



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

ÁREA
PROYECTOS NUEVOS

TEMA
“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CICLO DE
VIDA DEL PRODUCTO Y LAS METAS AMBIENTALES
DEL ECUADOR PARA LA APLICACIÓN DE LA
ECONOMÍA CIRCULAR EN EMPRESAS DEL SECTOR
MANUFACTURA, C.I.I.U. C-10 ELABORACIÓN DE
PRODUCTOS ALIMENTICIOS”

AUTOR
MUÑOZ PAREDES CINTHYA CLARICEL

DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. JOSÉ ENRIQUE OBANDO MONTENEGRO, Ph.D.

GUAYAQUIL, 2022-202

Índice General

No.	Descripción	Página
	Introducción	
	¡Error! Marcador no definido.	
	Capítulo I	
	Diseño de la Investigación	
No.	Descripción	Página
1.1.	Antecedentes de la investigación.	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.	Problema de investigación	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.1.	Planteamiento del problema.	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.1.1.	Árbol del problema	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.1.2.	Árbol de la solución	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.2.	Formulación del problema de investigación.	
	¡Error! Marcador no definido.	
1.2.3.	Sistematización del problema de investigación.	

1.3.	Justificación de la investigación	
1.4.	Objetivos de la investigación	
1.4.1.	Objetivo general	
1.4.2.	Objetivos específicos.	
1.5.	Marco Teórico	
1.5.1.	Marco Referencial.	
1.5.1.1.	Normas ISO.	
1.5.1.2.	Responsabilidad Social Empresarial.	
1.5.1.3.	Análisis del ciclo de vida del producto.	
1.5.1.4.	Huella de Carbono.	¡E
1.5.1.5.	Economía circular.	¡E
1.5.1.5.1.	Las Escuelas de pensamiento de economía circular	¡E
1.5.1.5.2.	La escuela de diseño regenerativo.	¡E
1.5.1.5.3.	La Economía del rendimiento.	¡E
1.5.1.5.4.	Permacultura.	¡E
1.5.1.5.5.	Ecología Industrial	¡E
1.5.1.5.6.	Cradle to Cradle	¡E
1.5.1.5.7.	Biomímesis.	¡E
1.5.1.5.8.	Capitalismo natural	¡E
1.5.1.5.9.	Economía Azul	¡E
1.5.1.5.10.	Principios de la economía circular.	¡E
		¡E

1.5.1.5.11.	Las características de la economía circular.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.12.	Industria manufacturera.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.13.	Los tipos de industria manufacturera.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.14.	Importancia del sector manufacturero.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.15.	Industria manufacturera en el Ecuador.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.16.	Gestión de residuos sólidos.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.5.1.5.17.	Origen de los residuos.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.	Marco conceptual.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.1.	Economía.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.2.	Gestión.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.3.	Industria.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.4.	Manufactura.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.5.	Residuos.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.6.6.	Huella de Carbono.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.7.	Marco legal.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.8.	Aspectos metodológicos de la investigación.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.8.1.	Tipo de estudio.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.8.2.	Método de investigación.	¡E
	rror! Marcador no definido.	
1.8.3.	Fuentes y técnicas para la recolección de información.	

		¡E
1.8.4.	rror! Marcador no definido. Tratamiento de la información.	¡E
1.8.5.	rror! Marcador no definido. Resultados e impactos esperados.	¡E
1.9.	rror! Marcador no definido. Estado del Arte	¡E
	rror! Marcador no definido.	¡E
Capítulo II		
Análisis, Presentación de Resultados y Diagnóstico		
No.	Descripción	Pagina
2.1.	Análisis de la situación actual	¡E
2.1.1.	rror! Marcador no definido. Distribución a nivel nacional de las empresas del sector manufacturero	¡E
2.1.2.	rror! Marcador no definido. Estudio descriptivo del ciclo de vida de un producto alimenticio y problemas	¡Error!
2.1.2.1.	Marcador no definido. Elaboración de productos de molinera.	¡E
2.2.	rror! Marcador no definido. Introducción al Caso de Estudio	¡E
2.2.1.	rror! Marcador no definido. Caracterización de los desechos que generan las empresas del sector.	¡E
2.2.2.	rror! Marcador no definido. Expresión matemática de los desechos que generan las empresas	¡E
2.3.	rror! Marcador no definido. Formula que describe los desechos generados por las empresas del C.I.I.U	¡Error!
2.3.1.	Marcador no definido. Metas Ambientales para el sector	¡E
2.3.2.	rror! Marcador no definido. Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas	¡E
2.3.3.	rror! Marcador no definido. Ubicación de la empresa.	¡E
2.3.4.	rror! Marcador no definido. Código CIU	¡E
2.3.5.	rror! Marcador no definido. Diagrama de flujo de elaboración de helados de crema.	¡E
2.4.	rror! Marcador no definido. Selección de Indicadores y Atributos Ambientales para el análisis	¡E
2.4.1.	rror! Marcador no definido. Cálculo de la huella de carbono	¡E

		¡E
2.4.2.	rror! Marcador no definido. Huella de Carbono del Sector CIIU 10	¡E
2.4.2.1.	rror! Marcador no definido. Gasto Corriente Ambiental	¡E
2.4.2.2.	rror! Marcador no definido. La Intensidad Energética	¡E
2.4.2.3.	rror! Marcador no definido. Uso de Combustibles fósiles	¡E
2.4.2.4.	rror! Marcador no definido. Intensidad de Generación de CO2	¡E
2.4.3.	rror! Marcador no definido. Intensidad de uso de Agua	¡E
2.5.	rror! Marcador no definido. Presentación de resultados y diagnóstico	¡E
2.5.1.	rror! Marcador no definido. Segregación por tamaño de empresa en la zona 8.	¡E
2.5.2.	rror! Marcador no definido. Formulación de expresión matemática para calcular volúmenes de desechos	¡E
	rror! Marcador no definido.	¡E
Capítulo III		
Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones		
No.	Descripción	Página
3.1.	Propuesta	¡E
3.1.1.	rror! Marcador no definido. Diseño de la propuesta.	¡E
3.1.1.1.	rror! Marcador no definido. Objetivo General.	¡E
3.1.1.2.	rror! Marcador no definido. Objetivos específicos.	¡E
3.1.2.	rror! Marcador no definido. Actividades.	¡E
3.2.	rror! Marcador no definido. Conclusiones y recomendaciones	¡E
3.2.1.	rror! Marcador no definido. Conclusiones.	¡E
3.2.2.	rror! Marcador no definido. Recomendaciones.	¡E

rror! Marcador no definido.
Glosario de términos

rror! Marcador no definido.
Bibliografía;

;

Índice de Tablas

No.	Descripción	Página
	Tabla 1. Escuelas de pensamiento de economía circular. Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 2 Lista total de las empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C10 Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 3 Total de residuos y desechos en toneladas durante el año 2020 Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 4 Total de residuos y desechos en toneladas relacionados al CIU C10-2020 Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 5 Proceso de elaboración de helados identificación de los aspectos e impactos Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 6 Huella de Carbono diaria de la Pyme Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 7. Tabla de decisión de la propuesta Marcador no definido.	¡Error!
	Tabla 8 Tabla de decisión. Elaborada por la autora Marcador no definido.	¡Error!

Índice de Figuras

No.	Descripción	Página
	Figura 1 Árbol del problema. Información tomada de estudio de campo. Marcador no definido.	¡Error!
	Figura 2 Árbol de la solución. Información adaptada de estudio de campo. Marcador no definido.	¡Error!
	Figura 3 Proporción de empresas con certificación ISO 14001:2015 (%) Marcador no definido.	¡Error!
	Figura 4 Etapas de un ACV. Marcador no definido.	¡Error!
	Figura 5 Investigaciones sobre Economía Circular en Ecuador desde 2010 – 2021.	¡Error!

Marcador no definido.	
Figura 6 Investigaciones sobre el Comportamiento del Subsector Productivo C.I.I.U.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 7 Investigaciones Publicadas sobre Metas Ambientales en Ecuador, 2010-2022	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 8 Total de empresas del Subsector C.I.I.U C-10 por su tamaño.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 9 Total de empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C-10 por provincias	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 6 Eco balance de un día de producción en la panadería.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 10 Metas Ambientales Según los acuerdos de Ecuador, aplicados al Sector CIU	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 11 Distribución del sector manufacturero C.I.I.U. C10.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 12 Elaboración de helados de crema.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 13 Porcentaje de Gasto Corriente Ambiental en Empresas Ecuatorianas.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 14 Intensidad Energética en Empresas Ecuatorianas.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 15 Uso de Combustibles fósiles en Empresas en Ecuador.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 16 Intensidad de Generación de CO2.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 17 Intensidad de uso de Agua en Empresas en Ecuador.	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 14. Total de empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C-10 en la zona 8	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura 15 Total de empresas en la zona 8 según su tamaño.	¡Error!
Marcador no definido.	

Capítulo I

Diseño de la Investigación

1.1. Antecedentes de la investigación.

Muchos países, incluido el Ecuador continúan con las dinámicas de consumo generalizados con muy poca responsabilidad sobre las consideraciones ambientales. A pesar de eso se emplea la cultura de usar y desechar sin tomar en cuenta la aplicación de la economía circular.

Para (Mata Salas, 2019), en su investigación titulada “**La Economía Circular como modelo para la Mejora Económico-Productiva en el Sector Manufacturero de la Zona 2 Y 9 del Ecuador, Priorizando Procesos Ecológicos y Uso Eficiente de Recursos**” expone que la economía circular se representa como un modelo de negocio basado en estrategias que apoyan la transición de una economía lineal a una sostenible, representando un cambio radical en la forma de producción y consumo de la sociedad actual, contribuyendo a reducir la brecha entre el crecimiento económico y cuidado del medio ambiente. (pág. 1)

Esta investigación tuvo como objetivo analizar los potenciales efectos de un modelo de Economía Circular en la mejora económico-productiva del sector manufacturero de la Zona 2 y Zona 9 del Ecuador, para ello se exploraron múltiples oportunidades que esto puede proporcionar a empresas que buscan optimizar recursos, y a su vez reducir su carga ambiental por la mínima generación de residuos y emisiones a la atmósfera, como conclusión se evidencio ahorros millonarios en recursos y un crecimiento económico favorable para la economía nacional, sin pasar por alto el cuidado ambiental por estrategias basadas en las R's de la sostenibilidad (Mata Salas, 2019).

Esta investigación utilizó la economía circular como un modelo de mejora económica para el sector manufacturero, realizando análisis sobre las múltiples oportunidades que puede haber para optimizar recursos en las empresas, se evidencio que al implementar esto se puede llegar a ahorrar millones en recursos y se puede tener un crecimiento económico nacional favorable.

En investigación elaborada por (Rodríguez Nivicela, Mosquera Cedillo, & Vega Granda, 2022) titulada “**Análisis de la aplicación del modelo de economía circular en las empresas del Ecuador**”, los modelos de economía circular han brindado una serie de estrategias que permiten mejorar los procesos de

producción dentro de las organizaciones, enfocándose en el ámbito social, económico y ambiental. La protección del medio ambiente, la reducción de costes, el aprovechamiento de costes y materias primas son sus principales objetivos, poco a poco va aumentando el interés por la economía circular a escala nacional e internacional, los procesos productivos de las empresas que aplican el modelo de economía circular se han vuelto más sostenibles, reduciendo su impacto negativo en naturaleza.

La investigación tuvo como objetivo realizar un análisis sobre el modelo de economía circular en Ecuador con el caso de estudio de la empresa MAVESA y demás empresas relacionadas de forma directa con el proyecto. Para ello en la investigación se desarrolló una indagación a través de la revisión de diferentes fuentes bibliográficas como artículos científicos e investigaciones previas en base al tema a analizar, junto con la página oficial del grupo MAVESA, donde se enfocó el caso de estudio con el proyecto Eco Kaizen para la recolección de información adecuada, y de otras empresas reconocidas, que sirven para dar respuesta a las interrogantes que se plantearon. Los resultados concluyeron que la aplicación del modelo de economía circular en el caso de estudio de la empresa Mavesa ha repercutido y contribuido de forma positiva en sus procesos de producción. (Rodríguez Nivicela, Mosquera Cedillo, & Vega Granda, 2022)

Según (López Jara, Mayorga Díaz, & López Paredes, 2017). en su investigación titulada “Análisis del uso de las herramientas de Gestión Ambiental en las Empresas Comerciales del Cantón Morona” expone que el fenómeno de la globalización combinado con los problemas ambientales provocados por el hombre en el medio ambiente y el desarrollo inconsciente de las actividades económicas de las empresas del sector comercial se han convertido en un grave problema, exigiendo a las empresas a aplicar herramientas de gestión ambiental para desarrollar y conducir sus operaciones con alta calidad, satisfaciendo las necesidades de los clientes, así como las de los factores ambientales

La investigación tuvo como objetivo realizar un análisis sobre el grado de utilización de herramientas de gestión ambiental en las empresas comerciales del cantón, para el cual aplico la técnica de la encuesta, la cual sirvió para medir el grado de conocimiento, utilización e influencia de las herramientas de gestión ambiental en las actividades económicas de los negocios. Los resultados que se obtuvieron demuestran que la mayor parte de las empresas del cantón carecen de conocimientos sobre las herramientas de gestión ambiental, por lo cual no hacen uso de estos instrumentos. (López Jara, Mayorga Díaz, & López Paredes, 2017)

1.2. Problema de investigación

1.2.1. Planteamiento del problema.

1.2.1.1. Árbol del problema

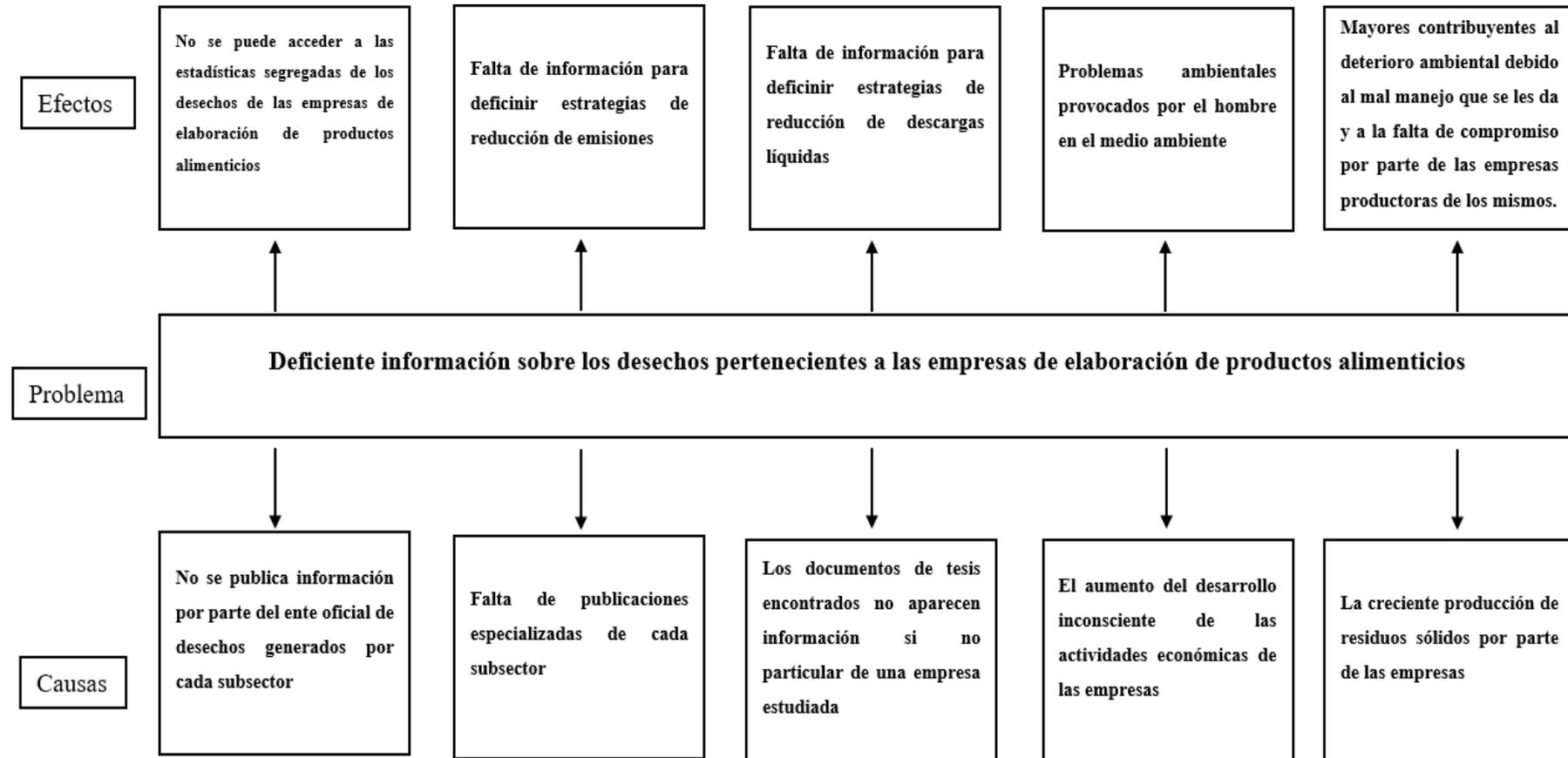


Figura 1 Árbol del problema. Información tomada de estudio de campo. Elaborado por la autora

1.2.1.2. Árbol de la solución

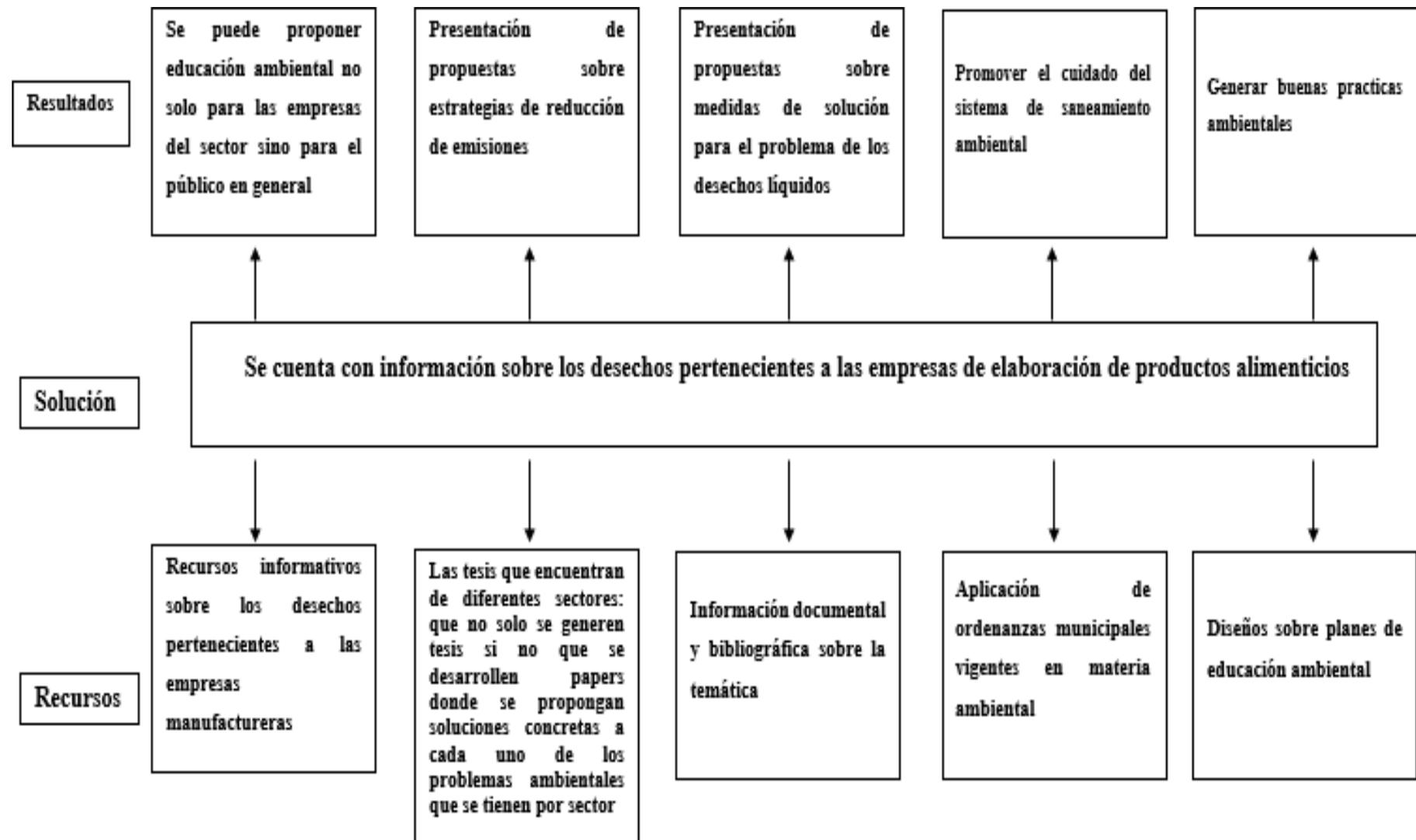


Figura 2 Árbol de la solución. Información adaptada de estudio de campo. Elaborado por la autora.

Síntomas: Las altas tasas de crecimiento demográfico actuales, el cambio climático en la composición de la atmósfera terrestre, la inestabilidad del sistema económico mundial y el aumento continuo de las tecnologías de la información y la comunicación están haciendo que las sociedades sean más sensatas sobre los impactos permanentes y negativos del medio ambiente. Es por ello por lo que se evidencia la necesidad de implementar estrategias para hacer frente a la alarmante escasez de recursos a consecuencia del aprovechamiento excesivo en ocasiones no responsable de los mismos

Causas: En el actual modelo económico las empresas, en especial las dedicadas a la manufactura recolectan y/o extraen las materias primas necesarias para la fabricación de sus productos, luego de ello, estos se venden a los respectivos clientes para satisfacer una necesidad y al momento que dicho producto termina su vida útil o cuando se lo considera obsoleto los usuarios lo desechan. A pesar del gran avance y la diversificación en la economía industrial, esta sigue siendo un modelo de producción lineal donde prima el “tomar, hacer y desechar” que implica la demanda de enormes cantidades de energía y recursos de fácil acceso.

Pronóstico: De acuerdo a las últimas predicciones de las Naciones Unidas, para el año 2030 se estima que se aumente a tres billones el número de consumidores en el mundo, estos a su vez crearán un índice importante dentro de la demanda de energía y recursos para satisfacer distintas necesidades (Naciones Unidas, 2017).

Control del pronóstico: Un tercio de todos los residuos urbanos generados en América Latina y el Caribe aún terminan en fosas abiertas o en el medio ambiente, práctica que perjudica la salud de sus habitantes y que en esta condición libera materia orgánica contaminando el ambiente 24 veces más que el CO₂, según el Informe de la ONU del 2017, la región en conjunto produce 10% de los residuos mundiales, en un promedio diario de 541 mil toneladas (Villemain, 2018).

Para combatir esto es de vital importancia alterar la lógica de desechar los desperdicios, por un modelo donde estos no pierdan su valor, es decir, que puedan ser utilizados en todo momento.

Es de conocimiento público que el manejo de los desechos tales como los envases vacíos, empaques, cartones, pallets, etc. de las fábricas ocasionan un problema de contaminación

ambiental a nivel mundial. Es por ello por lo que el análisis del comportamiento del ciclo de vida del producto permitirá establecer metas ambientales a las empresas del sector de manufactura de productos alimenticios, con la finalidad de disminuir la generación de residuos promoviendo la reutilización y el reciclaje.

1.2.2. Formulación del problema de investigación.

¿Cuál es el comportamiento del ciclo de vida de un producto y las metas ambientales del Ecuador para la aplicación de la economía circular en empresas del sector manufactura, C.I.I.U. C-10?

1.2.3. Sistematización del problema de investigación.

- ¿Se tiene conocimiento sobre el perfil de las empresas del sector de la manufactura C.I.I.U. C-10 que elaboran productos alimenticios?
- ¿Se pueden identificar los problemas ambientales para el ciclo de vida de productos alimenticios en el sector de la manufactura CIIU C10?
- ¿Se pueden definir las metas ambientales del Ecuador para la aplicación de la economía circular en este grupo de empresas?
- ¿Es posible definir cómo será la economía circular de la empresa?

1.3. Justificación de la investigación

La economía global está creciendo gradualmente, lo que lleva a la unificación del mercado global mundial; así como los rápidos avances tecnológicos y las estrategias de marketing han llevado a las empresas a consumir grandes cantidades de productos, la macroeconomía se ha vuelto impredecible con tendencias de consumo cada vez más exigentes, permitiéndoles concretar lo que quieren y en consecuencia de esto en los mercados se evidencia la gran diversificación de productos ofertados con características distintas en función de las necesidades de cada cliente.

La norma de responsabilidad social empresarial se refiere a que las empresas no pueden ser indiferentes con los desechos que generan (García Guardia & LLorente Barroso, 2009). Tomando en cuenta que toda actividad humana o industrial está propensa a provocar efectos positivos o negativos en el medio ambiente, es necesario que se realice un análisis del comportamiento del ciclo de vida de los productos y poder mitigar los efectos negativos de los residuos que se generan.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Identificar los aspectos ambientales en las Pymes del sector manufacturero C.I.I.U. C10 en los últimos 4 años de acuerdo con el análisis del ciclo de vida de los productos, para reducir los problemas ambientales mediante la aplicación de la economía circular y la Responsabilidad Social Empresarial.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Perfilar la lista de las empresas del sector de la manufactura C.I.I.U. C-10 elaboración de productos alimenticios.
- Analizar el comportamiento del ciclo de vida del producto de una categoría de empresas del C.I.I.U. C-10 según los parámetros de la economía circular.
- Determinar el volumen de desechos que genera el sector manufacturero C.I.I.U. C10.
- Definir cómo será la Economía Circular y el alcance de la Responsabilidad Social de las empresas del sector en la reutilización los desechos de un proceso productivo para que no se produzca la contaminación.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Marco Referencial.

1.5.1.1. Normas ISO.

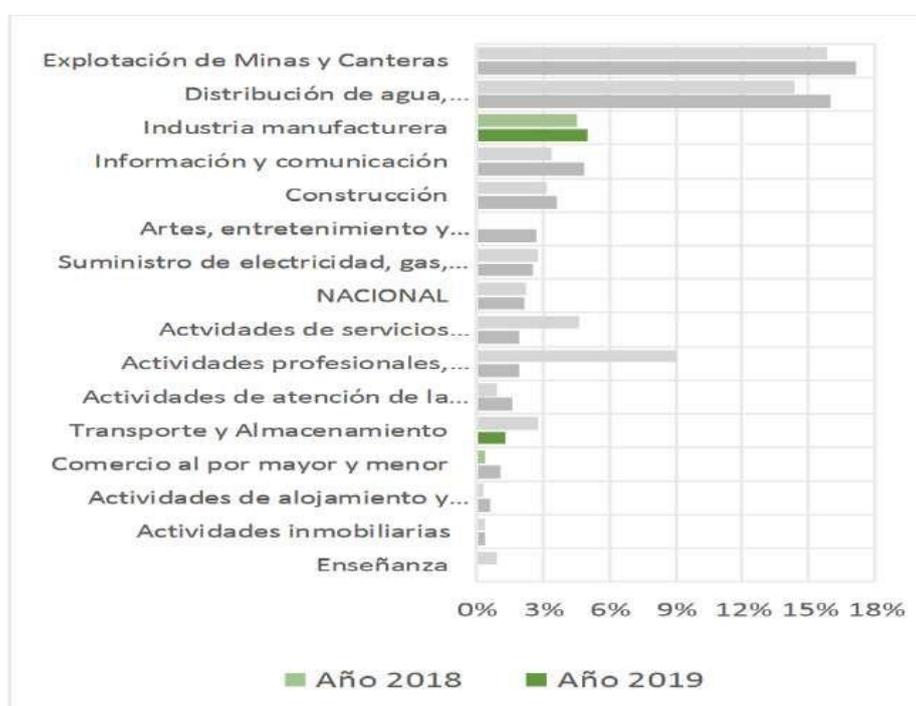


Figura 3 Proporción de empresas con certificación ISO 14001:2015 (%), por actividad económica (2018-2019), Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos(INEC), 2022)

Las normas ISO son establecidas por el Organismo Internacional de Estandarización (ISO), y consta de facilidades y lineamientos relacionados con sistemas y herramientas de gestión específicos aplicables a todo tipo de organizaciones (ISOTools Excellence, 2015). El propósito de las normas ISO es facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios facilitando el desarrollo y estandarización de actividades en el mundo.

Normas ISO 14000: Es un sistema de normas internacionales encaminadas a una gestión ambiental eficaz para implementarlo en una empresa o actividad, y se utiliza frecuentemente para proteger a la empresa en el medio ambiente, mejorar el desempeño ambiental y el ciclo de vida del producto.

Normas ISO 14001:2015: Esta norma de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) permite a las empresas demostrar responsabilidad y compromiso con la protección del medio ambiente. Mediante la gestión de los riesgos ambientales que puedan derivarse del desarrollo de la actividad empresarial (ISOTools Excellence, 2015).

El Acuerdo Ministerial N° 061 en el Capítulo VI, Artículo 49, establece que los residuos deben contar con un sistema de gestión que permita su reprocesamiento y recuperación de su vida útil, teniendo en cuenta: prevención, reducción en origen, clasificación, aprovechamiento, reutilización, reciclaje y tratamiento y disposición final (Ministerio del Ambiente, 2015)

1.5.1.2. Responsabilidad Social Empresarial.

Según Kliksberg, en la actualidad la agenda de la responsabilidad social se asocia a ocho principales temas que son: “a) el cuidado personal, b) el balance de género, consumidores conscientes, c) buen gobierno corporativo, d) medio ambiente, e) cadena de producción, f) empresas familiarmente responsables y g) el voluntariado corporativo” (Kliksberg, 2013).

Al incluir la responsabilidad social en la estructura organizacional de las empresas, se impulsa la tendencia al desarrollo sostenible, que busca crear soluciones a nivel global, a los impactos que está produciendo la globalización (Camacho Solís, 2015).

1.5.1.3. Análisis del ciclo de vida del producto.

Según la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), el Análisis del ciclo de vida del producto (ACV) se define como la recopilación y evaluación de entradas,

salidas e impactos ambientales potenciales de un sistema de producto a través de todas sus etapas de producción, desde la adquisición de la materia prima a partir de los recursos naturales hasta su disposición final (SETAC, 1993).

La metodología para la ACV fue estandarizada por la Organización Internacional de Normalización en 1997, de acuerdo con las normas 14040, 14041, 14042 y 14043, revisadas en 2006.

Agrupadas en las normas ISO 14040 y 14044, distinguiéndose cuatro etapas, como se muestra en **figura 3**.

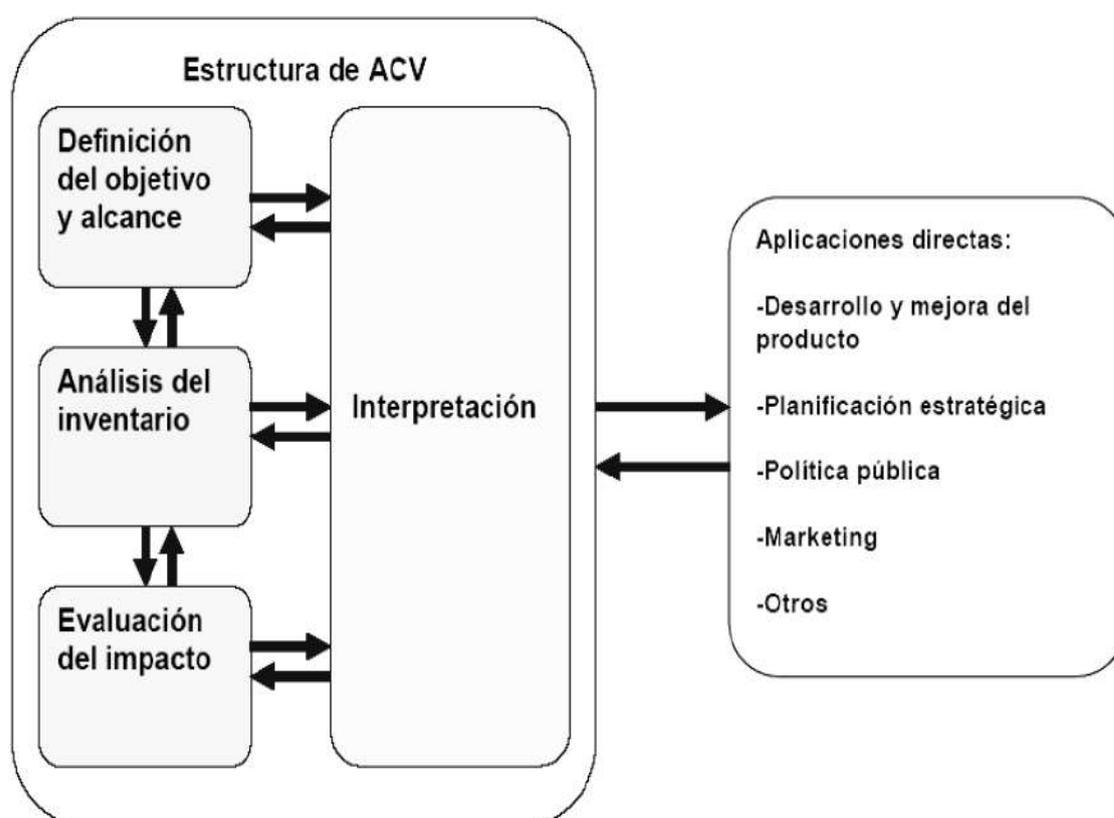


Figura 4 Etapas de un ACV. Adaptado de (NC ISO 14040: 2009, 2009)

1.5.1.4. Huella de Carbono.

Según (Ministerio del Medio Ambiente, 2022) expresa que las huellas de carbono:

se define como el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes, y sirve como una útil herramienta de gestión para conocer las conductas o acciones que están contribuyendo a aumentar nuestras

emisiones, cómo podemos mejorarlas y realizar un uso más eficiente de los recursos.

1.5.1.5. Economía circular.

Es un término originalmente relacionado con el ecosistema natural, y el propósito de la economía circular es restaurar el trabajo cuasi cíclico del ecosistema natural. Se han hecho intentos para vincular el mundo natural dentro de la industria para que el mundo natural pueda dañarlo, cosecharlo, reducirlo o eliminarlo de forma independiente sin afectar negativamente a los factores externos. Por ejemplo: un ecosistema forestal (Amaya Aguilar, 2019).

Por otro lado, también se percibe como desecho y/o acceso a los desechos en la búsqueda del equilibrio económico, ambiental y social. Recuerda siempre que una economía sana y un medio ambiente sano pueden coexistir. No son ni opuestos ni enemigos. Lo que se necesita es la correcta aplicación de la producción limpia y sobre todo la conciencia de su importancia. Sin embargo, desde que se han utilizado modelos económicos lineales y pasados en el sector manufacturero, las empresas los han resumido como ‘tomar-consumir-desechar y han visto la escasez de insumos y los fenómenos ya descritos. Contaminación y degradación ambiental, generando un desequilibrio que limita la capacidad productiva del sector y replanteando la viabilidad de los modelos actuales (Amaya Aguilar, 2019).

El modelo de economía circular, aunque allí son similares, los dos últimos pasos consisten en recolectar y luego reciclar los desechos que se tiran o desechan, lo que incluye desmantelar y reutilizar los desechos cuando esté justificado. Crear un nuevo producto, es decir, volver a integrarlo en el proceso de producción (Nones Faria, 2019).

También hay otro aspecto de la economía que no suele verse a primera vista. En otras palabras, es esencial tratar de mantener el nivel de piezas lo más bajo posible durante la producción, es decir, los materiales de fabricación. El resultado es menos desperdicio y una reutilización más fácil. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (2022), la economía circular mantiene el objetivo de conservar los materiales y productos que han estado en uso durante el mayor tiempo posible, beneficiándolos en su mayoría y reciclándolos al final de su vida útil. Este proceso es esencial para aumentar la eficiencia de los recursos y reducir la demanda de materias primas.

También hay otro aspecto de la economía que no suele verse a primera vista. En otras palabras, es esencial tratar de mantener el nivel de piezas lo más bajo posible durante la producción, es decir, los materiales de fabricación. El resultado es menos desperdicio y una reutilización más fácil. Los productos deben ser reutilizables, reparables, actualizables, tener una larga vida útil y deben ser reciclables en el momento de su eliminación. El reciclaje facilita la gestión.

Para ello, también es importante reducir la presencia de sustancias nocivas en las sustancias que lo componen. Los modelos actuales de producción y gestión de recursos, bienes y servicios que buscan estimular el consumo a corto plazo hacen insostenible el planeta. El sistema económico actual está completamente desvinculado del ciclo de vida de la naturaleza y experimenta conflictos con el desarrollo sostenible desde una perspectiva a largo plazo. No hay basura o vertedero en la naturaleza. Todos los elementos realizan sus funciones de forma continua y se reutilizan para su reutilización en diferentes etapas (Anzules Baque, 2021).

A pesar de que se identificaron avances importantes con el fin de mejorar la eficiencia de los recursos no renovables, no son suficientes, ya que a nivel mundial está estancada según la métrica de circularidad, medida con la proporción de materiales reciclados con el total de insumos disponibles en la economía global, no supera el 9% entre los años 2015 al 2017. Entre los primeros países en aplicar el modelo se encuentra China, seguido por los países del continente europeo. (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021)

1.5.1.5.1. Las Escuelas de pensamiento de economía circular

Fueron clasificadas por los investigadores Prudente & Quinde (2021) según el modelo de economía circular, determinando los elementos representativos de cada una, Tabla1:

Tabla 1. *Escuelas de pensamiento de economía circular.*

Teoría / Escuela	Autor	Año
Diseño Regenerativo	John Lyle	1970
Economía en bucles	Walter Stahel	1976
Permacultura	Bill Mollison, David Holmgren	Finales de los 70
Ecología Industrial	Robert Frosch	1989
De la cuna a la cuna	W. Stahel, McDonough y Braungart	1990
Biomimetismo	Janine Benyus	1998

Capitalismo natural	Paul Hawken, Amory Lovins y Hunter Lovins	1999
Economía Azul	Gunter Pauli	2010

Fuente adaptado de (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021). Elaborado por la autora.

1.5.1.5.2. La escuela de diseño regenerativo.

Esta escuela surgió en los años setenta cuando el profesor estadounidense John T. Lyle desafió a los estudiantes a proponer ideas en las que las actividades diarias de a estuvieran basadas en o dentro del marco de recursos sin degradación ambiental, donde la idea y el concepto 'regenerativo', donde los procesos renovar o regenerar las fuentes y los materiales que consumen (Balboa & Domínguez, 2014).

Se basa en que todos los sistemas productivos, pueden ser ordenados de forma que se renuevan las fuentes de energía y de materiales que consumen considerando los límites de los recursos naturales. Esta escuela sentó las bases de la economía circular.

1.5.1.5.3. La Economía del rendimiento.

La economía del rendimiento fue definida por el arquitecto y analista industrial Walter Stahel, quien expuso la visión de la economía de bucle y su impacto en la creación de competitividad económica, el ahorro de recursos y la prevención de residuos en su informe de 1976 a la europea titulada El potencial de sustitución del trabajo para la que se persiguen cuatro objetivos principales: la extensión de la vida útil del producto, los bienes duraderos, el reacondicionamiento y la prevención de residuos. También enfatiza la importancia de vender servicios en lugar de productos, una idea conocida como "economía de servicios", ahora abarcada más ampliamente dentro de la noción de desempeño". (Chao, 2021).

También conocida como economía en bucles. Cuenta con cuatro objetivos que se basan en la prolongación de la vida útil del producto, bienes de larga duración, actividades de reacondicionamiento y prevención de desechos con el fin de que los residuos cada vez disminuyan. Causando así un impacto en la creación de empleo, competitividad económica, ahorro de recursos y prevención de residuos.

1.5.1.5.4. Permacultura.

Término acuñado por los ecólogos australianos Bill Mollison y David Holmgren a fines de la década de 1970, definiéndolo como "el diseño consciente y el mantenimiento de los ecosistemas productivos de la agricultura, que tienen la diversidad, la estabilidad y la

resistencia de los ecosistemas naturales" (Permaculture Research Institute, 1996). Existe un considerable interés en el concepto en todo el mundo, impulsado por pensadores y profesionales como Masanobu Fukuoka en Japón y Sepp Holzer en Austria.

La permacultura extrae elementos tanto de la agricultura tradicional sostenible como de las innovaciones y principios modernos. Los sistemas de permacultura mejoran los rendimientos y las dietas al tiempo que reducen el consumo de agua, mejoran la calidad del suelo y restauran la biodiversidad (Amaya Aguilar, 2019).

Es trabajar con la naturaleza en una estructura de plan comunitario que busca un vínculo entre los humanos y la naturaleza de manera sostenible y factible sin explotar recursos y así mantener los ecosistemas agrícolas (Amaya Aguilar, 2019).

1.5.1.5.5. Ecología Industrial

Es el estudio de flujos de materiales y energía a través de sistemas industriales. Al enfocarse en las conexiones entre operadores dentro del 'ecosistema industrial', este enfoque apunta a crear procesos de circuito cerrado en los cuales los residuos sirven como entrada, eliminando la noción de un subproducto no deseado, al tiempo que observa su impacto global desde el principio e intenta configurarlos para que funcionen lo más cerca posible de los sistemas vivos (Cervantes Torres, Sosa Granados, Rodríguez Herrera, & Robles Martínez, 2009).

Es el estudio de los flujos de materiales y energía en la que se crea procesos de circuito cerrado a través de la optimización de energía e insumo de materiales, reduciendo a su vez las externalidades negativas ocasionadas por la producción industrial.

1.5.1.5.6. Cradle to Cradle

Término inventado en la década de 1990, por el químico y visionario alemán Michael Braungart junto con el arquitecto estadounidense Bill McDonough, el concepto y proceso de certificación de Cradle to Cradle™. Esta filosofía de diseño considera que todo el material involucrado en los procesos industriales y comerciales son nutrientes, de los cuales existen dos categorías principales: "a) técnica y b) biológica" (Braungart & McDonough, 2010, p. 69). El marco Cradle to Cradle aborda no solo los materiales, sino también los insumos de energía y agua, y se basa en tres principios clave: "Desperdicio es igual a alimentos" - "Usar el ingreso solar actual" - "Celebrar la diversidad" (Chao, 2021).

Según (Chao, 2021) indica que esta filosofía se centra en el diseño de la eficiencia en lo correspondiente a los flujos de productos que tengan un impacto positivo, a diferencia de los enfoques ambientales clásicos que se basan en la reducción de los impactos negativos.

Además, considera a todos los insumos involucrados en los procesos productivos y comerciales los cuales pueden diseñarse para la recuperación y reutilización prolongada como nutrientes biológicos o técnicos (Braungart & McDonough, 2010).

1.5.1.5.7. Biomímesis.

Término acuñado por Janine Benyus, quien define su enfoque como "una nueva disciplina que estudia las mejores ideas de la naturaleza y luego imita estos diseños y procesos para resolver problemas humanos" (Balboa C. & Dominguez Somonte, 2014, p. 83).

Estudiar una hoja para inventar una mejor célula solar es un ejemplo. Ella lo considera como una "innovación inspirada en la naturaleza". El biomimetismo se basa en tres principios clave: la naturaleza como modelo, la naturaleza como medida, la naturaleza como mentor (Sastre, 2016).

Se fundamenta en estudiar a la naturaleza como fuente de inspiración por lo que consta de tres principios los cuales son: La naturaleza como modelo de estudio con base en la innovación sobre la cual se plasma diseños y fases para solucionar problemas de la sociedad y comprender que un ciclo no puede ser lineal de forma indefinida; medida empleando un modelo ecológico para valorar la sostenibilidad de las innovaciones y mentor debido a que la importancia de la naturaleza se justifica con lo que se puede instruir de ella.

1.5.1.5.8. Capitalismo natural.

Estudia a la economía de servicios en la que se adoptan procedimientos de producción de ciclo cerrado que no ocasionan residuos ni daños ambientales, los beneficios logrados se reinvierten para asegurar la preservación de los recursos naturales (Ramírez Hernández & Antero Arango, 2014).

Según (Nieto Preciado & Nieto Preciado, 2021) expresa que en el libro *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*, Paul Hawken, Amory Lovins y L. Hunter Lovins explican que : el “capital natural” se describe

como todas a las reservas mundiales de activos naturales, incluidos el suelo, el aire, el agua y todos los seres vivos. Donde su idea principal radica en que es necesario pasar de una economía de consumo a una economía de servicios y reinvertir en la implementación de mejoras para los recursos naturales.

Los principios del capitalismo natural son: ”a) Incrementar la productividad, b) Modelos y materiales de producción inspirados biológicamente, c) Modelos de negocio basado en “servicio y flujo” y d) Reinvertir en el capital natural” (ONU, 2019).

1.5.1.5.9. Economía Azul

En la indagación elaborada por el autor (González, 2021), expresa que la economía azul: **Iniciada por el ex CEO de Ecover y el empresario belga Gunter Pauli, Blue Economy es un movimiento de fuente abierta que reúne estudios de casos concretos, compilados inicialmente en un informe homónimo entregado al Club de Roma. Como se indica en el manifiesto oficial, utilizando los recursos disponibles en los sistemas en cascada, el desperdicio de un producto se convierte en el insumo para crear un nuevo flujo de caja.**

Basada en 21 principios fundamentales, la Economía Azul insiste en que las soluciones estén determinadas por su entorno local y sus características físicas y ecológicas, poniendo el énfasis en la gravedad como la principal fuente de energía. El informe, que se duplica como el manifiesto del movimiento, describe:100 innovaciones que pueden crear 100 millones de empleos en los próximos 10 años. (González Mendoza, 2021).

Parte más allá de la economía verde y globalización fusiona una secuencia de casos de análisis en el que se aprovechan los recursos disponibles en las técnicas en cascada, es decir los residuos se transforman en materia prima para crear nuevos productos con la finalidad de reducir los costos por la eliminación de desechos y obtener productos sostenibles, accesibles y eficaces (Amaya Aguilar, 2019).

Es así como conceptos como desarrollo sustentable, ecología industrial, economía circular, logística verde, eco-diseño, economía verde, ecoeficiencia, responsabilidad

extendida del productor, entre otros, tomaron fuerza en el entorno industrial a medida que, desafortunadamente, las cosas se iban empeorando entre la humanidad y su consumo desaforado y el medio ambiente y sus recursos escasos (Anzules Baque, 2021).

1.5.1.5.10. Principios de la economía circular.

Este nuevo modelo económico se basa en los tres principios que de acuerdo con (Correa & González, 2016) describen a continuación:

Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural. La primera parte de este principio implica controlar el uso de recursos limitados sin desperdicio. Porque los productos se pueden reutilizar fácilmente, y lo que queda es la mayor reutilización posible. Las tecnologías y los procesos innovadores lo hacen posible. Cuando se trata de mejorar el capital natural porque se crean condiciones renovables.

Principio 2: Optimizar el rendimiento de los recursos. Este principio se aplica al uso de productos, materias primas e insumos para el máximo rendimiento posible. Distinga entre consumibles y componentes duraderos de su producto. Los productos de consumo están elaborados con nutrientes biológicos (no tóxicos y beneficiosos para el medio ambiente). Los productos duraderos no son aptos para regresar a la biosfera para su reutilización al final de su vida útil.

Principio 3: Mejorar la eficacia del sistema. Como parte de este principio, la energía y las materias primas utilizadas en el ciclo de producción deben ser renovables, eliminando la dependencia de combustibles fósiles y materias primas vírgenes que causan contaminación durante la producción. (Correa & González, 2016)

1.5.1.5.11. Las características de la economía circular.

En la publicación elaborada por (Buedo, 2020, p. 15), indica que existen diez rasgos configuradores que definen cómo debe funcionar el modelo de economía circular: a) Los residuos se convierten en un recurso, b) Reintroducir en el ciclo económico productos descartados, c) Reutilizar residuos específicos o sus partes específicas, d) La reparación, e) El reciclaje, f) Reutilizar residuos no reciclables, g) Sistemas de alquiler de productos, h) Energía de fuentes renovables, i) La eco-concepción y j) Establecimiento de ecología industrial y territorial. Aplicar este modelo significa reconocer la importancia de estos residuos. Esto no es basura, debe verse como un beneficio para el negocio y debe consistir

en algo bueno para la organización, no algo bueno para un tercero. él mismo. Desde un punto de vista económico, como empresario o como una persona común que sueña con el futuro.

1.5.1.5.12. Industria manufacturera.

La industria manufacturera se dedica a la conversión directa de productos semielaborados o materias primas en productos de consumo final, y se prepara para la comercialización inmediata a través de distribuidores y otros mecanismos para llegar más cerca de las masas consumidoras (Ucha, 2022).

La manufactura y la industria ligera pueden ser algo así como sinónimos. Esto se debe a que ambos son considerados parte del sector secundario de la economía nacional y distintos del sector primario, que es el responsable de la adquisición y procesamiento de las materias primas. La palabra manufactura proviene de dos vocablos latinos: manus (mano) y factus (hecho, elaborado), por sus ingeniosas ideas, que apuntan a la artesanía, que es el trabajo propio de un artesano que trabaja a mano o con herramientas manuales, muchas personas.

Sin embargo, en el contexto industrial moderno, después de la Revolución Industrial, el término se refiere al proceso de convertir las materias primas en mercancías producidas a gran escala. En lugar de trabajo manual, requiere el uso de máquinas y consumo de energía.

1.5.1.5.13. Los tipos de industria manufacturera.

Se pueden establecer dependiendo de su posición en la cadena de producción de bienes de la economía: “a) Tradicional. Convertir las materias primas en productos listos para la venta y el consumo final, b) Intermedias. Fabricación de productos semiacabados para suministro a otras industrias manufactureras, como piezas de montaje, c) Mecánicas. Sus productos finales, sean o no del sector secundario, son las herramientas y maquinarias necesarias para diferentes tipos de procesos industriales, d) Residuales. Residuos y aprovechamiento de residuos de otros procesos industriales como materia prima” (Sánchez Tovar, García Fernández, & Mendoza Flores, 2014).

1.5.1.5.14. Importancia del sector manufacturero.

Encargado de eliminar los más variados y complejos problemas y se considera de gran utilidad para orientar la implementación de propuestas de mejora en las organizaciones reales. Los sistemas de producción han evolucionado a partir de decisiones tomadas por los usuarios de producción sobre una base operativa, como en una mentalidad ajustada (Peñaherrera Larenas, Ledesma Cervantes, & Correa Tipán, 2019).

1.5.1.5.15. Industria manufacturera en el Ecuador.

Es fundamental en la economía del Ecuador, en el contexto de este sector, nos referimos a una industria que convierte diversas materias primas a través de procesos de producción en productos para uso de clientes internos y/o externos. En Ecuador, el crecimiento económico está relacionado con la tasa de crecimiento del sector manufacturero. En otras palabras, si hay evidencia de crecimiento en ese sector, la productividad en ese sector y el sector fuera o contribuyendo a la producción aumenta (Correa & González, 2016).

Las empresas manufactureras son nominalmente el segundo motor de ingresos más importante en la economía ecuatoriana. El desarrollo de este sector es un pilar fundamental al estimular el crecimiento y fortalecer la economía nacional. De igual forma, este sector genera una gran cantidad de empleos y crea riqueza para el país. Al coordinar, controlar y dirigir el proceso para producir productos de alto valor agregado en el proceso de creación de valor, mejora la capacidad de diferenciación y, sobre todo, juega un papel en la reducción de la volatilidad al precio (Superintendencia de compañías, Valores y Seguros, 2020).

Actualmente, las empresas del sector manufacturero enfrentan nuevos escenarios y desafíos debido al fortalecimiento de la competitividad y la globalización. Además, dado que la evolución de este sector es esencial para mejorar las eficiencias operativas para tener éxito en este mundo cada vez más exigente en este contexto empresarial, las empresas emplean una variedad de estrategias como el objetivo principal de lograr la mayor rentabilidad posible, es decir, la tasa de beneficio en capital invertido.

1.5.1.5.16. Gestión de residuos sólidos.

Se encarga de las sustancias producidas por actividades de fabricación y consumo que no han sido utilizadas prácticamente en las actividades que las producen y no han alcanzado valor económico en el contexto en el que fueron fabricadas. La eliminación inadecuada de desechos sólidos puede generar animales dañinos que pueden transmitir enfermedades infecciosas (como ratas, cucarachas, moscas y mosquitos) y también puede producir gases, humo y polvo que contribuyen a la contaminación del aire (Sánchez Muñoz, Cruz Cerón, & Maldonado Espinel, 2020).

Existen muchas enfermedades causadas por bacterias que se producen por la acumulación de desechos, especialmente cuando estos entran en contacto con el agua potable o los alimentos. Por lo tanto, debe desecharse correctamente y de forma higiénica. La

contaminación es posible con la producción actual. Son sustancias que salen de los desechos descompuestos y penetran a través del agua en el suelo. De la misma manera, las sustancias tóxicas de los desechos peligrosos ingresan a las aguas subterráneas y subterráneas, matando a todo tipo de seres vivos (Sánchez Muñoz, Cruz Cerón, & Maldonado Espinel, 2020).

Por su parte, la gestión de residuos sólidos (residuos) son todas las actividades administrativas y técnicas que planifican, coordinan, acuerdan, diseñan, ejecutan y evalúan políticas, estrategias, planes y planes de acción para el adecuado manejo de los residuos sólidos a nivel nacional, regional y empresarial (Sánchez Muñoz, Cruz Cerón, & Maldonado Espinel, 2020).

1.5.1.5.17. Origen de los residuos.

Proviene de cualquier actividad humana que pueda generar residuos. Los residuos agrícolas destacan por su importancia en el volumen total, seguidos de los residuos de la actividad minera, los residuos de la industria, los residuos municipales y finalmente los residuos de la producción de energía. Cabe señalar que mientras los residuos de las actividades agrícolas constituyen la mayor parte de la regla, los residuos de la minería, la industria y la producción de energía tienen un mayor impacto potencial en el medio ambiente (Naciones Unidas, 2021).

En este contexto los residuos urbanos constituyen una fracción minoritaria del total. En el ámbito de los países europeos de la OCDE y en el año 1990 se generaron 150 millones de toneladas de residuos urbanos, lo que supuso un 9,62 % del total. Si bien la proporción de cada tipo de residuo depende de la estructura económica del país, en general se observa una tendencia general, correspondiente a un mayor nivel de desarrollo y una mayor participación en el conjunto total de volúmenes de residuos industriales y municipales. (OCDE, 2022)

1.6. Marco conceptual.

1.6.1. Economía.

Es una ciencia social que estudia los procesos de extracción, producción, intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios. En sentido figurado, economía significa reglas y moderación en el gasto (Sevilla Arias, 2022).

1.6.2. Gestión.

“Es un conjunto de procedimientos y acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado objetivo”. (Westreicher, 2022)

1.6.3. Industria.

Es un sector que se dedica a la conversión de materias primas en productos de consumo final o intermedio. La mayor parte de la actividad industrial se incluye en el sector secundario. (Cabellero Ferrari, 2022)

1.6.4. Manufactura.

Es el resultado de convertir materias primas en productos producidos por procesos industriales. De esta forma se consigue el producto terminado y listo para la venta en diversos destinos. (Sánchez Galán, 2018)

1.6.5. Residuos.

Los residuos son todos los desechos que se producen en las actividades de la vida diaria de los cuales hay que desprenderse porque han perdido su valor o su utilidad. (Sánchez, 2020)

1.6.6. Huella de Carbono.

Es el nombre dado a la cantidad de emisiones de carbono directas o indirectas, que se producen en el desarrollo de una actividad o en el ciclo de vida de un producto (Conama, 2020).

1.7. Marco legal.

Actualmente hay una serie de leyes y reglamentos vigentes tanto a nivel internacional como local con el objetivo de proteger los derechos de la naturaleza y garantizar un entorno saludable en el que las personas puedan vivir. Uno de los puntos principales de estos derechos es la correcta gestión de los residuos generados. A continuación, se enumeran las principales leyes y acuerdos internacionales y nacionales que se han establecido para lograr este objetivo.

De la constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 14.- Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que asegure la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Declaran de interés público la conservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la integridad de la biodiversidad y el patrimonio genético nacional, la prevención del daño ambiental y la restauración de los espacios naturales dañados. (pág. 13)

Art 278.- Para lograr un buen vivir, individuos, comunidades y diferentes formas organizativas, les corresponde:

- 1. Participación en todas las fases y espacios de la gestión pública, planes de desarrollo nacional y regional, y en la ejecución y control del cumplimiento de los planes de desarrollo en todos los niveles.**
- 2. Producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental. (pág. 90)**

Art. 317.- Los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio ininterrumpido del Estado. El Estado da prioridad a la responsabilidad intergeneracional en la gestión, conservación de la naturaleza y participación empresarial. Minimizar el impacto negativo de las características ambientales, culturales, sociales y económicas. (pág. 99)

Ley de Gestión Ambiental

Fue aprobada en 1999 por el Congreso Nacional, destinada a la regulación del uso de los recursos naturales y la protección ambiental, tanto para el sector público como para el privado, y sienta las bases para las políticas ambientales en Ecuador.

En el capítulo II se detalla la evaluación del impacto ambiental, y en varios otros apartados, establece normas para el manejo del mismo, aunque no se desarrolla en profundidad la regulación del uso y comercio de los recursos naturales en este cuerpo de ley sino que está distribuido entre este y otros documentos, esto perjudica su aplicación eficaz. (Congreso Nacional, 2004)

Organización de Naciones Unidas-ONU (2022)

El objetivo central de la Organización de las Naciones Unidas es conservar la paz, promover el desarrollo social y mejorar el nivel de vida y los derechos humanos. Además, se busca una política de mejora que se centre en el sector ambiental del país que lo conforma.

1.8. Aspectos metodológicos de la investigación.

1.8.1. Tipo de estudio.

Esta investigación es descriptiva y analítica. Dado que no hay una base exacta para los datos involucrados, y hay poco conocimiento sobre el tema, es necesario investigar varias fuentes, como artículos, artículos académicos, libros, archivos, para recopilar la información

necesaria y luego describir en detalle el objeto a estudiar a partir de toda la información recopilada.

1.8.2. Método de investigación.

Uno de los principales métodos utilizados es la investigación en el campo de la documentación y la interpretación. Porque en cuanto se disponga de la información se explicará el estado actual del tema de investigación. El método de investigación es objetivo porque de acuerdo a la información recabada se podrá concluir o expresar una opinión acerca del porqué de la solución del problema del tema. Finalmente, el método de investigación es un análisis cualitativo ya que gracias a los datos recopilados se puede utilizar la estadística para realizar un muestreo probabilístico.

1.8.3. Fuentes y técnicas para la recolección de información.

En el trabajo, que es solo una investigación, para obtener información, los interesados aplican fuentes confiables, a saber, sitios web, artículos académicos, artículos, libros y tesis compatibles con su campo de estudio como lo es el sector manufacturero. A partir de esta información, se sugiere identificar las similitudes que puedan tener las variables de estudio.

1.8.4. Tratamiento de la información.

Con referencia a la información obtenida, sobre el comportamiento del ciclo de vida del producto en el sector productivo, se analizará los impactos ambientales en los procesos para así identificarlos y disminuir estos impactos para tener una producción más amigable al medio ambiente.

1.8.5. Resultados e impactos esperados.

El propósito de este trabajo es analizar el comportamiento del ciclo de vida de un producto dentro de CIIU en el Sector C-10, ya que tiene como objetivo recopilar información de una serie de industrias, a través de una teoría de disciplina; vinculándolo a la economía circular y proponiendo objetivos ambientales para evitar una contaminación excesiva. También se consideran las regulaciones ecuatorianas, leyes, estándares internacionales y ejemplos de lo que está sucediendo en industrias similares pero internacionales.

1.9. Estado del Arte

El Estado del Arte desarrolla los distintos elementos del presente Trabajo de Fin de Carrera a través de la siguiente distribución: a) La Economía Circular en Ecuador, b) Comportamiento del Subsector Productivo C.I.I.U. C10 y c) Metas ambientales en Ecuador.

Sobre La Economía Circular en Ecuador, se encontraron investigaciones desde el año 2018 hasta el año 2022, en los que se menciona que el mayor aporte proviene por iniciativa privada (Garabiza, Prudente, & Quinde, 2021), aunque se han iniciado diversos acuerdos con distintas autoridades en el país, como es el pacto por la Economía Circular impulsado por el gobierno.

Sobre el Comportamiento del Subsector Productivo C.I.I.U. C10 se encontraron estudios desde el año 2015, enfocados en el análisis de: competitividad (García Guzman, 2015), Gestión Empresarial (Yáñez, 2016; Illesca, 2017), Impacto Ambiental (Zambrano & Mendoza, 2020), y Seguridad Industrial (Quintero Becerra, 2022), por lo que, se concluye que el estudio de la implementación de la Economía Circular según metas ambientales, es un estudio no abordado en este subsector en el Ecuador.

Finalmente respecto a la formulación de Metas Ambientales a nivel nacional, no se encontraron formulaciones puntuales, sin embargo hay diversos estudios que sientan las bases para un diagnóstico de necesidades ambientales específicas desde 2013 como lo indica (Alberto & Martín Mayoral, 2013) y el posible impacto de la solvencia de estas necesidades en el desarrollo económico de las Pymes y su competitividad a nivel internacional, desde el 2018 al 2022. Se indagó en investigaciones publicadas previamente en el contexto ecuatoriano sobre los tres elementos que conforman el Tema de este trabajo de titulación: Economía Circular en Ecuador, el Comportamiento del Subsector Productivo C.I.I.U. C10, y Metas ambientales en Ecuador, con los siguientes resultados:

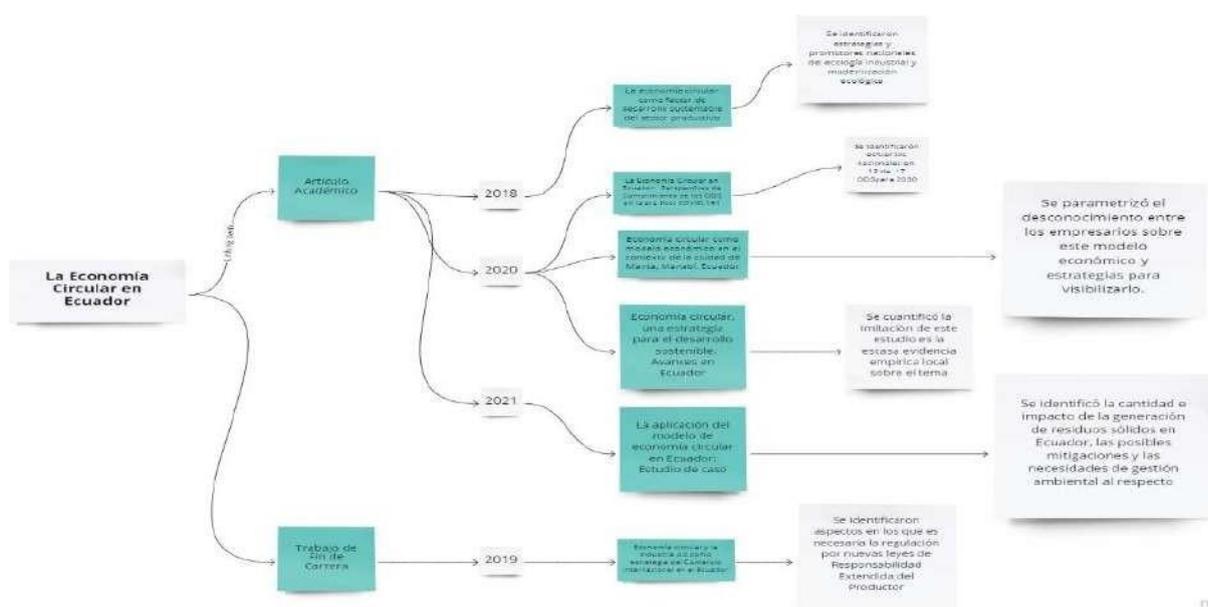


Figura 5 Investigaciones sobre Economía Circular en Ecuador desde 2010 – 2021. Figura Elaborada por la autora.

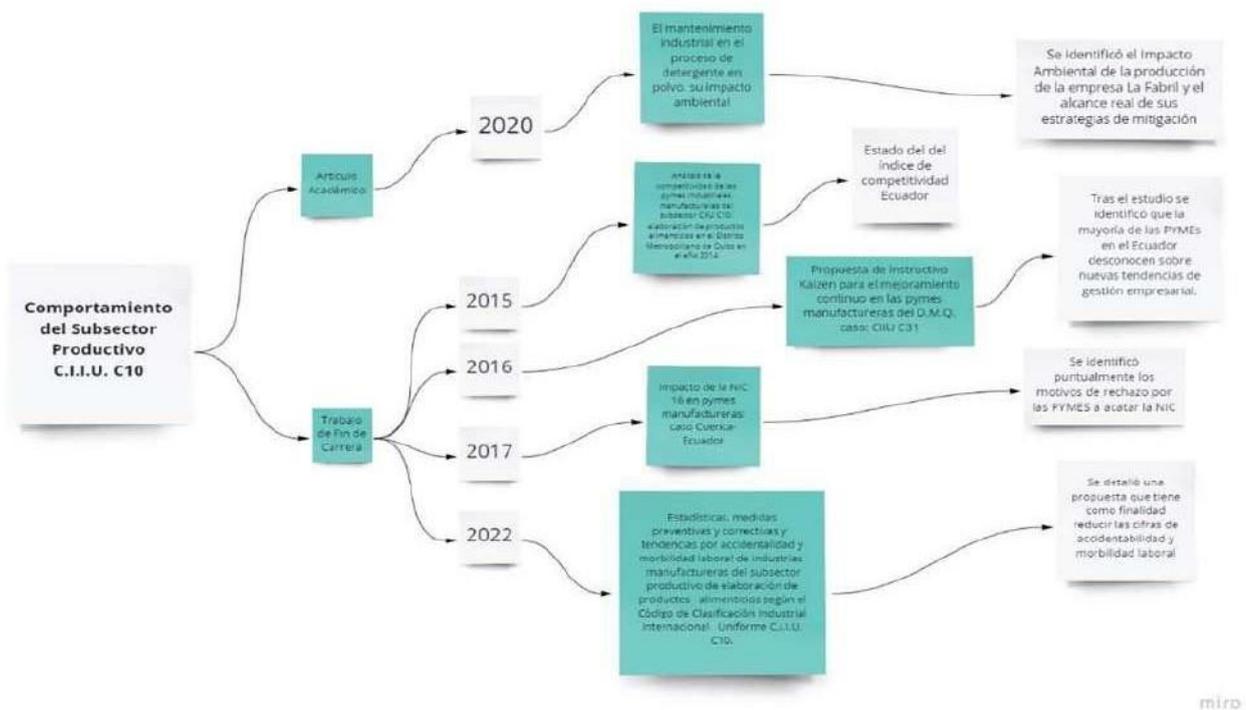


Figura 6 Investigaciones sobre el Comportamiento del Subsector Productivo C.I.I.U. C10 en Ecuador, publicadas entre 2010 - 2022. Figura Elaborada por la Autora.

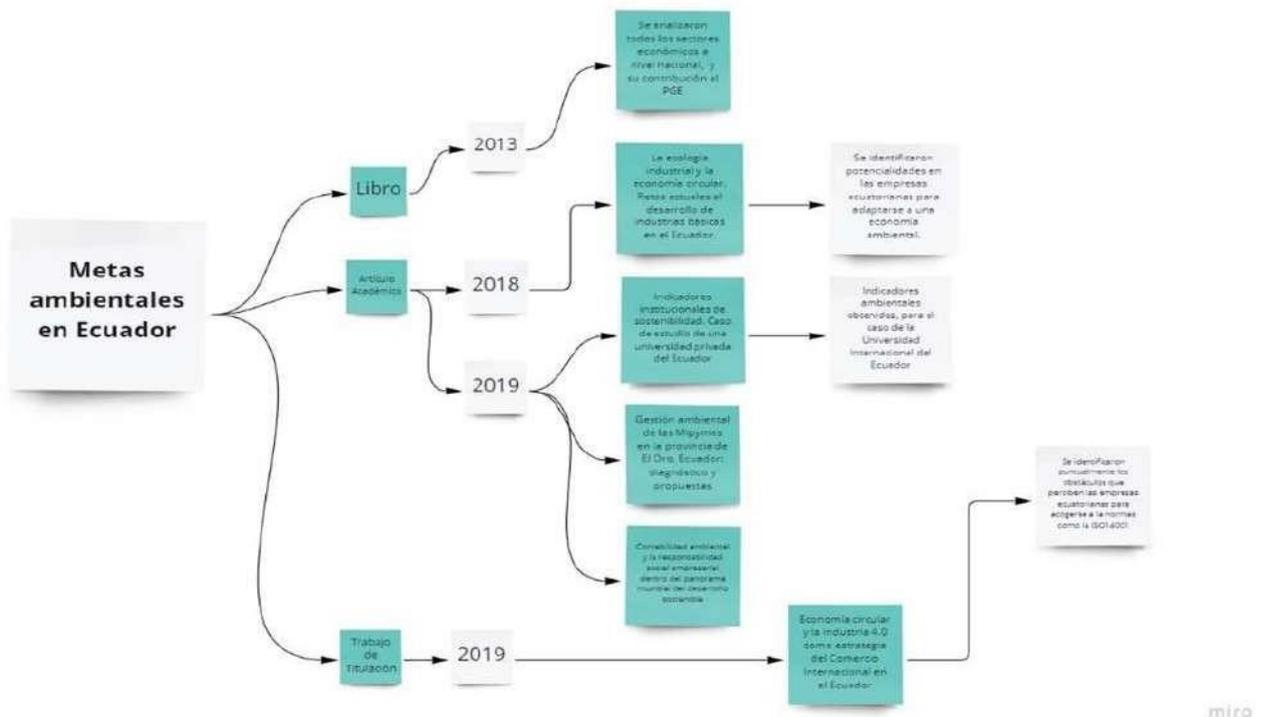


Figura 7 Investigaciones Publicadas sobre Metas Ambientales en Ecuador, entre el 2010 y el 2022. Elaborado por la autora.

Capítulo II

2. Análisis, Presentación de Resultados y Diagnóstico

2.1. Análisis de la situación actual

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el subsector manufacturero C.I.I.U C10 elaboración de productos alimenticios. En Ecuador existe una extensa gama de empresas de este sector, empresas que se clasifican como micro, pequeñas, medianas y grandes que contribuyen a la economía nacional.

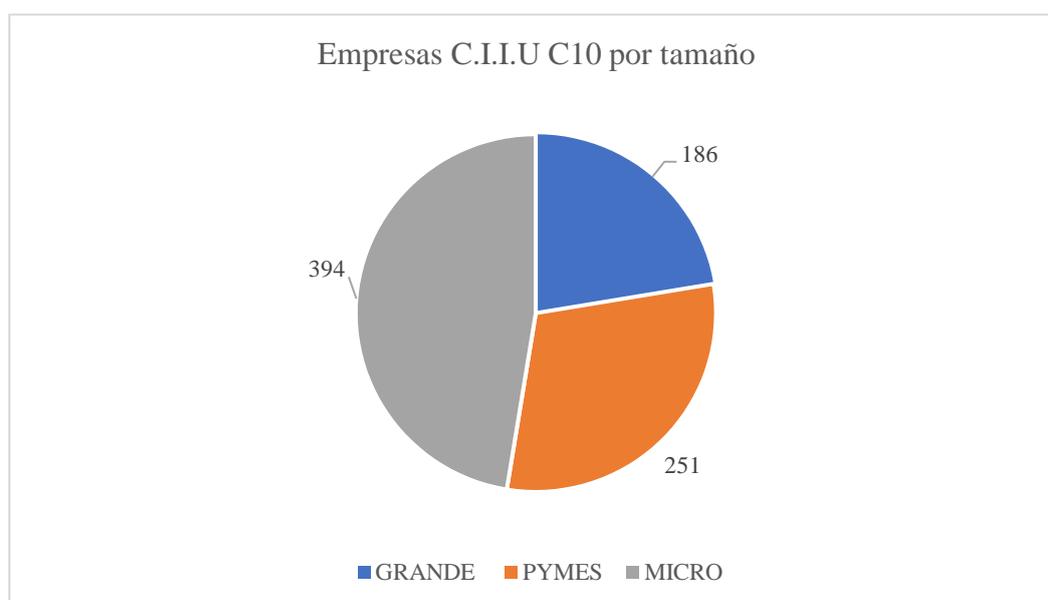


Figura 8 Total de empresas del Subsector C.I.I.U C-10 por su tamaño. *Información tomada de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Elaborado por el autor.*

La **Figura 8** refleja el número de empresas en el Ecuador según su tamaño en el sector de la manufactura C.I.I.U C-10, totalizando 831 empresas incluyendo Pymes.

Las Pymes poseen 251 empresas dentro del sector de la manufactura C.I.I.U C10, por otro lado, se tienen a las microempresas ocupando el primer lugar con 394 empresas que se dedican a la elaboración de productos alimenticios.

2.1.1. Distribución a nivel nacional de las empresas del sector manufacturero de elaboración de productos alimenticios

A continuación, se visualiza como están distribuidas todas las empresas activas y declaradas a nivel nacional del sector de la manufactura C.I.I.U C10 según la región en donde se encuentran localizadas.

Tabla 2 Lista total de las empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C10 según la región.

Región	Total
COSTA	438
EL ORO	13
ESMERALDAS	10
GUAYAS	309
LOS RIOS	11
MANABI	75
SANTA ELENA	20
ORIENTE	6
MORONA SANTIAGO	2
NAPO	2
PASTAZA	1
SUCUMBIOS	1
SIERRA	387
AZUAY	33
BOLIVAR	1
CAÑAR	5
CARCHI	7
CHIMBORAZO	5
COTOPAXI	17
IMBABURA	12
LOJA	11
PICHINCHA	260
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	11
TUNGURAHUA	25
Total general	831

Información tomada de (Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, 2018). Elaborado por el autor.

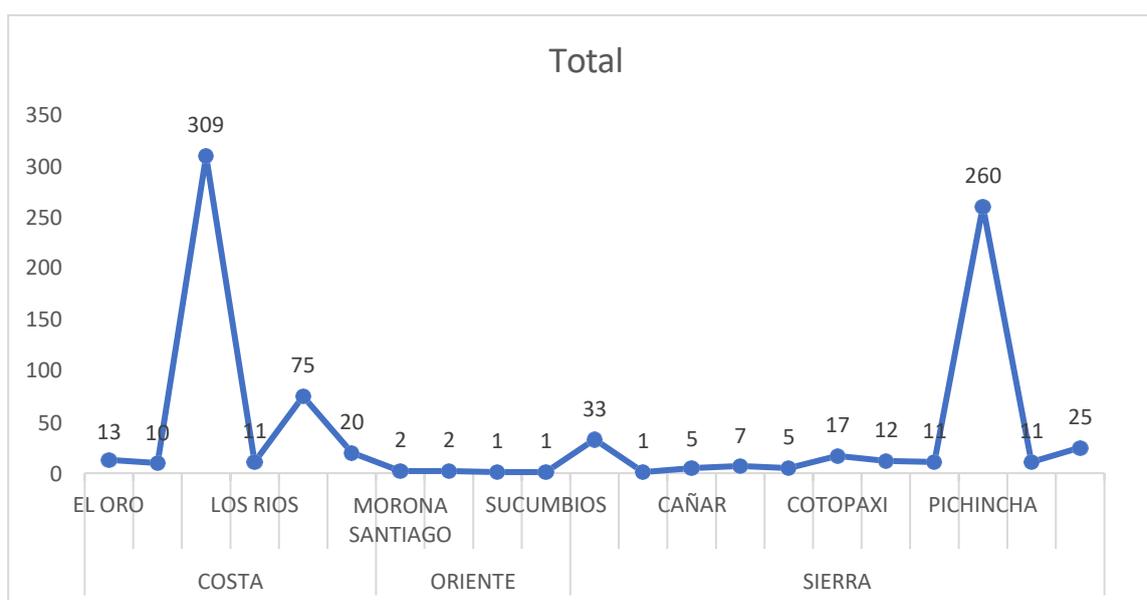


Figura 9 Total de empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C-10 por provincias en el Ecuador. Elaborado por la autora.

En la **Figura 9** se observa la distribución de las empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C10 por provincias y región en donde destacan Guayas y Pichincha con 309 y 206 empresas respectivamente que se dedican a la elaboración de productos alimenticios.

2.1.2. Estudio descriptivo del ciclo de vida de un producto alimenticio y sus problemas ambientales

Uno de los objetivos de esta investigación es identificar los problemas ambientales con base en el ciclo de vida de los productos. Se ha seleccionado la elaboración de productos de molinería en donde se describen de donde provienen los principales aspectos e impactos ambientales durante su ciclo de vida.

2.1.2.1. Elaboración de productos de molinera.

Este ACV se iniciará después de la extracción de la materia prima empezando por el pesaje hasta la distribución de los productos a sus clientes.

Pesaje

Para preparar el producto correcto, se pesa cada uno de los ingredientes que se utilizan para obtener un producto final en perfectas condiciones y las preparaciones posteriores de la misma preparación logran uniformidad y consistencia.

- **Entrada:** Consumo de energía
- **Impacto ambiental:** Agotamiento del recurso natural debido al constante uso de electrodomésticos, neveras hornos, extractores, etc. Y al uso de algunos de estos durante todo el día.

Mezcla de sustancias secas y líquidas

Esta parte del proceso consiste en mezclar harina, sal y levadura. Cabe señalar que no todo el producto requiere la adición de levadura. En una olla, calentar la mantequilla o margarina y añadir agua o leche según el producto a preparar.

- **Salida:** Generación de residuos sólidos (orgánicos y aprovechables)
- **Impacto ambiental:** Contaminación del suelo debido a la generación de residuos orgánicos y su disposición.

Mezcla y amasado

La mezcla líquida se incorpora a los ingredientes secos, haciendo combinar todos los ingredientes hasta obtener una masa uniforme y en forma de una pequeña bola, en otros casos no se amasan los ingredientes, simplemente se mezclan en recipientes para cocciones

adicionales (pastelería, postres, etc.). También en este punto, se agregan aditivos que distinguen el pan vendido en el mercado.

- **Entrada:** Consumo de energía
- **Salidas:**
 1. Generación de residuos sólidos (orgánicos)
 2. Generación de ruido
- **Impactos ambientales:**
 1. Agotamiento del recurso natural debido al constante uso de electrodomésticos, neveras, hornos, extractores, batidoras, mezcladores, etc.
 2. Contaminación del suelo debido a la generación de residuos orgánicos y su disposición.
 3. Contaminación auditiva, generación de molestias a la comunidad y trabajadores por el mal funcionamiento de los equipos o su indebido aislamiento acústico.

Moldeado

Este paso consiste en crear la forma deseada, para que la masa se extienda uniformemente en la superficie plana que está dividida en formas iguales para separar las proporciones. Esta operación se puede hacer manualmente usando un cortador o un separador para cortar la masa según el molde.

- **Salida:** Generación de residuos sólidos (orgánicos).
- **Impacto ambiental:** Contaminación del suelo debido a la generación de residuos orgánicos y su disposición.
- **Fermentado:** Consiste en dejar la masa en un lugar con la temperatura y humedad adecuada, dependiendo del tipo de pan a elaborar, la temperatura oscila entre 28° a 32° C, y la humedad debe estar entre 70% y 85%.
- **Entradas:**
 1. Consumo de energía
 2. Consumo de agua
 3. Consumo de combustibles (gas)
- **Salida:** Generación de emisiones atmosféricas (vapor de agua)
- **Impactos ambientales:**
 1. Agotamiento del recurso natural debido al constante uso de electrodomésticos, neveras, hornos, extractores, batidoras, mezcladores, etc.
 2. Disminución del recurso natural (agua)

3. Disminución del recurso natural (gas)
4. Contaminación del aire producto de las emisiones del equipo, gases y vapores generados.

Horneado

En este punto se cocinan las masas fermentadas y también aquellas que no necesitan fermentación, la temperatura de cocción está depende del tipo de producto, entre 140°C a 190°C para pan, pasteles y galletas de 100°C a 200°C, entre otras temperaturas especiales para determinados productos.

- **Entradas:**

1. Consumo de energía
2. Consumo de combustibles (gas)

- **Salidas:**

1. Generación de emisiones atmosféricas
2. Generación de ruido

2.

- **Impactos ambientales:**

1. Agotamiento del recurso natural debido al constante uso de electrodomésticos, neveras, hornos, extractores, batidoras, mezcladores, etc.
2. Disminución del recurso natural (gas)
3. Contaminación del aire producto de las emisiones del equipo, gases y vapores generados.
4. Contaminación auditiva, generación de molestias a la comunidad y trabajadores por el mal funcionamiento de los equipos o su indebido aislamiento acústico.

Decoración/Relleno/Rebane

Dependiendo del tipo de producto, algunos necesitan ser rellenados o decorados con otras preparaciones como helados u otros productos como chocolate, cremas, frutas frescas o secas, los frutos secos, etc. y otros deben trocearse como pasteles, galletas, etc.

- **Entrada:** Consumo de agua

- **Salida:** Generación de residuos sólidos (orgánicos, aprovechables y no aprovechables)

- **Impactos ambientales:**

1. Disminución del recurso natural (agua)

- Contaminación del suelo debido a la generación de residuos orgánicos, residuos plásticos y su disposición.

Almacenamiento

Este paso consiste primero en ordenarlo de una manera que sea atractiva para los consumidores y luego protegerlo de características del entorno para evitar el contacto con factores externos nocivos.

- Salida:** Generación de residuos sólidos (ordinarios, aprovechables y no aprovechables).
- Impacto ambiental:** Contaminación del suelo debido a la generación de residuos orgánicos, residuos plásticos y su disposición.

Distribución

Esta etapa hace referencia a la furgoneta empleada por la empresa para realizar los repartos de panes, pasteles, galletas, etc.

- Salida:** Generación de 3,1 kg de CO₂ por cada pan producido
- Impacto ambiental:** Contaminación del aire producto de las emisiones del transporte, gases y vapores generados.

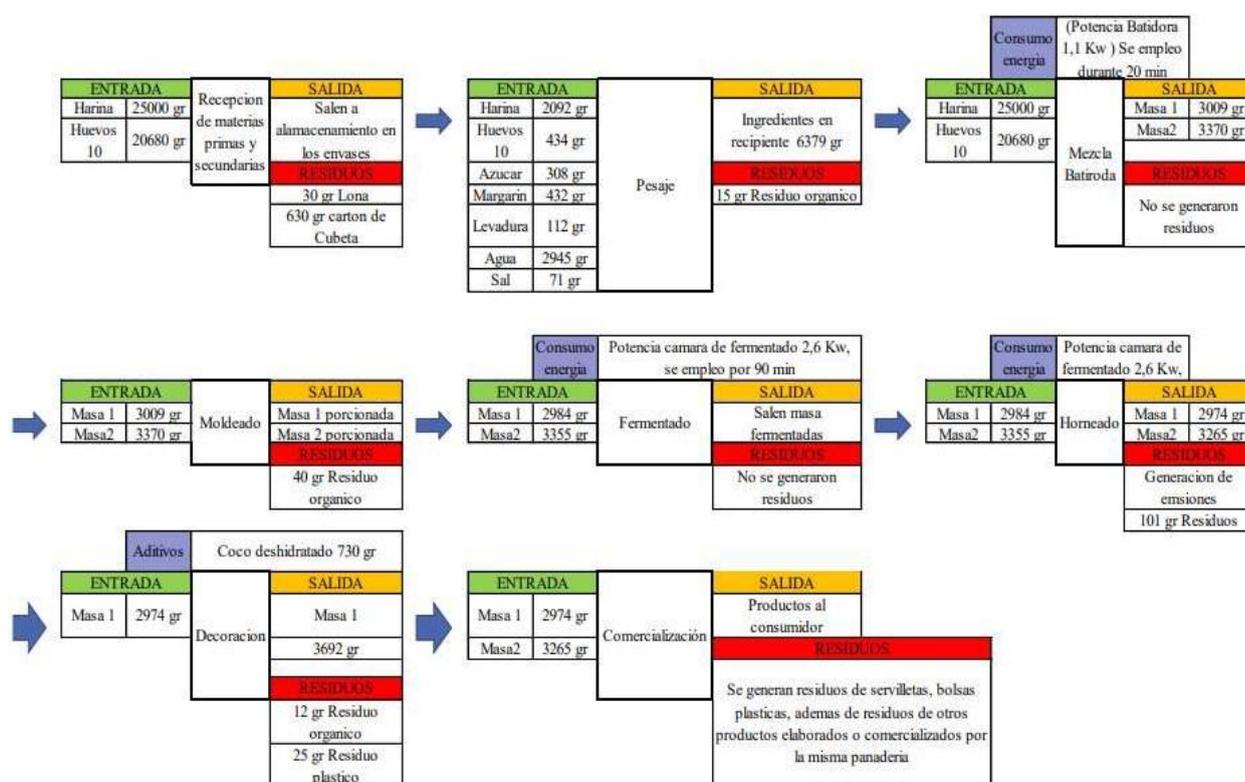


Figura 10. Eco balance de un día de producción en la panadería. Elaborado por (Mahecha Valderrama, 2020)

El detalle de la generación de residuos se puede observar en la Figura #6 en donde menciona la cantidad en gramos, las entradas y las salidas durante el proceso de la elaboración de productos de molinería.

2.2. Introducción al Caso de Estudio

2.2.1. Caracterización de los desechos que generan las empresas del sector.

Según (Hernández Sepúlveda, 2009) durante el ciclo de vida de los diversos productos alimenticios que compone el sector C.I.I.U C10 se generan los siguientes desechos: “a) Papel (archivo, periódico, envolturas), b) Cartón (corrugado, liso), c) Plástico (bolsas, duro-pet), e) Vidrio (ámbar, Green, blue, transparente, etc.), f) Metales (aluminio), g) Biodegradables (material biodegradable, lavazas), h) Ordinarios (basura común), i) Aceites (aceites quemados)”.

Los desechos antes mencionados corresponden al ciclo de vida de los productos alimenticios desde la obtención de la materia prima, hasta su disposición final.

2.2.2. Expresión matemática de los desechos que generan las empresas de todo el país.

Durante la recopilación de información para recolectar datos estadísticos de los residuos generados del sector manufacturero de elaboración de productos alimenticios, se observa la carencia de información acerca de los residuos de la industria, por ende, para realizar una estimación se tomará información estadística del INEC, específicamente de la ENSESEM (Encuesta Estructural Empresarial), del año 2020.

La Unidad de Información Económica y Ambiental Empresarial (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020) menciona que en el 2020 el Ecuador cuenta con 12,238 empresas siendo 1,707 del sector manufacturero, equivale aproximadamente el 14%. A continuación, se detalla la cantidad de residuos y desechos totales en toneladas que generaron todas las empresas del país durante el año 2020.

Tabla 3 Total de residuos y desechos en toneladas durante el año 2020.

	Toneladas
Residuos no peligrosos	1363023
Desechos especiales	89812
Desechos peligrosos	200028
Total en toneladas	1652863

Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020). Elaborada por la autora.

Mediante la **Tabla 3** se busca deducir la fórmula para describir los desechos del sector C.I.I.U C10. Los desechos que se mencionan en la tabla están relacionados directamente con este sector de elaboración de productos alimenticios.

Tabla 4 *Total de residuos y desechos en toneladas que están relacionados al CIU C10 durante el año 2020.*

	Toneladas 2020
Desechos especiales	4300
Envases vacíos de agroquímicos con triple lavado	2100
Equipos eléctricos y electrónicos en desuso	1200
Otros desechos especiales	1000
Desechos peligrosos	94000
Aceites minerales usados o gastados	15700
Lodos del tratamiento de aguas residuales que contienen materiales peligrosos	50000
Lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales que contienen sustancias peligrosas	28300
Residuos no peligrosos	390800
Chatarra Liviana	67500
Orgánicos	163900
Otros residuos no peligrosos	159400
Total general	489100

Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020). Elaborada por la autora.

Con los datos mencionados se realizará una estimación para poder llegar a la cantidad de toneladas de desechos que genera cada empresa en el Ecuador, suponiendo que todas generan la misma cantidad de desechos.

Nivel nacional:

$$D_e = \frac{\text{Total residuos en toneladas}}{\text{Todas las empresas}} = \frac{Tr}{T}$$

De= Cantidad de desechos por cada empresa

Tr = Total de desechos en toneladas

T= Todas las empresas

A nivel de empresas manufactureras

$$Dm = \frac{Em * De}{T}$$

Dm = Cantidad de desechos de empresas manufactureras

Em= Empresas manufactureras a nivel nacional

De= Cantidad de desechos por cada empresa

T= Todas las empresas

A nivel de empresas manufactureras C.I.I.U. C10

$$Dc = \frac{Ec * Dm}{Em}$$

Dc= Cantidad de desechos de las empresas C.I.I.U. C10

Ec= Cantidad de empresas C.I.I.U C10

Em= Empresas manufactureras a nivel nacional

Dm = Cantidad de desechos de empresas manufactureras

A nivel de Pymes en la zona 8 del C.I.I.U C10

$$Dp = \frac{Dc * Ep}{Tz}$$

Dp= Cantidad de desechos en las pymes de la zona 8 C.I.I.U. C10

Dc= Cantidad de desechos de las empresas C.I.I.U. C10

Ep= Cantidad de pymes en el C.I.I.U C10 en la zona 8

Tz= Total de empresas en la zona 8

2.3. Formula que describe los desechos generados por las empresas del C.I.I.U C10

De acuerdo con lo antes mencionado, el subsector C.I.I.U. C10 comprende 831 empresas a nivel nacional, donde se dividen en microempresas, pequeñas y medianas empresas (Pymes) y grandes empresas. Para calcular la cantidad de desechos generados en el subsector, se usa la cantidad de empresas a nivel nacional, la cantidad de empresas manufactureras, el número de empresas manufactureras de elaboración de productos alimenticios y la cantidad en toneladas de desechos a nivel nacional de todas las empresas.

Nivel nacional:

$$D_e = \frac{Tr}{T} \rightarrow \frac{489100}{12238} = 39.96 \frac{ton}{emp.}$$

A nivel de empresas manufactureras

$$Dm = \frac{Em * De}{T} = \frac{1707 * 39.96}{12238} = 5.57 \frac{ton}{emp}$$

A nivel de empresas manufactureras C.I.I.U. C10

$$Dc = \frac{Ec * Dm}{Em} = \frac{831 * 5.57}{1707} = 2.71 \frac{ton}{emp}$$

2.3.1. Metas Ambientales para el sector

Compromisos ambientales en Ecuador

Ecuador ha firmado varios convenios internacionales en relación a temas ambientales. Estos son los convenios que competen también al sector de elaboración de productos alimenticios:

- Acuerdo París, donde se tiene presente la vulnerabilidad de los sistemas de producción de alimentos a los efectos adversos del cambio climático. Asimismo, el artículo 2 literal “b” menciona que la finalidad de este acuerdo es no comprometer la producción de éstos.
- Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, dentro de este se tiene presente el peligro creciente de la generación de desechos peligrosos y otros desechos como los resultantes del tratamiento de agua potable y de los procesos de la industria alimenticia para el medio ambiente a través del anexo B2060.
- Convenio de Minamata sobre el mercurio, en el artículo 19 busca que los países cooperen en áreas de investigación que incluyan los niveles de mercurio en humanos, fuentes acuáticas de alimentación y vida salvaje, entre otras.
- Protocolo Kyoto, el artículo 2 tiene como fin promover el desarrollo sostenible al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones fomentando la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.

Economía circular y el alcance de la Responsabilidad Social

La economía circular es una estrategia para el desarrollo sostenible y el objetivo de la responsabilidad social es contribuir con éste.

Con enfoque en el sector de la manufactura C.I.I.U. C10 tanto a nivel nacional como para la Zona 8 la Norma ISO 26000, la Constitución Nacional, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y el Plan Nacional del Buen Vivir proponen las siguientes metas ambientales propone las siguientes metas ambientales.

	ISO 26000	Constitución Nacional 2008	MAE 2011	PNBV, 2009-2013 SENPLADES
Cuidado de las cuencas hidrográficas	X	X	X	
Bioeconomía y uso de recursos naturales		X	X	X
Mitigación del cambio climático		X	X	X
Disminuir contaminantes	X	X	X	X
Disminuir consumo de agua		X	X	
Cooperación internacional	X	X	X	
Incrementar eficiencia institucional	X	X	X	
Desarrollo de talento humano	X	X	X	X
Uso eficiente de presupuesto	X	X	X	X

Figura 11 Metas Ambientales Según los acuerdos de Ecuador, aplicados al Sector CIU 10. Adaptada de (Alberto & Martín Mayoral, 2013)

2.3.2. Análisis comparativo, evolución, tendencias y perspectivas

Global Solutions Group Gsg S.A. fue constituida el 13 de agosto de 2007. La empresa cuenta actualmente con 15 empleados (2020). Es una empresa ecuatoriana con sede en Guayaquil. Se dedica a la elaboración de helados y postres helados.

2.3.3. Ubicación de la empresa.

La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en la Cdla. Alamos Norte Mz. 12 Solar 12 10.

2.3.4. Código CIIU

El código CIIU significa clasificación internacional industrial uniforme y clasifica todas las actividades económicas cuya finalidad es la de establecer su codificación homologada y comparable a nivel mundial.

El código CIIU de la empresa es C1050.05 y su actividad económica principal es Elaboración de helados (de todo tipo), sorbetes, bolos, granizados, etcétera

C Industrias Manufactureras.

C10 Elaboración de productos alimenticios.

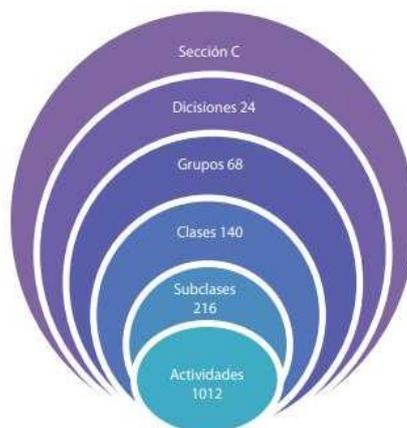
C105 Elaboración de productos lácteos.

C1050 Elaboración de productos lácteos.

C1050.05 Elaboración de helados (de todo tipo), sorbetes, bolos, granizados, etcétera.

Satisfacer las necesidades del cliente al ofrecer un producto saludable, alimenticio y de calidad, calificado para competir con el mercado.

Jerarquía



División y grupo

C10 Elaboración de productos alimenticios

- * 101 Elaboración y conservación de carne
- * 102 Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos
- * 103 Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas
- * 104 Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal
- * 105 Elaboración de productos lácteos
- * 106 Elaboración de productos de molinería, almidones y productos derivados del almidón
- * 107 Elaboración de otros productos alimenticios
- * 108 Elaboración de alimentos preparados para animales

Figura 12 Distribución del sector manufacturero C.I.I.U. C10. Tomada de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2010)

El sector manufacturero representa el 21,43 % de las ventas globales, ocupando el tercer lugar en Ecuador.

2.3.5. Diagrama de flujo de elaboración de helados de crema.

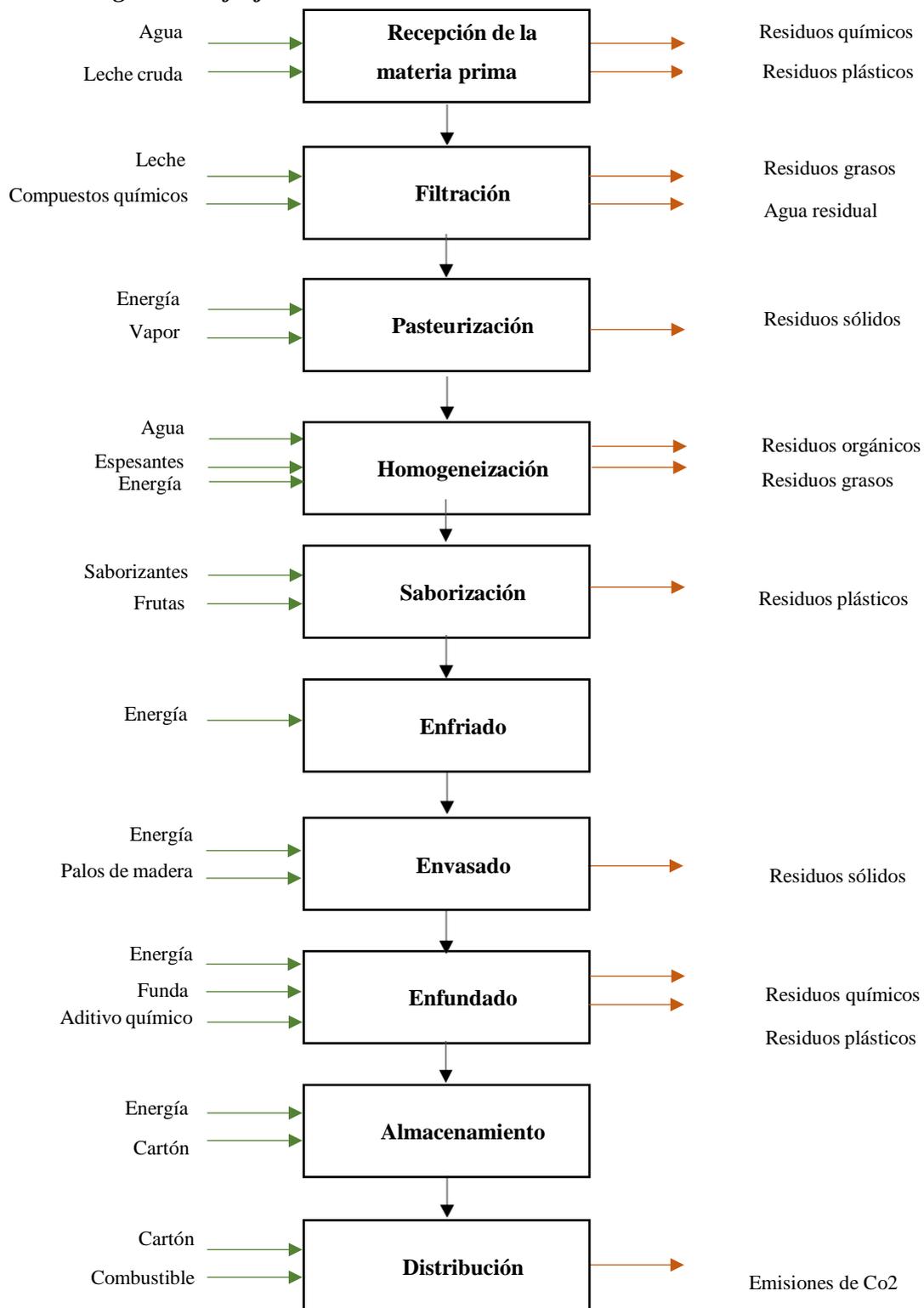


Figura 13 Elaboración de helados de crema. Elaborado por la autora.

2.4. Selección de Indicadores y Atributos Ambientales para el análisis

A continuación, se observan los aspectos e en cada etapa del proceso productivo para la elaboración de helados de crema desde la recepción de materias primas hasta la distribución del producto elaborado.

Tabla 5 Proceso de elaboración de helados identificación de los aspectos ambientales.

Grupo de Actividades Principales	de Actividades Susceptibles de Generar Impactos	Descripción	Tecnología y uso energético	Consumo de Agua
Recepción de Materia Prima	Entrada: Materia Prima	La materia prima, tanto para la producción como para el envasado llega en camiones y es procesada por el personal en mesas de trabajo.	Máquina de lavado de frutas y verduras, equipo Industrial de 1.87kwh	2400 litros de agua en una jornada de trabajo.
	Salida: Residuos grasos y Residuos Químicos	Los residuos inorgánicos de la transportación de materia prima, residuos orgánicos del procesamiento de materia prima como frutos de rechazo, por ejemplo.		
Filtración	Entrada: Leche y Compuestos Químicos	Preparación preliminar de ingredientes para la mezcla.	Filtración automatizada, 350 W.	Agua ocupada en la limpieza del filtro entre tanda y tanda, 50 L/h.
	Salida: Residuos grasos y Agua Residual			
Pasteurización	Entrada: Energía y Vapor	Inversión de energía para el calentamiento enfriamiento rápido.	Pasteurizador de leche uht para 60 L en períodos de 2 horas, 7750W.	Ninguno
	Salida: Residuos sólidos			
Saborización	Entrada: Saborizantes y Fruta en pulpa	Desechos de empaques de saborizantes o residuos de frutas.	Mezclador de homogeneizador o con capacidad de 2000 L y 45 kW	Ninguno
	Salida: Residuos grasos y Agua Residual			
Homogenización	Entrada: Agua, Espesantes y Energía.	Consumo de energía en la Homogenización		

	Salida: Residuos orgánicos, Residuos grasos.				
Enfriado	Entrada: <u>Energía</u> Salida: Ninguno	Consumo de energía por maquinaria y consumo de agua para sistema de refrigeración.	de Congelador industrial de 105 grados, caja de prueba de congelación de baja temperatura, 1600 W.	Agua ocupada en el sistema de refrigeración 4.16 L/h.	
Envasado	Entrada: <u>Energía y Palos de madera.</u> Salida: Residuos sólidos	Residuos de envoltorios para envasado.	Máquina de tiro para envasado, 350 W	Ninguno	
Enfundado	Entrada: <u>Energía, Fundas y Aditivo químico.</u> Salida: Residuos químicos y Residuos plásticos.	Residuos de envoltorios para enfundado.			
Almacenamiento	Entrada: <u>Refrigerante, Plástico, Aislante y Cartón.</u> Salida: Plástico, Aislante y Cartón.	Consumo de Diesel para habitación fría, 15L/h.	Cuarto frío de 2-10000m3 motor a diesel.	Agua ocupada en el sistema de refrigeración 8.32 L/h.	
Distribución	Entrada: <u>Energía y Cartón.</u> Salida: Emisiones de CO2	Consumo de Diesel en Carretilla elevadora, 2 L/h. Consumo de Diesel en Flete, 30L/h	de Carretilla en elevadora eléctrica portátil de carga automática, 500kg,	Ninguno	
Instalaciones Fijas					
Todas las Fases de Producción	Instalaciones de 1500 m2	Promedio de consumo para 60 operativos.	98.605 kWh	200 L/h	
Total por jornada laboral			5301.86 kWh 424114.86 kW	562.48 L/h 4499.84 L	

Adaptado de (Cáceres Miranda & León Luzuriaga, 2020). Elaborado por la autora.

2.4.1. Cálculo de la huella de carbono.

Tabla 6 Huella de Carbono diaria de la Pyme.

Tipo de Consumo	Agua	Energía Eléctrica	Combustible (GLP-Diésel)	
Factor de emisión	8 Kg CO ₂	0.290 Kg CO ₂	GLP 1.656 Kg CO ₂ e/L	Diésel 10.15 Kg CO ₂ e/gal
Cálculo (kg CO ₂)	$HC = 58.55 m^3 \times 8 \frac{Kg C}{m} = 468.47 Kg CO_2$	$HC = 1324.032 \frac{Kw}{h} \times 0.290 \frac{Kg}{K} = 100.38 Kg CO_2$	$HC = 272.185 L \times 1.656 \frac{Kg C}{L} = 200.77 Kg CO_2$	$HC = 21.540 gal \times 10.15 \frac{Kg C}{gal} = 100.38 Kg CO_2$
En 420 litros de producción diaria de helado				
669.24 kg CO₂				

Elaborada por la autora.

2.4.2. Huella de Carbono del Sector CIU 10

Según un Boletín de la INEC publicado en el (2021), las empresas del CIU 10 representan el 6,95% de la industria manufacturera, esta es la referencia que se dejará planteada para extrapolar las cifras reportadas por la ENESEM de 2019, en las Figuras 13, 14 y 15.

2.4.2.1. Gasto Corriente Ambiental

El Gasto Corriente Ambiental estimado para las CIU 10 representa 8.68% de la cifra nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020).

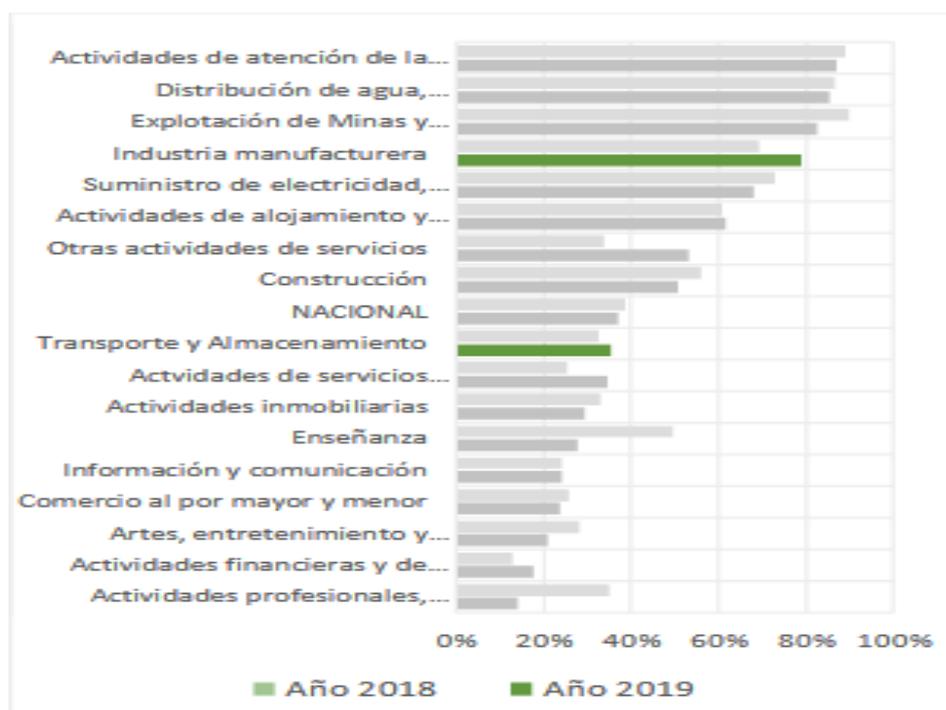


Figura 14 Porcentaje de Gasto Corriente Ambiental en Empresas Ecuatorianas. Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

2.4.2.2. La Intensidad Energética

La Intensidad Energética estimada para la CIU 10 es el 9,28% de la cifra nacional (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

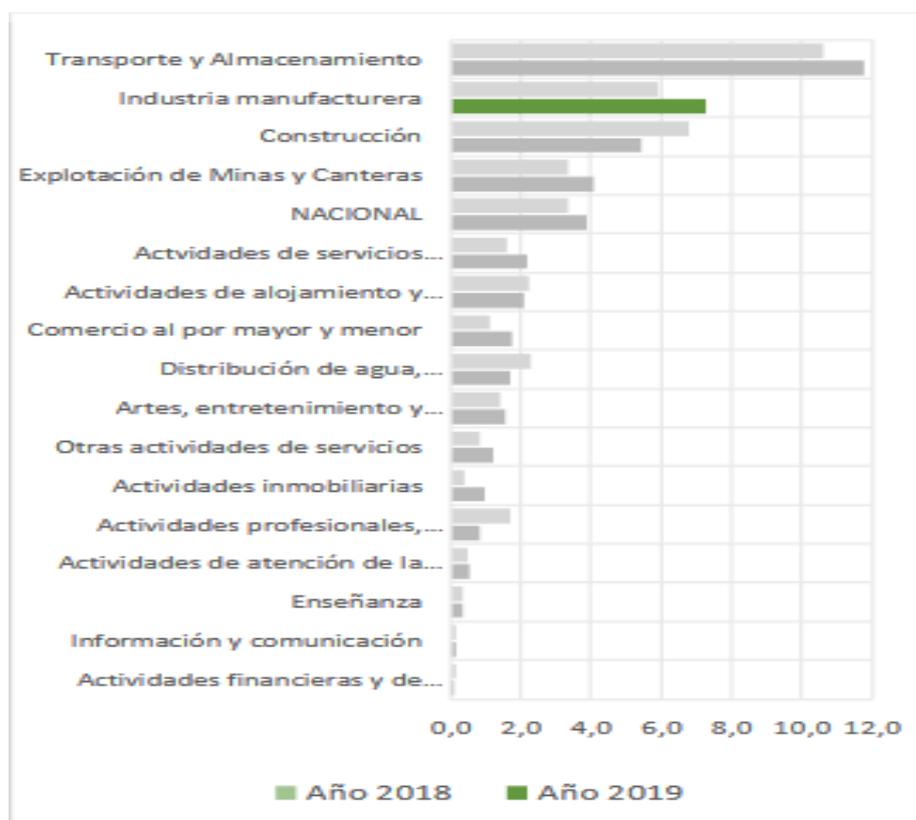


Figura 15 Intensidad Energética en Empresas Ecuatorianas. Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

2.4.2.3. Uso de Combustibles fósiles

El Uso de Combustibles fósiles estimada para la CIU 10 es el 13,90% de la cifra nacional. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

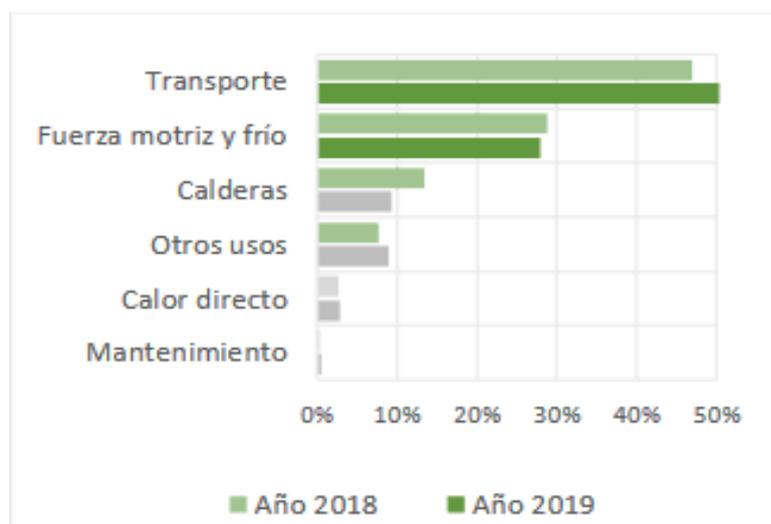


Figura 16 Uso de Combustibles fósiles en Empresas en Ecuador. Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

2.4.2.4. Intensidad de Generación de CO2

La Intensidad de Generación de CO2 estimada para la CIU 10 es el 13,90% de la cifra nacional. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

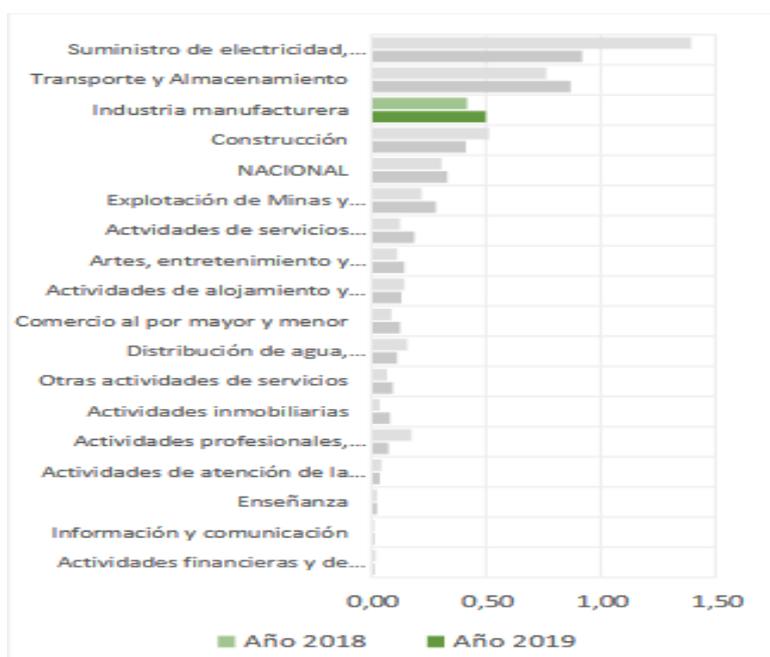


Figura 17 Intensidad de Generación de CO2. Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

2.4.3. Intensidad de uso de Agua

La Intensidad de uso de Agua estimada para la CIU 10 es el 0,77% de la cifra nacional. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020)

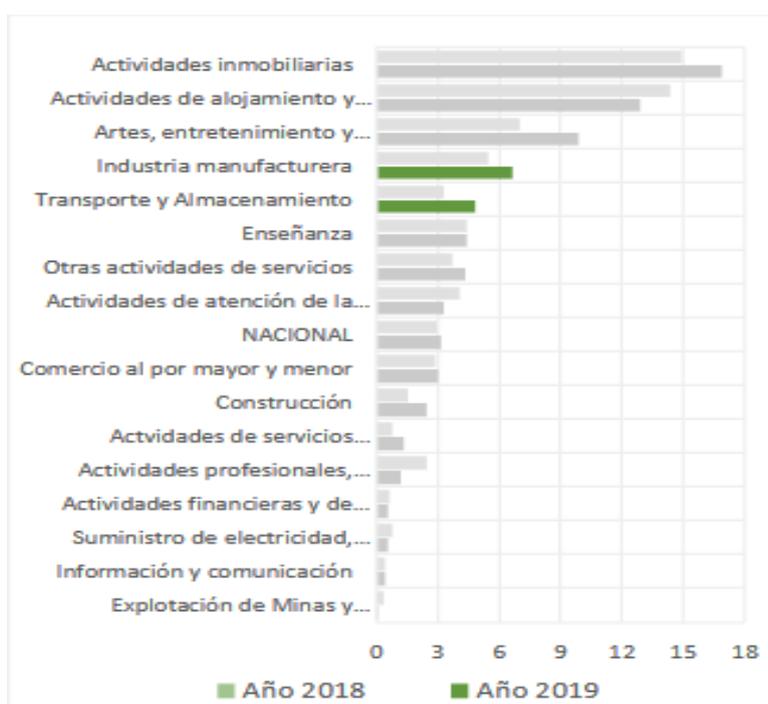


Figura 18 Intensidad de uso de Agua en Empresas en Ecuador. Adaptado de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2020).

2.5. Presentación de resultados y diagnóstico

El análisis se realizará en la zona donde se encuentra ubicada la empresa de elaboración de productos alimenticios, es decir, en la zona 8 del país, que comprende los cantones de Guayaquil, Durán y Samborondón. Esto restará la cantidad de residuos generados en el sector 8 en el subsector. Asimismo, especificar su porcentaje en función del tipo de residuo.

Por consiguiente, se da a conocer cuantas empresas se dedican a la elaboración de productos alimenticios en la zona 8.



Figura 19. Total de empresas del sector de la manufactura C.I.I.U C-10 en la zona 8 del Ecuador. Elaborado por la autora.

La zona 8 está conformada por 288 empresas que se dedican a la elaboración de productos alimenticios, esto equivale al 34,66% del sector de la manufactura C.I.I.U C10 a nivel nacional.

2.5.1. Segregación por tamaño de empresa en la zona 8.

Teniendo conocimiento del número de empresas del sector 8, se quiere saber cuántas son micro, pymes y grandes empresas para poder calcular la cantidad de residuos que se generan en el sector C.I.I.U C10.

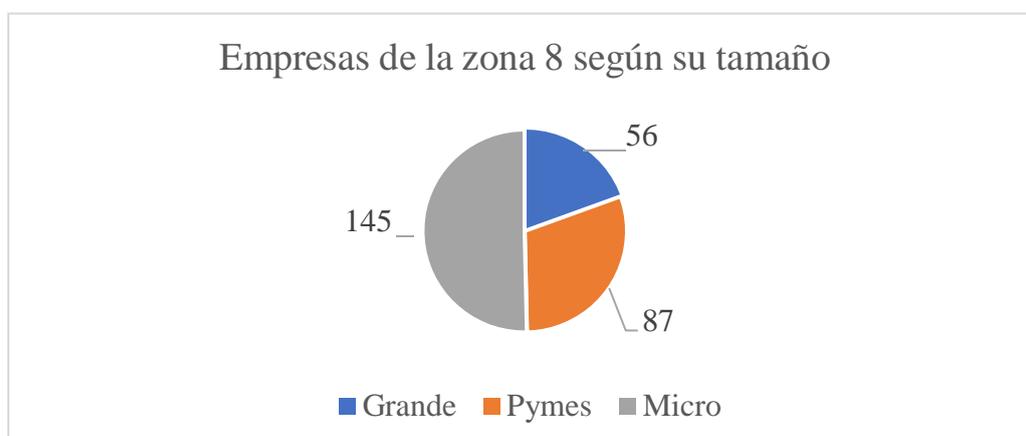


Figura 20 Total de empresas en la zona 8 según su tamaño. Información adaptada de la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Elaborado por la autora.

La zona 8 está conformada por 145 microempresas que se dedican a la elaboración de productos alimenticios, seguido se tiene a 87 Pymes y por último se cuenta con 56 grandes empresas en el sector dando como total las 288 que se habían mencionado con anterioridad.

2.5.2. Formulación de expresión matemática para calcular volúmenes de desechos por su tamaño.

Con la información recolectada sobre los desechos generados en el sector C.I.I.U C10 y las cantidades en toneladas publicada en la Tabla 3, dicha información fue extraída de la ENESEM para encontrar una expresión matemática que se detalla en el punto 2.2.2 de este estudio; de esta manera poder conocer la cantidad de residuos generados en las pymes de la zona 8.

A nivel de Pymes en la zona 8 del C.I.I.U C10

$$Dp = \frac{Dc * Ep}{Tz} = \frac{2.71 * 8}{288} = 0.818 \frac{Ton}{emp.}$$

Las pymes de la zona 8 del sector manufacturero C.I.I.U C10 generan aproximadamente 0.82 toneladas de desechos durante un año.

Capítulo III

3. Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones

3.1. Propuesta

3.1.1. *Diseño de la propuesta.*

Empresas tales como Oletnat, Incinerox y Gadere se dedican al tratamiento de desechos peligrosos y especiales. Sin embargo, se considera que en Ecuador no hay un tratamiento efectivo para la gestión de residuos y desechos orgánicos. La siguiente propuesta busca una alternativa para que estos desechos sean separados, revalorizados y transformados en compost.

3.1.1.1. **Objetivo General.**

Estudiar la viabilidad de una planta procesadora de desechos orgánicos del subsector de elaboración de productos alimenticios.

3.1.1.2. **Objetivos específicos.**

- Estimar la cantidad de desechos orgánicos de las empresas del subsector CIIU C10.
- Determinar el tipo de tecnología disponible para el procesamiento de desechos.
- Seleccionar el tipo de tecnología y el número de unidades productivas necesarias para cubrir la demanda de los desechos orgánicos.

3.1.2. *Actividades.*

- **Estimar la cantidad de desechos orgánicos de las empresas del subsector CIIU C10.**

En vista de que no existe un levantamiento de información acerca de la gestión de residuos y desechos orgánicos en el Ecuador se considera que cada empresa genera la misma cantidad de residuos y desechos orgánicos. La Unidad de Información Económica y Ambiental Empresarial (INEC, 2020) menciona que en el 2020 el Ecuador cuenta con 12,238 empresas de todos los sectores económicos.

La tabla 4 indica el total de residuos y desechos orgánicos en toneladas que están relacionados al CIIU C10 durante el año 2020 que es de 163900.

Según la tabla 2 existen 831 empresas manufactureras dedicadas a la elaboración de productos alimenticios. Con estos datos podremos estimar la cantidad de desechos orgánicos de las empresas del subsector CIIU C10

De= Cantidad de desechos que generan las 831 empresas del CIIU C10

To = Total de desechos orgánicos en toneladas a nivel nacional

#Em= Número de empresas CIIU C10

T= Todas las empresas

$$D_e = \frac{To * \# Em}{T} = \frac{163900 * 831}{12238} = 11129.34 \text{ ton}$$

La cantidad de desechos orgánicos que generan las empresas del subsector CIIU C10 es de 11129.34 toneladas por año.

- **Determinar el tipo de tecnología disponible para el procesamiento de desechos.**

Para determinar el tipo de tecnología disponible se recolectó información de tesis anteriores en las que se diseñaron plantas procesadoras de desechos orgánicos. A continuación, se detalla una tabla de decisión.

Tabla 7. *Tabla de decisión de la propuesta*

Tecnología, equipos y maquinarias	Trituradora AZ 30-80 (Marca Jenz)	Trituradora Modelo f515	Picadora y recicladora Modelo 650
Descripción	Longitud: aprox. 8,10 m sin transportadora Ancho: aprox. 2,13 m Altura: aprox. 3,84 m	Longitud: aprox. 2,15 m Ancho: aprox. 0,95 m Altura: aprox. 2,00 m	Longitud: aprox. 6,50 m sin transportadora Ancho: aprox. 1,15 m Altura: aprox. 2,10 m
Peso	7500 kg	1350 kg	2300 kg
Rendimiento/Capacidad	25 ton/día	11 ton/día	21 ton/día
Operadores	3	2	5
Costo	Maquinaria y equipos: \$5520 Mano de Obra: \$1800 Equipo de protección adicionales: \$150 Total: \$7470	Maquinaria y equipos: \$2540 Mano de Obra: \$1200 Equipo de protección adicionales: \$100 Total: \$3840	Maquinaria y equipos: \$4030 Mano de Obra: \$2500 Equipo de protección: \$100 Total: \$6630
Espacio Requerido	235 m ²	159 m ²	210 m ²

Información obtenida de estudio de campo. Elaborada por la autora.

- **Seleccionar el tipo de tecnología y el número de unidades productivas necesarias para cubrir la demanda de los desechos orgánicos.**

Características definidas de las distintas máquinas.

Tabla 8. *Tabla de decisión.*

	Capacidad	#Máquinas necesarias para cubrir 30.49 ton/día	Capacidad instalada	Costo de máquina	Costo total
Trituradora AZ 30-80 (Marca Jenz)	25 ton/día	2	50 ton/día	\$5520	\$11040
Trituradora Modelo f515	11 ton/día	3	33 ton/día	\$2540	\$7620
Picadora y recicladora Modelo 650	21 ton/día	2	42 ton/día	4030	\$8060

Elaborada por la autora.

Matriz de decisión

Para la elección de la tecnología más adecuada se presenta una matriz de decisión, esta es una herramienta gráfica que permite tomar decisiones racionales ante diferentes alternativas posibles.

- 1) Capacidad instalada, calculando con el número mínimo de máquinas necesarias para cubrir la demanda
- 2) Costo de maquinaria
- 3) Costo de operación
- 4) Espacio Requerido para la instalación de la planta procesadora de desechos orgánicos.

Para evaluar los factores el número 1 indica la opción menos conveniente y el 5 la opción más conveniente. En la puntuación total se ha considerado el costo de la maquinaria con un peso de 1.5 y el costo de operación con 2 veces el peso.

Tabla 9. *Matriz de decisión.*

	1	2	3	4	Puntuación
Trituradora AZ 30-80 (Marca Jenz)	5	2	5	4	$5+2(1.5)+5(2)+4(1)=$ 22

Trituradora Modelo f515	3	5	5	3	$3+5(1.5)+5(2)+3(1)=$ 23.5
Picadora y recicladora Modelo 650	4	4	3	5	$4+4(1.5)+3(2)+5(1)=$ 21

De acuerdo a la tabla de decisión la más conveniente es la Trituradora Modelo f515 instalando 3 de unidades productivas para cubrir la demanda de los desechos orgánicos.

Conclusiones y recomendaciones

3.1.3. Conclusiones.

- La falta de información sobre la generación de residuos por parte de las empresas en el sector CIIU C10, creó la necesidad de definir una expresión matemática que describe la generación y el comportamiento de los residuos de las empresas.
- Calcular la huella de carbono de las empresas del sector CIIU C10 es de gran interés, ya que las empresas quieren conocer el impacto del cambio climático en todos los productos fabricados, aunque existen lagunas y omisiones notables en el tiempo que se tarda en evaluar todos sus impactos ambientales, debido a la falta de información necesaria para realizar los cálculos.
- Para este tipo de procesos es trascendental conocer la cantidad de residuos a compostar, es por ello que se estimó la inserción de una máquina trituradora con el propósito de picar todo aquel desecho orgánico de mayor grosor. No obstante, el nivel de triturado debe ser inspeccionado, porque a si existieran partículas inferiores a las esperadas podrían dar paso a la presencia de microbios y a su vez admiten la degradación inmediata.
- Cabe recalca que al considerar la implementación de la propuesta para la inserción de una planta de reciclaje orgánico, generará tazas de trabajo, por lo que se necesitará de una adecuada planeación para que el personal operativo a cargo de la planta procesadora ejecute las labores de forma adecuada desde el ingreso de la materia prima, procesamiento y almacenamiento del producto terminado.

3.1.4. Recomendaciones.

- Se recomienda a las autoridades competentes a hacerse cargo de los avances de la instalación de los proyectos que se requieren para administrar los desechos de las empresas del sector de elaboración de productos alimenticios.
- Para garantizar la adecuada operación de labores en la planta de residuos orgánicos, se recomienda elaborar un estudio minucioso de parámetros físicos, así como el impacto ambiental incluido las valoraciones cuantitativas y cualitativas para una planta de reciclaje orgánico, aplicando herramientas especiales que faciliten su realización, de modo que se convierta en base para el empleo en proyectos futuros.
- Se recomienda emplear planes para la propagación en industrias generadoras de desechos orgánicos dentro de sus procesos productivos, sobre el beneficio y aportes para el reciclaje de estos residuos, en virtud a que es permisible la participación para la disminución del impacto negativo que causan al no tener un tratamiento y colocarse junto a los desechos inorgánicos.
- Finalmente, se considera factible la implementación de la propuesta y la adquisición de maquinaria para ejecución de las actividades que soliciten un mayor esfuerzo y personal, de manera que facilite la labor, en virtud a que la cantidad que se va a compostar de forma mensual si es cuantioso.