. Al final se tienen unas flautas de enjuague que se encargan de drenar toda la soda cáustica.

Las botellas ya lavadas y esterilizadas son conducidas por una banda transportadora hacia el inspector electrónico el cual se encarga de rechazar las botellas que aún después del lavado, no son aptas para ser llenadas. Esto incluye botellas con suciedad interior (señales de fondo y pared), botella de marcas diferentes a las que se está llenando (señal de contorno), botellas con la boca rota o astillada (señal de boca), botellas que aún traen tapa (señal de tapón), botellas con residuos de agua o soda cáustica (señal AF caustico), envases demasiado altos o bajos (botellas incompletas) con la señal de demasiado alto-demasiado bajo. Este equipo, dependiendo del tipo de rechazo, envía a un contenedor de botellas, las que deben reciclarse y a un transporte de rechazo las que aún pueden relavarse y volverse a utilizar.

Un paso intermedio, es la mezcla de jarabe terminado con agua cual es realizada en el mezclador, el cual diluye el jarabe terminado con agua tratada aquí se da el enfriamiento del producto (sistema de enfriamiento por amoníaco). El equipo trabaja sobre la base de recetas programadas que permiten mezclar y carbonatar según las fórmulas establecidas.

El siguiente paso es la colocación de un código, que imprime un código que permite la trazabilidad del producto en la bodega y el mercado. Paso seguido, las botellas son conducidas a la llenadora la cual recibe producto a una temperatura entre 2 y 5 °C, un depósito (taza), que cuenta con flotes que impiden el rebalse de este depósito. El envase entra a la llenadora donde es acomodado y conducido hacia las válvulas de llenado y seguidamente pasan a la coronadora, donde se coloca la tapa metálica que ha sido transportada desde la bodega de tapa. Al salir, las botellas pasan por una ducha de agua fría para eliminar los residuos de jarabe o bebida que quedan en las tapas para prevenir la corrosión de esta en las botellas. Seguidamente las botellas pasan por una inspección electrónica de nivel y falta de tapa; el producto que no cumple se desvía hacia un transportador de rechazo.

El producto ya sellado va a hacia la empacadora o pasando por unas láminas separadoras que agitan las botellas para enfilear el producto para formar grupos de 24 botellas. Las botellas son tomadas por los cabezales que las acomodan en las cajas vacías provenientes de la lavadora respectiva.

Todas las cajas llenas se envían al paletizador a través de una banda transportadora, este se encarga de disponer las camas hasta formar un pallet, el cual sale por un transportador de rodillos, hasta que es tomado nuevamente por un montacargas, que lo lleva a almacenar a la Bodega de producto terminado.

- Línea No. 2

El proceso se inicia con el de paletizado del envase no retornable, el cual se realiza de forma manual por personal de Bodega, seguidamente se alimenta al equipo posicionador, que se encarga de ordenar y levantar todos los envases para que ingresen en la misma posición al transportador aéreo, que lleva el

envase al rinser, en donde todos los envases son enjuagados con agua clorada previo a su llenado. El envase llega hasta la llenadora la cual recibe producto a una temperatura entre 2 y 5 °C. El envase entra a la llenadora e inmediatamente pasan a la taponadora, la cual además de colocarla tapa sobre el envase, le da un movimiento giratorio que ajusta la tapa al torque especificado.

En un paso intermedio, se mezclan el jarabe y agua en el mezclador-carbonatador, el cual se encarga de la carbonatación del producto. En el transportador de salida se codifican los envases, con fines de tener una identificación y trazabilidad del producto. Seguidamente, se pasa a la etiquetadora, en la cual la máquina corta coloca y pega la etiqueta plastificada que cubre el producto; está etiquetadora utiliza un adhesivo tipo hotmelt, que tiene la propiedad de secado rápido y capacidad para ser aplicado sobre superficies húmedas y frías.

Una vez etiquetado, el producto pasa a la empacadora, en donde se ordenan las botellas en grupos de 6 o 24 unidades, dependiendo de la presentación; a las cuales se les envuelve en plástico termo encogible y se les hace pasar por un túnel de calor (horno), en donde el material se encoge para darle rigidez al paquete. En la salida el producto es recibido por personal de bodega, quien se encarga de paletizar y envolver con película plástica.

- Línea No. 3

El proceso se inicia con el despaletizado del envase no retornable, el cual se realiza de forma manual por personal de bodega, seguidamente se alimenta al equipo posicionador, que se encarga de ordenar y orientar todos los envases para que ingresen en la misma posición al transportador aéreo, que lleva el envase a la etiquetadora y luego al rinser, en donde todos los envases son

enjuagados con agua clorada previo a su llenado. Previo al enjuague, el envase, se pasa a la etiquetadora; en la que la máquina corta, coloca y pega la etiqueta plastificada que cubre el producto; esta etiquetadora utiliza un adhesivo tipo *hot-melt* (De Paz, 2020).

El envase llega hasta la llenadora la cual recibe producto a una temperatura entre 9 y 14°C. El envase entra a la llenadora e inmediatamente pasan a la taponadora, la cual además de colocar la tapa sobre el envase, le da un movimiento giratorio que ajusta la tapa al torque especificado. En un paso intermedio, se mezclan el jarabe y agua en el mezclador, el cual se encarga de la carbonatación del producto.

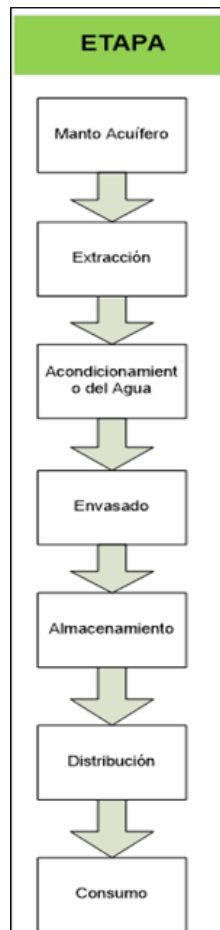
En el transportador de salida se codifican los envases con fines de tener una identificación y trazabilidad del producto. Una vez taponado el producto pasa a la empacadora, en donde se ordenan las botellas en grupos de acuerdo con las condiciones técnicas de la línea y del mercado dependiendo de la presentación las cuales se les envuelve en plástico termo encogible y se les hace pasar por un túnel de calor (horno), en donde el material se encoge para darle rigidez al paquete. En la salida el producto pasa a la paletizadora, equipo que se encarga de armar el palet, colocar cartón entre cada cama de producto y envolver con película plástica (Martínez, 2016).

2.2.1. Maquinaria

En la figura 2 se muestra un diagrama esquemático de la ruta del proceso y las ubicaciones de las máquinas.

Figura 1.

Diagrama de flujo del proceso



Nota. El diagrama muestra en pasos resumidos todas las etapas para la elaboración y envasado de bebidas carbonatadas. Elaboración propia, realizado con Visio.

- Transportador de envase: es un mecanismo cuya función es trasegar envases a diversas estaciones de llenado de bebidas carbonatadas. La banda transportadora conecta dichas estaciones (Ordoñez, 2017).

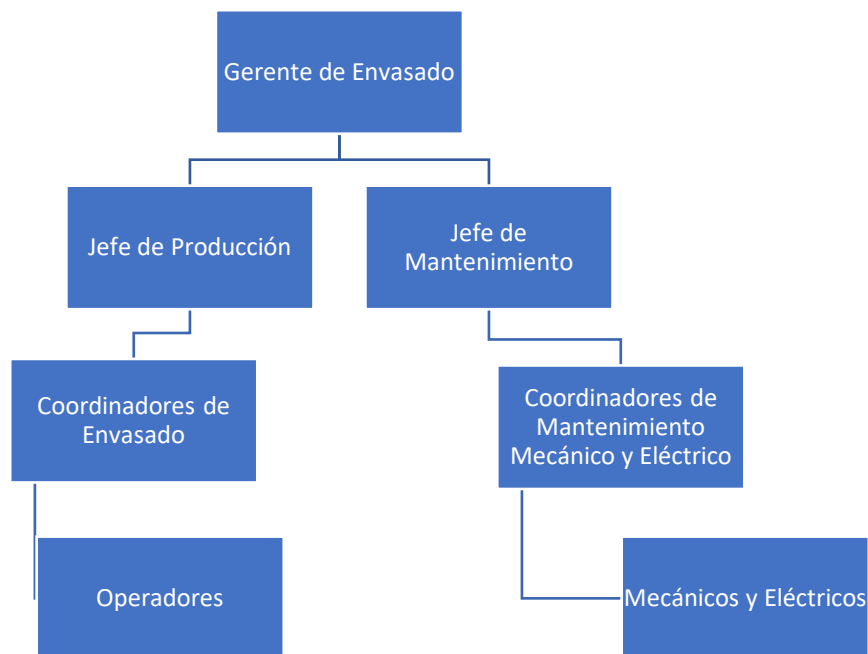
- POSIMAT: una máquina que alimenta correctamente los envases a la banda transportadora de envases y los lleva a la zona de etiquetado.
- Etiquetadora: se trata de una máquina que pega etiquetas a los envases de PET para identificar los productos de la empresa.
- Llenadora: es la que se encarga de llenar los envases de bebidas carbonatadas de los diferentes productos que se manufacturan.
- Empacadora: es una máquina que coloca embalaje a los productos que pasan a través de ella, para ser enviado al área de paletizadora y un posterior almacenamiento.
- Paletizadora: elementos de máquina para adaptar el equipo a las distintas presentaciones de envase PET de la empresa. Estos factores variarán según la máquina utilizada, la presentación que se envuelva y el tamaño del envase.
- Formatos: son mecanismos utilizados para adaptar la maquinaria a las diferentes presentaciones de envase PET que distribuye una empresa. Dichos mecanismos varían dependiendo de la máquina a utilizar y presentación requerida, según el tamaño del envase.
- Rinser: es una máquina cuya función es la de lavar el envase PET antes de que ingrese a la llenadora, para, descontaminar el envase.

2.3. Distribución de mano de obra

La planta de producción posee una distribución de personal tal y como se muestra en la figura 2, la cual es una referencia de la distribución jerárquica, puesto que no se tuvo acceso al organigrama original por ser información sensible de la empresa en estudio.

Figura 2.

Organigrama del proceso



Nota. Se describe la estructura organizacional de los puestos del proceso de bebidas carbonatadas. Elaboración propia, realizado con Word.

2.4. Cambio climático

El cambio climático es un cambio significativo y duradero que afecta el calentamiento global. Aunque este cambio puede ser impulsado tanto por factores naturales como por la actividad antropogénicas (Rosales, 2019).

Guatemala está ubicada en el Istmo de América Central, con las costas del Pacífico y del Atlántico formando parte de la cuenca del Caribe. El país es azotado repetidamente por sequías, tormentas y fenómenos naturales. Estos desastres están exacerbando la vulnerabilidad socioeconómica de las poblaciones y, debido a la importancia crítica de los factores que provocan alteraciones con el clima por actividades productivas nacionales.

Las fuentes de emisiones de GEI como el CO₂, CH₄ y N₂O son los principales generadores por su uso, los cuales tienen un potencial alto de calentamiento global. Son pues estas emisiones las principales en provocar un alza de la temperatura del planeta y el consiguiente cambio climático, incluido el desprendimiento de los glaciares, el crecimiento de niveles que se dan en los océanos año con año y la intensificación de sequías y tormentas (Benavides y León, 2007).

2.4.1. Panel Intergubernamental del Cambio Climático

El Panel sobre el Cambio Climático (IPCC), es una entidad científica que se estableció en 1988 por varias instituciones, de las cuales se pueden mencionar la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su objetivo principal es proporcionar información científica objetiva sobre la importancia del cambio climático.

El IPCC es el principal organismo mundial encargado de evaluar y proporcionar orientación a los países, las empresas y la sociedad en general sobre cómo abordar el problema. El IPCC realiza evaluaciones periódicas del estado de la ciencia del cambio climático, que se conocen como Informes de Evaluación del IPCC. Estos informes son elaborados por equipos de científicos y revisados por expertos gubernamentales (IPCC, 2006).

Los informes del IPCC, son claves para poder decidir y establecer directrices nacionales y acuerdos internacionales que han contribuido a la aceptación y consolidación de tratados globales como el Acuerdo Climático de París de 2015.

2.4.2. Gases efecto invernadero (GEI)

Estos son gases en la atmósfera que capturan el calor del sol y lo almacenan en la Tierra, creando un efecto invernadero. Como resultado, las temperaturas en la Tierra son más altas de lo normal, lo cual es esencial para la existencia humana. Sin embargo, el incremento que se ha tenido durante periodo de tiempos comparables en la atmósfera, debido principalmente a que las diferentes emisiones directas e indirectas que se dan en las diferentes industrias, está provocando esta condición.

Los gases de efecto invernadero más importantes son los siguientes:

Figura 3.

Gases que generan más calentamiento global e impacto

Gas	GWP	
Dióxido de carbono	1	PCG: Potencial de Calentamiento global
Metano	25	
Oxido nitroso	310	GWP = Global Warming Potential
Perflucarbonos	12,200	
Hidrfluorocarbonos	14,800	Dimensión de su contribución efecto invernadero en comparación CO ₂
Hexafloruro de Azufre	23,900	

Nota. En esta tabla se describe el gas versus su potencial de calentamiento global, con lo que contribuye al efecto invernadero generado en la atmósfera. Elaboración propia, realizado con Excel.

El dióxido de carbono es el principal gas de GEI generado por la actividad humana; generalmente se da por la combustión de fósiles. Otro problema que se da en la agricultura es la deforestación y quema de bosques para preparar cosechas.

Según el inventario del 2000, Guatemala era uno de los países que tenía más sumideros de uso de suelo, lo que lo convertía en el menor emisor de GEI de Centroamérica.

En el inventario del 2005, las emisiones de TSA CO₂e₅ representaron 27 µl de las emisiones totales (excluyendo la absorción de TSA). La mayor fuente de emisiones fue el sector energético con un 39 %, seguido de la agricultura con

un 25 %, los procesos industriales con un 5 % y los desechos con un 4 % de las emisiones totales.

En cuanto a las emisiones totales, el valor TSA6 es negativo, lo que significa que hay más remociones que emisiones, por lo que el total de estas son un 70 % inferiores a las que se tenían. La intensidad de CO_{2e} por habitante sin cambio de uso de suelo fue de 2,7 toneladas en 2000, superando la meta de 2 toneladas por habitante en 2050 (MARN, 2015).

2.4.3. Escenario de emisiones de GEI

Las estimaciones sugieren que se identifique por medio de los aspectos e impactos ambientales que se tienen en sus actividades, por mencionar algún uso de la energía hidroeléctrica, la agricultura, entre otros y las enfermedades sensibles al clima serán grandes y variados entre países. Es probable que la región del Pacífico sea la más afectada por los incrementos de las temperaturas y la reducción del recurso hídrico. Las situaciones extremas de origen predominantemente hidrometeorológico están afectando los rendimientos en la agricultura y aumentando la hambruna en muchas regiones que viven en extrema pobreza y la exclusión social, y exacerban los patrones de desigualdad.

Esto requerirá el acceso a instrumentos financieros tradicionales, como crédito y depósitos, y el establecer acuerdos dónde se unan los países para determinar las políticas integrales sobre medidas que ayuden a desacelerar los problemas que se tienen derivados del cambio climático, incluida la transferencia de riesgos, como los seguros agrícolas. Es necesario introducir políticas de adaptación. Se necesitarán medidas integrales de orientación para los pequeños productores de subsistencia a fin de minimizar las vulnerabilidades económicas y sociales que exacerban los riesgos y oportunidades de eventos. Los bosques y

sus ecosistemas también se verán muy afectados por el cambio climático. En contraste, la región del Altiplano Occidental seguirá siendo impredecible, al menos hasta mediados de siglo, ya que las temperaturas más cálidas aumentarán los rendimientos de granos básicos y café, mitigando la biodiversidad, las sequías y otros impactos en el ecosistema.

Los escenarios no son alentadores sobre las emisiones de GEI sugieren aumentos continuos, pero si Guatemala ratifica su compromiso con los diferentes acuerdos firmados por muchos países de menguar las emisiones en un 22.6 % entre 2005 y 2030, se espera que esto disminuya. Costos acumulados para 2100 los aspectos e impactos ambientales que se generan en el sector agrícola, el deterioro y escasez de los recursos hídricos, todo esto podría representar 75 µl del PIB en 2008. Debido al internamiento, estas estimaciones están sujetas a un alto grado de incertidumbre entre las variables económicas y las condiciones climáticas, sociales, políticas y culturales, por lo que las mediciones se consideran tendencias y no datos específicos.

2.5. Escenario de costos económicos

Costos financieros influenciados por el calentamiento global en sectores de la agricultura, recursos hídricos, biodiversidad y situaciones extremas.

Debido a que estos son escenarios futuros con múltiples niveles de análisis e incertidumbres asociadas y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y magnitudes relativas en lugar de números exactos. En general, este análisis tiene como arista principal resaltar las posibles consecuencias si las políticas y no se toman las medidas de mitigación necesarias.

Su utilidad práctica es advertir de la importancia estratégica de las medidas preventivas y cautelares. Los primeros resultados de la iniciativa muestran que el cambio climático puede tener un impacto negativo directo y creciente en Guatemala. Estas reducciones afectan los ingresos, el empleo, la inmigración y la seguridad humana.

El costo que se tiene acumulado de los factores medibles que se dan con esta problemática ambiental en Guatemala podría ser de 3,3 litros de PIB en 2008 la situación B2 de valor presente neto (VAN) y 4.3 % en otro escenario al límite de 2030 y 9.1 % en el escenario B2 y 11.9 % en el año 2050.

Estos costos registrados económicamente y efectos indirectos repercuten en la agricultura, se promueven los huracanes, tormentas e inundaciones, aumento de intensidad sin aumento de propagación y otro tipo de eventos extremos y con un descuento del 0,5 por ciento. Los costos del sector del agua comenzarían a acelerarse a partir de 2030; los costos de la biodiversidad y los eventos extremos se acelerarían a partir de 2050 y los costos del sector agrícola a partir de 2070. Este análisis muestra que el escenario de altas emisiones (escenario A2) tendría costos significativamente más altos que el más bajo (escenario B2). Cabe señalar que los costos estimados son altamente inciertos debido a la interacción de variables económicas, condiciones climáticas, vulnerabilidad social y consideraciones políticas y culturales.

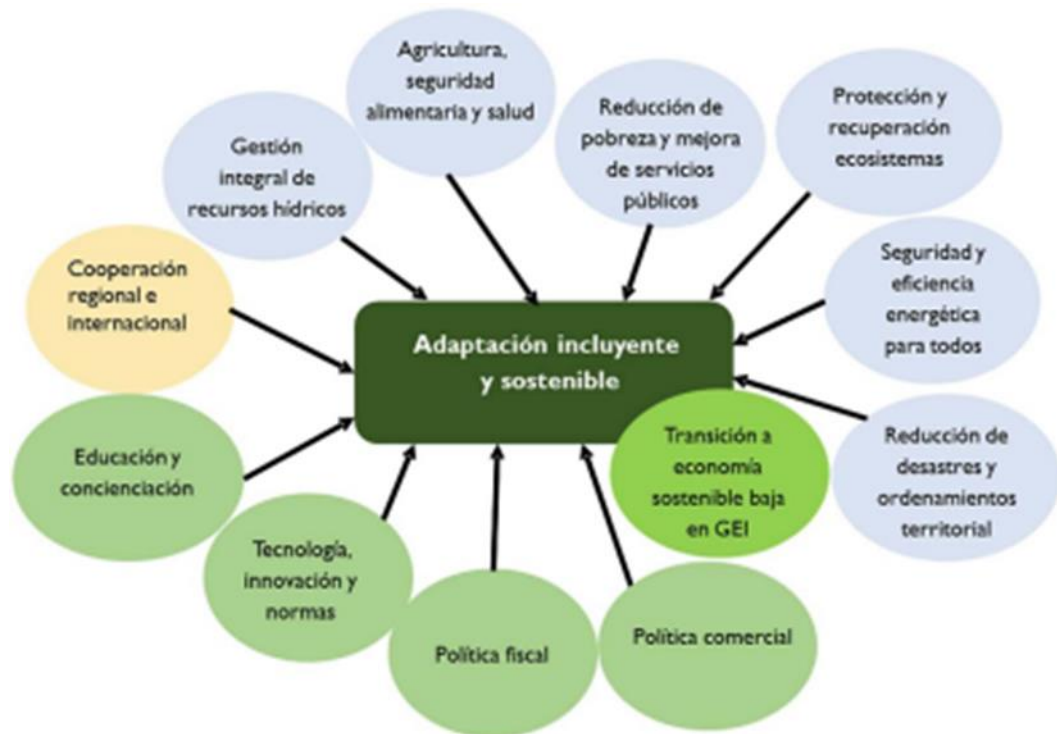
Dado que estos son escenarios futuros que combinan diferentes niveles de análisis con sus incertidumbres y dificultades metodológicas, los resultados deben interpretarse como tendencias y tamaños relativos en lugar de números exactos. Así, advierten de la importancia estratégica del despliegue inmediato de medidas preventivas y cautelares más eficaces. Es importante mencionar que el fin de las verificaciones hechas en estos escenarios, es ilustrar los efectos de las

variaciones de temperatura y precipitación derivado del cambio climático y así preservar los valores históricos de las demás variables.

Por lo tanto, las estimaciones deben interpretarse como posibles escenarios si no se toman medidas de adaptación. Otros puntos importantes son, que el análisis no evalúa el impacto acumulativo futuro de las prácticas de producción insostenibles.

Figura 4.

Adaptación incluyente y sostenible



Nota. Dentro de este orden de prioridades se propone fomentar la transición a economías ambientalmente sostenibles y bajas en emisiones de GEI y otros contaminantes. Obtenido de CEPAL (2018). *La economía del cambio climático en Guatemala-Documento técnico.* (p. 30). Naciones Unidas.

2.6. Política Nacional del Cambio Climático

En 2009, aprobó el acuerdo de la Política Nacional de Cambio Climático elaborada por el MARN. La política está diseñada para definir claramente las metas a las que debe aspirar el país y brindar lineamientos para que todos los sectores deben adoptar para tomar acciones en pro del cumplimiento de los compromisos ambientales que existen como país.

En lo que respecta como país, se ha ido legislando para regular y mejorar las causas y efectos ambientales, se cuenta con una ley marco para la reducción de emisiones y de la vulnerabilidad, la adaptación a los efectos del cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero, que define los mecanismos e instrumentos. Para tener una política de respuesta ante los problemas actuales del cambio climático. MARN es el organismo nacional que se ocupa de los temas que tienen que ver con el Medio Ambiente.

La Ley de referencia sobre el Cambio Climático hace que nazca el Consejo Nacional de Cambio Climático (CNCC) para que actúe como un ente regulador que supervise la implementación de iniciativas y resuelva conflictos para monitorear el cumplimiento de la regulación. La CNCC es presidida por el presidente y participan representantes de cada sector privado y civil, pueblos indígenas, organizaciones campesinas, sector privado, municipios y universidades.

El Sistema Científico de Cambio Climático de Guatemala (SGCCC), fundado en 2014 por diez instituciones, incluidas cinco universidades, 2 centros de investigación social, 2 agencias gubernamentales y un instituto de investigación privado, es un asesor permanente del Consejo. La misión de SGCCC es revisar y producir información científica y comunicarla a los

responsables políticos sobre los componentes clave del efecto calentamiento global, es decir ciencia climática, adaptación y riesgo en el análisis, para poder establecer las estrategias de mitigación.

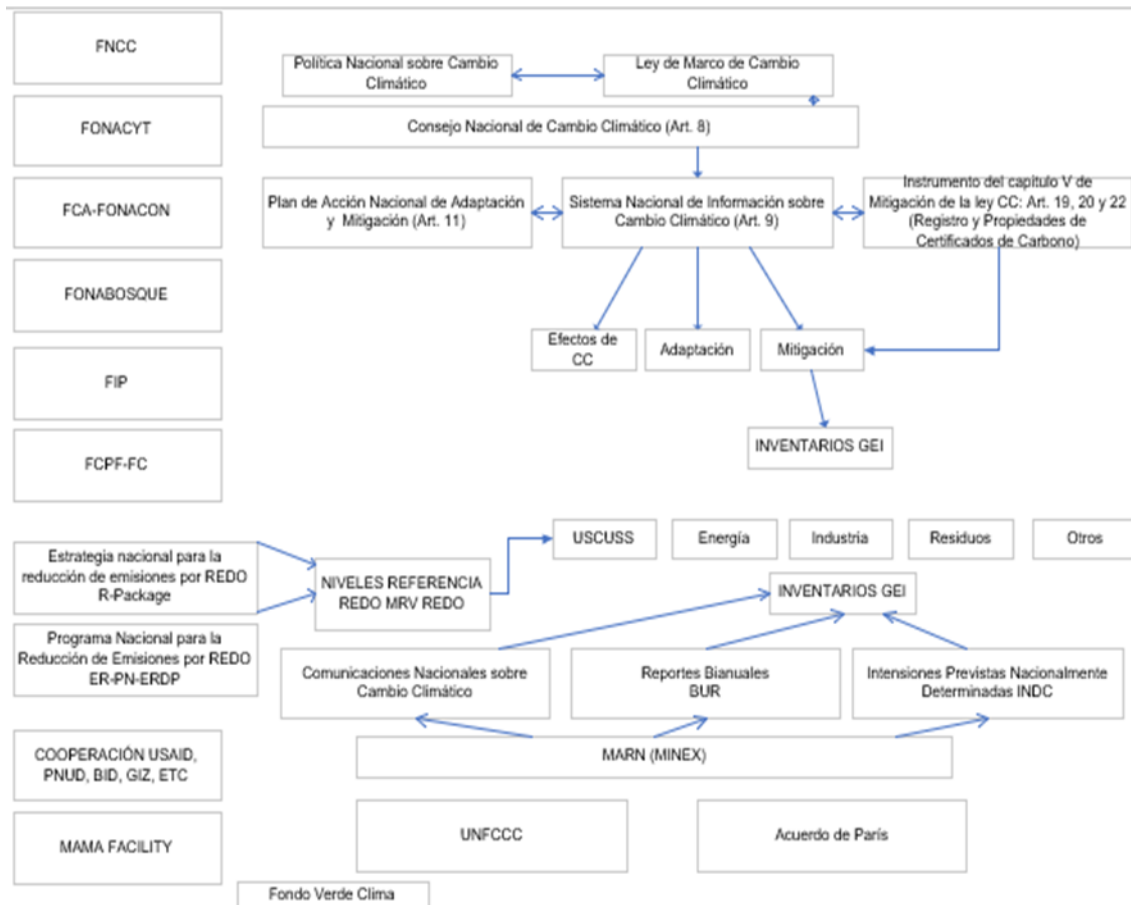
Los mecanismos definidos por la Ley incluyen la preparación y diseño del (PANCC), cuyo principal objetivo es definir y sistematizar las actividades y lineamientos más importantes implementados por las instituciones y políticas.

Otros sectores deben seguir contribuyendo a reducir los riesgos. El PANCC debe ser actualizado en relación con los resultados que se han tenido en este tema. Actualmente, se cuenta con la primera y segunda notificación nacional sobre las emisiones GEI, las cuales fueron publicadas en 2001 y 2015. En relación con los compromisos internacionales recibidas, el país está obligado a presentar periódicamente esta información. MARN ya prepara la tercera notificación.

Actualmente se está elaborando el primer informe que evalúa el conocimiento de Guatemala sobre el cambio climático. El propósito de este documento es evaluar el conocimiento científico existente relacionado con este tema y el conocimiento tradicional indígena en el país, que se utiliza en la planeación, el fortalecimiento de la ciencia y la política pública, y el desarrollo de planes de acción regionales.

Ahora el desafío es implementar las respuestas como país, articulando actividades entre sectores e involucrando a todos los sectores privados y sociedad civil. A nivel mundial, el desafío es llenar las brechas de reducción y el apoyo internacional para crear estrategias de mitigación relacionadas con la adaptación sostenible e inclusiva entre los países y las poblaciones que están en la pobreza

Figura 5.
Esquema cambio climático en Guatemala



Nota. Se describe cómo se vinculan los compromisos que se han adquirido como país en lo que respecta a la reducción de gases efecto invernadero y como están constituidas las diferentes entidades y organizaciones en el marco regulatorio de Cambio Climático en Guatemala. Obtenido de USAID (2016). *Productividad con bajas emisiones de gases de efecto invernadero*. (p. 15). https://awsassets.panda.org/downloads/productividad_con_bajas_emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero.pdf

2.7. Principios de documentación

La aplicación de los fundamentos es importante para garantizar que la información sobre los GEI veraz y transparente. Los principios respaldan los requisitos y guían su implementación en este documento.

- **Pertinencia:** elegir fuentes, sumideros, sumideros de GEI, datos y métodos para satisfacer las necesidades del usuario previsto.
- **Integridad:** incluir en el informe todas las fuentes directas e indirectas y absorciones de GEI pertinentes.
- **Consistencia:** permite la semejanza de datos de los informes con otras empresas.
- **Precisión:** reduzca el sesgo y la incertidumbre siempre que sea posible.
- **Transparencia:** proporcionar información suficiente y relevante sobre los GEI para que los usuarios puedan accionar con razonable certeza.

Siguiendo estos principios, la documentación puede ayudar a las organizaciones a gestionar sus sistemas de manera efectiva y garantizar el cumplimiento de los estándares para la verificación y validación de los inventarios de GEI.

2.8. Límites del inventario GEI basado en ISO 14064-1:2018

Un GEI, es una herramienta clave para comprender y bajar las emisiones de GEI en una organización. La norma ISO 14064-1:2018 establece los

requisitos, así como las pautas para compilar un inventario de GEI. Los límites del repositorio de GEI se refieren a los límites físicos, operativos y temporales del repositorio y son una parte importante de la fase desarrollo del repositorio (Organización Internacional de Normalización, 2019).

La norma ISO 14064-1:2018 establece los siguientes límites para IGEI:

- Fronteras organizacionales: los factores directos e indirectos del inventario deben incluir todas las emisiones GEI que la organización posee o controla.
- Fronteras operativas: Los límites del inventario deben incluir todas las operaciones y actividades relevantes de la organización, incluyendo las fuentes directas e indirectas generadas en instalaciones y equipos propiedad o controlados por la organización.
- Fronteras geográficas: los límites del inventario deben incluir todas las emisiones de GEI, que se dan dentro de las fronteras geográficas relevantes, como los límites nacionales, regionales o locales.
- Fronteras temporales: son los límites que del catálogo se deben tomar en consideración todas las emisiones de GEI que hayan dado durante el lapso estipulado, que puede ser anual o cualquier otro período relevante para la organización (Organización Internacional de Normalización, 2019).

Es importante establecer límites claros para el IGEI para lograr que se incluyan todos los factores de emisión relevantes y así evitar redundancia y duplique la información. De igual forma la omisión inadvertida de emisiones.

Además, los límites de equidad deben ser transparentes y estar claramente documentados para la evaluación y verificación de terceros.

2.9. Cuantificación de emisiones de GEI basado en ISO 14064-1:2018

La norma ISO 14064-1:2018 establece requisitos y pautas para cuantificar y documentar (GEI). La cuantificación se realiza a través del inventario de las fuentes directas e indirectas, que es la principal herramienta para conocer y reducir en una organización (Organización Internacional de Normalización, 2019).

Los principales pasos para cuantificar los GEI según la norma ISO 14064-1:2018 son los siguientes:

- Identificación de fuentes y sumideros de gases tipo efecto invernadero: Todas las fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero deben identificarse dentro del inventario presentado en la norma.
- Selección de métodos de cuantificación: Se deben seleccionar métodos de cuantificación adecuados para cada fuente y sumidero de GEI identificado. La selección de los métodos de cuantificación debe basarse en la disponibilidad de datos, la precisión y la complejidad de los métodos.
- Cuantificación de las emisiones: los GEI deben determinarse para cada factor y sumidero identificado utilizando métodos seleccionados. La cuantificación debe basarse en datos medidos o estimados y las fuentes de emisión deben basarse en literatura científica o fuentes confiables.

- Verificación de datos: los datos de emisiones y sumideros de GEI deben ser verificados para asegurar que sean precisos, completos y confiables.
- Documentación de resultados: los inventarios de GEI deben documentarse, incluidos los métodos utilizados, los datos de todo el flujo de proceso en cada etapa, la generación de emisión identificadas en los flujogramas y toda otra información relevante.
- Reporte: la conclusión del inventario GEI deben presentarse en un informe que incluya una descripción de los alcances y sumideros que se tienen en la empresa y otra información relacionada.
- Cuantificar y darles seguimiento a las oportunidades de mejora identificadas en el informe ayuda a las organizaciones a comprender mejor y visualizar planes de mitigación que contribuyan a mejorar sus objetivos ambientales y de reducción. Además, los terceros pueden auditar el proceso de tasa de emisión para garantizar la precisión y confiabilidad de los datos.

2.10. Actividades de mitigación basado en ISO 14064-1:2018

La norma ISO 14064-1:2018 establece requisitos y lineamientos para diseñar el informe (GEI) y la verificación de las emisiones y reducciones de gases tipo invernadero. La norma también incluye los pasos y requisitos para establecer estrategias de reducción (Organización Internacional de Normalización, 2019).

Las estrategias de mitigación son planes que una organización puede tomar para bajar las emisiones en sus operaciones. Los planes de mitigación

pueden incluir la mejora en el uso de la energía, la adopción de energía renovable, entre otros.

La norma ISO 14064-1:2018 establece los siguientes requisitos y directrices de acciones que se deben seguir:

- Determinación de planes de mitigación: la organización debe determinar las acciones a implementar. Estas actividades deben estar relacionadas con los factores y sumideros identificados en los diagramas y el IGEI.
- Evaluación de las acciones tomadas: la empresa debe evaluar la eficacia de las acciones tomadas para reducir emisiones. Esto debe hacerse comparando la línea base establecida de las mediciones anuales.
- Seguimiento de las medidas de mitigación: la organización debe realizar un seguimiento y registro de los planes de acción establecidos.
- Informe de los planes de mitigación: la organización debe incluir información sobre las actividades de mitigación implementadas y los resultados en el informe de inventario de GEI.

La implementación de actividades de mitigación puede ayudar a una organización a reducir consumos que afecten sus indicadores ambientales y así cumplir con las metas establecidas de reducción. La norma ISO 14064-1:2018 proporciona directrices claras para la implementación de planes de mitigación, lo que permite a las organizaciones medir y mejorar continuamente su desempeño ambiental

2.11. Gestión del inventario GEI

La gestión de un informe de GEI es una parte clave de la norma ISO 14064-1:2018, que establece los fundamentos y pasos para cuantificar los IGEI y control de las emisiones y disminución de los GEI.

La gestión de calidad del inventario de GEI incluye garantizar que el inventario sea completo, preciso, coherente, transparente y comparable. La norma ISO 14064-1:2018 establece los siguientes requisitos y directrices para la gestión y seguimiento.

- Selección de factores y sumideros relevantes de GEI: la organización debe identificar las fuentes y sumideros relevantes para su inventario. Las fuentes y sumideros deben ser relevantes para las operaciones, procesos y actividades de la organización.
- Establecer límites de almacenamiento: es la organización la que debe crear y formar límites de almacenamiento de gases de efecto invernadero. Esto incluye el alcance de la lista, los GEI incluidos y excluidos, y el tiempo cubierto por la lista.
- Establecimiento de metodologías de cálculo: la organización debe preparar los mecanismos para cuantificar los factores y reducciones de GEI. Los métodos deben estar en línea con los estándares internacionales y las mejores prácticas.
- Validación de datos: la organización debe validar la información suministrada en el reporte. Esto incluye asegurar la exactitud, integridad y confiabilidad de la información.

- Establecer documentación de calidad: la organización debe implementar el seguimiento en base a manuales, instructivos, procedimientos y planes para garantizar la integridad y precisión del informe. Esto incluye la revisión de datos, la identificación y corrección de errores y la documentación de los procedimientos y resultados del control de calidad.

La gestión de la calidad del mapeo de GEI es fundamental para garantizar que los informes de emisiones y reducciones de GEI sean precisos, confiables y comparables. La norma ISO 14064-1:2018 proporciona pautas claras para tener la gestión y seguimiento de todas las actividades, lo que permite a las organizaciones medir y mejorar continuamente su desempeño ambiental.

2.12. Informes sobre GEI

La norma ISO 14064-1:2018 establece requisitos y directrices para la documentación y realización de informes y reducción de (GEI) y para la verificación de la información.

Según la norma, los informes deben ser transparentes, confiables y satisfacer las necesidades de la dirección de la empresa. Los informes deben incluir información sobre los límites, los métodos de cálculo utilizados, los datos e información validados, los resultados y las conclusiones. Además, la norma establece requisitos para lograr la certificación de informes. Un tercero independiente y acreditado deberá verificar la información contenida en los informes.

ISO 14064-1:2018 también define pautas para comunicar información sobre emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero. La comunicación debe ser clara, concisa y accesible para las partes interesadas. Los informes

deben incluir una descripción del objetivo, alcance, frecuencia, desarrollo del mecanismo, mitigación, las metas y objetivos ambientales.

2.13. Función de la organización en la verificación

La norma ISO 14064-1:2018 requiere que una organización proporcione información precisa y completa a los auditores para que puedan realizar su trabajo de manera efectiva.

La organización debe proporcionar acceso a los documentos y registros pertinentes, proporcionar toda la información de sus procesos y actividades que generan fuentes directas e indirectas y explicar los mecanismos que se utilizaron para realizar el cálculo. También debe proporcionar los planes de mitigación implementados y las metas de reducción que se han trazado.

Además, la organización debe cooperar plenamente con los auditores durante el proceso de auditoría y brindar respuestas oportunas y precisas a todas las preguntas. La organización también debe analizar los riesgos y oportunidades identificados durante la verificación y tomar medidas para corregir errores u omisiones en el informe.

Debe proporcionar información precisa y completa a los verificadores, cooperar plenamente durante el proceso de verificación y abordar cualquier problema que se identifique. La colaboración estrecha entre la organización y los verificadores es esencial para garantizar la precisión y credibilidad de los informes de emisiones de GEI (Organización Internacional de Normalización, 2019).

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Previo a iniciar con la presentación de resultados obtenidos tras la inspección y reconocimiento de campo, se procederá a documentar el informe de inventario de GEI.

3.1. Diseño y desarrollo del inventario GEI

Esta investigación es de importancia para afrontar, la problemática del cambio climático es una preocupación a nivel global, y la reducción de las emisiones de GEI, es un aspecto clave para mitigar sus efectos negativos. Las empresas, como actores relevantes en la economía, son actores importantes en la implementación de medidas para reducir su huella de carbono y contribuir a la sostenibilidad del planeta. En relación con este fundamento, la tesis propone una metodología específica para cuantificar y reportar las emisiones y remociones de GEI en una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas, lo que puede ser de gran utilidad para otras empresas del sector que buscan reducir su impacto ambiental.

La motivación para realizar este trabajo de investigación es el deseo de aportar un estudio que permita a la empresa establecer los principios y requisitos para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de GEI, y ser ampliamente reconocida a nivel nacional y Centro Americano, para ser utilizada como referencia para la medición de la huella de carbono de las organizaciones. Por tanto, el diseño de una metodología basada en esta norma para una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas puede ser una herramienta

valiosa para evaluar su impacto ambiental y establecer medidas para su reducción.

El trabajo de investigación beneficia a la empresa partes interesadas internas y externas pertinentes, porque se establecerán objetivos ambientales, estrategias y planes de reducción a seguir para dirigir a la organización, facilitará la gestión de los recursos al igual que el control y medición de los resultados, lo que puede ser de gran utilidad para reducir el impacto ambiental y contribuir a la sostenibilidad del planeta. Además, la validación de esta metodología puede representar una contribución al conocimiento en el campo de la medición de la huella de carbono en este sector de industria.

- Cumplimiento de regulaciones ambientales: en muchos países, existen regulaciones ambientales que establecen límites a las emisiones de GEI y Guatemala no es la excepción se han firmado muchos tratados que se deben de cumplir en este ámbito. El diseño de una metodología basada en la norma ISO 14064-1:2018 puede ayudar a la empresa a cumplir con estas regulaciones y evitar sanciones o multas.
- Reducción de costos: la reducción de las emisiones GEI puede conllevar a una reducción de los costos asociados a la energía y al consumo de materias primas, lo que puede representar un ahorro significativo para la empresa.

A continuación, se presenta la metodología de la investigación en donde se describe el enfoque, diseño, tipo de estudio, alcances, variables e indicadores, fases y resultados esperados.

3.2. Tipo de estudio

Para efectos de la investigación, el tipo de estudio es descriptivo, el cual busca responder las interrogantes del tema en estudio, con base a la determinación del proceso actual, seguido del registro de las variables que se generan en la operación. Después se efectuará un análisis sobre las desviaciones de las variables en observación y finalmente la evaluación de la propuesta para el mejoramiento del sistema de gestión ambiental.

3.3. Alcance

La metodología tiene un alcance descriptivo, a debido que se cuenta con la disponibilidad de los sujetos de estudio del actual sistema, lo cual permitirá realizar una evaluación amplia para obtener un mayor conocimiento. Adicional se cuenta con el conocimiento e información necesaria para el estudio de los datos del sistema.

3.4. Variables e indicadores

La metodología tiene un alcance descriptivo, a debido que se cuenta con la disponibilidad de los sujetos de estudio del actual sistema, lo cual permitirá realizar una evaluación amplia para obtener un mayor conocimiento. Adicional se cuenta con el conocimiento e información necesaria para el estudio de los datos del sistema.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Presentar informe del cálculo de emisiones de GEI de una empresa dedicada a fabricar bebidas carbonatadas, ubicada en ciudad guatemala, con los alcance 1 y alcance 2, que sirva para establecimiento y ajustes de la Línea Base y seguimiento en el tiempo y generación de proyectos ambientales.

El alcance incluye personal administrativo, partes interesadas externas pertinentes, operación y mantenimiento de la planta productora.

Uso previsto de los resultados: Para verificación y validación por parte de ente externo y para demostrar ante ente regulador el IGEI.

El presente informe presenta los resultados del inventario GEI de una empresa dedicada a fabricar bebidas carbonatadas y se tomaron datos del periodo comprendido del 2018 al 2022 dentro del programa inventarios corporativos de GEI desarrollado bajo el, programa USAID desarrollo con emisiones bajas.

El informe de cálculo de emisiones de GEI se basa y documenta en los siguientes puntos:

- Frecuencia: se ha establecido, que el cálculo de IGEI se realizará con periodicidad anual.
- Periodo de validez del informe: en el informe se actualizará la gráfica Anual Total del IGEI, con el cálculo del año en curso, el informe se actualizará

cada vez que amerite si se han realizado cambios tecnológicos, de proceso, insumos y/o regulaciones ambientales.

- Formato del informe: el informe, se basa en el punto 7 (informe sobre GEI) de la Norma NTG ISO 14064-1.
- Datos e información incluidas: datos relevantes para el cálculo del IGEI que se incluyen en este informe son:
 - Factores de emisión
 - Datos de actividad
 - Emisiones de CO₂ equivalentes
 - Datos de producción
- Políticas sobre divulgación del informe:

Este informe formará parte de los documentos del SGI de la empresa en estudio. El cual se utilizará para divulgación interna con el propósito del desarrollo de proyectos ambientales. Este informe podrá ser divulgado externamente a requerimiento de entidades gubernamentales y con el aval de la gerencia de operaciones y del área de cumplimiento legal.

La divulgación o comunicación interna y/o externa de este informe se realizará cumpliendo con el procedimiento de comunicación interna y externa.

- Límites: las operaciones incluidas en el informe de IGEI pueden encontrarse en el registro VPB-9122-R-0059 Cálculo de IGEI, en la hoja diagrama de flujo.

- Emisiones directas de GEI: las emisiones directas para cada GEI incluidas en el informe de IGEI pueden encontrarse en el registro VPB-9122-R-0059 cálculo de IGEI.
- Emisiones de CO₂ a partir de combustión de biomasa: no aplica.
- Remociones de GEI: corresponde a las remociones por operación de lavador de gases en área de generación de vapor y remociones por conservación voluntaria de bosques.
- Exclusión de cuantificación de fuentes: en el IGEI el CO₂ adquirido de fuentes externas para las operaciones de la empresa, no se han considerado en el inventario debido a que provienen de fuentes biogénicas las generadas por fuentes internas de las operaciones, procesos de fermentación, ver cálculo en el registro VPB-9122-R-0059 cálculo de IGEI.
- Emisiones indirectas: en el caso del uso de la electricidad como fuente de energía, es proveniente de fuente externa y en el registro VPB-9122-R-0059 cálculo de IGEI, aparece en Toneladas de CO₂ equivalente reportadas.
- Año base IGEI: el año base se va a definir en relación con los años en estudio, ver cálculo en el registro VPB-9122-R-0059 cálculo de IGEI.
- Explicación de cambios y ajustes con relación al año base: el resultado de la medición en el tiempo dará la información para generar proyectos ambientales futuros y correlacionar los resultados con actividades operativas.

- Referencia de metodología de cuantificación y razones para su selección: Metodología difundida por el Programa USAID *Desarrollo con bajas emisiones protocolo de GEI e ISO 14064* y los datos para el cálculo obtenidos de registros involucrados de las diferentes áreas de la empresa en estudio. Se basaron para los cálculos, los estándares de los factores de las tablas IPCC, NGGIP (proporcionados por el Programa USAID *Desarrollo con bajas emisiones*) y datos obtenidos para energía (factor de emisión de red) y cargas refrigerantes.
- Cambios de metodología de cuantificación utilizada en el pasado: no aplica.
- Referencia de las emisiones o remoción de GEI utilizados: se basaron para los cálculos, los estándares de los factores de las tablas IPCC, NGGIP (proporcionados por el Programa USAID *Desarrollo de bajas emisiones*) y datos obtenidos para energía (factor de emisión de red) y cargas refrigerantes.
- Descripción del impacto de la incertidumbre en la exactitud de los datos: en las tablas IPCC, NGGIP (proporcionados por el Programa USAID *Desarrollo de bajas emisiones*) y datos obtenidos para energía (factor de emisión de red) y cargas refrigerantes (*Global warming potential*), ya se incluye el factor de incertidumbre. Para los cálculos fueron utilizados los valores más altos con lo que se reduce el factor de incertidumbre.
- Declaración del informe: el presente informe IGEI ha sido preparado de acuerdo con el requisito 7 *Informe sobre GEI de la Norma NTG ISO 14064-1*, incluyendo los puntos 7.2 y 7.3 de este requisito.

- Declaración que el reporte ha sido verificado y/o validado: el reporte ha sido verificado por el sistema de gestión en auditorías internas y está pendiente validarlo por un ente externo.
- Procedimientos de gestión de la información y seguimiento del IGEI: con relación a la línea base, para los siguientes años se van a estar estableciendo metas de reducción y estrategias de mitigación.

4.1. Presentación de resultados en la organización

Para documentar los resultados se basó en la Norma ISO 14064-1 que identifica tres tipos de emisiones:

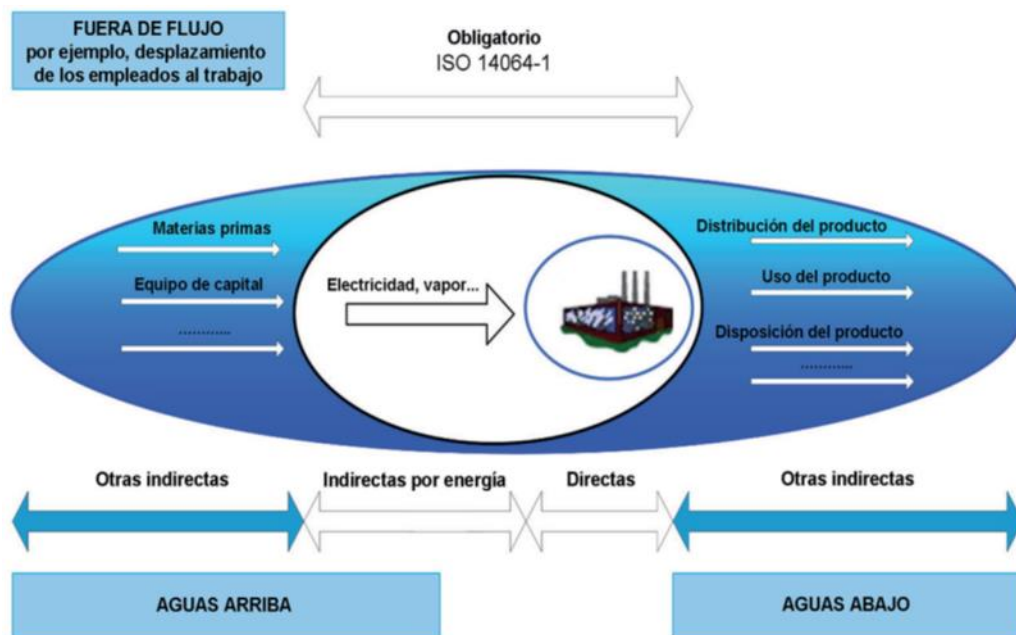
- Emisiones directas
- Emisiones indirectas por energía (asociadas con las compras de calor y de electricidad)
- Otras emisiones indirectas

Para el presente informe solamente se tomaron las emisiones directas se correlacionan con el alcance 1 y las emisiones indirectas por energía se correlacionan con el alcance 2.

En la siguiente figura se describe las variables que se pueden tener como emisiones directas e indirectas:

Figura 6.

Esquema de emisiones



Nota. En este diagrama se describen los alcances que se están documentando en este informe emisiones directas e indirectas que se pueden ver afectadas por los procesos internos y otros factores que no controla la organización y que afectan en la emisión de gases efecto invernadero. Obtenido de USAID (2016). *Productividad con bajas emisiones de gases de efecto invernadero*. (p. 5).

https://awsassets.panda.org/downloads/productividad_con_bajas_emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero.pdf

El cálculo consta de dos etapas:

- La primera etapa consiste en transformar los datos de actividad de mis límites operacionales de contabilidad de emisiones: emisiones o remociones de GHG = datos de actividades × factor de emisión o remoción.

- La segunda etapa considera el potencial de calentamiento global (PCG) de cada GEI y permite la dimensión de contribución de efecto invernadero en comparación con sus emisiones o remociones de GEI en impacto climático, identificado en toneladas equivalentes de CO₂ (tCO_{2e}):

$$Emisiones\ GEI = \sum Emisiones_{gas} * PCG_{gas} \quad (Ec. 1)$$

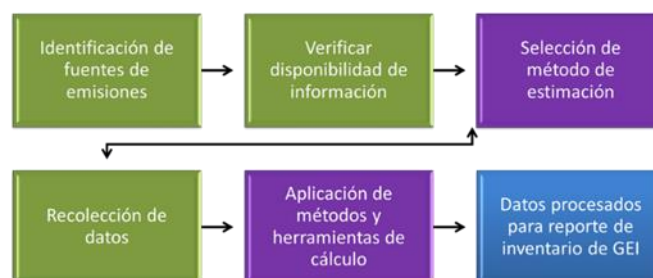
Donde las emisiones de GEI se expresan en unidades equivalentes de CO₂.

La exactitud del cálculo final depende de la transparencia de los datos de la actividad y del factor de emisión o de remoción.

Los pasos por seguir para obtener los resultados de Inventario de GEI son los siguientes descrito en la figura:

Figura 7.

Esquema de cálculo GEI



Nota. Información del esquema de cálculo del inventario de gases efecto invernadero en la empresa en estudio. Obtenido de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007 impacto, adaptación y vulnerabilidad*. (p. 14). <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>

- Identificación de fuentes emisiones: corresponde a la identificación de las emisiones en el inventario GEI (para lo cual se documenta por medio de un diagrama de flujo que describe todas las etapas del proceso), las cuales se clasifican en:
 - Alcance 1 directo: aquellas que son emitidas desde fuentes que son controladas por la organización. Por ejemplo, podemos mencionar las siguientes:
 - Quema de combustibles
 - Actividades de transporte
 - Actividades de la industria
 - Actividades de mantenimiento
 - Fuentes fugitivas (fugas en tuberías, compresores, contenedores de almacenamiento)
 - Alcance 2 indirectas: aquellas que son consecuencia de las actividades de la organización, pero son emitidas desde fuentes que no son controladas o que no son de la empresa. Por ejemplo, podemos mencionar las siguientes:
 - Generación de energía eléctrica
 - Generación de calor o vapor.
 - Alcance 3 emisiones indirectas: aquellas que son consecuencias de actividades tercerizadas y que nos son controladas por la empresa. Por ejemplo, podemos mencionar las siguientes:
 - Desplazamientos y viajes de negocio

- Producción, transporte y disposición final de todos los materiales utilizados por la organización
- Actividades tercerizadas
- Emisiones de los residuos generados dentro de la compañía, pero gestionados por otra organización
- Transporte de trabajador y ejecutivos al extranjero.

Para clasificar en el diagrama vamos a usar la siguiente tabla como nomenclatura para identificar qué tipo de alcance pertenece cada una de las etapas:

Tabla 2.

Nomenclatura para identificar alcances en el proceso

ALCANCE 1 (Directo)

Nomenclatura	Actividad
1.1.	CONSUMO DE COMBUSTIBLE
1.2.	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO
1.3.	EQUIPO REFRIGERADO
1.4.	QUEMA DE ACEITE QUEMADO EN CALDERAS

ALCANCE 2 (Indirecto)

Nomenclatura	Actividad
2.1.	CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

ALCANCE 3 (Indirecto)

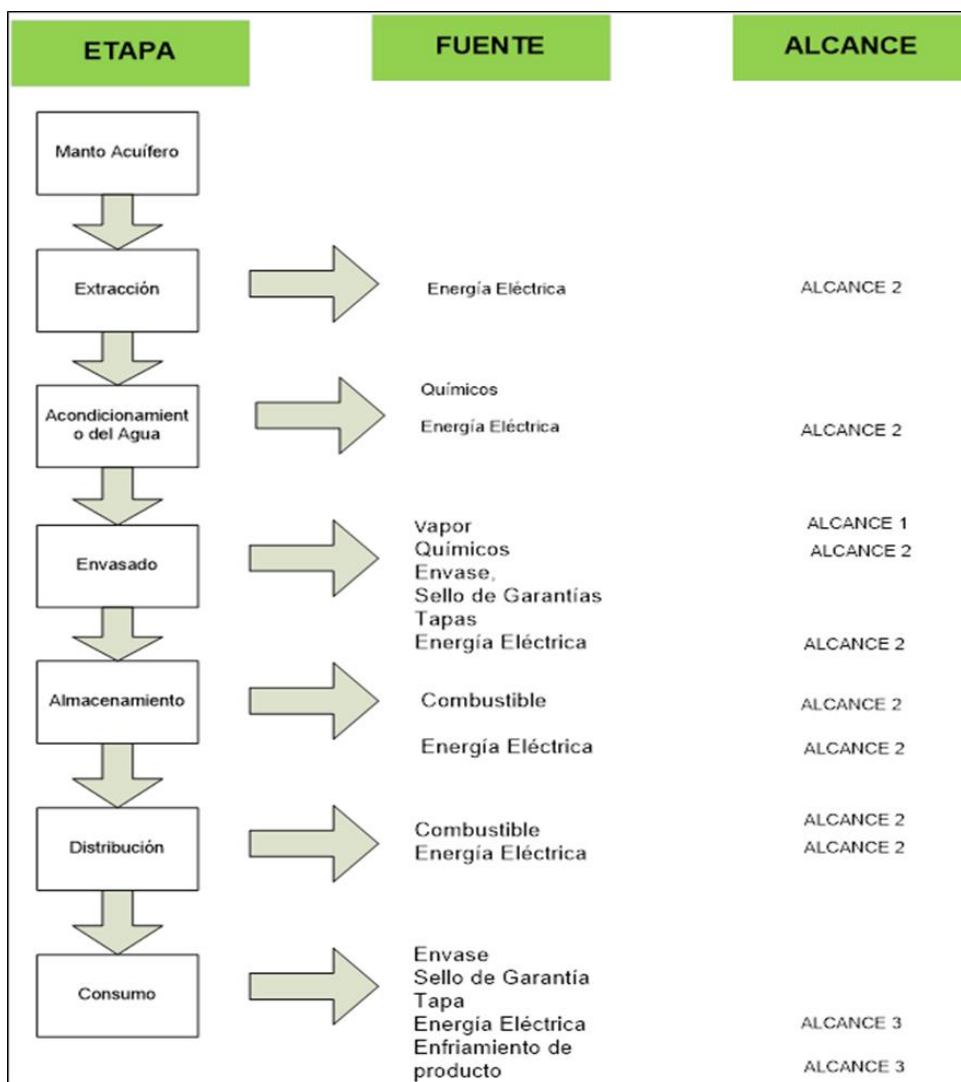
Nomenclatura	Actividad
3.1.	Actividades tercerizadas
3.2.	Emisiones de residuos generados por servicios tercerizados
3.3	Transporte de trabajadores
3.4	Viajes de ejecutivos al extranjero

Nota. Detalle de las actividades. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para la empresa en estudio solamente se van a cuantificar alcance 1 y alcance 2 en el siguiente diagrama del proceso se identifican para cada una de las etapas de los procesos de la cadena de valor:

Figura 8.

Diagrama de flujo proceso



Nota. Proceso bebidas carbonatadas. Elaboración propia, realizado con Visio.

Para la contabilización de los datos de actividad en los inventarios de GEI para la empresa de bebidas carbonatadas se utilizó el formato indicado en el apartado de apéndices.

Los datos se tomaron para el periodo comprendido del 2018 al 2022 quedando registrados de la siguiente manera:

Tabla 3.

Datos de actividad

Empresa		Fabrica de Bebidas Carbonatadas						
Datos de Actividad				2,018	2,019	2,020	2,021	2,022
Categoría	Sub-categoría	Fuente	unid.	Dato actividad	Dato actividad	Dato actividad	Dato actividad	Dato actividad
Combustión móvil	Diesel	Vehiculos	gal	0.00	0.00			
	Gasolina	Vehiculos	gal	0.00	0.00			
	GLP	Montacargas	gal	0.00	0.00			
Combustión Estacionaria	Bunker	Calderas	gal	257,653	196,442	224,803	67,827	
	Diesel	eléctricos	gal	0	23,094	2,135	99,892	294,886
	Glp	Caldera	gal	0	93,642	121		
	Aceite quemado	Calderas	gal	0	0			313
Fugitivas	Recarga R410	A/C oficinas	Kg	0	86	1	16	
	Recarga R417	A/C oficinas	Kg	0	42	7		
	Recarga R 22	A/C oficinas	Kg	0	118			
	Recarga R 407 f	A/C oficinas	Kg	0	3			
Electricidad comprada	Planta	Generacion	kwh	7,253,714	6,007,306	5,402,552	6,894,051	6,759,412

Nota. Detalle de las actividades. Elaboración propia, realizado con Excel.

La siguiente tabla es la que se utilizó de referencia para obtener el potencial de calentamiento global (GWP), para las diferentes fuentes que se consumen en la actividad del proceso:

Tabla 4.*Datos de potencial de calentamiento global (GWP)*

Fuente	Potencial Calentamiento TJ/Ggr	Densidad en kg/l	Factor de Emisión Kg/TJ	Combustión Estacionaria	CH ₄		N ₂ O	
					Móvil	Estacionaria	Móvil	Estacionaria
Gasolina	44.3	0.745	69,300	69,300	25	3	8	0.6
Kerosene	44.1	0.804	71,500	71,500	0.5	-	2	-
Diesel	43	0.832	74,100	74,100	3.9	3	3.9	0.6
GLP	47.3	0.559	63,100	63,100	62	1	0.2	0.1
Bunker	42.3	0.9714	77,400	77,400	-	3	-	0.6
Aceite Quemado	40.2	0.934	73,300	73,300	-	30	-	4

Nota. Datos de potencial de calentamiento. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para el inventario de GEI de una empresa de bebidas carbonatadas se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Emisiones de GEI (CO}_2\text{e)} = \text{DA} \cdot \text{FE} \cdot \text{GWP} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

DA = dato de actividad

FE = factor de emisión para fuente y GEI considerados

GWP = potencial de calentamiento global de GEI considerado

Nota: se utiliza con fines de reporte consolidado de GEI, ya que el resultado se obtiene en unidades equivalentes de CO₂ equivalente. La notación utilizada es la del SI, con prefijos tales como k, M, G, T, entre otros.

4.2. Informe de GEI

Con los datos de actividad ya ingresados para los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022, se consolida en la siguiente tabla los datos que se tienen de emisiones directas e indirectas en kgCO₂e/año, para la empresa en estudio.

Tabla 5.

Datos de emisiones directas e indirectas

ALCANCE	2,018		2,019		2,020		2,021		2,022	
	Emisiones totales		Emisiones totales		Emisiones totales		Emisiones totales		Emisiones totales	
	kgCO ₂ e/año	tCO ₂ e/año	kgCO ₂ e/año	tCO ₂ e/año	kgCO ₂ e/año	tCO ₂ e/año	kgCO ₂ e/año	tCO ₂ e/año	kgCO ₂ e/año	tCO ₂ e/año
Total Emisiones Directas:	2,964,602	2,965	3,663,375	3,663	2,625,732	2,626	1,838,989	1,839	2,972,298	2,972
Total Emisiones Indirectas:	3,537,636	3,538	2,929,763	2,930	2,634,825	2,635	3,362,229	3,362	3,296,565	3,297
Total Emisiones	6,502,239	6,502	6,593,138	6,593	5,260,557	5,261	5,201,217	5,201	6,268,863	6,269

Nota. En esta tabla se cuantifican para el periodo en estudio comprendido del 2018 al 2022, el total de emisiones directas e indirectas que se tuvieron en la empresa en estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

También en el informe se consolidó en base a la factura de suministro de energía para la empresa en estudio cuánto se consumió en Kwh al año y que porcentaje de este pertenece a energía de fuente renovable o si es de Spot, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Datos porcentajes de consumo energético

EMPRESA	2018		2019		2020		2021		2022	
PLANTA	Hidro	Spot	Hidro	Spot	Hidro	Spot	Hidro	Spot	Hidro	Spot
TOTAL KWH	13,699,533	19,839,296	12,916,274	21,377,948	20,889,804	20,436,228	19,673,136	23,293,880	6,099,340	45,954,078
%	41%	59%	38%	62%	51%	49%	46%	54%	12%	88%

Nota. En esta tabla se cuantifican para el periodo en estudio comprendido del 2018 al 2022, el total de consumo en KWH que se tuvo en la empresa en estudio, comprado en el mercado de la red eléctrica nacional. Elaboración propia, realizado con Excel.

4.3. Gestión de la calidad del inventario

Es de vital importancia que el informe que contiene el inventario de GEI describe los principios, conceptos y métodos relacionados con la contabilización de los factores de las emisiones directas e indirectas de la empresa en estudio. Que esto proporcione una orientación para la aplicación de la Norma (Organización Internacional de Normalización, 2019).

Este Informe, debe describir los siguientes pasos para:

- Establecer los límites de la organización
- Establecer los límites operativos mediante la identificación de las emisiones directas y las emisiones indirectas
- Que la organización elija cuantificar e informar; para cada categoría de emisiones
- Informar los GEI: se proporciona orientación para promover la transparencia con relación a los límites.

Se debe establecer y mantener la documentación para la gestión de la información de GEI que:

- Aseguren el cumplimiento con las directrices de la norma ISO 14064.
- Aseguren la transparencia del inventario de GEI
- Proporcionen revisiones rutinarias y precisas
- Identifiquen y se dé seguimiento a los errores que se puedan tener en el cálculo de las emisiones
- Documentar y archivar los registros

La documentación de la organización en estudio para la gestión de la información de GEI, deben considerar lo siguiente:

- La identificación y revisión de las responsabilidades asignadas de la información
- La identificación, implementación y revisión de la competencia de los encargados de la información del inventario
- La identificación y revisión de los límites de la organización
- La identificación y verificación de las fuentes y los sumideros de GEI
- La selección y revisión de las metodologías de contabilización
- Realizar revisión de la aplicación de las metodologías de contabilización
- El uso, gestión de mantenimiento y metrología del equipo de medición
- El desarrollo y mantenimiento del mecanismo de recopilación de datos
- Las revisiones regulares de exactitud
- Las auditorías internas se deben realizar periódicamente
- La revisión documental y de la línea base establecida se debe realizar con la frecuencia establecida para mejorar los procesos de gestión de la información.

4.4. Discusión de resultados

Al tener cuantificada la información por año de la empresa en estudio de las emisiones /remociones directas e indirectas de los procesos / activos bajo el control financiero u operativo del inventario GEI.

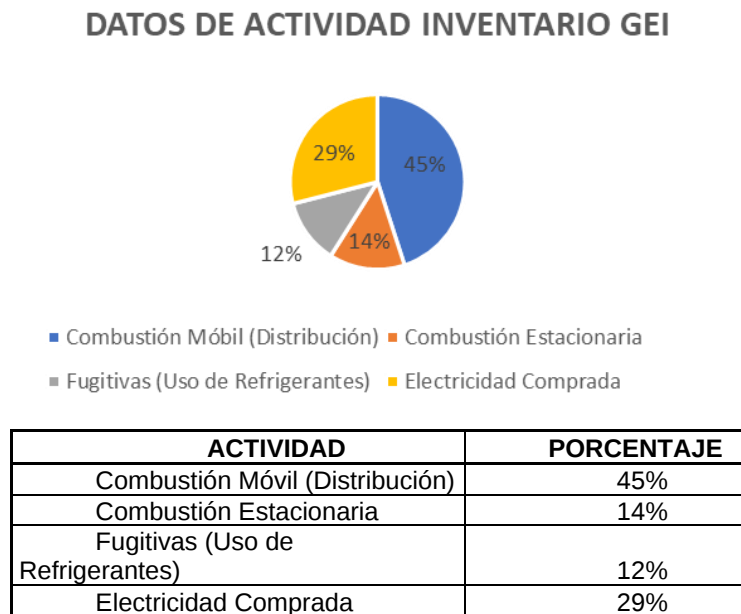
Al tener la información del sitio, la organización deberá asegurarse de que se realicen análisis, muestreos, calibraciones y validaciones para la determinación de datos para la cuantificación, aplicando métodos basados en la norma ISO 14064-1.

Con la finalidad de identificar cuáles son las principales fuentes de emisiones de GEI en la organización, se realizó el análisis de las actividades principales de los procesos de la cadena de valor, empleando la información del inventario del periodo del 2018 al 2022.

En la siguiente tabla se describe los porcentajes de datos de actividad para la empresa en estudio que generan los GEI:

Figura 9.

Tabla y gráfica de porcentajes de actividad



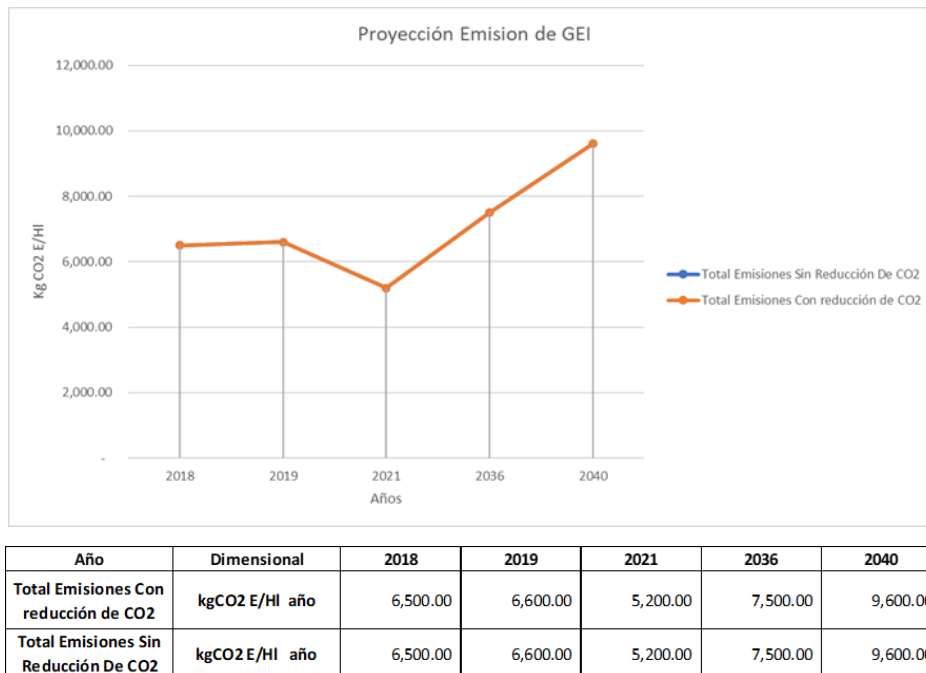
Nota. En la tabla y gráfica se puede observar los porcentajes de gases que se tienen en las diferentes actividades que se generan en la empresa en estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

La línea base para los inventarios de GEI para la empresa en estudio fue diseñado siguiendo la metodología propuesta por la norma ISO 14064-1, para la elaboración y documentación del informe, y se emplearon diferentes citas de información, con la finalidad de cubrir las principales actividades generadoras de GEI en la organización.

Para tener una proyección a futuro se ingresaron algunos valores pronóstico en base a los datos de actividad que se han obtenido:

Figura 10.

Datos y gráfica de total de emisiones con y sin reducción



Nota. En la tabla y gráfica se puede observar una proyección que se realizó con base a los datos obtenidos en el periodo en estudio. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con la información proporcionada para el estudio se identificaron las emisiones de GEI, esto se determinó que se puede producir por dos vías: por los procesos industriales que se generan en las operaciones de producción y por el consumo energético que se requiere para desarrollar la operación de la organización.

También se pudo identificar que los desechos sólidos son mínimos y consisten básicamente en: papel, cartón y envases defectuosos, en poca cantidad, cuando no cumplan con los requisitos de calidad, o que se estropeen durante el proceso, resultado de un incidente. Todos los filtros al cumplir su vida

útil recomendadas por los fabricantes serán dispuestos por un proveedor que los disponga de forma amigable al medio ambiente.

Durante la gestión de los desechos sólidos, se producen cantidades significativas de metano. Además del metano, en los sitios de eliminación de desechos sólidos, también se produce dióxido de carbono biogénico y compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, así como cantidades más pequeñas de N₂O, NO_x y CO (IPCC, 2006).

Del total de las fuentes de emisión de GEI que se dan en el sector de desechos, únicamente las emisiones por el manejo y tratamiento de los desechos sólidos es considerada como una categoría clave de las emisiones, razón por la cual, únicamente este subsector se analizará como parte de este reporte.

Tabla 7.

Emisiones de GEI del sector desechos

Fuentes de GEI / Año del inventario nacional	1990		1994		2000		2005	
Categorías / Gases	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
Totales	30.39	0.46	33.74	0.49	41.49	0.57	49.60	0.62
Disposición de desechos sólidos en la tierra	28.95	0.00	32.15	0.00	38.32	0.00	45.76	0.00
Manejo y tratamiento de las aguas residuales	1.44	0.46	1.59	0.49	3.17	0.57	3.84	0.62
Incineración de desechos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Valores expresados en miles de toneladas GEI. Elaboración propia, realizado con Excel.

En Guatemala hay poca información disponible en relación con la generación de desechos, tanto para las actividades que se realizan en el sector de la industria. En el inventario nacional de GEI realizado en el año 2005, se

identificó que la mayor fuente generadora de GEI, por el manejo de los desechos corresponde a la que se da en los hogares.

4.4.1. Comparación de resultados con antecedentes y objetivos

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación sustentan los objetivos planteados ya que estos fueron satisfactorios. Las acciones que se generaron para diseñar la metodología del informe de las emisiones y remociones de GEI y el seguimiento a los indicadores ambientales, para cumplir con los planes de mitigación en pro de la reducción de los GEI, se va a lograr en relación con el porcentaje de cumplimiento de las metas ambientales, por lo cual se presenta la discusión de resultados de la investigación.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y PLANES DE ACCIÓN

En las diferentes etapas del estudio y en la cuantificación de las emisiones y remociones de GEI de los diagramas de flujo de los procesos de la cadena de valor de la empresa en estudio se fueron identificando oportunidades de mejora para poder asociarlas a indicadores ambientales y poderles dar seguimiento.

5.1. Descripción general de las metas

En lo que respecta al consumo del agua en las etapas del proceso que se suministran de pozos propios de la organización. Se pudo obtener la siguiente información:

- Consumo total mensual y anual (5.5.2.1+5.5.2.2): según registros de la empresa en el año 2022 se tuvo el siguiente consumo de agua en sus diferentes calidades según las áreas o empresas definidas:
 - Empresa:
 - Producción
 - ✓ 76,390 m³ promedio de consumo mensual
 - ✓ 916,682 m³ de consumo anual
 - Administración
 - ✓ 936 m³ promedio de consumo mensual

✓ 11,228 m³ de consumo anual

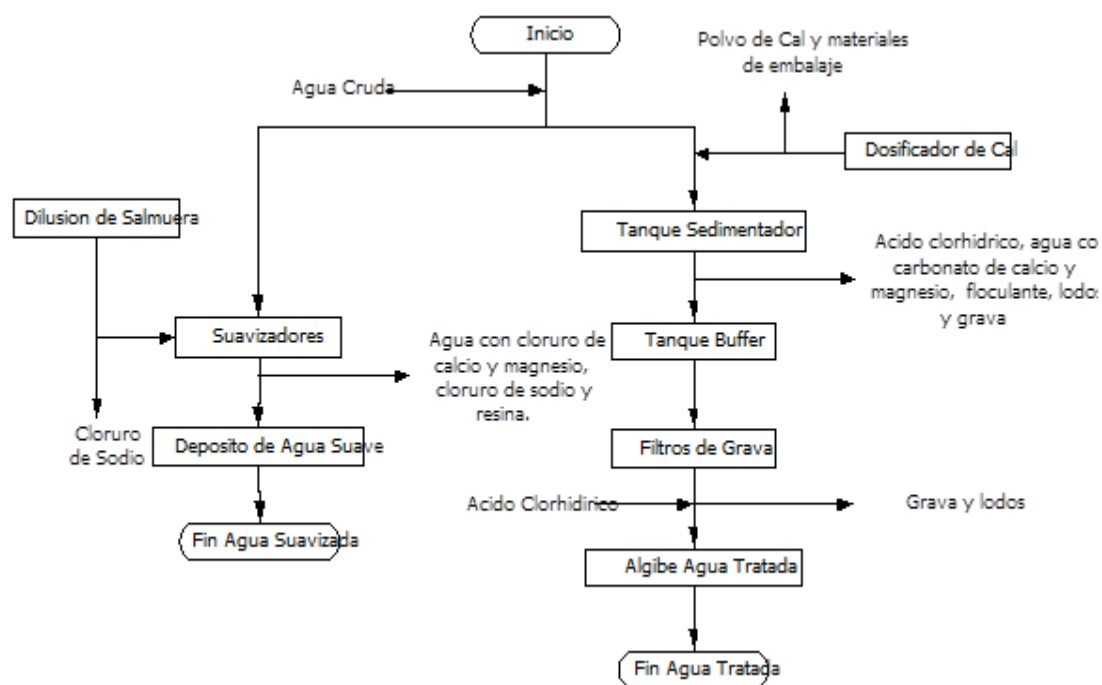
- Consumo para el área de producción: para este punto se ha colocado la información de la empresa.
 - Agua cruda
 - Fabrica de bebidas carbonatadas: 9,205 m³ de consumo mensual y 110,461 m³ de consumo anual.
 - Agua suave
 - Fabrica de bebidas carbonatadas: 14,803 m³ de consumo mensual y 118,425 m³ de consumo anual.
 - Agua tratada
 - Fabrica de bebidas carbonatadas: 57,316 m³ de consumo mensual y 687,796 m³ de consumo anual.
- Consumo para limpieza, cocina, baños, entre otros: en este punto se toma en cuenta el consumo registrado para administración y la colonia. Dentro de estas áreas sólo se consume agua cruda:
 - Fábrica de bebidas carbonatadas: 0 m³ de consumo mensual y 11,228 m³ de consumo anual.
- Tratamientos aplicados al agua de entrada:

La empresa cuenta con tres calidades de agua: cruda, suave y tratada.

En el caso del agua suave, se cuenta con un suavizador con solución de salmuera. Para la producción de agua tratada, se cuenta con un sedimentador y filtros de grava. De igual forma se cuenta con la clorinación del agua como parte del tratamiento del agua utilizada dentro de la empresa.

Figura 11.

Diagrama de tratamientos aplicados al agua



Nota. Diagrama del proceso. Elaboración propia, realizado con Visio.

En el uso de la energía para poder aplicar estrategia organizacional de eficiencia energética se documentó la siguiente información:

- Consumo de energía eléctrica mensual y anual: según reporte presentado por la empresa
 - Consumo mensual: 0 kWh
 - Consumo anual: 23,428,672 Kwh en el año 2022

- Consumo de Bunker mensual y anual: según reporte presentado por la empresa
 - Consumo mensual: 0 gal
 - Consumo anual: 903,355 gal en el 2022

- Consumo de Diesel mensual y anual: según reporte presentado por la empresa
 - Consumo mensual: 0 gal
 - Consumo anual: 483,793 gal en el 2022

- Consumo de LPG (*Liquified Petroleum Gas*) o gas licuado
 - Consumo mensual: no determinado
 - Consumo anual: no determinado

- Equipo de mayor demanda energética
 - Áreas
 - Sala de máquinas
 - Casa de cocimiento

- Calderas y *Scrubber*
- Equipo
 - Compresores
 - Sistema de cocción
 - Motores eléctricos
 - Calderas

Con base a esta información ha desarrollado actividades de mitigación con las cuales ha optimizado el consumo de energía eléctrica. Desde la instalación de sensores infrarrojos en algunas de sus áreas para iluminarlas de forma automática cuando se tiene actividad en éstas; hasta la instalación de nueva tecnología con mayor eficiencia, logrando aumentar su capacidad de operación, su calidad y optimizar el uso de energía.

- Caldera: la empresa cuenta con un sistema de generación de vapor de cuatro calderas de 1000 HP, en el cual se mantiene una caldera de éstas como reserva. El área con mayor demanda de vapor es dilución de azúcar, con la cual es necesario tener tres calderas trabajando a alta carga (usualmente son los lunes, martes y parte del miércoles). Cuando esta área esta inactividad, se llega a trabajar con dos calderas a baja carga, suministrando vapor a áreas como salones de envasado y otras áreas.

Contaminación del Aire: la empresa cuenta con un Lavador de Gases que utiliza efluentes de lavadoras de botellas (pH alcalino) la cual Neutraliza Gases, reduciendo:

- 99 % olin

- 99 % azufre
- 30 % óxidos nitrosos
- 30 % CO₂.

Tabla 8.

Principales fuentes de emisión

Nombre	Cantidad	Consumo combustible
Calderas	4 (1000 HP cada una)	Bunker

Nota. Área y equipo dónde se utilizan combustibles que tienen alto potencial de calentamiento global y que se pueden utilizar combustibles alternativos que sean amigables hacia el medio ambiente y que no impacten en los gases efecto invernadero. Elaboración propia, realizado con Word.

Tabla 9.

Principales emisiones al aire

Nombre	Fuente
Gases de efecto invernadero	Producción de vapor (calderas)

Nota. En la siguiente tabla se describe el gas efecto invernadero y dónde se encuentra la fuente. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla 10.

Desechos sólidos

Nombre	Producción mensual	Producción anual
Vidrio	No determinado	No determinado
Plástico	No determinado	No determinado
Papel	No determinado	No determinado

Continuación de la Tabla 11.

Nombre	Producción mensual	Producción anual
Madera	No determinado	No determinado

Nota. En la siguiente tabla se describe la clasificación de desechos sólidos que se van a gestionar relacionados con la producción mensual y anual para poder establecer indicadores de gestión. Elaboración propia, realizado con Word.

5.1.1. Indicadores ambientales

Para tener una mejor gestión y reducción de los GEI se proponen los siguientes indicadores ambientales para la empresa en estudio:

Tabla 11.

Indicadores ambientales y metas establecidas

Agua	Unidad de medición	Metas	Frecuencia de medición
Distribución de agua			
Productividad pozo 1	m ³ /Kwh	5.55	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral
CONSUMO TOTAL	l/l	3.20	
Fábrica de Bebidas Carbonatadas	l/l	2.40	
Aire		Meta	Frecuencia de medición
Productividad	m ³ /kwh	8.65	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral
Fábrica de Bebidas Carbonatadas	m ³ /Hl	1.80	
Electricidad		Meta	Frecuencia de medición
Productividad (Generación)	Kwh/Gal	11.00	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral
Fábrica de Bebidas Carbonatadas	Kwh/Hl	0.68	
Gas carbónico		Meta	Frecuencia de medición
Productividad	Kg/Hl Mosto frio	3.80	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral
Fábrica de Bebidas Carbonatadas	Kgs/hl	2.20	
Refrigeración		Meta	Frecuencia de medición
Productividad	Mcal/Kwh	3.65	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral

Continuación de la Tabla 12.

Vapor		Meta	Frecuencia de medición
Productividad	% Energía vapor/energía total	67.70	Mensual y cálculo de cumplimiento de meta es Trimestral
Calidad del Aire		Metas	Frecuencia de medición
Partículas Solidas Totales	µg/m3	50.00	Semestral
Bioxido de Azufre	µg/m3	20.00	
Bioxido de Nitrogeno	µg/m3	40.00	
PH (unidades)	Unidades	7.00	
Partículas sedimentables	mg/cm2	0.0167	

Nota. En esta tabla se describen los indicadores ambientales que se dan en cada uno de los procesos relacionados con sus aspectos e impactos ambientales. Elaboración propia, realizado con Excel

5.2. Objetivos del inventario de GEI

En el informe se dejan documentados las siguientes iniciativas de reducción de GEI:

- Demanda y gestión del uso de la energía
- Mejoras en la tecnología o en los procesos
- Sustitución cambio de combustible
- Minimización de los residuos
- Gestión de refrigerantes.

5.2.1. Acciones dirigidas

Las siguientes acciones deben ir enfocadas a plantearse metas de reducción de emisiones o del aumento de remociones de GEI. Si se establece una meta, se deben garantizar lo siguiente:

- Período cubierto por la meta
- El tipo de meta
- La categoría de las emisiones incluidas en la meta
- La magnitud de la reducción

Para establecer la meta, se deberían considerar los siguientes criterios:

- Ciencia del clima
- Potencial de reducción
- Contexto internacional y nacional
- Contexto.

5.2.2. Seguimiento del desempeño interno

El seguimiento del desempeño interno de GEI, es esencial para analizar y reducir la huella de carbono de la organización. Esto implica medir y controlar las emisiones de GEI generadas por sus procesos productivos. Aquí hay algunos pasos clave para llevar a cabo este seguimiento:

- Identificación de fuentes de emisión
- Recopilación de datos
- Medición y cuantificación
- Establecimiento de objetivos
- Implementación de medidas de reducción
- Monitoreo continuo
- Informe y divulgación
- Mejora continua.

5.2.3. Verificación y/o validación del inventario GEI

Para realizar la verificación y/o validación del informe del inventario de GEI, se deben desarrollar los siguientes temas como mínimo:

- Nivel de aseguramiento
- Objetivos de la validación o verificación
- Criterios de la validación o verificación
- Alcance de la validación o verificación
- Importancia relativa
- Actividades y programación de la validación o verificación

El plan de validación o verificación se debe revisar, según sea necesario, en transcurso del proceso de validación o verificación. El validador o verificador debe comunicar el plan de validación o verificación al cliente y a la parte responsable.

5.2.4. Planes de acción

Se dejaron documentados los siguientes planes de acción para reducir GEI en las etapas que se identificaron de la empresa en estudio:

Tabla 12.*Planes de acción de mitigación*

Plan No.	Descripción de la Opción	Evaluación Económica	Factibilidad		Responsable
			Técnica	Ambiental	
1	Cálculo, control y monitoreo del sub-sistema de generación de vapor.	En proceso	Alta	Media	Gerente de Servicios
2	Optimización del sistema de refrigeración obra 4.	US\$ 90 US\$ 40 a la semana	Alta	Media	Elaboración
4	Utilización de diatomeas como materia prima en otra industria.	En proceso	Media	Alta	Elaboración
5	Uso de vapor en sala de máquinas.	US\$ 750	Alta	Alta	Servicios
6	Aislamiento en el sistema de vaporizadores de CO ₂ .	En proceso	Alta	Baja	Servicios
7	Eficiencia energética por medio de lámparas ultravioleta.	En proceso	Baja	Media	Producción

Nota. En esta tabla se describen algunos de los planes que se van a estar desarrollando para mitigar el impacto ambiental generado por los gases efecto invernadero. Elaboración propia, realizado con Excel.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de GEI, se basó en la ISO 14064-1, lo cual con lleva una serie de ventajas significativas que van a contribuir a la gestión efectiva de las emisiones que se generan en las diferentes etapas de los procesos productivos de la empresa. Todo esto nos permitió estandarizar y estructurar toda la información para la medición, cuantificación e informe del inventario GEI, todo esto facilita la coherencia de los datos y comparaciones internas y externas.
2. Al tener identificado los procesos y actividades principales de la empresa relacionados con los datos de actividad que generan emisiones de GEI, nos va a dar un valor agregado estratégico y poder establecer planes de acción que contribuyan a alcanzar los objetivos y metas establecidas de reducción. Estas acciones van a contribuir a mejorar la eficiencia operativa en la organización y respalda la responsabilidad ambiental, al tiempo que contribuye el esfuerzo global para combatir el cambio climático.
3. El informe de cuantificación del inventario de GEI de la organización va a servir como herramienta de seguimiento clave para proporcionar información de manera transparente a las partes interesadas pertinentes, sobre las emisiones de toneladas de CO_{2-e} que se generan en la organización. Esto va a permitir comparar anualmente con la línea base establecida para cumplimiento de las metas planteadas.

4. Con la información proporcionada en la investigación, se estableció la estrategia de introducir vehículos eficientes en el consumo de combustible o ya sea utilizar vehículos eléctricos. Se generaron planes de mitigación de GEI: cambios en procesos de producción para hacer más eficiente el consumo energético, aprovechamiento de la luz natural en diferentes áreas de producción, diagnósticos de consumo energético por equipo, se sensibilizaron programas de concientización al personal para el buen uso de los recursos. Así mismo, se realizó la propuesta a la alta dirección de realizar una verificación externa por una entidad que demuestre su competencia para validar la confiabilidad del informe y que sea con base en normas reconocidas internacionalmente.

RECOMENDACIONES

1. Adquirir herramientas y sistemas de monitoreo de parámetros en línea que se cuantifique los datos de actividad en base a las emisiones directas e indirectas en cada una de las etapas del proceso para no hacer manualmente las operaciones y tener medidores para los diferentes consumos que se tienen en los equipos para que no se haga el cálculo teórico sino real en base a los consumos que se tienen.
2. Optimizar el sistema de refrigeración se debe realizar lo siguiente: instalar dos ductos en la parte superior del cuarto frío de los tanques horizontales con estaciones de succión de aire equidistantes una de otra. Estos ductos estarán comunicados con las ventanas de succión localizadas en la parte inferior de la pared colindante con el sistema de evaporización localizado en la parte exterior al cuarto frío (ver figura 2). Los dos ductos se distribuirán uniformemente y de manera paralela y equidistantes a los ductos distribuidores de aire, en la parte superior del espacio enfriado.
3. Tener en consideración en el informe claridad y estructura, siempre siguiendo el formato estándar diseñado para esta actividad, tener definido los planes de mitigación que se van a estar planificando para reducir las emisiones de GEI. Es de vital importancia que se pueda contratar una firma externa para realizar la verificación y validación del informe. Y este se debe actualizar periódicamente y dejar planificado la frecuencia con que se debe realizar para reflejar los cambios en las emisiones y las acciones de mitigación.

4. Involucrar al personal a todo nivel de la organización sobre las emisiones de GEI, que se están cuantificando y considerar todos los datos de actividad, como se está en relación con la línea base definida. Darle la importancia en términos generales, a los beneficios relacionados con la reducción que se debe tener en base a la evaluación o implementación de proyectos o acciones que las mitigan o reduzcan. Aprovechar al máximo las ventajas competitivas y operaciones relacionadas con la gestión de emisiones de GEI.

REFERENCIAS

- Batzín, R., Carrera, J., Castellanos, E., Juárez, M., Ochoa, W. y Rivera, P. (2019). *Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala: Resumen para tomadores de decisión*. Editorial Universitaria UVG.
- Bello, F. (9 de octubre de 2019). *Tendencias de consumo de la industria alimentaria*. Ey homepage. https://www.ey.com/es_gt/consumer-products-retail/tendencias-de-la-industria-de-alimentos
- Benavides, H. y León, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. IDEAM. <http://ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- CEPAL. (2018). *La economía del cambio climático en Guatemala-Documento técnico*. Naciones Unidas.
- De Paz, M. (2020). *Verificación taponado con Prueba pasa-no-pasa*. Sistema de Gestión.
- Domenech, C. (2021). *Huella de carbono en una industria de bebidas*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia de España]. Archivo digital. <https://riunet.upv.es/handle/10251/173649?show=full>
- Gonzalez, E. (2021). *Manual HACCP Refrescos*. Sistema de Gestión Inocuidad.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. (2007). *Cambio climático 2007 impacto, adaptación y vulnerabilidad*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>

Martínez, J. (2016). *Medición de Temperatura y Concentración de Soda Cáustica*. Documentación ISO.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2015). *Segunda Comunicación Nacional sobre el cambio climático*. <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/10/12.-Segunda-Comunicacion-Nacional-Sobre-Cambio-Climatico-Guatemala.pdf>

Ordoñez, A. (2017). *Verificación del etiquetado de producto bebidas carbonatadas*. Documentación ISO.

Organización Internacional de Normalización. (2019). *Normas ISO 14064-1:2018 Gases de efecto invernadero*. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:66453:es>

Panel sobre el Cambio Climático. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Panel sobre el Cambio Climático. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis (Report No. 1)* [Cambio Climático 2021: La Base de la Ciencia Física (Informe No. 1)]. Cambridge University Press.

Posso, A. (2020). *Emisión de gases de efecto invernadero en las opciones dominantes de movilidad del distrito metropolitano de Quito*. [Tesis de

maestría, Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador]. Archivo digital.
<https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7972>

Ramírez, W. (2018). *Plan de Gestión Ambiental*. SEGEPLAN.

Rosales, M. (2019). Cambio climático: ¿cómo nos afecta y qué estamos haciendo en Guatemala? *Revista Yu'am*, 3(6), 37-45.
<https://www.revistayuam.com/wp-content/uploads/2019/09/Cambio-clima-110919.pdf>

U.S. Agency for International Development (2016). *Productividad con bajas emisiones de gases de efecto invernadero*.
https://awsassets.panda.org/downloads/productividad_con_bajas_emisiones_de_gases_de_efecto_invernadero.pdf

Villamizar, A. (2023). *Análisis de la huella de carbono de la industria colombiana de bebidas*. Editorial Colombiana de Investigaciones Ambientales.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Matriz de coherencia

Título	Planteamiento del problema	Pregunta de investigación	Objetivos
Diseño de metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero en una empresa dedicada a fabricar Bebidas Carbonatadas; basado en la norma ISO 14064-1:2018.	Actualmente existe deficiencia en el sistema de gestión ambiental, debido a que, no se cuenta con una metodología establecida para cuantificar y tener un inventario de gases efecto invernadero generados en sus emisiones directas e indirectas de operación en toda la cadena productiva y con ello poder establecer un año base histórico para las emisiones con propósito de comparación, para cumplir los compromisos del programa firmados por Guatemala.	Principal ¿Cómo documentar el diseño de metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero en una empresa dedicada a fabricar Bebidas Carbonatadas; basado en la norma ISO 14064-1:2018?	General Diseñar una de metodología para la cuantificación e informe de las emisiones y remociones de gases efecto invernadero en una empresa dedicada a fabricar Bebidas Carbonatadas; basado en la norma ISO 14064-1:2018
		Específicas ¿Cuáles son los procedimientos y documentación para la identificación de las principales actividades en el sistema de gestión ambiental y establecimiento de indicadores que contribuyan a la reducción de los gases efecto invernadero?	Específico Identificar los procesos y actividades de la empresa que generan emisiones de gases de efecto invernadero, considerando todas las fuentes relevantes, tales como: la producción, el transporte, el uso de energía y la gestión de residuos.
		¿Cómo medir la productividad con bajas emisiones de gases efecto invernadero? ¿Cuál es el beneficio de contar con una metodología para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de GEI?	Elaborar un informe del cálculo de emisiones de gases efecto invernadero, de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma ISO 14064-1:2018, que sirva para establecimiento y ajustes de la Línea Base y seguimiento en el tiempo. Proporcionar información para la toma de decisiones.

Nota. Descripción de la matriz de coherencia. Elaboración propia.

Apéndice 2.

Datos de actividad



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado

Empresa		COLOCAR NOMBRE EMPRESA		
Datos de Actividad				2022
Categoría	Sub-categoría	Fuente	unid.	Dato actividad
Combustión Móvil	Diesel	Vehículos Livianos (701)	gal	-
		Vehículos livianos <3.5 ton (702)		-
		Vehículos Pesados >3.5 ton (703)		-
		TOTAL Vehículos		-
	Gasolina	Vehículos Livianos (701)	gal	-
		Vehículos livianos <3.5 ton (702)		-
		Vehículos Pesados >3.5 ton (703)		-
		Motocicletas (705)		-
		Avión Gasolina		-
		TOTAL		-
	Kerosene	Jet	gal	-
	GLP	Montacargas	gal	-
	Otros			-
Combustión Estacionaria	Bunker	Calderas	gal	-
	Diesel	Generadores eléctricos	gal	-
		Bbas. vs. incendio		-
		TOTAL		-
	Glp	Estufas	gal	-
		Equipo laboratorio		-
Fugitivas	Recarga R410	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R417	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R404	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga ISCEON M099 (R438A, KDD5)	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R 22	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R 407 C	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R 407 f	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R 507	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
	Recarga R 134 A	Equipos AA oficinas y proceso	kg	-
Electricidad comprada	COLOCAR NOMBRE EMPRESA	Área	kwh	-
				-
		Total		-
	Area 1	Empaque	kwh	-
	Area 2	Bodega	kwh	-
	Otros		kwh	-

Nota. Formato para documentar datos de actividad de los procesos. Elaboración propia.