



Implementación de ajustes a la Matriz de impactos ambientales y estimación de la Huella de Carbono para el año 2023 de Laboratorios Laproff S.A.S

Mariana García Villa

Práctica Empresarial para Optar al Título de Ingeniera Ambiental

Asesor

Sebastián Romero Arrieta, Ingeniero Ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2024

Cita

(García Villa, 2024)

Referencia

García Villa, M. (2024). *Implementación de la Matriz de impactos ambientales y estimación de la Huella de Carbono para el año 2023 de Laboratorios Laproff S.A.S* [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.

Estilo APA 7 (2020)



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

- Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi familia, especialmente a mi madre, Betty Villa Vergara quien con su amor y apoyo incondicional ha sido mi mayor fortaleza durante este recorrido. A mi hermano y a mi padre por su paciencia y consejos que han sido fundamentales para mi crecimiento personal y académico. A mi pareja, por su comprensión y apoyo constante. Y finalmente dedicado a mí, por mi dedicación, esfuerzo y perseverancia.

Agradecimientos

Agradezco a mi alma mater por brindarme la oportunidad de formarme como profesional. A mis profesores, por su orientación a lo largo de mi formación, y a mi asesor, por su paciencia y dedicación.

Mi gratitud también va hacia mi familia, pareja y amigos quienes siempre me han ofrecido palabras de aliento y apoyo incondicional, inclusive desde la distancia.

Finalmente, agradezco a Laboratorios Laproff S.A.S, especialmente a todo el equipo del área de gestión ambiental y responsabilidad social, por el valioso aprendizaje y la experiencia enriquecedora que me han proporcionado.

Tabla de contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
1. Introducción.....	13
2. Justificación.....	15
3. Objetivos.....	16
3.1 Objetivo general.....	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4. Marco teórico.....	17
4.1. Impacto ambiental.....	17
4.2 Matriz de impactos ambientales.....	17
4.3 Matriz de Vicente Conesa:.....	18
4.3.1 Aspectos susceptibles a producir impacto (ASPI):.....	18
4.3.2 Factores ambientales representativos del impacto (FARI):.....	18
4.3.3 Medios y sistemas:.....	18
4.3.4 Persistencia (PE):.....	19
4.3.5 Signo (+/-):.....	19
4.3.6 Intensidad (i):.....	19
4.3.9 Reversibilidad (RV):.....	20
4.3.10 Recuperabilidad (MC):.....	20
4.3.11 Sinergia (SI):.....	20
5. Metodología.....	24
5.1 Laboratorios Laproff S.A.S.....	25
5.2 Revisión Bibliográfica.....	27

5.3 Matriz de impactos ambientales	27
5.3.1 Identificación de los impactos ambientales.....	27
5.3.2 Inspecciones de gestión ambiental:	27
5.3.3 Cálculo de la matriz de impactos ambientales de Vicente Conesa:	27
5.4 Huella de Carbono	30
5.4.1 Recopilación de información	30
5.4.2 Alcance de la Huella de Carbono	30
5.4.3 Herramienta para el cálculo de la Huella de Carbono:	31
5.5 Interpretación y análisis de la información:	31
6. Resultados.....	33
6.1 Impactos ambientales.....	33
6.1.1 Socioeconómicos:.....	33
6.1.2 Abióticos:	33
6.2 Matriz de impactos ambientales	34
6.3 Valoración del impacto	37
6.3.1 Impacto socioeconómico.....	37
6.3.2 Impactos abióticos	37
6.4 Huella de Carbono	39
6.4.1 Límites de la organización	39
6.4.2 Límites operacionales	40
6.4.3 Categoría 1: Emisiones y remociones directas de GEI.....	40
6.4.4 Categoría 2: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada.....	44
6.4.5 Categoría 4: Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.....	45
6.5 Cálculo de la huella de carbono.....	48
6.5.1 Cálculo para la emisión de la categoría 1	48

6.5.2 Cálculo para la emisión de la categoría 2	49
6.5.3 Cálculo para la emisión de la categoría 4	49
7. Interpretación y análisis de la información.....	50
8. Discusión	54
9. Conclusiones	55
10. Recomendaciones	56
11. Referencias	57

Lista de tablas

Tabla 1	Factores para evaluar la matriz de impactos según la metodología de Vicente Conesa ...	28
Tabla 2	Plantilla de la matriz de Vicente Conesa	29
Tabla 3	Escala de interpretación de la metodología de Vicente Conesa	29
Tabla 4	Factores de emisión utilizados para el cálculo de la huella de carbono	31
Tabla 5	Potenciales de calentamiento global	31
Tabla 6	Resultados de importancia.....	35
Tabla 7	Limites organizacionales de la Laproff para las emisiones de GEI.....	39
Tabla 8	Especificaciones de las calderas del Laboratorio Laproff.....	41
Tabla 9	Consumo del combustible de gas natural para cada una de las calderas	41
Tabla 10	Extintores tipo CO2 que se encuentran en las diferentes áreas de Laboratorios Laproff	42
Tabla 11	Energía consumida mensualmente durante el año 2023.....	44
Tabla 12	Residuos no aprovechables generados durante el año 2023.....	46
Tabla 13	Residuos peligrosos con disposición final de incineración generados durante el año 2023.....	47
Tabla 14	Datos de la caracterización del vertimiento de ARnD realizada en el año 2023.....	48
Tabla 15	Cálculo de los GEI para la categoría 1.....	48
Tabla 16	Cálculo de los GEI para la categoría 2.....	49
Tabla 17	Cálculo de los GEI para la categoría 4.....	49
Tabla 18	Porcentaje por cada caracterización de impacto teniendo en cuenta cada proceso.....	50
Tabla 19	Resultado total de la huella de carbono de Laboratorios Laproff S.A.S.....	51

Lista de figuras

Figura 1 Mapa mental de la metoddología aplicada.....	24
Figura 2 Ubicación de Laboratorios Laproff S.A.S.	25
Figura 3 Porcentajes del resultado de la huella de carbono.....	53

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ASPI	Aspectos Susceptibles a Producir Impacto
ARD	Aguas Residuales Domesticas
ARnD	Aguas Residuales no Domesticas
BHP	Brake Horsepower
BPL	Buenas Prácticas de Laboratorio
BPM	Buenas Práctica de Manufactura
CDR	Combustible Derivado de Residuos
CENDIS	Centro de Distribución
CMNUCC	Convención de las Naciones Unidad sobre el Cambio Climático
CH4	Metano
CO	Monóxido
CO2	Dióxido de Carbono
CO2e	Dióxido de Carbono Equivalente
DBO5	Demanda Bioquímica de Oxigeno
DQO	Demanda Química de Oxigeno
EF	Efecto
EX	Extensión
EPM	Empresas Públicas de Medellín
FARI	Factores Ambientales Representativos del Impacto
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWP	Global Warming Potential
HFC	Hidrofluorocarbonos
H2O	Vapor de agua
i	Intensidad
I	Importancia
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
MC	Recuperabilidad
MO	Momento
NO2	Dióxido de Nitrógeno

NOx	Óxidos de Nitrógeno
NTC	Norma Técnica Colombiana
O3	Ozono
ODS	Objetivo de desarrollo sostenible
PCG	Potencial de calentamiento global
PE	Persistencia
PFC	Perfluorocarbonos
pH	Potencial de Hidrogeno
PR	Periodicidad
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
RV	Reversibilidad
SF6	Hexafluoruro de Azufre
SI	Sinergia
TICS	Tecnologías de la Información y la Comunicación

Resumen

El presente proyecto se enfocó en dos necesidades que tenía Laboratorios Laproff S.A.S, las cuales fueron: la actualización de su huella de carbono para el año 2023 y la mejora de su matriz de impactos ambientales, donde esta última parte de la inexistencia actual de una metodología adecuadamente establecida para la caracterización de los impactos. Para abordar estas necesidades, se emplearon dos herramientas de gestión ambiental, la norma ISO 14064-1 del 2020, para la estimación la Huella de Carbono, y la matriz de impactos ambientales mediante la metodología de Vicente Conesa, para la caracterización de impactos. Este estudio incluyó inspecciones ambientales a través del formato GA-F012 de Laproff para identificar, actualizar y clasificar los impactos ambientales generados por las operaciones de la empresa, además, el cálculo de la importancia a través de la metodología de Vicente Conesa. Por otra parte, se recopiló datos de emisiones del año 2023 mediante consultas a diferentes áreas de la empresa, y con los datos recolectados se calculó la huella de carbono mediante hojas de cálculo de Excel. Finalmente, los resultados revelaron que el 78% de los impactos ambientales de Laproff S.A.S son negativos, con un 34% de importancia media. Los impactos positivos representan el 22% del total, contribuyendo a un bienestar comunitario. En cuanto a la huella de carbono total para el 2023, se calculó un valor de 926,665 ton CO₂e, siendo el consumo de energía el mayor contribuyente con un 55,67%. El proyecto en su conjunto tiene el potencial de mejorar la gestión ambiental de Laboratorios Laproff S.A.S, facilitando la mitigación de los impactos negativos y fortaleciendo su compromiso con la responsabilidad y sostenibilidad ambiental el acuerdo de París y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Palabras clave: Emisiones de gases de efecto invernadero, cambio climático, matriz de impactos ambientales, huella de carbono.

Abstract

This project aimed to address two requirements of Laboratorios Laproff S.A.S., which were: the update of its Carbon Footprint for the year 2023 and the improvement of its environmental impact matrix, where the latter is rooted in the current lack of an adequately established methodology for the characterization of the impacts. To address these concerns, two environmental management tools were used, the ISO 14064-1 2020 standard, for the estimation of the Carbon Footprint, and the Vicente Conesa's methodology for the characterization of impacts. This study included environmental inspections using Laproff's GA-F012 format to identify, update and classify the environmental impacts generated by the company's operations, as well as the calculation of significance using Vicente Conesa's methodology. On the other hand, emissions data for the year 2023 were collected through consultations with different areas of the company, and with the data collected, the Carbon Footprint was calculated using Excel spreadsheets. Finally, the results reveal that 78% of Laproff S.A.S.'s environmental impacts are negative, with 34% of medium importance. Positive impacts represent 22% of the total, contributing to community well-being. As for the total carbon footprint for 2023, a value of 926,665 tons CO₂e was calculated, with energy consumption being the largest contributor with 55.67%. The project as a whole has the potential to improve the environmental management of Laboratorios Laproff S.A.S., facilitating the mitigation of negative impacts and strengthening its commitment to environmental responsibility and the Paris Agreement.

Keywords: Greenhouse gas emissions, climate change, environmental impact matrix, carbon footprint,

1. Introducción

El cambio climático se ha convertido en un desafío global de gran magnitud, manifestándose a lo largo de muchos años con efectos cada vez más evidentes y devastadores, como el incremento de las temperaturas que ha provocado el derretimiento de glaciares, resultando en un aumento del nivel del mar y desencadenando efectos catastróficos, además, fenómenos como tormentas intensas y olas de calor están causando estragos en diversas partes del mundo. En Antioquia, Colombia, y más específicamente en el valle de Aburrá no están exentos del cambio climático y mucho menos de la mala calidad del aire, donde se calcula que casi el diez por ciento de las muertes naturales en el Valle de Aburrá son resultado de la contaminación atmosférica, un problema en específico que también impacta de forma negativa la eficiencia y rendimiento de las entidades tanto públicas como privadas (AMVA, s.f.). Además, Antioquia lidera a nivel nacional en la producción de CO₂ (IDEAM, 2016).

Por otra parte, Franco et al. (2022) afirman que hay muchos sectores productivos críticos, puesto que sus actividades diarias y los materiales o implementos utilizados durante la fabricación de productos generan gran cantidad de residuos. Uno de estos sectores es el farmacéutico, el cual emplea muchos recursos para producir bienes y producto, pero a su vez genera subproductos que incluyen la contaminación atmosférica, descargas de aguas residuales y residuos tanto peligrosos como no peligrosos.

Por otro lado, es crucial tener en cuenta dos aspectos importantes, el primero son las emisiones que contribuyen al cambio climático, las cuales representan un desafío significativo en las industrias farmacéuticas, el segundo son los impactos ambientales derivados de los procesos intensivos de estas industrias, como las descargas de aguas residuales, la contaminación atmosférica, y la generación de residuos peligrosos y no peligrosos. Es importante poder mitigar estos efectos mediante procesos efectivos, por lo tanto, es necesario que una industria farmacéutica como lo es Laboratorios Laproff S.A.S implementen o lleven a cabo la estimación de herramientas de gestión ambiental como son la matriz de impactos de Vicente Conesa y el cálculo de la huella de carbono para el año 2023.

Cabe destacar que la empresa cuenta con una matriz en su sistema de calidad, la cual involucra todos los procesos, sin embargo, el propósito de este trabajo es implementar ajustes que permitan evaluar los impactos de manera más precisa. Así mismo, se implementarán ajustes para establecer una metodología más clara en el cálculo de la Huella de Carbono. Esta implementación permitirá identificar los aspectos ambientales más críticos de las operaciones de la organización y facilitará la implementación de medidas de mitigación de los impactos, además, estas iniciativas no solo promueven la protección del medio ambiente, sino que también alinean a la empresa con compromisos internacionales, como los establecidos en el Acuerdo de Paris para mitigar el cambio climático y cumplir estándares de sostenibilidad (Acuerdo de Paris, 2015). Asimismo, la acogida de prácticas de gestión ambiental puede fortalecer la imagen corporativa de la empresa aumentando su reputación frente a clientes, inversores y la comunidad en general que cada vez se inclinan más por la responsabilidad ambiental.

2. Justificación

La creciente evidencia de los efectos devastadores del cambio climático y la mala calidad del aire, especialmente en áreas urbanas como el Valle de Aburrá en Antioquia - Colombia, recalca la necesidad de adoptar medidas ambientales. Además, la industria farmacéutica, como destacan Franco et al. (2022), es un sector productivo crítico debido a sus elevados niveles de generación de residuos y emisiones constantes. Laboratorios Laproff S.A.S, al igual que otras entidades del sector, debe enfrentar los desafíos relacionados con la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos, las descargas de aguas residuales y la contaminación atmosférica. Implementar herramientas de gestión ambiental como la matriz de impactos de Vicente Conesa y el cálculo de la huella de carbono permitirá a la empresa identificar y mitigar los impactos más significativos.

Actualmente, la necesidad de una matriz basada en el modelo Vicente Conesa y la actualización de la huella de Carbono para el 2023 representan una necesidad en la mejora de los procesos de gestión ambiental y pueden resaltar el compromiso de seguir avanzando en la sostenibilidad de la organización.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Implementar ajustes a las herramientas de gestión ambiental (matriz de impacto ambiental y huella de carbono para el año 2023) en la empresa Laboratorios Laproff S.A.S.

3.2 Objetivos específicos

- Actualizar los impactos ambientales previamente identificados que se presentan en la operación de la empresa Laboratorios Laproff S.A.S
- Calcular la importancia de los impactos ambientales y clasificarlos según su gravedad a través de la metodología de Vicente Conesa.
- Recopilar y analizar la información necesaria para calcular la huella de carbono de Laboratorios Laproff S.A.S para el año 2023.
- Desarrollar un análisis del desempeño ambiental de la empresa con base en las herramientas de gestión ambiental estimadas.

4. Marco teórico

Los conceptos abordados en este marco teórico se seleccionaron para proporcionar bases teóricas y metodológicas sólidas que faciliten el cumplimiento de los objetivos establecidos para este proyecto, posibilitando una comprensión amplia y detallada de los temas que se desarrollarán a lo largo de este trabajo, permitiendo así abordar cada aspecto con una visión general que integra todas las variables relevantes para el respectivo análisis de las herramientas de gestión ambiental. Para comprender la importancia de las herramientas de gestión ambiental es esencial primero definir el concepto de impacto ambiental.

4.1. Impacto ambiental

El impacto ambiental se refiere a cualquier alteración, ya sea positiva o negativa, como consecuencia de actividades humanas o naturales sobre el medio ambiente, lo que resulta en un desequilibrio técnico respecto a la línea base ambiental y afecta el comportamiento o las funciones de un ecosistema específico (Trinidad, 2020). Este concepto es fundamental para evaluar los efectos de las actividades antrópicas, y una herramienta clave para realizar este análisis es la matriz de impactos, la cual se define a continuación.

4.2 Matriz de impactos ambientales

Según Guzmán (2023), la matriz de impactos “es una herramienta importante, ayuda a identificar los aspectos ambientales significativos y no significativos de las actividades, lo cual facilita la toma de decisiones respecto a las acciones a tomar y así cumplir el compromiso ambiental de la empresa” (p.6). De este modo, una matriz de impactos ambientales en una empresa puede ayudar a identificar, evaluar, gestionar riesgos y oportunidades.

En este sentido, existen varias metodologías y muchos tipos de matrices para evaluar los impactos ambientales, cada una con sus respectivas ventajas y desventajas, sin embargo, en estudios comparativos se ha demostrado que unas matrices son más efectivas que otras, por ejemplo, en una comparación entre la matriz de Leopold y la matriz de Vicente Conesa “se determinó que la matriz CONESA fue más efectiva y rigurosa en el reconocimiento de impactos” (López, 2021, p.61). Dado lo anterior, para la actualización y caracterización de los impactos

ambientales de Laboratorios Laproff S.A.S, se ha decidido utilizar la matriz de Vicente Conesa, que se describe a continuación.

4.3 Matriz de Vicente Conesa:

Según López (2021):

La matriz de Vicente Conesa analiza y evalúa de forma cualitativa el impacto ambiental que podría ser causado a través de medidas como el grado o la intensidad, así como la alteración que se produzca, caracterizando el efecto que esta podría tener en el medio ambiente de la zona en estudio, además, puede medir extensión, plazo de manifestación, efecto, reversibilidad, persistencia, sinergia, recuperabilidad, periodicidad y acumulación. (p.21).

En cuanto a los componentes, la matriz de Vicente Conesa se compone de:

4.3.1 Aspectos susceptibles a producir impacto (ASPI):

Son aquellas actividades o procesos que están interactuando con el medio ambiente y que, por lo tanto, tienen la capacidad de ocasionar modificaciones en algunos de sus componentes, esto puede ocurrir porque en ocasiones se generan sedimentos, vertimientos, residuos, entre otros impactos (Arboleda, 2008). Los ASPI se ubican en la primera fila (parte superior) de la matriz de Conesa (**Tabla 2**).

4.3.2 Factores ambientales representativos del impacto (FARI):

Son aquellos componentes del ambiente que son más susceptibles de ser afectados por los procesos o actividades de la empresa (ASPI) en cada una de sus fases (Arboleda, 2008). Los FARI se ubican en la primera columna de la matriz de Conesa (**Tabla 2**).

4.3.3 Medios y sistemas:

El ambiente se considera compuesto por el medio natural, que se divide en sistemas biótico y abiótico, y el medio social, también conocido como antrópico (Arboleda, 2008). Donde cada uno de estos se entiende como:

- **Medio biótico:** El conjunto de organismos vivos, incluyendo animales y plantas (Arboleda, 2008).

- **Medio abiótico:** El componente físico que sustenta al medio biótico como el aire, el agua, el suelo y el clima (Arboleda, 2008).
- **Medio social o antrópico:** El sistema formado por los seres humanos, quienes organizan actividades para transformar y aprovechar los sistemas bióticos y abióticos (Arboleda, 2008).

Por otra parte, debido a que la matriz de Conesa tiene una amplia gama de criterios para la evaluación de los impactos ambientales, su aplicación resulta muy beneficiosa puesto que brindan una mejor comprensión acerca de los posibles efectos negativos lo cual, es demasiado importante para implementar medidas de mitigación, además, ayuda a medir características como:

4.3.4 Persistencia (PE):

Duración del impacto desde su aparición y tiempo necesario para que el factor afectado regrese a su estado inicial ya sea de forma natural o mediante medidas correctoras. Se evalúa de 1 a 4, siendo 1 fugaz y 4 permanente (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.5 Signo (+/-):

Indica si la acción es beneficiosa (+) o perjudicial (-) sobre los factores considerados (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.6 Intensidad (i):

Grado de incidencia de la acción sobre el factor. Evaluado en una escala de 1 al 12, donde la 1 representa afectación mínima y 12 destrucción total (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.7 Extensión (EX):

Área teórica de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto, es expresada como un porcentaje del área total afectada respecto al entorno. Se evalúa de 1 a 12, siendo 1 puntual y 12 crítica (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.8 Momento (MO):

Plazo entre la acción inicial (t_0) y el inicio del efecto (t_j) sobre el medio ambiente. Se evalúa de 1 a 8, siendo 1 largo plazo y 8 crítico (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.9 Reversibilidad (RV):

Posibilidad de restaurar el factor afectado por el proyecto a sus condiciones iniciales mediante procesos naturales una vez que cese la acción sobre el medio. Se evalúa de 1 a 4, siendo 1 reversible a corto plazo y 4 el irreversible (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.10 Recuperabilidad (MC):

Posibilidad de volver a las condiciones iniciales anteriores a la intervención del proyecto mediante la intervención humana. Se evalúa de 1 a 8, siendo 1 recuperabilidad inmediata y 8 irrecuperable (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.11 Sinergia (SI):

Es el impacto total de la suma de dos o más efectos simples provocado por acciones que actúan simultáneamente. Se evalúa de 1 a 4, siendo 1 sin sinergismos y 4 muy sinérgico (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.12 Efecto (EF):

Manifestación del impacto sobre un factor como resultado de una acción específica, reflejando una relación causa – efecto. Se evalúa del 1 al 4, siendo 1 indirecto y 4 directo (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.13 Periodicidad (PR):

Regularidad en la manifestación del efecto, ya sea de manera cíclica o recurrente, impredecible en el tiempo, o constante a lo largo del tiempo. Se evalúa de 1 a 4, siendo 1 irregular y 4 continuo (Hidroar S.A., S.f.).

4.3.14 Importancia (I):

Es necesario darle la importancia que tiene cada uno de los factores ambientales teniendo en cuenta su mayor o menor contribución a través de la **Ecuación 1** (Hidroar S.A., S.f.).

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad \text{Ecuación 1}$$

Por otro lado, a nivel global, ha surgido una creciente preocupación acerca de las consecuencias del cambio climático que se considera “la mayor amenaza medioambiental a la que nos estamos enfrentado” (Ameriso, 2023, p. 5). Esta preocupación es muy relevante en lo que

respecta a las actividades industriales, como las farmacéuticas, y resalta la necesidad de su regulación y control de manera más estrictas, además, las evidencias científicas demuestran de manera contundente que el cambio climático ha sido afectado por la acción humana, lo que ha causado alteraciones significativas en patrones climáticos a nivel mundial. El cambio climático se puede definir como:

4.4. Cambio climático:

El cambio climático se puede atribuir a procesos naturales o a forzamientos externos, como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas y cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera. Sin embargo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, plantean que el cambio climático hace referencia al cambio de clima atribuido de forma directa o indirectamente a las actividades humanas, las cuales generan una alteración en la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad normal del clima durante períodos de tiempo que se pueden comparar (IPCC, 2018). Adicionalmente, muchos científicos resaltan que el cambio climático está causado por el crecimiento industrial y el desarrollo tanto social como económico los cuales generan una sociedad capitalista que se considera como insostenible, además, en el informe climático más importante del mundo, el *Assessment Report* del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), menciona que las emisiones actuales son incompatibles con el acuerdo de París por lo que es necesario reducirlas de manera inminente y contundente (Bordera y Prieto, 2022). Estas emisiones son las que integran los gases de efecto invernadero, los cuales se definen como:

4.5 Gases de efecto invernadero (GEI):

Son los componentes gaseosos de la atmósfera, ya sean naturales o antropogénicos los cuales absorben y emiten radiación en definida longitud de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes, lo que produce un efecto invernadero (IDEAM, 2023).

Adicionalmente, considerando que en la atmósfera de la Tierra los gases de efecto invernadero principales son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso

(NO₂), el metano (CH₄) y el ozono (O₃), también existen varios GEI que han sido creados por el ser humano como los halocarbonos y otras sustancias como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IDEAM, 2023). Además, para poder alcanzar objetivos estipulados en el acuerdo de París estos gases de efecto invernadero deben reducir radicalmente (Ameriso, 2023). Por tanto, muchas empresas e industrias, incluidas las farmacéuticas, han adoptado estrategias de control interno, como la cuantificación de los gases de efecto invernadero (GEI) a través de la estimación de la huella de carbono, la cual se define como:

4.6 Huella de carbono (HC):

Según Alarcón y Sarria (2021):

La Huella de carbono es un término empleado para describir la cantidad de GEI que son liberados a la atmósfera de manera directa o indirecta como consecuencia de actividades antropogénicas, la cuantificación de estos permite a las empresas, de cierta manera a calcular sus emisiones, y a su vez esto les brinda la posibilidad de plantear medidas de reducción (p.14).

En términos más amplios se puede decir que la huella de carbono representa el total de emisiones de GEI generadas, calculadas a través de factores de emisión que convierten estas emisiones en un valor expresado en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂-e). De esta manera, la cuantificación y la gestión de la HC es fundamental para aquellas empresas que buscan operar de manera ambientalmente responsable, adoptando ciertas prácticas que pueden minimizar sus emisiones de GEI. En este caso, el cálculo de la huella de carbono se basará en la norma técnica colombiana ISO – 14064-1 2020, que se define a continuación.

4.7 Normatividad Ambiental

NTC – ISO 14064 – 1 2020: Esta Norma Técnica Colombiana (NTC) define los requisitos y principios para la realización, gestión y desarrollo de inventario de GEI para organizaciones y a su vez la realización de su informe. Calcula las emisiones y remociones de GEI de la organización, con la intención de mejorar la gestión de los GEI, además también engloba requisitos y orientaciones para un buen inventario, informe, auditoría interna y demás responsabilidades de la

organización (NTC – ISO 14064-1, 2020). A continuación, se presentan las definiciones de algunos términos claves de la norma técnica colombiana, que serán desarrollados más adelante para su aplicación en la empresa.

4.7.1 Usuario previsto

Individuo u organización identificado por quienes informan de lo relacionado con los GEI como aquel que utiliza dicha información para la toma de decisiones.

4.7.2 Límites de la organización

Conjunto de actividades o instalaciones en las cuales la organización realiza el control operativo o financiero o tiene una participación en el capital correspondiente.

4.7.3 Factor de emisión de gases de efecto invernadero:

Es un coeficiente que asocia los datos de la actividad de gases de efecto invernadero (GEI) con la emisión de gases de efecto invernadero (NTC – ISO 14064-1, 2020).

4.7.4 Emisión directa de gas de efecto invernadero:

Son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedente de fuentes que pertenecen o son controladas por la organización (NTC – ISO 14064-1, 2020).

4.7.5 Emisión indirecta de gas de efecto invernadero:

Son las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se dan como resultado de las actividades y operaciones de una organización, pero que son procedentes de fuentes que no son pertenecientes y tampoco son controladas por la organización (NTC – ISO 14064-1, 2020).

4.7.6 Equivalente de dióxido de carbono (CO₂e):

Es la unidad utilizada para realizar la comparación entre el forzamiento radiativo de un gas de efecto invernadero con el dióxido de carbono. La huella de carbono se mide en unidades de CO₂e debido a que esta medida facilita la comparación y consolidación de diferentes gases de efecto invernadero (GEI). Se sabe que cada gas tiene un potencial de calentamiento global (PCG) diferente, que indica la capacidad de atrapar el calor en la atmósfera, y al expresar las emisiones en CO₂e, se convierte el impacto de los gases a una unidad común, lo que permite sumar y comparar de manera coherente la contribución de los diferentes gases de efecto invernadero emitidos (NTC – ISO 14064-1, 2020).

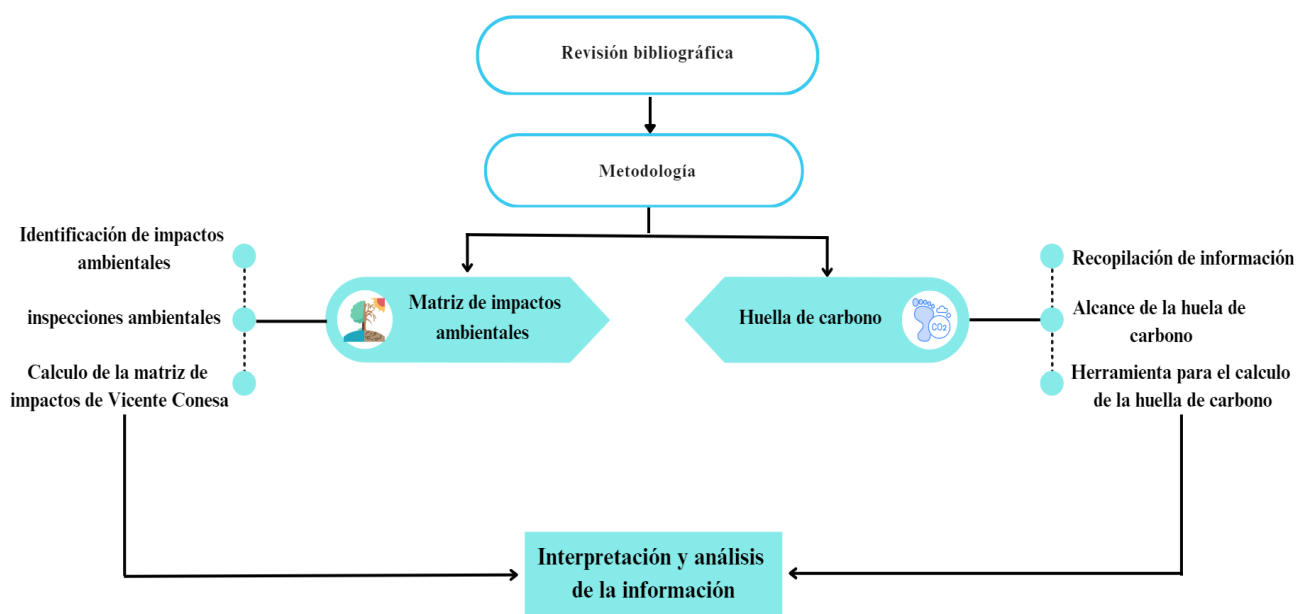
5. Metodología

La implementación de las herramientas de gestión ambiental se inició con la revisión bibliográfica tanto de la matriz de impactos de Vicente Conesa como de la huella de carbono, además, se recopiló información relevante acerca de Laboratorios Laproff S.A.S, una empresa dedicada a la investigación, desarrollo y manufactura de productos farmacéuticos.

En la siguiente figura se detalla de manera general la metodología.

Figura 1.

Mapa mental de la metodología aplicada



Nota. Fuente propia

En la **Figura 1** se puede observar la metodología general utilizada para el proyecto que, en resumen, primero se consideró la revisión bibliográfica, seguido de inspecciones ambientales para documentar y gestionar situaciones encontradas utilizando el formato interno GA-F012, luego se calculó la matriz de impactos ambientales a través de la metodología de Vicente Conesa evaluando la importancia de cada impacto. Posteriormente, para medir la huella de carbono, se recopilaron datos específicos y se desarrolló una hoja de cálculo en Excel con todos los procedimientos

necesarios para obtener el resultado de los gases de efecto invernadero en CO₂e y, finalmente, se procedió a realizar el respectivo análisis. A continuación, se detalla la metodología empleada.

5.1 Laboratorios Laproff S.A.S

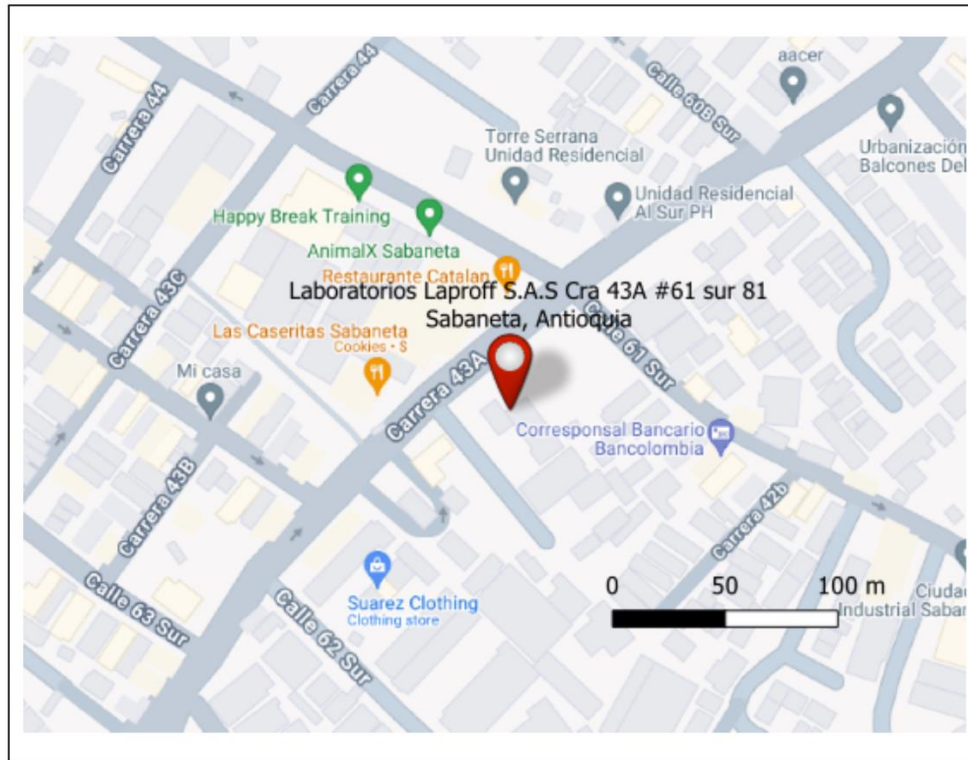
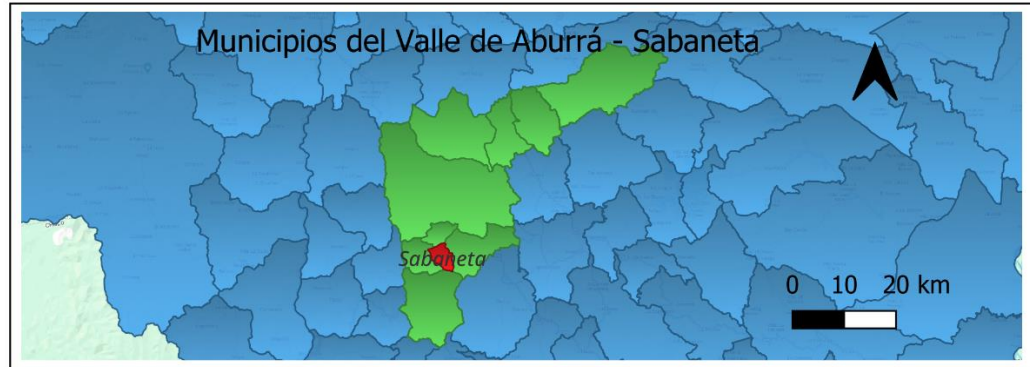
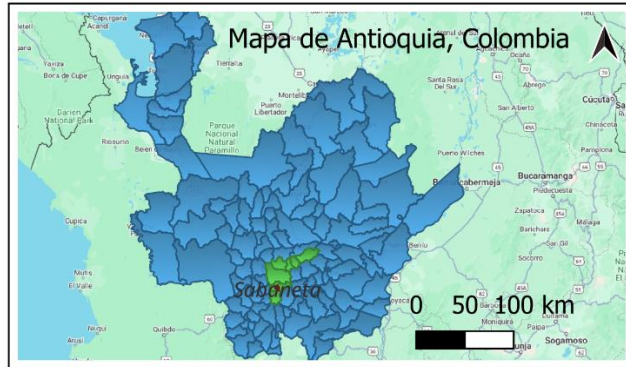
Inicialmente, se identificaron las características del escenario de prácticas. Laboratorios Laproff S.A.S es una empresa de larga trayectoria en la fabricación de medicamentos. La organización ha establecido su posición en el sector farmacéutico, esto se refleja en sus certificaciones de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), además, la compañía cuenta con una planta de medicamento sólido, otra para medicamento líquido y una planta dedicada a la fabricación de cremas (Laboratorios Laproff, 2023).

Adicionalmente, la empresa con su constante innovación, tecnología e investigación ha desarrollado una amplia gama de productos, en su portafolio incluye una línea de productos genéricos para mercado institucional, una línea genérica para el mercado comercial y también medicamentos con marca propia, estos productos ofrecen soluciones eficientes y seguras que contribuyen al bienestar de la comunidad (Laboratorios Laproff, 2023). En la **Figura 2** se puede observar su ubicación geográfica. Para esta empresa el análisis abarcó la totalidad de las operaciones y actividades que se desarrollan en su única sede, ubicada en la Cra. 43A #61 Sur 84, Sabaneta, Antioquia (**Figura 2**).

Figura 2.

Ubicación de laboratorios Laproff S.A.S

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S



Leyenda

- Municipios de Antioquia
- Municipios del Valle de Aburrá
- Municipio de Sabaneta, Antioquia



Nota. Elaboración propia y fotografía tomada de Google Maps.

5.2 Revisión Bibliográfica

La búsqueda de la información bibliográfica es una etapa crucial para implementar herramientas de gestión ambiental en Laboratorios Laproff. Esta parte incluyó una revisión exhaustiva de fuentes relevantes sobre la matriz de impactos de Vicente Conesa y la Huella de Carbono, donde se consultaron diversos recursos como la *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* y la norma NTC – ISO 14064 – 1. Además, se obtuvo información de expertos, como profesores de la Universidad de Antioquia, y se accedió a las bases de datos del Digitallic y Servernas de la empresa.

5.3 Matriz de impactos ambientales

5.3.1 Identificación de los impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales, fue necesario comprender los componentes que integran el medio ambiente: el medio socioeconómico, medio biótico y el medio abiótico, cada uno de estos componentes puede verse afectado de diferentes formas por las actividades antrópicas y realizar su evaluación es importante para determinar las estrategias de mitigación adecuadas.

5.3.2 Inspecciones de gestión ambiental:

Se llevaron a cabo inspecciones de gestión ambiental periódicas para cada una de las áreas de la empresa, con el propósito de identificar y evaluar nuevos impactos, así como de actualizar la matriz de impactos de la organización. Estas inspecciones de gestión ambiental se realizaron utilizando el formato GA-F012, que consiste en hacer recorridos de observación y documentar la descripción de la situación encontrada, el respectivo plan de acción, el seguimiento del plan de acción y el cierre de los hallazgos.

5.3.3 Cálculo de la matriz de impactos ambientales de Vicente Conesa:

Después de haber identificado los impactos ambientales de la empresa, se procedió a realizar el cálculo de la matriz de aspectos e impactos ambientales utilizando una plantilla de Excel (**Tabla 2**), esta herramienta permitió determinar la importancia de cada impacto ambiental mediante una ecuación (**Ecuación 1**) que considera diversos factores, tales como

la extensión del impacto, su persistencia, sinergia, entre otros (**Tabla 1**). Dichos factores se evalúan en una escala numérica de 1 hasta 12 dependiendo de su relevancia. Una vez realizado el cálculo se asigna una calificación al impacto, clasificándolo como bajo, moderado, severo o crítico en función del resultado de la importancia (**Tabla 3**). Esta metodología permite una evaluación precisa y estructurada de los impactos ambientales, facilitando la implementación de mitigaciones.

Tabla 1.

Factores para evaluar la matriz de impactos según la metodología de Vicente Conesa

Modelo de importancia del impacto			
Signo (NA)		Intensidad (i*)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	8
Crítica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismos	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV]$	

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S

Recuperación inmediata	1	+SI +AC +EF+ PR +MC]
Recuperable	2	
Mitigable	4	
Irrecuperable	8	

Nota. Fuente. (Hidroar S.A., S.f.).

Tabla 2.

Plantilla de la matriz de Vicente Conesa

Elemento del ambiente	Escenarios de la operación (Procesos) y áreas Factor ambiental receptor del impacto (FARI) y descripción del aspecto	Operación											
		ASPI - Operación											
		Área											
		NA	I	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
Social	Demográfico Generación de empleo	-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	26
Biótico	Flora Fauna												
Físico	Suelo Agua												






Nota. Matriz adaptada a partir de material de estudio proporcionado en el curso de *Evaluación de impacto y riesgo ambiental*, de la Universidad de Antioquia.

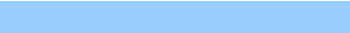
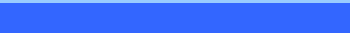
Tabla 3.

Escala de interpretación de la metodología de Vicente Conesa

CARÁCTER Y NIVEL DE IMPORTANCIA DEL IMPACTO

Nota: En esta columna se escribe la importancia y se rellena la celda con el color correspondiente

Valor	Importancia del Impacto	Color
< a 26 (-)	Adverso Irrelevante	
25 y 40 (-)	Adverso Moderado	
41 y 60 (-)	Adverso Medio	
61 y 80 (-)	Adverso Severo	
> a 80 (-)	Adverso Critico	

< 50 (+)	Benéfico Moderado	
> 50 (+)	Benéfico Importante	

Nota. Adaptada a partir de material de estudio proporcionado en el curso de *Evaluación de impacto y riesgo ambiental*, de la Universidad de Antioquia.

5.4 Huella de Carbono

5.4.1 Recopilación de información

Se realizó una revisión bibliográfica para obtener información sobre la implementación de la huella de carbono empresarial, lo que incluyó la revisión de la norma NTC-ISO 14064-1:2020 de gases de efecto invernadero, tomada desde la biblioteca digital de Empresas Públicas de Medellín (EPM). Además, se solicitaron datos específicos a través de correos electrónicos dirigidos a las personas a cargo de las áreas de Seguridad y Salud en el Trabajo, Mantenimiento y Gestión Ambiental, estas solicitudes detallaron la información o datos acerca de todas las emisiones generadas durante el año 2023, necesarias para generar el inventario de dicho año.

5.4.2 Alcance de la Huella de Carbono

Posteriormente, se concretaron las categorías y subcategorías para las emisiones de gases de efecto invernadero, se selecciona el periodo o año para la Huella de Carbono (2023), junto con los límites operacionales y los de la organización. Luego, se llevó a cabo la búsqueda de los diferentes coeficientes de factores de emisión (FE) (el cual convierte los datos de cada actividad en valores de emisión) necesarios para el cálculo de la Huella de Carbono (**Tabla 4**), también se buscaron los potenciales de calentamiento global (PCG), conocido en inglés como Global Warming Potential (GWP) (**Tabla 5**), donde, por ejemplo, la emisión de 1kg de metano se puede expresar como 29,8 kg de CO₂e (Brander y Davis, 2023). Los PCG utilizados para este proyecto son los del dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄).

Tabla 4.

Factores de emisión utilizados para el cálculo de la huella de carbono

Factores de Emisión			
Actividad de GEI	Factor de emisión CO2	Factor de emisión CH4	Factor de emisión N2O
Consumo de combustibles gaseosos (Fuentes fijas - gas natural cusiana)	2.191 kgCO2/m3 *	0	0
Extintores de CO2	1 kgCO2eq/m3 **	0	0
	0.126	0	0
Consumo de energía eléctrica	tonCO2eq/MWh***	0	0
Residuos sólidos a relleno sanitario gestionado anaeróbico	0	0.055 kgCH4/kg *	0
Incineración de residuos industriales	1.38 kg CO2/kg *	0	0
Incineración de residuos hospitalaria	0.57 kg CO2/kg *	0	0
Vertimientos industriales tratados (digestor ó reactor anaeróbico)	0	0.200 kgCH4/kgDQO *	0

Nota: Fuente: (Pava et al., 2016) *. (UPME, 2021). ** (Reyes, 2024). ***

Tabla 5.

Potenciales de calentamiento global

Gases de efecto invernadero (GEI)	Potencial de calentamiento global (GWP)
Dióxido de carbono (CO2)	1
Metano (CH4)	29,8

Nota: Fuente: (Brander y Davis, 2023)

5.4.3 Herramienta para el cálculo de la Huella de Carbono:

Una vez obtenida la información necesaria de las diferentes áreas para el periodo 2023, se creó desde cero una hoja de cálculo en Excel con todos los datos recopilados, los cuales se organizaron según la categoría o subcategoría correspondiente. En este archivo se incluye el ingreso de los datos de las actividades y las conversiones de unidades necesarias para calcular la huella de carbono en unidades de dióxido de carbono equivalente CO2e.

5.5 Interpretación y análisis de la información:

Finalmente, con ambas herramientas de gestión ambiental terminadas, se iniciará el proceso de interpretación de los resultados obtenidos. Este proceso implicará analizar

detalladamente los datos recopilados y las métricas calculadas, donde la interpretación o análisis proporcionará una visión clara del desempeño ambiental de la empresa.

6. Resultados

Después de realizar búsquedas bibliográficas, recorridos de inspección y entrevistas en las diferentes áreas de Laboratorios Laproff S.A.S, se puede comenzar a evaluar y puntuar los distintos impactos generados en la industria farmacéutica.

6.1 Impactos ambientales

Los impactos ambientales reconocidos en Laboratorios Laproff S.A.S son los siguientes:

6.1.1 Socioeconómicos:

- **Generación de empleo:** Laboratorios Laproff actualmente cuenta con más de 800 empleados, lo que contribuye a la reducción del desempleo, aumenta la estabilidad económica y mejora la calidad de vida de los trabajadores.
- **Donaciones:** La empresa cuenta con procedimientos establecidos para que los clientes puedan realizar las devoluciones de medicamentos como aquellos que se encuentren con abolladuras, cajas dañadas o próximos a vencerse, estos medicamentos recibidos en devoluciones son donados a hospitales y fundaciones, lo cual, brinda un impacto positivo en la salud pública, también a que personas de escasos recursos puedan acceder a medicamentos y, además, que estos no sean desperdiciados o desechados.

6.1.2 Abióticos:

- **Generación de residuos (impacto al suelo):** En laboratorios Laproff se generan cuatro tipos de residuos: los aprovechables, no aprovechables, peligrosos y especiales, los cuales son generados en grandes cantidades y en su mayoría se aprovechan, a excepción de los no aprovechables que su disposición final es el relleno sanitario y de algunos residuos peligrosos que su disposición final es la incineración
- **Emisiones de material particulado (impacto al aire):** La emisión de material particulado ocurre durante el proceso de manufactura, se generan partículas en suspensión que pueden ser liberadas, además, estas emisiones pueden tener

impactos negativos en la calidad del aire y, si no se gestionan adecuadamente, pueden afectar la salud de los trabajadores

- **Emisiones de gases de efecto invernadero (impacto al aire):** Las emisiones de gases de efecto invernadero son generadas por dos calderas, una de 50 brake horsepower (BHP) y otra de 100 BHP, ambas conectadas a un mismo ducto de salida y su terminación es tipo cebolla. Entre los gases liberados se encuentra el dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Adicionalmente, la empresa se encarga de realizar mantenimientos preventivos, como la medición de gases de combustión y la medición isocinética.
- **Ruido (impacto al aire):** Durante el proceso de manufactura son utilizadas diferentes maquinas especializadas, sin embargo, su funcionamiento puede generar mucho ruido afectando a las comunidades vecinas.
- **Vertimientos de aguas residuales no domesticas (impacto al agua):** La empresa cuenta con un sistema de redes de aguas separadas, donde las aguas residuales domesticas (ARD) están separada de las aguas lluvias y de las aguas residuales no domesticas (ARnD). Las ARnD reciben un tratamiento que incluye 5 cajas sedimentadores, un tanque de bombeo que cuenta con una canastilla para la remoción de solidos grandes, desde este tanque de bombeo las aguas pasan al tanque de neutralización de pH (potencial de hidrogeno) para la aplicación de químicos como la soda cáustica y el ácido nítrico, los cuales se encargan de neutralizar el pH si es necesario, además este tanque cuenta con un sistema de agitación y en la parte externa con un tablero para el control de pH. Posteriormente, este vertimiento luego de recibir el respectivo tratamiento primario es descargado al alcantarillado y llegan a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), donde la empresa EPM es la encargada de realizar los tratamientos posteriores y con la cual se tiene un contrato vigente.

6.2 Matriz de impactos ambientales

Considerando los anteriores impactos ambientales, se elaboró la matriz de Vicente Conesa, en esta matriz se observan los procesos y áreas que generan impactos con una importancia

que varía desde impacto benéfico importante hasta impacto de importancia media. En la **Tabla 6** se presentan estos resultados de manera detallada.

Tabla 6.

Resultados de importancia

Área	ASPI	FARI	Importancia
Planta de producción	Manufactura de medicamento	Emisión de material particulado	Impacto de importancia moderado
		Emisión de gases de efecto invernadero	Impacto de importancia media
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de Residuos peligrosos	Impacto de importancia media
		Vertimientos	Impacto de importancia moderado
Empaque	Empaque secundario y embalaje del producto	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
Mantenimiento	Almacenamiento, mantenimiento, utilización de herramientas para la reparación, ajuste y ensamblaje de equipos	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Ruido	Impacto irrelevante
		Generación de ruido	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de Residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Laboratorio control calidad	Análisis físico químico	Vertimientos	Impacto irrelevante
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de Residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Laboratorio microbiología	Análisis físico microbiológico	Vertimientos	Impacto irrelevante
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de Residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Laboratorio investigación y desarrollo	Formulación y reformulación de los productos y los nuevos desarrollos	Vertimientos	Impacto irrelevante
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
Almacén de materiales	Recepción, almacenamiento y entrega de materias primas y/o material de empaque	Generación de Residuos peligrosos	Impacto de importancia media
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S

Centro de distribución	Almacenamiento de producto terminado y despacho del mismo	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Restaurante	Preparación, consumo de alimentos y lavado del área e implementos de la cocina, como menaje, hoyas, fogón	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Vertimientos	Impacto de importancia media
Oficina	Trabajo administrativo y entrega de materias primas y/o material de empaque no conforme	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Gestión calidad	Devolución realizada por los clientes y descartes de muestras de retención	Generación de residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Validaciones y metrología	Servicios de calibración, medición y pruebas de equipos	Generación de residuos peligrosos	Impacto de importancia media
Centro administrativo documental	Organizar, almacenar y custodiar los documentos de la empresa	Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de residuos especiales	Impacto irrelevante
Gestión humana	Proceso de lavandería, seguridad y salud en el trabajo y contratación de personal	Generación de empleo	Impacto benéfico de importancia moderada
		Generación de residuos aprovechable	Impacto irrelevante
		Generación de residuos no aprovechable	Impacto de importancia media
		Generación de residuos especiales	Impacto irrelevante
		Vertimientos	Impacto de importancia media
Gestión ambiental y responsabilidad social	Proceso de donaciones	Donaciones	Impacto benéfico importante

Nota: Fuente propia.

6.3 Valoración del impacto

La evaluación de los impactos se realizó por medio de los 11 criterios que se establecen en la matriz, determinando la significancia del impacto como irrelevante, moderado, severo o benéfico.

6.3.1 Impacto socioeconómico

- **Generación de empleo:** este impacto es benéfico de importancia moderada, desde el área de gestión humana (área que se encarga del tema de contrataciones) se sabe que la empresa cuenta con una alta cantidad de empleados y ofrece oportunidades de crecimiento a lo largo del tiempo.
- **Donaciones de medicamentos:** este impacto se clasifica como benéfico importante siendo gestionado desde el área de gestión ambiental y responsabilidad social, donde a través de estas donaciones se benefician muchas personas de escasos recursos mediante fundaciones y hospitales.

6.3.2 Impactos abióticos

- **Generación de residuos aprovechables:** la generación de residuos aprovechables se considera como un impacto irrelevante puesto que, como su nombre lo indica, son residuos que en conjunto con el gestor Cootrama se aprovechan de diferentes formas. Este impacto se origina en diversas áreas, incluyendo planta de producción, empaque, mantenimiento, laboratorios, almacén de materiales, centro de distribución, restaurante, oficinas, centro de documentación y gestión humana.
- **Generación de residuos no aprovechables:** este impacto se clasifica como de importancia media, puesto que son residuos cuya disposición final es el relleno sanitario de La Pradera, con la empresa Interaseo encargada de su recolección. Las áreas generadoras de estos residuos incluyen dispensación (planta de producción), empaque, mantenimiento, laboratorios, almacén de materiales, centro de distribución, restaurante, oficinas, centro de documentación y gestión humana.
- **Generación de residuos peligrosos:** es un impacto de importancia media. Aunque una parte significativa de estos residuos es aprovechada por la empresa Ecologista

como combustible derivado de residuos (CDR), otra gran cantidad son incinerados o dispuestos en celdas de seguridad. Entre las áreas que generan este tipo de residuo se encuentra el área de planta de producción con sus diferentes procesos, el área de dispensación, mantenimiento, laboratorios, almacén de materiales, centro de distribución, oficina, gestión calidad, validaciones y metrología.

- **Generación de residuos especiales:** los residuos especiales generan un impacto irrelevante, dado a que se gestionan de forma diferente para proteger la marca de la empresa, por ejemplo, la dotación se transforma en CDR y el empaque secundario del medicamento se destruye para producir canastas de huevo. Las áreas que generan este tipo de residuos son el centro administrativo documental y gestión humana
- **Emisión de material particulado:** este impacto es generado únicamente en el área de planta de producción. Durante el proceso de manufactura, el impacto en general es de importancia moderada, debido a que en esta área se cuenta con varios procesos que generan cantidades tanto altas como muy bajas de material particulado.
- **Emisión de gases de efecto invernadero:** estas emisiones son provenientes de las calderas utilizadas para la generación aire caliente o vapor de agua, necesarios en algunos procesos de la manufactura del producto, además, estas emisiones tienen un impacto de importancia media debido a que la cantidad de vapor requerida para este proceso es alta.
- **Impacto de la generación de ruido:** la generación de este impacto proviene del área de mantenimiento, que es el área responsable del manejo y operación de máquinas, este impacto es clasificado como irrelevante, puesto que los episodios de ruido intenso son pocos frecuentes, sin embargo, cuando ocurren, pueden causar molestias a las personas en los alrededores de la empresa debido al fuerte ruido emitido por algunas maquinas.
- **Generación de vertimientos:** los vertimientos son generados en diversas áreas de la empresa. Esta generación de vertimientos se clasifica como de importancia moderada para el área de planta de producción durante el proceso de manufactura,

además, se considera como impacto de importancia media para el área de restaurante y en gestión humana. Por otra parte, el impacto es considerado como irrelevante en el área mantenimiento y laboratorios de control calidad y microbiología.

Posteriormente, una vez finalizados los cálculos de la importancia para cada proceso de la empresa, se procedió a calcular los porcentajes correspondientes a cada impacto generado teniendo en cuenta el resultado promedio de cada importancia por impacto, este resultado se puede observar en la sección de interpretación y análisis de la información (Tabla 18).

6.4 Huella de Carbono

Siguiendo la norma NTC – ISO 14064-1, se definieron los elementos claves, incluyendo el usuario previsto, el periodo del inventario, así como los límites de la organización y operacionales. En este contexto, el usuario previsto es Laboratorios Laproff S.A.S, y el periodo del inventario de gases de efecto invernadero (GEI) para la empresa abarca desde el 1 de enero del 2023 hasta el 31 de diciembre del 2023. Respecto a los límites de la organización y operacionales, estos se presentan a continuación.

6.4.1 Límites de la organización

Tabla 7.

Límites organizacionales de la Laproff para las emisiones de GEI

Límites Organizacionales		
Enfoque		
Control		Participación accionaria
Financiero x	Operativo	

Nota: Adaptado del segundo informe de huella de carbono de Laproff del año 2022

El control financiero se ejerce cuando se cuenta con recursos suficientes para implementar tecnologías avanzadas, lo que implica una inversión económica significativa. Por otro lado, el control operativo se refiere a situaciones en las que la inversión no es tan alta y se enfoca en ofrecer capacitaciones al personal para que utilicen las máquinas de

manera eficiente, reduciendo así las emisiones contaminantes. Laboratorios Laproff S.A.S tiene tanto el control financiero como el operativo puesto que la empresa no solo invierte en tecnologías más eficientes, sino que también capacita a todo su personal, además, la participación accionaria es del 100%. Teniendo en cuenta lo anterior, la empresa consolida las emisiones de GEI siguiendo el enfoque de control financiero puesto que este es el enfoque se alinea de acuerdo con el propósito de la empresa.

6.4.2 Límites operacionales

Para definir los límites operacionales, se identifican las emisiones asociadas a las distintas actividades de la empresa, ya sean de emisiones directas o indirectas. Según la norma NTC-ISO 14064-1 del 2020, existen seis categorías de emisiones, sin embargo, para este trabajo y de acuerdo con los procedimientos de Laboratorios Laproff S.A.S, se considerarán tres de estas categorías, las cuales se detallan a continuación con sus respectivas subcategorías.

6.4.3 Categoría 1: Emisiones y remociones directas de GEI

Las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) ocurren a partir de fuentes o sumideros dentro de los límites de la organización, que son propiedad de o están bajo el control de la organización. Estas fuentes pueden ser estacionarias o fugitivas directas.

- **Emisiones directas a partir de combustión estacionaria:** Estas emisiones son resultantes de la combustión de cualquier tipo de combustible utilizado en equipos fijos. Laboratorios Laproff S.A.S cuenta con dos calderas fijas una de 50 BPH y otra de 100 BPH, ambas son pirotubulares, lo que significa que el humo de la combustión circula por el interior de los tubos y el agua por el exterior. Las calderas utilizan gas natural como combustible y los gases generados por la combustión de ambas calderas son liberados a través de una misma chimenea, estas calderas suministran aire caliente o vapor de agua a los procesos de suspensión, granulación y secado, recubrimiento y sistema de agua purificada. En la **Tabla 8** se presentan las especificaciones de las calderas y en la **Tabla 9** el consumo mensual de gas natural para cada una de las calderas.

Tabla 8.

Especificaciones de las calderas del Laboratorio Laproff

Especificaciones de las calderas		
Equipo	Caldera 50 BHP	Caldera 100 BHP
Modelo		PHGL 100-1
Marca	JCT	JCT
Potencia (BHP)	50	100
Combustible	Gas natural	Gas natural
Tasa de consumo promedio de gas natural en los últimos doce meses	3,51 m ³ /h	4,72 m ³ /h
Sistema de control	No posee	No posee
Tipo	Pirotubular	Pirotubular

Nota: Adaptado del procedimiento MT-P131 y MT-P248 (Digitallogic)

Tabla 9.

Consumo del combustible de gas natural para cada una de las calderas

CONSUMO COMBUSTIBLE GAS NATURAL		
MES	CALDERA 50 BHP (m3/mes)	CALDERA 100 BHP (m3/mes)
ene-23	1.501	7.783

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S

feb-23	4.728	3.315
mar-23	3.610	3.715
abr-23	3.828	2.550
may-23	6.662	1.127
jun-23	8.481	63
jul-23	5.585	749
ago-23	63	8.462
sep-23	823	7.395
oct-23	63	11.063
nov-23	5.381	4.560
dic-23	1.435	5.898
Total, 2023	42.160	56.680

Nota: Información obtenida del área de mantenimiento del año 2023

- **Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos:** Aquí se consideran las fugas de los extintores dispuestos en las instalaciones. Durante el año 2023 Laboratorios Laproff contaba con aproximadamente 73 extintores distribuidos en las diferentes áreas. Para este análisis, se considerarán únicamente 24 extintores que son de tipo CO2, puesto que los demás son extintores multipropósito con agentes limpios que no generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); los extintores de dióxido de carbono (CO2) son destacados por utilizar dicho compuesto como agente extintor (Reyes, 2024). En la siguiente **Tabla 10** se puede observar los 24 extintores con su respectiva capacidad

Tabla 10.

Extintores tipo CO2 que se encuentran en las diferentes áreas de Laboratorios Laproff

Número	Ubicación	Tipo de extintor	Capacidad (kg)
1	Empaque (área de líquidos)	CO2	6,803
2	Control Calidad (Ducha)	CO2	6,803
3	Control Calidad (Mesón)	CO2	6,803

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S

4	Cuarto maquinas #16	CO2	6,803
5	Cuarto maquinas #17	CO2	6,803
6	Subestación 1000	CO2	6,803
7	Gabinete ML	CO2	6,803
8	Cuarto de transformadores	CO2	6,803
9	Cuartos seccionadores	CO2	6,803
10	Caldera	CO2	6,803
11	Almacén de materiales (Corredor afuera de la oficina)	CO2	6,803
12	Almacén de materiales (cuarto de inflamables)	CO2	6,803
13	Producción (pasillo Principal Granulación y secado)	CO2	6,803
14	Producción (pasillo Principal Granulación y secado)	CO2	6,803
15	Producción (Pasillo tableteado nuevo)	CO2	6,803
16	Producción Pasillo tableteado/encapsulado nuevo)	CO2	6,803
17	Producción (preparación de cremas)	CO2	6,803
18	Producción (Pasillo Granulación y secado/graneles)	CO2	6,803
19	Producción (Pasillo acceso planta líquidos)	CO2	6,803
20	Líquidos (tercer piso preparación)	CO2	6,803
21	Líquidos (segundo piso almacenamiento)	CO2	6,803
22	Líquidos (Primer piso envasadoras)	CO2	6,803
23	Telemedida	CO2	6,803
24	Cuarto de máquinas # 19	CO2	6,803
		Total	163,265

Nota: Adaptado de información dada de Seguridad y salud en el trabajo

6.4.4 Categoría 2: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada

Esta categoría incluye las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas con la producción de energía y servicios finales.

- **Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada:** Esta subcategoría abarca el consumo de energía eléctrica requerido por las diferentes áreas (servicios administrativos, centro de distribución (CENDIS), tecnologías de la información y la comunicación (TICS), gestión humana, seguridad y salud en el trabajo, microbiología, gestión ambiental, empaque, lavandería, restaurante, oficinas y planta de producción) y equipos de la empresa para realizar todas las operaciones necesarias. Respecto a esta categoría, en el área de mantenimiento se ha registrado que los equipos de planta representan el 96% del consumo de energía, mientras que el resto de las áreas consumen el 4% restante. **La Tabla 11** presenta el consumo de energía mensual durante el año 2023.

Tabla 11.

Energía consumida mensualmente durante el año 2023

Año	Meses	Energía (MWh/mes)
2023	Enero	350,986
2023	Febrero	356,866
2023	Marzo	360,349
2023	Abril	375,035
2023	Mayo	295,452
2023	Junio	343,952
2023	Julio	323,464
2023	Agosto	329,697
2023	Septiembre	325,758
2023	Octubre	329,689
2023	Noviembre	337,157
2023	Diciembre	365,992

Total	4094,397
--------------	-----------------

Nota: Tomado de la base de datos de Servernas, indicadores de gestión ambiental

6.4.5 Categoría 4: Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización

Esta categoría incluye las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente (GEI) de fuentes ubicadas fuera de los límites de la organización asociadas con los bienes usados por la organización

- **Las emisiones provenientes de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos dependen de las características de los residuos y su tratamiento:** Para esta subcategoría el tipo de tratamiento es mediante vertederos y/o rellenos sanitarios, incineración, tratamiento biológico. Las emisiones que se asocian a este proceso incluyen CO₂, CH₄ y NO₂, sin embargo, para este trabajo se consideran únicamente CO₂ y CH₄, debido a que solo para estos gases se tiene el factor de emisión definido (ver Sección 5.4).

En Laboratorios Laproff S.A.S se generan cuatro tipos de residuos que son: los residuos peligrosos, especiales, aprovechables y no aprovechables. Para el cálculo de la huella de carbono se considerarán únicamente los residuos no aprovechables y los peligrosos, además, es importante destacar que los residuos no aprovechables van al relleno sanitario como disposición final y los residuos peligrosos que se tendrán en cuenta son aquellos a los que su disposición final es la incineración, los demás residuos no se tendrán en cuenta debido a que se les da diferentes tipos de aprovechamiento.

Dentro de los residuos no aprovechables se incluyen todos los residuos orgánicos, como restos de comida, poda de jardín y hojarasca, además, también se consideran no aprovechables los siguientes residuos: servilletas, barrido de las áreas, papel sticker, cinta, elementos de protección personal no contaminados, residuos de la trampa de grasa, papel higiénico y suncho. Todos estos residuos se almacenan en una caja estacionaria ubicada en el área del shut de basuras. La empresa Interaseo se encarga de transportar estos residuos al relleno sanitario, realizando la recolección los lunes, miércoles y viernes. En la **Tabla 12**, construida a partir de datos proporcionados por Interaseo, se observa que la densidad

de los residuos no varía de un mes a otro, puesto que es una medida estipulada y se mantiene constante.

Tabla 12.

Residuos no aprovechables generados durante el año 2023

Año/Mes	No Aprovechables kg/mes
ene-23	8.978
feb-23	8.978
mar-23	8.978
abr-23	8.978
may-23	8.978
jun-23	8.978
jul-23	8.978
ago-23	8.978
sep-23	8.978
oct-23	8.978
nov-23	8.978
dic-23	8.978
Totales	107.730

Nota: Tomado de la base de datos de Servernas, indicadores de gestión ambiental

Adicionalmente, los residuos peligrosos generados en la organización tienen diferentes disposiciones finales como celda de seguridad, incineración hospitalaria, transformación energética, incineración industrial y aerosoles. Para esta parte, se tendrán en cuenta solo los que tienen la incineración como medida de disposición final. La empresa Ecológica se encarga de recoger los residuos todos los días, de gestionar todo el proceso de incineración y proporcionar el peso de los residuos. Entre los residuos cuya disposición final es la incineración hospitalaria se encuentran frascos de vidrio contaminado, medicamentos de retención, medicamentos vencidos, polvo farmacéutico del sistema de aire, sachets de medicamentos y vidrio quebrado contaminado con residuo biológico. Por otra parte, para la incineración industrial, se incluyen únicamente los cortopunzantes. A

continuación, en la **Tabla 13** se puede observar los kilogramos mensuales correspondientes a la incineración industrial y hospitalaria durante el año 2023.

Tabla 13.

Residuos peligrosos con disposición final de incineración generados durante el año 2023

Mes/Año	Incineración Industrial (Kg)	Incineración Hospitalaria (Kg)
ene-23	1,1	2.418
feb-23	1,1	2.537
mar-23	1,1	3.889
abr-23	1,2	715
may-23	2,4	2.659
jun-23	0,8	70
jul-23	0,8	2.292
ago-23	0,6	2.156
sep-23	0,3	1.334
oct-23	0,9	1.549
nov-23	1,4	1.474
dic-23	0,3	1.132
Totales	12	22.225

Nota: Tomado de la base de datos de Servernas, indicadores de gestión ambiental

Por otra parte, en la contabilización de residuos líquidos, Laboratorios Laproff cuenta con un sistema de redes de aguas separadas, donde las aguas residuales domésticas (ARD) están separada de las aguas lluvias y de las aguas residuales no domésticas (ARnD). Las ARnD reciben un tratamiento primario que incluye la remoción de sólidos grandes y la aplicación de químicos como la soda cáustica y el ácido nítrico para neutralizar el pH (potencial de hidrogeno). Posteriormente, estas aguas son descargadas al alcantarillado, donde EPM se encarga del tratamiento final, teniendo en cuenta el contrato vigente hasta el 2025.

En cuanto a las emisiones derivadas de los residuos líquidos se tiene el único valor de DQO (Demanda Química de Oxígeno) obtenido en la caracterización de vertimientos

realizada en el año 2023 y será utilizado como valor anual para el cálculo de la huella de carbono. En la siguiente tabla se observan algunos datos de la caracterización de vertimientos realizada en el año 2023.

Tabla 14.

Datos de la caracterización del vertimiento de ARnD realizada en el año 2023

Parámetro	Unidades de medida	Resultados
pH	Unidades de pH	6.73 - 8.99
DQO	mg/L O ₂	892 +/- 74
DBO5	mg/L O ₂	242 +/- 46
Temperatura	°C	19,7 - 40,1

Nota: Adaptado de la base de datos de Servernas, indicadores de gestión ambiental

6.5 Cálculo de la huella de carbono

Después de recopilar toda la información acerca de las emisiones del Laboratorio, se procedió a cuantificar las emisiones de GEI, éstas fueron convertidas a toneladas CO₂e utilizando el factor de conversión (**Tabla 4**) y el potencial de calentamiento global (PCG) (**Tabla 5**) correspondiente para cada actividad, siguiendo la metodología previamente detallada.

Se estiman las emisiones bajo la **Ecuación 2** (adaptado de Reyes, 2024):

$$\text{Emisión de GEI}^* = \text{Actividad} \cdot \text{Factor de Emisión} \cdot \text{Potencial de Calentamiento Global}$$

*El resultado se pasa a toneladas siempre y cuando sea necesario

6.5.1 Cálculo para la emisión de la categoría 1

Tabla 15.

Cálculo de los GEI para la categoría 1

Actividad	Valor (m3/año)	Factor de emisión (kg CO ₂ /m ³)	Potencial de calentamiento global (CO ₂ e/kg CO ₂)	Resultado (ton CO ₂ e/año)
Caldera 50 BHP	42.160	2,191	1	92,373
Caldera 100 BHP	56.680	2,191	1	124,186

Actividad	Valor (kg/año)	Factor de emisión (kg CO ₂ /kg)	Potencial de calentamiento global (CO ₂ e/kg CO ₂)	Resultado (ton CO ₂ e/año)
-----------	----------------	--	---	---------------------------------------

Extintores	163,265	1	1	0,163
------------	---------	---	---	-------

Nota: Fuente propia

6.5.2 Cálculo para la emisión de la categoría 2

Tabla 16.

Cálculo de los GEI para la categoría 2

Actividad	Valor (MWh/año)	Factor de emisión (ton CO2/MWh)	Potencial de calentamiento global (CO2e/CO2)	Resultado (ton CO2e/año)
Energía	4.094,397	0,126	1	515,894

Nota: Fuente propia

6.5.3 Cálculo para la emisión de la categoría 4

Antes de iniciar a calcular la emisión de GEI se debe realizar una conversión para la parte de los vertimientos el cual consiste en pasar de mg/l a kg DQO:

$$892 \text{ mg/l (Tabla 14)} * 902.016 \text{ l} = 804.598.272 \text{ mg} * (1\text{kg}/1.000.000 \text{ mg})$$

$$= 804,598 \text{ kg DQO (valor utilizado)}$$

Tabla 17.

Cálculo de los GEI para la categoría 4

Actividad	Valor (kg CH4/año)	Factor de emisión (kg CH4/kg)	Potencial de calentamiento global (CO2e/kg CH4)	Resultado (ton CO2e/año)
Residuos no aprovechables	107.730	0,055	29,8	176,569

Actividad	Valor (kg/año)	Factor de emisión (kg CO2/kg)	Potencial de calentamiento global (CO2e/kg CO2)	Resultado (ton CO2e/año)
Incineración industrial	12	1,38	1	0,017
Incineración hospitalaria	22.225	0,57	1	12,668

Actividad	Valor (kg CH4/año)	Factor de emisión (kg CH4/kg DQO)	Potencial de calentamiento global (CO2e/kg CH4)	Resultado (ton CO2e/año)
Vertimientos	804,598	0,2	29,8	4,795

Nota: Fuente propia

7. Interpretación y análisis de la información

En esta sección, se interpretan y analizan los datos obtenidos mediante las herramientas de gestión ambiental implementadas en Laboratorios Laproff. A continuación, se evaluarán los resultados respecto a los impactos ambientales identificados en la matriz de Vicente Conesa y la Huella de Carbono calculada para las emisiones de gases de efecto invernadero generadas.

Los resultados de la valoración de los impactos ambientales mediante la aplicación de la metodología de Vicente Conesa se pueden observar en la **Tabla 18** incluyendo el promedio en porcentaje de cada impacto generado.

Estos resultados de la **Tabla 18** permitieron establecer que, de los 9 impactos ambientales evaluados en cada proceso, el 78% se clasifican como impactos negativos, donde el 22% cuenta con un nivel de importancia irrelevante y otro 22% tiene un impacto de importancia moderada, aunque estos impactos se consideran menos significativos en términos de alcance, pueden contribuir a una carga ambiental general. Por otro lado, el 34% restante tiene un nivel de importancia media, lo que señala que representan una parte considerable de los impactos generados y que, si no se gestionan de forma adecuada pueden aumentar en magnitud. Además, el análisis muestra que el componente abiótico es el más afectado por los impactos generados, lo que expone la necesidad de abordar estrategias efectivas de mitigación de estos impactos.

Adicionalmente, en la sección de impactos socioeconómicos, se observan dos impactos significativos, primero, la contratación del personal, la cual se clasifica como un impacto benéfico moderado; este impacto positivo contribuye a la mejora del nivel de vida de las personas involucradas, al proporcionar empleo y estabilidad económica. También se destaca un impacto benéfico importante relacionado con la donación del medicamento, este impacto refleja una contribución grande para la salud y el bienestar de algunas comunidades. Ambos impactos, la contratación del personal y la donación de medicamentos, tienen una puntuación del 11% cada uno, lo que refleja su contribución positiva en mejorar la calidad de vida y la salud de las personas.

Tabla 18.

Porcentaje por cada caracterización de impacto teniendo en cuenta cada proceso

Impacto benéfico importante	Impacto benéfico de importancia moderada	Impacto irrelevante	Impacto de importancia moderada	Impacto de importancia media
11%	11%	22%	22%	34%

Nota: fuente propia.

Por otra parte, en la **Tabla 19** se presenta un resumen de las emisiones de GEI obtenidos de la huella de carbono de Laboratorios Laproff S.A.S para el año 2023, donde la huella de carbono total da como resultado un valor de 926,665 ton CO₂e/año. Las emisiones de GEI generadas para la caldera de 50 BHP es de 92,373 ton CO₂/año y para la caldera de 100 BHP es de 124,186 ton

CO₂e/año, representando el 9,968% y 13,401% del total, respectivamente; para las calderas no se tiene información de medida de mitigación implementada hasta la fecha.

Por otro lado, las emisiones fugitivas de los extintores generaron 0,163 ton CO₂e/año, representando sólo el 0,018% del total, y se tienen registros que están realizando cambios hacia los extintores más amigables con el medio ambiente como los multipropósitos.

En cuanto a las emisiones de GEI asociadas al consumo de la energía, se tiene un valor de 515,894 ton CO₂e /año, representando el 55,672% del total y siendo, con diferencia, la actividad que más emisiones genera en la empresa. Para estas emisiones se han tomado medidas de mitigación mediante la implementación de paneles solares y la reducción de la compresión del aire en 22 psi en áreas de la planta de producción.

Adicionalmente, los residuos no aprovechables generaron 176,569 tonCO₂e/año, que corresponde al 19,054% del total de las emisiones generadas y hasta el momento no se tienen implementadas medidas de mitigación para este tipo de residuos. Además, en relación con los residuos peligrosos, la incineración industrial contribuyó con 0,017 tonCO₂e/año y la hospitalaria con 12,668 ton CO₂e/año, lo que comprende un 0,002% y 1,367% del total, respectivamente; se sabe que ambos residuos peligrosos (datos encontrados en los indicadores del área de gestión ambiental) han disminuido su cantidad generada en comparación con el 2022, la reducción ha sido de 2kg y 15.588 kg de residuos correspondientemente, en el 2023. Finalmente, para las emisiones de GEI generadas por vertimientos fueron de 4,795 tonCO₂e/año, lo que corresponde a un 0,517% del total de las emisiones generadas y, además, en los indicadores se tienen datos que demuestran que la DQO pasó de 1858 mg/l en el 2022 a 892 mg/l en el 2023. Estos datos reflejan el compromiso de la empresa con la reducción de sus emisiones de GEI, a través de diversas medidas de mitigación.

Tabla 19.

Resultado total de la huella de carbono de Laboratorios Laproff S.A.S

Categoría	Subcategoría	Emisiones de GEI (ton CO₂e/año)	% de cada subcategoría
Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones directas a partir de combustión estacionaria: caldera de 50 BHP	92,373	9,968%
	Emisiones directas a partir de combustión estacionaria: caldera de 100 BHP	124,186	13,401%
	Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos: extintores	0,163	0,018%

IMPLEMENTACIÓN DE LA MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EL AÑO 2023 DE LABORATORIOS LAPROFF S.A.S

Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada	515,894	55,672%
	Las emisiones provenientes de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos dependen de las características de los residuos y su tratamiento: residuos no aprovechables	176,569	19,054%
	Las emisiones provenientes de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos dependen de las características de los residuos y su tratamiento: residuos peligrosos (incineración industrial)	0,017	0,002%
Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización	Las emisiones provenientes de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos dependen de las características de los residuos y su tratamiento: residuos peligrosos (incineración hospitalaria)	12,668	1,367%
	Las emisiones provenientes de la disposición final de los residuos sólidos y líquidos dependen de las características de los residuos y su tratamiento: vertimientos	4,795	0,517%
	Total	926,665	100,000%

Nota: Fuente propia

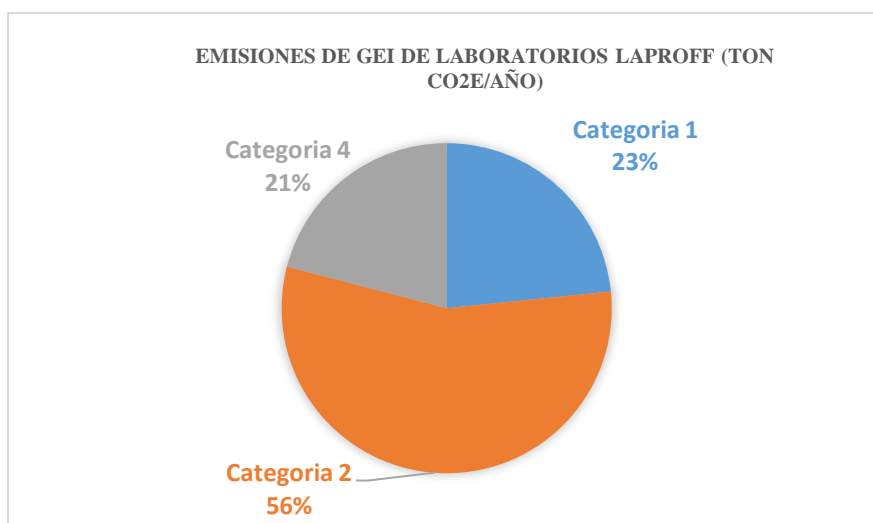
En la **Figura 3** se puede observar que la **categoría 4** tiene una menor contribución en cuanto a las emisiones, esto se debe al compromiso de la empresa con la gestión de sus residuos, donde la mayoría son aprovechados de diferentes maneras, por ejemplo, una gran parte de los residuos peligrosos se integra como materia prima para la producción de Combustible Derivado de Residuos (CDR), esto lo realiza la empresa *Ecologista*, que uno de los gestores aliados del Laboratorio.

Por otro lado, la **categoría 2** presenta una mayor contribución a las emisiones de GEI esto se le atribuye a que Laboratorios Laproff S.A.S es una empresa muy grande y cuenta con diversas áreas que operan muchos equipos, desde lámparas y computadores hasta grandes maquinas utilizadas para la fabricación del medicamento. Además, Laproff es una empresa que opera las 24 horas del día, lo que incrementa a su vez las emisiones de GEI de la energía.

Adicionalmente, el funcionamiento sin interrupción de estas máquinas y/o equipos que son necesarios para mantener la producción, generan una demanda constante de energía, esta demanda constante eleva el total de emisiones asociadas al consumo energético especialmente debido al alto consumo energía de las grandes maquinas.

Figura 3.

Porcentaje del resultado de las categorías de la huella de carbono



Nota: Fuente propia.

8. Discusión

Los resultados obtenidos del análisis de la matriz de impactos y la huella de carbono permiten identificar procesos claves de Laproff, donde se pueden centrar más esfuerzos para mejorar el desempeño ambiental y mitigar los impactos negativos (78% de los impactos), especialmente los que tienen una importancia media (34%). Además, el enfoque en el componente abiótico es esencial debido a que representa la parte más afectada de la operación. Así mismo, en termino de impactos positivos, tanto la contratación de personal como la donación de medicamentos reflejan un gran compromiso con la responsabilidad social, estos impactos con el 11% cada uno, deben mantenerse y, en la medida de lo posible, expandirse.

Por otro lado, la principal fuente de GEI en la empresa es el consumo de energía, esto se debe a la operación continua de equipos y maquinas necesarias para la producción farmacéutica, lo que resalta la necesidad de la implementación y expansión de fuentes alternativas y renovables como paneles solares, así como la adquisición de equipos con una eficiencia energética alta.

El manejo de residuos tiene avances muy positivos como la integración de residuos peligrosos en la producción de CDR, pero la emisión de GEI proveniente de los residuos no aprovechables es de 19,054% lo que indican que es necesario implementar más o transformar las medidas de reciclaje y aprovechamiento para disminuir la contribución total de emisiones.

Finalmente, la empresa ha demostrado tener un compromiso con la gestión ambiental, pero aún hay varios desafíos por enfrentar, como la mitigación de las emisiones de GEI y los impactos ambientales que se obtienen como resultado.

9. Conclusiones

En la actualidad, la implementación de herramientas de gestión ambiental dentro de las empresas es esencial, puesto que permite evaluar su estado ambiental y determinar que acciones se pueden tomar para mitigar impactos negativos, incluidos los gases de efecto invernadero. En Laboratorios Laporff S.A.S se llevó a cabo el ajuste de dos herramientas de gestión ambiental: la matriz de impactos de Vicente Conesa y el cálculo de la huella de carbono para el año 2023.

Para realizar el cumplimiento de los objetivos propuestos, se inició con la actualización de impactos ambientales a través de inspecciones de gestión ambiental, lo que permitió recopilar la información necesaria para calcular importancia de la matriz de impactos. En cuanto al cálculo de la huella de carbono, para este, se inició recopilando información de datos en las diferentes áreas de la empresa para así poder empezar con los cálculos necesarios de cada categoría y/o subcategorías elegidas y finalmente se analizó e interpretó la información recolectada.

Dentro de los resultados obtenidos a partir de la matriz de Vicente Conesa, se encuentran impactos de importancia media (34%), importancia moderada (22%), importancia irrelevante (22%), impacto benéfico moderado (11%) e impacto benéfico importante (11%) para los diferentes procesos y/o áreas. Del análisis se obtuvo que para la matriz de Conesa el 79% de los impactos son negativos, de los cuales el 34% tiene una importancia media lo que representa un riesgo significativo si no se gestiona adecuadamente para el componente abiótico, pero los impactos no solo son negativos, Laproff también cuenta con impactos positivos como la generación de empleo y donación de medicamentos, lo que contribuye de manera positiva y significativa a la comunidad con estos impactos benéfico moderado importante y benéfico importante respectivamente, lo que no solo mejora la calidad de vida de las personas sino que también refuerza la responsabilidad social por la cual se destaca la empresa.

En cuanto al cálculo de la huella de carbono, para la Categoría 1 (Emisiones y remociones directas de GEI) se obtuvo un resultado de 216,722 ton CO₂e/año, para la Categoría 2 (Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada) de 515,894 ton CO₂e/año y para la Categoría 4 (Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización un total de 194,049 ton CO₂e/año. Aquí se encontró que la Categoría 2, relacionada con el consumo de energía, fue el mayor aporte con un porcentaje del 56%; la Categoría 1 de la huella de carbono obtuvo un porcentaje del 23%, fue la categoría el segundo mayor aporte de los GEI generados en la empresa; y la Categoría 4 tuvo un porcentaje de 21%, esta categoría contiene el menor porcentaje, lo que habla muy bien del manejo de residuos que se le viene dando a la empresa.

Finalmente, con la implementación de estas herramientas de gestión ambiental Laboratorios Laporff ha logrado identificar y cuantificar sus principales impactos, tanto positivos como negativos, además, el análisis de la huella de carbono proporciona bases claras para futuras reducciones de GEI.

10. Recomendaciones

A partir de los hallazgos de este trabajo, se sugieren las siguientes acciones como posibles líneas de estudio y mejora que llevarían a abordar problemas relacionados con el presente trabajo. A manera de recomendación se extienden las siguientes:

- Seguir actualizando anualmente la matriz de impactos de Vicente Conesa para tener un panorama claro y con la respectiva caracterización de los impactos que se generan en el laboratorio.
- Abordar medidas de mitigación o tener cuidado con los impactos de importancia media de la empresa ya que estos representarían un impacto significativo si no se gestionan de forma adecuada.
- Calcular anualmente la huella de carbono con los mismos factores de emisión utilizados en este trabajo con el fin de realizar una comparación real de los valores obtenidos y comprobar si anualmente la huella de carbono se está mitigando.
- Evaluar la eficiencia de la transición de incrementar los paneles solares en otras áreas de Laboratorios Laproff.
- En la medida de lo posible tratar de priorizar equipos con alta eficiencia energética.
- Gestionar el aprovechamiento de los residuos orgánicos para que su disposición final no sea el relleno sanitario.

11. Referencias

- Acuerdo de París (2015). *Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático (CMNUCC)*. https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2019/12/Acuerdo_de_Par%C3%ADs.pdf
- Alarcón Tamayo, P. A., & Sarria León, A. D. (2021). Estimación de la huella de carbono de la producción farmacéutica en la Empresa Laboratorios AC FARMA SA, Periodo 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74173>
- Ameriso, C. C. (2023). Eco-impuestos para la gestión del cambio climático. <https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/7ed75185-8ce6-4894-849e-c7c635b758a8/content>
- AMVA. (S.f.) GUÍA PARA LA FORMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MOVILIDAD EMPRESARIAL SOSTENIBLE DEL VALLE DE ABURRÁ <https://www.metropol.gov.co/movilidad/Documents/LIBROPEMSINTERACTIVO2.pdf>
- Bordera, J., & Prieto, F. (2022). ADVERTENCIAS DEL PANEL INTERGUBERNAMENTAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO EL IPCC CONSIDERA QUE EL DECRECIMIENTO ES CLAVE PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO. *Revista de Economía Institucional*, 24(46), 237-247. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-59962022000100237&script=sci_arttext
- Brander, M., & Davis, G. (2023). Greenhouse gases, CO₂, CO_{2e}, and carbon: What do all these terms mean. *Econometrica, White Papers*. <https://ecometrica.com/assets/GHGs-CO2-CO2e-and-Carbon-What-Do-These-Mean-v2.1.pdf>
- Cardona-Aguirre, D. A. (2020). *Valoración de impactos ambientales en la fase de operación del relleno sanitario del municipio de Cocorná, Antioquia, utilizando el método Conesa* (Bachelor's thesis, Ingeniería). <https://repositorio.uco.edu.co/bitstream/20.500.13064/1432/7/Trabajo%20de%20grado.pdf>
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://books.google.com.co/books?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Dellavedova, M. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. *La Plata*. <https://www.lwestudioambiental.com.ar/wp-content/uploads/2018/08/Ficha-17-GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-EIA.pdf>
- Flórez López, K. D. (2023). Cambio en el enfoque de estimación de GEI a nivel internacional (NTC ISO 14064-1: 2020): caso de estudio huella de carbono-Universidad ECCI.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/4009/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Franco, V. M., Afanador, T. R., Romero, O. C., & Bolaño, H. H. M. (2022). Implementación del sistema de gestión de ambiental ISO/IEC14001 en empresa del sector farmacéutico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 1937-1949. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2343

Galarza Baldeón, C. E. (2016). *Estimación de la huella de carbono según la ISO 14064-1 alcance 1 y 2 de una planta productora de concreto premezclado y prefabricado*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2670/T01-G34-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

García Cardona, M. (2021). Planteamiento e implementación de estrategias para mejorar las prácticas ambientales de la empresa Lifefactors Zona Franca SAS. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20492/19/GarciaMarcela_2021_AspectoImpactoResiduos.pdf

Guzmán Pingo, J. L. (2023). Elaboración de la matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales para el servicio de Facility Management en la empresa Tgestiona Servicios Globales SAC. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/7811>

Hidroar S.A. (S.f.). Metodología para el cálculo de matrices ambientales <https://www.ambiente.chubut.gov.ar/wpcontent/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>

IDEAM. (2016). EN 20 AÑOS COLOMBIA AUMENTÓ EN UN 15% SUS EMISIONES DE CO2 EQUIVALENTES. <https://n9.cl/dxf8z>

IDEAM. (2023). CAMBIO CLIMÁTICO. <http://sgi.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>

IPCC, 2018: Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C,

Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].

Laboratorios Laproff. (2023, September 19). Historia.

López Mamani, E. G. (2021). Impacto Ambiental por la Matriz Leopold y la Matriz Conesa en la cantera Querulpa para un plan de contingencia, Arequipa 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71807>

-
- Norma Técnica Colombiana NTC - 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, (2020).
- Pava, M., Villalba, D., Saavedra, F., Carrasco, J. y Rodríguez, W. (2016). Factores de emisión considerados en la herramienta de cálculo de la huella de carbono corporativa MVC Colombia. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a70cbfbb-edd8-4e50-832f-f2e8971a3fad/content>
- Reyes Neira, L. N. (2024). Huella de carbono empresa Sociedad Comercial La Bugueña SA. URI <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3983>
- Salas, E. M., & Maldonado, E. S. (2020). Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual/Brief history of climate change science and global political response: a context analysis. *KnE Engineering*, 717-738. <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6294>
- Silva Mateus, N. *Análisis de impactos ambientales asociados a la explotación de materiales de construcción de arrastre en la zona media de la cuenca del río Guayuriba* (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás). <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21330/2020nathaliesilva.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Trinidad Ortiz, S. V. (2020). Impactos ambientales generados por el deficiente manejo de residuos sólidos en el mercado modelo de Huánuco, 2019. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2514>