



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA**

**CARRERA DE ECONOMÍA**

**Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista**

**Tema:**

---

**“Producción y generación de residuos sólidos del sector manufacturero del  
Ecuador”**

---

**Autora:** Alarcón Chano, Cecilia Selene

**Tutor:** Econ. Carrión Gavilanes, Ángel Geovanny

**Ambato – Ecuador**

**2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilanes con cédula de ciudadanía No. 1803701778, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: **“PRODUCCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DEL ECUADOR”**, desarrollado por Cecilia Selene Alarcón Chano, de la Carrera de Economía, modalidad presencial, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos, tanto técnicos como científicos y corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para presentación de Trabajos de Graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación de este ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, Febrero 2024

**TUTOR**



Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilanes

C.C. 1803701778

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Cecilia Selene Alarcón Chano con cédula de ciudadanía No. 1600722381, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“PRODUCCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DEL ECUADOR”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos, conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, Febrero 2024

**AUTORA**



Cecilia Selene Alarcón Chano

C.C. 1600722381

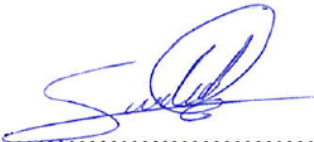
## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación, con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Febrero 2024

**AUTORA**



.....

**Cecilia Selene Alarcón Chano**

C.C. 1600722381

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el proyecto de investigación, sobre el tema: **“PRODUCCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DEL ECUADOR”**, elaborado por Cecilia Selene Alarcón Chano estudiante de la Carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero 2024



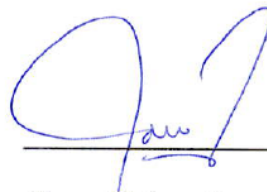
Dra. Tatiana Valle Ph. D.

**PRESIDENTE**



Ing. Darwin Aldás Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Econ. Nelson Lascano Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación lo dedico con todo mi amor y cariño a mis padres, Ángel Alarcón y María Chano, a mis queridos hermanos, Gloria, Álvaro, Joe y Joffre, por ser un pilar fundamental en mi vida, mi motor inagotable de apoyo, amor y aliento a lo largo de esta travesía académica.*

*A la memoria de mi amada abuela Lolita, cuyo amor, sabiduría y recuerdos perduran en cada página de este trabajo, su espíritu sigue guiando mi camino académico y personal.*

*A mi persona especial Heinz, por el apoyo constante, por ser mi fuente de alegría e inspiración y como no, a toda mi familia y amigos por sus palabras de afecto y por siempre creer en mí.*

*Este logro no solo es mío, sino también de cada uno de ustedes.*

*Con gratitud,*

***Cecilia Selene Alarcón Chano***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía constante y brindarme sabiduría e inteligencia para poder salir adelante ante cualquier obstáculo.*

*Desde lo más profundo de mi corazón le doy gracias infinitas a mis padres y hermanos por su amor incondicional, comprensión y apoyo constante. Su presencia y aliento fueron mi mayor fortaleza*

*Agradezco a mi tutor de tesis al Econ. Geovanny Carrión por su orientación, paciencia y apoyo a lo largo de este proceso para el éxito de este proyecto.*

*Al Dr. Marcelo Mantilla, cuyas valiosas aportaciones y sugerencias enriquecieron significativamente mi trabajo. Sus perspectivas y conocimientos han sido inspiradores y fundamentales para el desarrollo de esta investigación.*

*A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme una educación excepcional y oportunidades de crecimiento.*

*Un agradecimiento especial a mis amigos y compañeros de clase que, con su compañerismo y motivación, hicieron más llevadero este viaje académico, los llevaré siempre en mi corazón.*

*A todos ustedes, muchas gracias.*

***Cecilia Selene Alarcón Chano***

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>A. PÁGINAS PRELIMINARES</b>	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>B. CONTENIDOS</b>	
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación.....	3
1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica .....	3
1.2.2 Formulación del problema de investigación.....	7
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7



1.3.2	Objetivos específicos .....	7
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	.....	<b>8</b>
2.1	Revisión de literatura .....	8
2.1.1	Antecedentes investigativos.....	8
2.1.2	Fundamentos teóricos .....	11
2.2	Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación .....	23
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>24</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	.....	<b>24</b>
3.1	Recolección de la información .....	24
3.2	Tratamiento de la información .....	25
3.3	Operacionalización de las variables .....	33
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>37</b>
<b>RESULTADOS</b>	.....	<b>37</b>
4.1	Resultados y discusión .....	37
4.2	Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación	91
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>93</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>93</b>
5.1	Conclusiones .....	93
5.2	Limitaciones del estudio .....	94
5.3	Futuras temáticas de investigación.....	95
<b>C. MATERIAL DE REFERENCIA</b>		
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	96
ANEXOS	.....	111

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla No. 1</b> Cuadro comparativo entre la economía circular y lineal.....	18
<b>Tabla No. 2</b> Coeficiente de correlación de Spearman .....	30
<b>Tabla No. 3</b> Operacionalización de la Variable Dependiente: Residuos Sólidos .....	33
<b>Tabla No. 4</b> Operacionalización de la Variable Independiente: Producción manufacturera.....	36
<b>Tabla No. 5</b> Valor agregado Bruto según el tamaño de Empresa .....	39
<b>Tabla No. 6</b> Generación de residuos sólidos en el sector manufacturero del Ecuador ...	42
<b>Tabla No. 7</b> Residuos no peligrosos por tamaño de empresa .....	46
<b>Tabla No. 8</b> Generación de residuos especiales por tamaño de empresa.....	52
<b>Tabla No. 9</b> Residuos peligrosos generados por la industria manufacturera del Ecuador .....	57
<b>Tabla No. 10</b> Generación de residuos peligrosos, según el tamaño de la empresa.....	59
<b>Tabla No. 11</b> Prueba de normalidad de las variables de estudio.....	62
<b>Tabla No. 12</b> Correlación de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos .....	63
<b>Tabla No. 13</b> Independencia de los errores .....	68
<b>Tabla No. 14</b> No colinealidad .....	70
<b>Tabla No. 15</b> Estimación del modelo.....	71
<b>Tabla No. 16</b> Resumen del modelo .....	71
<b>Tabla No. 17</b> Independencia de los errores Independencia de los errores .....	74
<b>Tabla No. 18</b> No colinealidad .....	76
<b>Tabla No. 19</b> Estimación del modelo.....	77
<b>Tabla No. 20</b> Resumen del modelo .....	78
<b>Tabla No. 21</b> Independencia de los errores .....	80
<b>Tabla No. 22</b> No colinealidad .....	82
<b>Tabla No. 23</b> Estimación del modelo de Regresión lineal simple .....	83
<b>Tabla No. 24</b> Resumen del modelo .....	83
<b>Tabla No. 25</b> Independencia de los errores .....	86
<b>Tabla No. 26</b> No colinealidad .....	88

<b>Tabla No. 27</b> Estimación del modelo de Regresión lineal simple .....	88
<b>Tabla No. 28</b> Resumen del modelo .....	89
<b>Tabla No. 29</b> Cálculo del Rho de Spearman .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b> Tipos de recursos naturales.....	13
<b>Figura No. 2</b> La triangularidad de la sostenibilidad.....	14
<b>Figura No. 3</b> Objetivos de desarrollo sostenible .....	16
<b>Figura No. 4</b> Niveles de implementación de la economía circular .....	19
<b>Figura No. 5</b> Definición de Manufactura.....	20
<b>Figura No. 6</b> Industria manufacturera, según su tamaño y provincia sede .....	38
<b>Figura No. 7</b> Valor Agregado Bruto (VAB) según la provincia sede de la empresa.....	40
<b>Figura No. 8</b> Valor Agregado Bruto por la actividad económica principal de la empresa .....	41
<b>Figura No. 9</b> Generación de residuos no peligrosos del sector manufacturero del Ecuador .....	44
<b>Figura No. 10</b> Tipos de residuos no peligrosos generados por la industria manufacturera del Ecuador.....	45
<b>Figura No. 11</b> Residuos no peligrosos por provincia sede de la empresa.....	48
<b>Figura No. 12</b> Residuos no peligrosos según la actividad económica principal de la industria manufacturera.....	49
<b>Figura No. 13</b> Generación de residuos especiales por la industria manufacturera .....	50
<b>Figura No. 14</b> Residuos especiales generados por la industria manufacturera .....	51
<b>Figura No. 15</b> Generación de residuos especiales por provincia sede de la industria manufacturera.....	53
<b>Figura No. 16</b> Residuos especiales por actividad económica principal de la industria manufacturera del Ecuador .....	55
<b>Figura No. 17</b> Generación de residuos peligrosos por la industria manufacturera del Ecuador .....	56
<b>Figura No. 18</b> Residuos peligrosos según la provincia sede de la empresa.....	60
<b>Figura No. 19</b> Residuos peligrosos según la actividad económica principal de la industria manufacturera del Ecuador .....	61
<b>Figura No. 20</b> Grado de relación: Residuos sólidos y VAB .....	65
<b>Figura No. 21</b> Correlación Residuos sólidos y Valor Agregado Bruto .....	66

<b>Figura No. 22</b> Linealidad .....	67
<b>Figura No. 23</b> Homocedasticidad.....	69
<b>Figura No. 24</b> Normalidad .....	70
<b>Figura No. 25</b> Supuesto de linealidad .....	73
<b>Figura No. 26</b> Homocedasticidad.....	75
<b>Figura No. 27</b> Normalidad .....	76
<b>Figura No. 28</b> Linealidad .....	79
<b>Figura No. 29</b> Homocedasticidad.....	81
<b>Figura No. 30</b> Normalidad .....	81
<b>Figura No. 31</b> Linealidad .....	85
<b>Figura No. 32</b> Homocedasticidad.....	86
<b>Figura No. 33</b> Normalidad .....	87

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CONOTABILIDAD Y AUDITORÍA**  
**CARRERA DE ECONOMÍA**

**TEMA:** “PRODUCCIÓN Y GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DEL ECUADOR”

**AUTORA:** Cecilia Selene Alarcón Chano

**TUTOR:** Econ. Ángel Geovanny Carrión Gavilanes

**FECHA:** Febrero 2024

**RESUMEN EJECUTIVO**

El crecimiento constante de la población en los últimos años ha incrementado el consumo de bienes, provocando mayor producción por parte de la industria manufacturera y, como consecuencia, una mayor generación de desechos. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es analizar la generación de residuos sólidos en función de la producción manufacturera del Ecuador representada por el VALOR Agregado Bruto (VAB) en el año 2020. La investigación es documental, de enfoque cuantitativo con un nivel descriptivo, correlacional y explicativo, para el análisis se utilizó una ficha de registro de datos secundarios pertinente al cuestionario de la Encuesta Estructural Empresarial; recopilado y publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos. Entre los principales resultados, se evidencia que las empresas que conforman el grupo de “Grande Empresa” son las que aportan un mayor VAB y generan mayor cantidad de residuos sólidos: no peligrosos, especiales y peligrosos; posterior a ello, mediante el análisis del Rho de Spearman se obtuvo una correlación positiva considerable, es decir, a medida que aumenta la producción manufacturera, aumenta la generación de residuos sólidos. Se concluye, que el modelo general se encuentra explicado en un veinticuatro coma dos por ciento y que, por cien dólares de producción, se genera noventa y seis coma ocho kilogramos de residuos sólidos.

**PALABRAS DESCRIPTORAS:** INDUSTRIA, VAB, RESIDUOS, SOSTENIBILIDAD

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING**  
**ECONOMICS CAREER**

**TOPIC:** "PRODUCTION AND GENERATION OF SOLID WASTE IN THE MANUFACTURING SECTOR OF ECUADOR"

**AUTHOR:** Cecilia Selene Alarcón Chano

**TUTOR:** Econ. Ángel Geovanny Carrion Gavilanes

**DATE:** February 2024

**ABSTRACT**

The constant growth of the population in recent years has increased the consumption of goods, causing greater production by the manufacturing industry and, as a consequence, greater waste generation. Therefore, the objective of this research is to analyze the generation of solid waste as a function of Ecuador's manufacturing production represented by the Gross Value Added (GVA) in the year 2020. The research is documentary, quantitative approach with a descriptive, correlational and explanatory level, for the analysis was used a record card of secondary data relevant to the questionnaire of the Business Structural Survey; compiled and published by the National Institute of Statistics and Census. Among the main results, it is evident that the companies that make up the "Large Company" group are those that contribute the greatest GVA and generate the greatest amount of solid waste: non-hazardous, special and hazardous; after that, through the analysis of Spearman's Rho, a considerable positive correlation was obtained, that is, as manufacturing production increases, the generation of solid waste increases. It is concluded that the general model is explained by twenty-four point two percent and that, for every one hundred dollars of production, ninety-six point eight kilograms of solid waste are generated.

**DESCRIPTOR WORDS:** INDUSTRY, GVA, WASTE, SUSTAINABILITY

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

La contaminación ambiental generada por las industrias es un problema global de gran volumen que afecta a todos los países y regiones del mundo. Las industrias cumplen un papel fundamental en la economía mundial, pero también generan grandes cantidades de residuos sólidos (Villanueva-Jiménez et al., 2020), que se convierte en una preocupación desafiante para la humanidad, puesto que, afecta la salud, los medios de subsistencia, la prosperidad y lo más importante el medio ambiente (Banco Mundial, 2018b; Lino et al., 2023). Entonces, es un problema que exige implementar medidas de sostenibilidad ambiental, con el fin de conservar el entorno y proteger a largo plazo la salud de la población.

En varias partes del mundo, la falta de cultura y educación ambiental hace que las personas e industrias no comprendan lo importante que es cuidar y preservar el medio ambiente (Gonzales Guzmán & Moreno Muro, 2022), por ende, el crecimiento acelerado de la población y los cambios en los hábitos de consumo en países en vías de desarrollo han aumentado la cantidad de desechos sólidos que se producen a diario (Farzadkia et al., 2021; Haripavan & Dey, 2023; Ministerio del Ambiente, 2021; Vidarte Rodríguez & Colmenares López, 2020). Según el informe del Banco Mundial del año 2018, para el año 2050 los residuos sólidos aumentarán un 70% a nivel global y se espera que los países con ingresos elevados produzcan más de un tercio (34%) del total de residuos en todo el planeta, en cambio, la región de Asia y el Pacífico casi una cuarta parte (23%) de la cantidad total (Arízaga-Gamboa et al., 2023; Banco Mundial, 2018a), por ello, es importante mejorar la gestión y reciclaje de la basura por parte de los gobiernos, industrias y sociedad en general (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2023).

De la misma manera, un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) llama a la actual contaminación por parte de desechos plásticos como una crisis global y manifiesta tomar medidas rápidas para abordar esta problemática



(ONU, 2021). Además, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2022) mencionó que el 15 % de los desechos plásticos se reciclan y el 40 % se eliminan como residuos, de estos, el 17% se quema, el 46 % se desecha en los vertederos y el 22% evade los sistemas de gestión, terminando en vertederos descontrolados o incinerados de manera inadecuada. Cabe indicar que el plástico es la parte más grande, más dañina y duradera de los desechos marinos, representando al menos el 85% del total de estos residuos (ONU, 2021).

América Latina afronta desafíos muy significativos, debido al consumo excesivo de aguas contaminadas, por la contaminación del aire, gestión inadecuada de los residuos sólidos de los hogares como los del sector salud e industrial (Moller, 2010), el manejo ineficiente de los residuos se convierte en un reto enorme para la sostenibilidad, puesto que, el 80% de la basura que contaminan los océanos provienen de envases de alimentos y bebidas (ONU, 2022). En Perú la generación de desechos es una situación preocupante, puesto que se producen anualmente más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos; haciendo referencia a unas 20 mil toneladas diarias o mil toneladas por hora y solo el 1.9 % de estos residuos se recicla (Velásquez Giersch et al., 2022), quiere decir, que la mayoría de los países de América Latina se encuentran lejos de cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados en la Agenda 2030.

En el caso de Ecuador el sector industrial manufacturero se considera muy importante para su desarrollo y crecimiento económico, ya que, va ganando espacio de participación dentro de la economía por su gran aportación al PIB nacional (Aldás Salazar et al., 2023). El sector manufacturero registró una participación promedio del 11,71% en relación con el PIB entre el 2016 y 2020 (Superintendencia de Bancos, 2022); sin embargo, sus diferentes actividades industriales provocan un aumento en la generación de residuos sólidos, emisiones de gases, energía eléctrica y aguas residuales, puesto que, no cuentan con una adecuada gestión ambiental encaminada al enfoque de economía circular. Por ejemplo, a diario en el país se genera 14.000 toneladas de basura, lo que equivale a más de 5 millones de toneladas al año, donde el 56% son desechos orgánicos y el 43.8% desechos inorgánicos (Ministerio del Ambiente, 2020).

La Encuesta Estructural de Empresas (ENESEM) del año 2020, arrojó que el 96.1% de las empresas manufactureras entre grandes y medianas generaron residuos sólidos no peligrosos: escombros de construcción, Orgánicos, Chatarra Liviana, Chatarra pesada, Otros residuos no peligrosos, de este grupo solo el 56,8 % conocen la cantidad generada, por el contrario, el 39,3 % no la conocen. Por otro lado, el 69,5% generaron desechos especiales y solo el 40,6 % tiene conocimiento de la cantidad producida; mientras que el 90 % de las industrias generaron desechos peligrosos, donde el 47,3% tiene conocimiento y el 42,7% no lo tiene (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2020).

Por lo tanto, la contaminación ambiental causada por los residuos sólidos generados por las industrias manufactureras es un problema crítico que requiere atención y acciones para mitigar este desafío, evidentemente los datos presentados revelan la magnitud del impacto negativo en el medio ambiente. Para ello, las industrias deben desarrollar estrategias efectivas para una buena gestión de desechos y políticas de sostenibilidad ambiental para abordar este problema, es decir, se debe dar soluciones que preserven el entorno y fomenten los objetivos de la economía circular, de esta manera contribuir al cumplimiento de los ODS.

## **1.2 Justificación**

### ***1.2.1 Justificación teórica, metodológica (viabilidad) y práctica***

La contaminación del medio ambiente por los residuos sólidos se ha convertido en una preocupación ambiental. El crecimiento desenfrenado de la población, el desarrollo ineficaz de las industrias y el aumento del consumo han generado una producción masiva de desechos, muchos de los cuales son de naturaleza no biodegradable y persisten en el entorno durante décadas o incluso siglos (Marchan-Solier et al., 2021). Estos desechos pueden liberar sustancias químicas peligrosas y contaminantes al medio ambiente, poniendo en riesgo la salud de los ecosistemas y de las personas que habitan en ellos (López Chavez & Purihuamán Leonardo, 2018). Es importante destacar que se debe al alto grado de contaminación de las industrias manufactureras por falta de regulaciones estrictas y controles adecuados.

Las industrias manufactureras cumplen un papel fundamental en el crecimiento económico de un país. Desde el punto de vista de Kaldor (1996) “a más de aumentar la tasa de crecimiento de la productividad del propio sector manufacturero, indirectamente tenderá a aumentar la tasa de crecimiento en otros sectores” (Ochoa-Jiménez et al., 2022, p. 7). En otras palabras, hace referencia la relevancia de la industria manufacturera en el crecimiento de la economía, exaltando que su dinamismo y crecimiento reflejan un incremento de la productividad y un estímulo para los otros sectores. Por lo tanto, la literatura económica sostiene que el sector manufacturero industrial es el principal motor del crecimiento en una economía (Zapata Chin et al., 2022); pese a que, generan un impacto ambiental negativo, ya que, requiere altas cantidades de recursos naturales para su funcionamiento (Larriva Carrasco et al., 2023), por consiguiente, las empresas deben mantener una gestión responsable de los residuos que generan en sus procesos de producción.

La gestión ambiental es primordial hoy en día, destinada a preservar y proteger el entorno natural en este mundo sometido a constantes cambios. En la opinión de Welfrod (1999) citado por Gerged et al. (2023), para llevar a cabo un cambio significativo, las industrias requieren un cambio idóneo en su actitud e implementar nuevas estrategias de gestión con el fin de cuidar el medio ambiente. De esta manera, luchar contra la degradación ambiental, hacer frente a los cambios climáticos y cumplir con los ODS (Lalawmpuii & Kumar Rai, 2023), en especial con el objetivo 12 en el que trata de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2018), de tal forma promover un desarrollo sostenible.

El Desarrollo Sostenible (DS) fue introducido por primera vez en 1987 en el informe de Brundtland de las Naciones Unidas, debido a la preocupación por la alta explotación de los recursos naturales (Guillén de Romero et al., 2020), por lo cual busca equilibrar el progreso económico, social y la protección del medio ambiente (Hugo Cárdenas et al., 2019; Sánchez-Ancochea, 2016; Silvestre & Țîrcă, 2019). El DS tiene una visión integral que aspira construir un mundo más equitativo, justo y saludable, donde se satisfagan las necesidades presentes sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones.

La generación de residuos sólidos es un desafío ambiental y económico que puede abordarse con eficacia a través de los principios de la economía circular. Por ello, ha comenzado a ser explorada en el ámbito empresarial como una alternativa atractiva y viable (Cerdá & Khalilova, 2016). El término economía circular fue utilizado por primera vez por Pierce y Turner en su investigación (1990), en el que enfatizaron la relación entre la economía y el medio ambiente, a partir del principio “everything is an input to everything else” (Rodríguez-Martín et al., 2020). Por lo general, busca mantener el valor de los productos y materiales por más tiempo, reducir los residuos al mínimo y conservar los recursos para su reutilización continua, incluso después de la vida útil de un producto, con el objetivo de seguir generando valor (García García, 2016). La EC es una alternativa a la Economía Lineal la cual se basa en un modelo básico de; tomar, hacer, desechar, más no en reutilizar, reciclar y reducir los residuos (Sariatli, 2017), por tal motivo, se ha impulsado la EC, buscando un uso más eficiente y sostenible de los recursos.

De igual forma, el metabolismo industrial describe la forma en que se lleva a cabo el intercambio de materiales, energía y recursos en los sistemas de producción y consumo a nivel industrial. A finales de los años ochenta, se generaron debates en las Naciones Unidas y UNESCO llevando a autores como Robert Ayres y Udo Simonis a retomar la metáfora del metabolismo industrial y popularizarla (Carpintero & Naredo, 2005), la cual es utilizada para examinar la relación entre la sociedad y la naturaleza basándose en el estudio de la dinámica de entradas y salidas, es decir, el uso de recursos naturales y la generación de desechos (Flores et al., 2014). En tal sentido, este fomenta la circulación de materiales a través de los sistemas industriales con la intención de transformarlos y disponerlos como residuos (Torre-Marín et al., 2009), concluyendo que a medida que aumenta la producción para satisfacer la demanda, también se incrementa la extracción de recursos y por ende la generación de residuos sólidos.

Por tal razón, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente determinó en el año 1989 una estrategia de Producción Más Limpia (PML) para alcanzar la eficiencia y disminuir los riesgos ambientales (Ramos-Ramos et al., 2020), esta se aplica con el propósito de reducir la generación de residuos y minimizar los riesgos ambientales mediante la implementación de prácticas y tecnologías en los procesos de producción

industrial (Varela Rojas, 2003), aunque las empresas pueden implementar tecnologías más avanzadas para aumentar su productividad, no deben descuidar el impacto ambiental (Fajardo Fonseca, 2017). En pocas palabras, es una iniciativa que invita a las empresas a adaptar sus procesos de producción con el objetivo de proteger la salud y seguridad humana, a la vez que genera beneficios económicos y de productividad para la empresa.

El presente estudio de investigación tiene como objetivo analizar la producción y generación de residuos sólidos en el sector manufacturero del Ecuador para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible durante el año 2020. Los datos que se utilizó se obtuvieron de fuentes secundarias como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) pertinente al Módulo Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del 2020. Es importante recalcar que este trabajo forma parte del proyecto de investigación respaldado por la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) de la Universidad Técnica de Ambato bajo Resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0038-R titulado “Estrategias de sostenibilidad ambiental bajo principios de economía circular en la industria de manufactura del Ecuador. Un modelo de optimización”, el cual tiene como objetivo crear un modelo de optimización relacionado con las estrategias de sostenibilidad ambiental en la industria manufacturera bajo los principios de economía circular.

El desarrollo del proyecto siguió un proceso metodológico de forma ordenada y sistemática. En primer lugar, se identificó el comportamiento del Valor Agregado Bruto (Producción manufacturera) y la generación de residuos sólidos de la industria manufacturera del Ecuador, mediante estadística descriptiva utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Por consiguiente, se determinó la relación de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador, aplicando el Coeficiente de Spearman puesto que los datos de estudio no son normales. Finalmente, para evaluar el efecto de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos, se ejecutó un modelo econométrico de Regresión Lineal Simple en SPSS. De esta manera, se obtuvo una investigación con enfoque cuantitativo con nivel descriptivo, correlacional y explicativo; y de corte transversal.

La investigación se justifica por la necesidad de abordar el impacto ambiental y los desafíos relacionados con el medio ambiente. Esto para comprender a profundidad el comportamiento de la producción manufacturera y generación de los residuos sólidos en el Ecuador. Se encuentra dirigida a la industria manufacturera, puesto que, al tener claro la perspectiva de la contaminación ambiental, podrán identificar estrategias de sostenibilidad ambiental para un manejo eficiente de los recursos. De este modo, beneficiará a la sociedad en general, contribuyendo con información para mitigar los problemas ambientales, en especial por la generación de residuos sólidos.

### ***1.2.2 Formulación del problema de investigación***

¿Cómo se relaciona la producción manufacturera con la generación de residuos sólidos en el Ecuador?

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Analizar la generación de residuos sólidos en función de la producción manufacturera del Ecuador

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Identificar el comportamiento de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador
- Establecer la relación de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador.
- Evaluar el efecto de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Revisión de literatura**

##### **2.1.1 Antecedentes investigativos**

Debido al crecimiento constante de la población en los últimos años se ha incrementado la demanda de bienes, lo que ha generado un aumento en la producción por parte de las industrias y, como consecuencia, una mayor generación de residuos (Mercado Mamani & Collazos Cabrera, 2022; Serna Mendoza & Serna Giraldo, 2022). Además, Agyeiwaah (2020) recalca que varias empresas industriales tienden a priorizar sus beneficios económicos y aceptación de la población, en lugar de enfocarse en su eficiencia ambiental y cuidado del entorno. En este sentido, en el estudio de Akinsola et al. (2022), los resultados indican que a medida que la urbanización e industrialización aumentan, también lo hace la degradación del medio ambiente.

El desarrollo industrial ha sido un tema central en la economía y la historia del mundo moderno. Según Bravo-Calle et al. (2021) en su investigación destacan que el desarrollo industrial es un elemento de gran relevancia en la sociedad, que ha ganado importancia en los últimos tiempos debido a los beneficios que proporciona a la población, aunque al mismo tiempo tiene un impacto negativo en el entorno al emitir sustancias contaminantes a la atmósfera, generar desechos y verter en ríos y océanos. En consecuencia, para evitar los peligros asociados con la contaminación industrial, es fundamental una estrategia que integre de manera efectiva el desarrollo sostenible (Suárez Tamayo & Molina Esquivel, 2014; Tröger et al., 2023) y se ajuste a los principios de la economía circular (Portilla Jiménez, 2022).

Da Costa Pimenta (2022) manifiesta en su estudio que la economía circular (EC) es un componente primordial del desarrollo sostenible y está estrechamente relacionada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así mismo representa una opción que no se limita solo a los países más avanzados y altamente industrializados, al contrario, es una opción válida para todos los países. Por esta razón, Acosta-Pérez et al. (2020) revelan en

su investigación que el modelo económico de la EC surge con la necesidad de abandonar el modelo lineal. De tal forma, que los resultados del estudio de Espinoza (2021) realizado en Panamá demuestran que la mejor opción para una economía es implementar una economía circular en la idea de completar el ciclo de vida de productos, servicios, residuos, materiales, agua y energía, en contraposición de un enfoque lineal, ya que este modelo ha demostrado ser básico e ineficiente causando severos impactos ambientales.

Las estadísticas del estudio ejecutado por Rodríguez Guerra & Baca-Cajas (2022) que se realizó a los países de Latinoamérica mostraron que los gobiernos locales no cumplen al 100% con las normativas de reciclaje, razón por la que, varios países no logran tener un manejo adecuado de los desechos. Por ejemplo, los resultados de Díaz & Espinoza (2020) en su investigación presentan que en Chile el 24,25% de los lugares potencialmente contaminados se originan a partir de la gestión inadecuada de los residuos especiales, por parte de las grandes industrias. Por lo tanto, es necesario que las empresas deban tener como prioridad política un manejo eficiente de los desechos (Cárdenas Astudillo et al., 2020; Huang et al., 2020).

Según Luna Velasco et al. (2019) en su investigación indican que la falta de recolección y disposición correcta de los residuos sólidos causan efecto en la salud y la calidad de vida de la población. Por esta razón, Magallanes Mayorga et al. (2021) mencionan que la comunidad al ver la limitación del servicio de reciclaje se ve forzada a realizar un uso inadecuado de los desechos provocando problemas a la salud como al medio ambiente. Para ello, un estudio realizado en Bogotá por Granados Santos et al. (2019) involucran cambiar los patrones de consumo y producción, ya que, el manejo adecuado de los desechos consentirá optimizar la materia prima, agregar un plus a los productos que serán desechados. Esto contribuirá a dar soluciones de sostenibilidad desde el punto de vista social, económico y ambiental.

Los resultados de la investigación de Cunya Flores & Barbarán Mozo (2021) presentan que el rápido crecimiento económico de las industrias y sus agentes contaminantes, son factores fuertes que con el pasar del tiempo han afectado al medio ambiente a nivel mundial. Para dar una solución imprescindible a este desafío se ha llevado a la concepción



de un desarrollo sostenible. En este contexto, Guillén de Romero et al. (2020) indican que concretar el crecimiento sostenible implica un proceso a mediano y largo plazo, teniendo en cuenta los intereses y aspiraciones de la mayoría de la sociedad, por lo tanto, enfoca sus objetivos en la protección de los recursos eficientes.

Para Lovato Torres et al. (2019) el rol de la industria manufacturera en una economía evoluciona con el tiempo y varía según la etapa de desarrollo económico que atraviesa un país. Por lo antes dicho, según el estudio previo de Mejía-Reyes et al. (2023) el sector manufacturero es considerado como un motor en la economía ecuatoriana, ya que demuestran la incidencia positiva y significativa de este sector sobre el Producto Interno Bruto; lo cual, respalda y valida la primera ley de Kaldor que se fundamenta en que el crecimiento de un país está impulsado especialmente por el sector manufacturero y tiende a impulsar la productividad en los otros sectores económicos (Ochoa-Jiménez et al., 2022; Paulette Zapata Chin et al., 2022). Para Villanueva-Jiménez et al., (2020) el sector manufacturero tiene la capacidad de generar empleo, fomentar la innovación y desarrollo tecnológico, así como diversificar la economía de un país. En el mismo contexto, Zapata Chin et al. (2022) revelan que dicho sector proporciona una amplia gama de bienes y servicios que benefician a la sociedad, lo que convierte en un pilar fundamental para el desarrollo y la prosperidad de una nación.

Aldás Salazar et al. (2023) en su investigación sobre el crecimiento económico y la gestión ambiental en las industrias de manufactura del Ecuador. Estrategias hacia un modelo de Economía circular, examinó la diferencia que existe entre el crecimiento económico y la gestión ambiental, así como su grado de correlación en las industrias manufactureras para lo cual utilizaron la prueba R de Pearson, donde, los resultados de su estudio arrojaron que la producción manufacturera (VAB) tiene un alto grado de correlación de 78,9% con la generación de residuos sólidos, esto quiere decir, a medida que aumenta el desarrollo económico, también aumenta la generación de desechos; cabe destacar, que estos datos se encuentran apoyados por la investigación de Ibijés-Villacís et al. (2023). Por otro lado, López-Aguirre et al. (2020) alude concienciar al sector manufacturero para mitigar los impactos ambientales que están produciendo en la actualidad y en el futuro.

Ecuador es un país pequeño que genera gran cantidad de residuos sólidos. Conforme a este panorama, el trabajo de Solíz Torres et al. (2020) muestra que el país genera alrededor de 13.400 toneladas diarias de residuos sólidos con una producción promedio nacional de 0.6 kg por persona al día, en consecuencia, del total de los residuos sólidos, el 44% son depositados en rellenos sanitarios, el 34 % en vertederos controlados y el 22% en ríos y quebradas; sin embargo, menciona que el 37% del total de residuos sólidos tienen un manejo adecuado tanto en reciclaje como compostaje y el restante 96.3% en promedio son enterrados o a su vez son enviadas a plantas de procesamiento.

Un estudio realizado por López-Aguirre et al. (2020) en la ciudad de Riobamba arroja que la producción de residuos sólidos ha experimentado un constante aumento, y aproximadamente el 35% del total de estos residuos se componen de materia inorgánica, entre los cuales el plástico representa alrededor del 11%, este incremento se atribuye en gran medida por los desechos que generan las industrias, así como la falta de conciencia y responsabilidad de la población. De la misma forma, los resultados de una investigación en Babahoyo realizada por Magallanes Mayorga et al. (2021) evidencian que no todas las personas son conscientes de la gravedad de la contaminación y sus repercusiones a largo plazo que afectaría a las futuras generaciones.

Los antecedentes presentados no solo contribuyen a una comprensión más profunda de la relación entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos, sino que también establecen una base sólida para investigaciones posteriores, enriqueciendo así la discusión y el análisis en este dominio de la economía y el medio ambiente. En ese sentido, el sector manufacturero debe establecer estrategias que promuevan los objetivos de desarrollo sostenible que fueron planteados en la Agenda 2030 para el bienestar de la población y la preservación del entorno natural.

### ***2.1.2 Fundamentos teóricos***

#### **Medio ambiente**

El medio ambiente está experimentando cambios drásticos y sin precedentes, tales como el calentamiento global, la escasez del agua, extinción de especies, entre otros, estos son algunos efectos que presentan alteraciones significativas en la naturaleza (Carabias et al.,

2009; Mannion, 2014). Para Baca Urbina et al. (2015) el medio ambiente es el entorno que rodea a todos los seres vivos, incluyendo la tierra, el agua, el aire, los ecosistemas y los organismos que lo habitan; por otro lado, el Observatorio Económico Latinoamericano (OBELA, 2018) citado por London (2018) especifica al medio ambiente como la fuente de origen de todos los recursos que son aprovechados por los seres humanos; sin embargo, el crecimiento de la población y el aumento de la actividad económica en los países altamente industrializados han tenido un impacto negativo en el entorno natural que rodea a los individuos, causando daños al medio ambiente (Estenssoro & Devés, 2013).

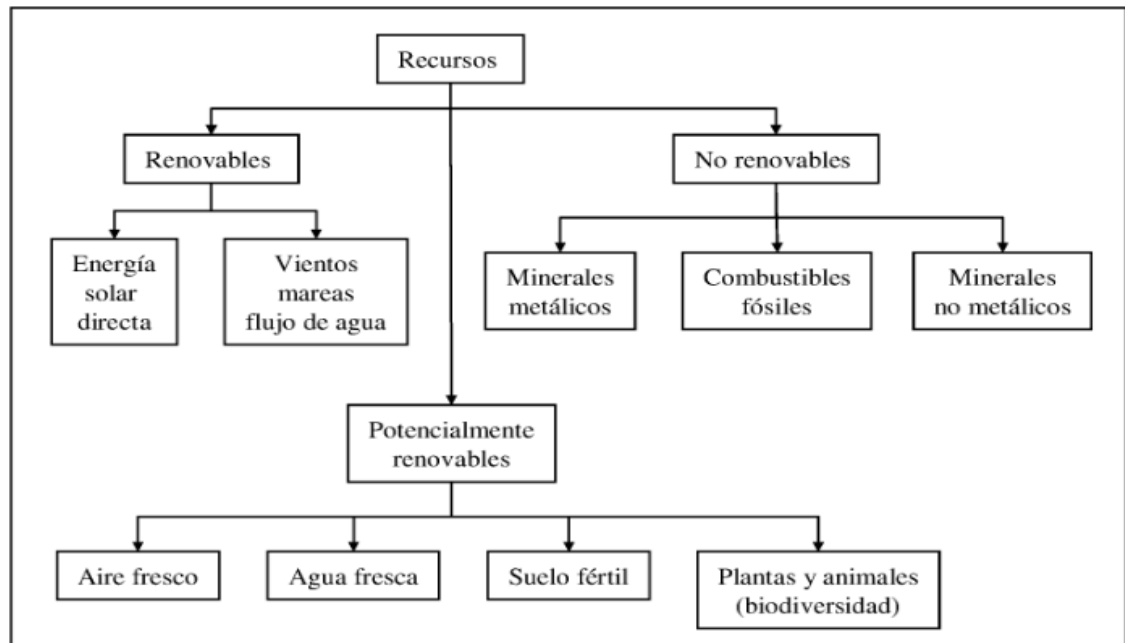
### **Recursos naturales**

Según Anzil (2006) citado por Orellana Salas & Lalvay Portilla (2018) los recursos naturales forman parte de la naturaleza y, como tal, el ser humano dispone de estos con el objetivo de satisfacer sus diversas necesidades, esto implica que el hombre puede aprovechar y utilizar los recursos de la naturaleza para obtener beneficios que van desde la obtención de alimentos hasta la generación de energía. Los recursos naturales (ver figura 1) incluyen recursos renovables como; la luz solar, el viento y el agua, puesto que se regeneran con el tiempo, y recursos no renovables, como; los minerales y los combustibles fósiles, que son limitados y se agotan con su uso (Kanazawa, 2021).

Entonces, se dice que los recursos naturales son importantes para la subsistencia y el bienestar de la humanidad; sin embargo, cuando estos recursos son explotados y utilizados para satisfacer las necesidades, es común que se genere residuos sólidos como resultado de la producción industrial, el consumo y la disposición de productos, causando problemas de contaminación y degradación ambiental (Ramos, 1998; Rees, 1990). En tal sentido, la conservación de los recursos naturales depende únicamente de los seres humanos que lo rodean, por lo que es fundamental crear modelos de desarrollo sostenibles con la finalidad de utilizar estos recursos de una manera responsable y poder garantizar a las futuras generaciones.

**Figura 1**

*Tipos de recursos naturales*



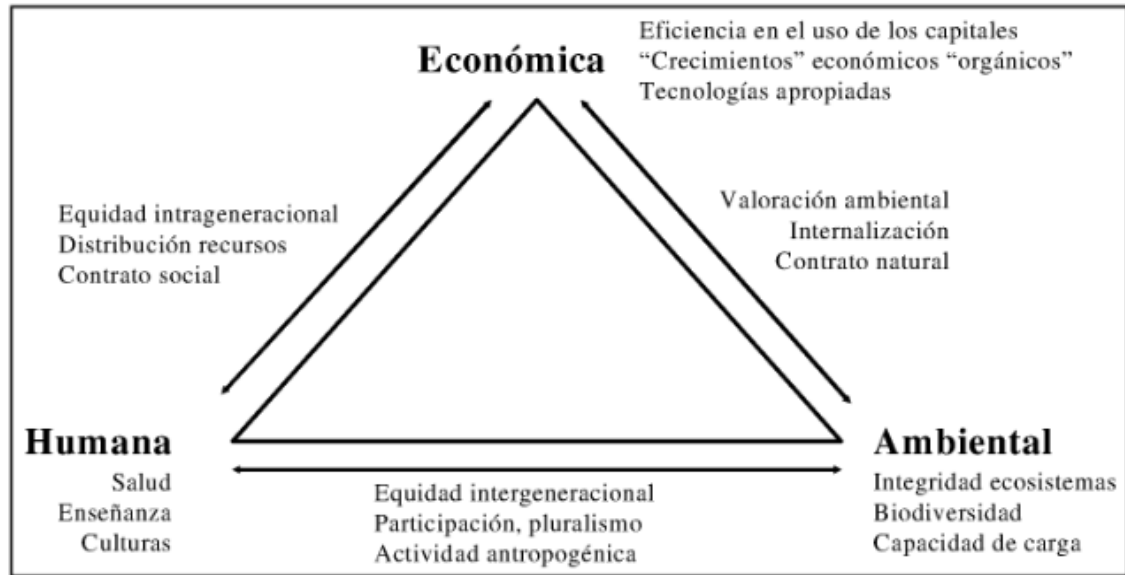
*Nota:* Clasificación de los recursos naturales. Fuente: Xercavins et al. (2005).

## **Sostenibilidad**

La sostenibilidad es un principio fundamental que guía nuestras acciones en un mundo de constantes cambios, por esta razón, ha cobrado relevancia debido al reconocimiento de que las acciones humanas causan impactos severos en el entorno natural, planteando amenazas para las futuras generaciones (Halliday & Atkins, 2016). En la opinión de Vargas (2016) citado por (Orellana Salas & Lalvay Portilla, 2018) la sostenibilidad desempeña un papel primordial al garantizar que nuestras acciones no amenacen ni dañen el medio ambiente ni los recursos que lo componen, por lo tanto, su finalidad es preservar el entorno y asegurar que sus recursos no se agoten o se vean comprometidos (Komiya & Takeuchi, 2006). Por ello, es importante mencionar que la sostenibilidad implica ser ambiental, social y económico, todo en conjunto tal y como lo muestra la figura 2.

**Figura 2**

*La triangularidad de la sostenibilidad*



*Nota:* Definición de sostenibilidad basada en criterios: social, ambiental y económico.

Fuente: Xercavins et al. (2005).

### **Desarrollo Sostenible**

El concepto de Desarrollo Sostenible surge por primera vez en 1987 en el Informe Brundtland, también conocido como el informe "Nuestro Futuro Común" debido a la preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad a largo plazo (Gómez López, 2020). El Desarrollo Sostenible busca equilibrar el progreso económico, la equidad social y la preservación ambiental para las generaciones presentes y futuras, para ello, busca implementar prácticas responsables en sectores como la energía, agricultura, industria y la gestión de residuos, con el fin de mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente y promover la inclusión social (Serna Mendoza, 2016b). De la misma forma, fomenta la innovación y la eficiencia para poder abordar desafíos críticos como el cambio climático, pérdida de biodiversidad y la pobreza (Serna Mendoza, 2016a). El Desarrollo Sostenible está basado en tres pilares primordiales:

- Economía
- Medio ambiente
- Social

Por lo tanto, el desarrollo sostenible es un desafío que requiere cooperación de los sectores de la sociedad, como los gobiernos, empresas y ciudadanos, para trabajar por un futuro más sostenible.

### *Informe Brundtland*

Es un informe elaborado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el desarrollo de las Naciones Unidas, presidida por la doctora Gro Harlem Brundtland firmado en Oslo el 20 de marzo de 1987, el cual define al Desarrollo Sostenible como “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Xercavins et al., 2005, p.76). De este modo, el informe desempeñó un papel importante en la promoción y popularización del concepto de Desarrollo Sostenible a nivel mundial.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron adoptados en septiembre del 2015 por las Naciones Unidas con la finalidad de abordar una amplia gama de desafíos mundiales, desde la erradicación de la pobreza y el hambre hasta la igualdad de género, la acción climática y la preservación de la biodiversidad (Pérez Martell, 2019). Los ODS son 17 objetivos globales que forman parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual ha sido diseñada para lograr alcanzar los objetivos planteados dentro de 6 años y de tal forma, promover un desarrollo equitativo, inclusivo y sostenible en todo el mundo (CEPAL, 2018). Los ODS como se ilustran en la figura 3, fueron diseñados para ser aplicados en todos los países del mundo, independientemente del nivel de desarrollo de cada país.

**Figura 3**

*Objetivos de Desarrollo Sostenible*



*Nota:* ODS presentados por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Fuente: Arnedo Lasheras et al. (2020).

**Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y Consumo responsable**

El objetivo 12 se encuentra relacionado directamente con las industrias, por tal motivo, busca abordar el desafío de la sobreexplotación de los recursos naturales y la generación de residuos, promoviendo prácticas sostenibles tanto en la en producción como en el consumo, es decir, trata de hacer las cosas de una manera más inteligente y razonable (Saldívar Campos, 2018). En este sentido, el ODS 12 estimula a las industrias y a los individuos a reducir su huella ecológica, minimizar el uso de recursos naturales, y de esta manera fomentar la eficiencia en el uso de energía y materiales, adoptando prácticas responsables en la cadena de suministro (CEPAL, 2018).

## **Metabolismo industrial**

A finales de los años ochenta, se generaron debates en las Naciones Unidas y UNESCO llevando a autores como Robert Ayres y Udo Simonis a retomar la metáfora del metabolismo industrial y popularizarla (Carpintero & Naredo, 2005). Para Ayres (1994), el metabolismo industrial fomenta el flujo de materiales a lo largo de los sistemas de producción industrial, donde son procesados y, finalmente, eliminados como desechos (Bolaños Vidal, 2020; Gomez et al., 2015; Muñoz-Farfán et al., 2022), por lo tanto, es utilizada para examinar la relación entre la sociedad y la naturaleza basándose en el estudio de la dinámica de entradas y salidas, es decir, el uso de recursos naturales y la generación de residuos. (Flores et al., 2014). Este, enriqueció al concepto de ecología industrial que fue introducida en 1989 por Robert Frosch y Nicholas E. Gallopoulos en el artículo “Estrategia Industrial y Ecología Industrial”, la cual representa a un cambio de mentalidad y acción que nos guía hacia la meta del desarrollo sostenible (Carrillo González, 2009; Torre-Marín et al., 2009), de esta manera buscar un equilibrio entre la industria y la naturaleza.

## **Economía circular**

El término economía circular fue utilizado por primera vez por los economistas ambientales Pierce y Turner en su investigación (1990), en el que enfatizaron la relación entre la economía y el medio ambiente, a partir del principio “everything is an input to everything else” (Rodríguez-Martín et al., 2020). Este modelo, busca mantener el valor de los productos y materiales por más tiempo, reducir los residuos al mínimo y conservar los recursos para su reutilización continua, incluso después de la vida útil de un producto, con el objetivo de seguir generando valor (García García, 2016), por tal motivo, la Fundación Ellen MacArthur ha impulsado la EC, buscando un uso más eficiente y sostenible de los recursos (Durán Romero, 2019).



La economía circular surge como una alternativa para reemplazar el modelo lineal que se destaca por extraer de manera intensiva los recursos naturales, causando graves problemas ambientales debido a la gestión inapropiada de dichos recursos (Vargas Vallejos et al.,



2022), por ende, se basa en un modelo básico de extraer, usar y tirar (Arnedo Lasheras et al., 2020); mientras que, la economía circular se ajusta a un modelo de reutilizar, reciclar y reducir los residuos, en otras palabras, la EC busca que los productos estén constantemente siendo reutilizados, para extender su vida útil y contribuir a la creación de nuevos productos (Belda Hériz, 2018), siguiendo la representación visual de la tabla 1.

**Tabla 1**

*Cuadro comparativo entre la economía circular y lineal*

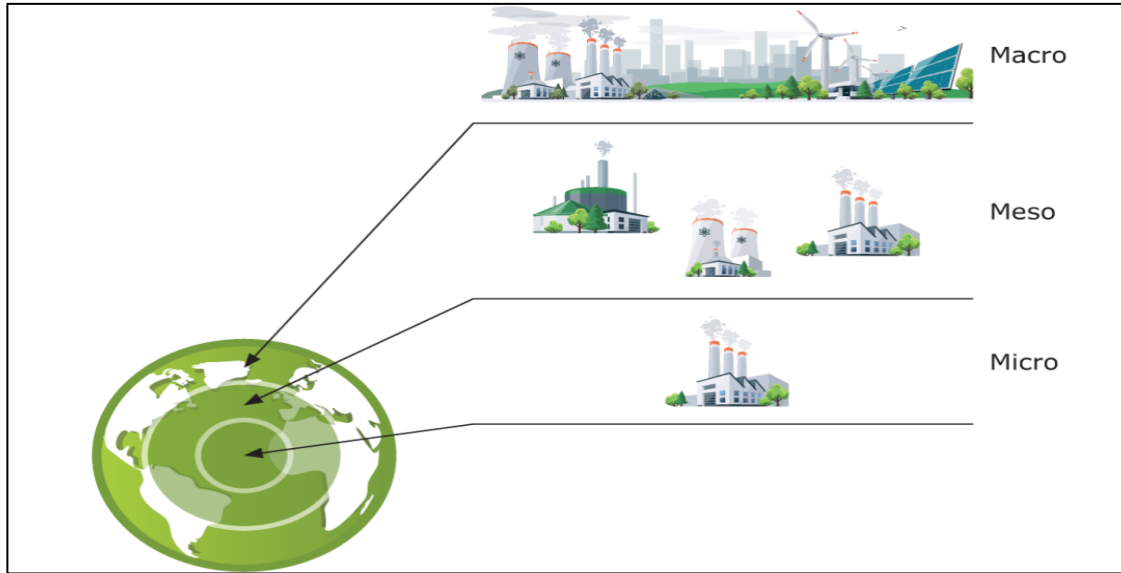
<b>Economía Circular</b>	<b>Economía Lineal</b>
<p data-bbox="311 768 792 856">Esquema de la economía circular en cuatro pasos</p> 	<p data-bbox="852 768 1421 802">Esquema de la economía lineal en tres pasos</p> 

*Nota:* Diferencia entre dos enfoques económicos. Fuente: Vargas Vallejos et al. (2022).

De este modo, el enfoque de la economía circular se centra en evitar el agotamiento de los recursos naturales, fomentar la eficiencia en el uso de la energía y los materiales, de tal forma, que se promueva el desarrollo sostenible mediante su aplicación en tres niveles: a nivel micro, las empresas y la sociedad en general deben ser más conscientes de como producen y consumen; a nivel meso, los distintos actores económicos (grupos de empresas) tienen que colaborar y compartir recursos de una forma más eficiente; y a nivel macro, las ciudades, provincias y gobiernos contribuyen para establecer sistemas que reduzcan al mínimo la pérdida de recursos y de esa forma prolongar la utilidad de los materiales, agua y energía (Arnedo Lasheras et al., 2020), de acuerdo con lo que presenta la figura 4.

## Figura 4

### *Niveles de implementación de la economía circular*



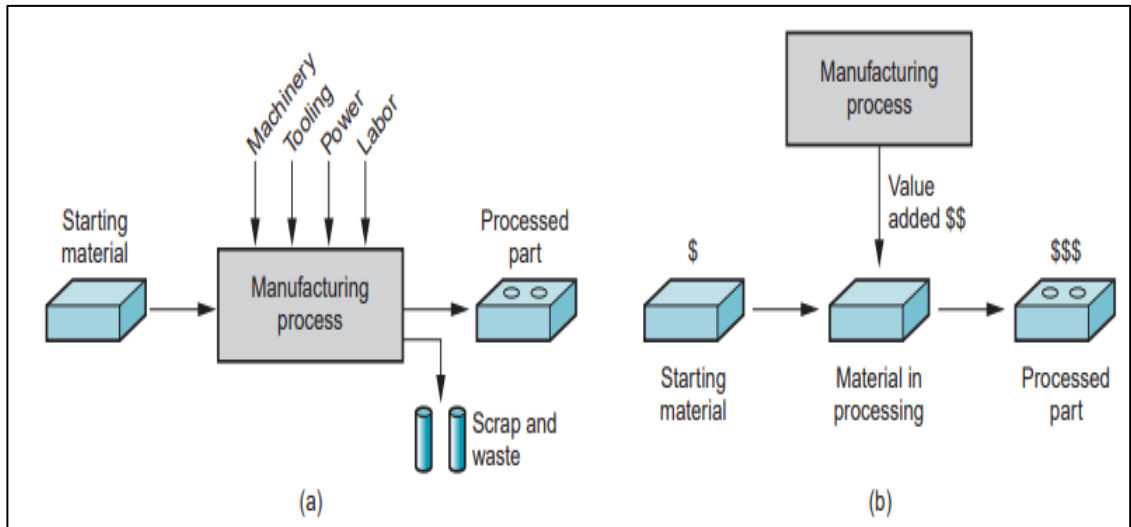
*Nota:* Etapas de aplicación de la EC: micro, meso y macro. Fuente: Arnedo Lasheras et al. (2020).

### **Industria Manufacturera**

En varios países del mundo, la industria manufacturera representa la actividad de producción material más significativa (Torres Pérez, 2013). A partir del siglo XIX la industria se consideró como el motor principal de una economía, puesto que era el sector que más aportaba al PIB y el que brindaba más empleo (Garrell & Guilera, 2019). La palabra manufactura tiene origen latino, manus (mano) y factus (hacer) y la combinación de estos dos significa “hecho a mano”, así mismo, puede definirse de dos formas: tecnológica ya que necesita máquinas, energía y mano de obra y económica puesto que, añade valor al material al modificar su forma o características (Groover, 2010), tal y como muestra la figura 5.

**Figura 5**

*Definición de Manufactura*



*Nota:* Dos formas de definir la manufactura: a) proceso tecnológico y b) proceso económico. Fuente: Groover (2010).

Los procesos observados en la figura 5 consiste en transformar materia prima en productos finales de mayor valor a través de una serie de operaciones de procesamiento y de esta manera satisfacer las necesidades de los individuos (Sánchez Juárez & Moreno Brid, 2016).

Por lo tanto, la literatura económica sostiene que el sector manufacturero industrial es el principal motor del crecimiento en una economía. Desde el punto de vista de Kaldor (1996) “a más de aumentar la tasa de crecimiento de la productividad del propio sector manufacturero, indirectamente tenderá a aumentar la tasa de crecimiento en otros sectores” (Ochoa-Jiménez et al., 2022, p. 7). Es decir, hace referencia la relevancia de la industria manufacturera en el crecimiento de la economía, exaltando que su dinamismo y crecimiento reflejan un incremento de la productividad y un estímulo para los otros sectores. Es importante recalcar que la industria manufacturera se divide en 24 subsectores o categorías según la Clasificación Nacional de Actividades CIIU 4.0, considerando una

de sus características fundamentales la diversidad de sus actividades, que abarca desde la elaboración de alimentos, hasta la elaboración de equipo eléctrico.

### **Valor Agregado Bruto (VAB)**

El Valor Agregado Bruto es un indicador macroeconómico de gran relevancia para evaluar la actividad económica, tanto en un sector específico como en la economía en su conjunto (Aldás Salazar et al., 2023). El Banco Mundial define al VAB como el valor que se añade durante el proceso de producción de bienes manufacturados, en otras palabras, es la diferencia entre el valor de la producción y el valor del consumo intermedio, de tal forma que se considera como una medida de la contribución al Producto Interno Bruto (PIB) hecha por una unidad tanto de producción, industria o sector (Brito-Gaona et al., 2019).

A través del Valor Agregado Bruto, se obtiene una visión detallada de la estructura económica y de la contribución de cada sector a la actividad económica global. La capacidad de comparar el VAB entre distintos sectores permite identificar patrones de eficiencia y productividad, facilitando análisis que ayudan a mejorar políticas económicas y estrategias empresariales (Brito-Gaona et al., 2019). En última instancia, el VAB sirve como herramienta valiosa para evaluar la salud económica de una entidad específica, así como para comprender la dinámica y la contribución relativa de diferentes sectores al desarrollo económico de una nación.

### **Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos se han convertido en un desafío mundial tanto económico como ambiental, ya que, ejercen un impacto directo sobre la calidad del suelo, aire y agua (Venegas Sahagún, 2022). Como sostiene Sbarato (2009) los residuos sólidos son aquellos materiales, productos o subproducto que son desechados y tienen potencial para ser reutilizado o sometidos a procesos de tratamiento y disposición final. Por esta razón, la cantidad y composición generados varían ampliamente según factores como el crecimiento poblacional, los patrones de consumo y la industrialización (INEC, 2022; Medina Bermúdez, 1999), de esta manera la comprensión de los factores que influyen en

la generación de residuos sólidos y la adopción de estrategias efectivas para su reducción y manejo adecuado son cuestiones fundamentales en la promoción de la sostenibilidad y la transición hacia una economía circular. Se pueden clasificar según su origen, gestión y peligrosidad (Rodríguez Sánchez, 2022). De acuerdo con el INEC, (2020) en la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM) del 2020, los residuos sólidos derivados de la industria manufacturera se clasifican de la siguiente manera: Residuos no peligrosos, Residuos especiales y Residuos peligrosos.

### *Residuos no peligrosos*

Los residuos no peligrosos son materiales o sustancias sin riesgo, es decir, no presentan alta peligrosidad, además, son generados por diversas actividades entre ellas industriales y pueden ser reciclados o reutilizados para crear nuevos productos con un valor económico agregado (Barrera Trujillo, 2014; INEC, 2020).

Ejemplos:

- Orgánicos
- Chatarra liviana
- Plástico
- Papel
- Cartón
- Madera
- Otros residuos no peligrosos

### *Residuos Especiales*

Los residuos especiales, aunque no son tan peligrosos, pueden afectar la salud humana y al medio ambiente debido a su alta generación y lenta descomposición (INEC, 2020).

Ejemplos:

- Neumáticos usados
- Envases vacíos de agroquímicos con triple lavado
- Equipos eléctricos y electrónicos en desuso
- Otros desechos especiales

### *Residuos Peligrosos*

Los residuos peligrosos son generados por diferentes actividades industriales o comerciales que contienen sustancias químicas peligrosas como toxinas, inflamables, entre otras, lo cual representa un riesgo para el entorno natural y la salud de las personas (Barrera Trujillo, 2014; INEC, 2020).

Ejemplos:

- Baterías usadas plomo-ácido
- Filtros usados de aceite mineral
- Cartuchos de impresión de tinta
- Chatarra contaminada
- Envases contaminados
- Equipo de protección personal contaminado
- Otros desechos peligrosos

## **2.2 Hipótesis (opcional) y/o preguntas de investigación**

La producción manufacturera se relaciona significativamente con la generación de residuos sólidos en el Ecuador.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Recolección de la información**

#### ***Población***

La población se refiere al conjunto finito o infinito de los elementos o individuos que comparten características específicas y son objeto de estudio (Arias, 2012). Según Arias Gómez et al. (2016) es importante que la población o universo se defina desde los objetivos del estudio y puede ser en términos ambientales, sociales, económicos, etc, permitiendo así una delimitación precisa. En este sentido, la población del presente estudio de investigación son 703 industrias manufactureras del Ecuador entre medianas y grandes empresas, estas se encuentran clasificadas de acuerdo su actividad económica, provincia y tamaño empresarial, las mismas que integran la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), correspondiente al módulo ambiental ENESEM (Encuesta Estructural Empresarial) del año 2020.

#### ***Muestra***

La muestra representa una porción selecta y representativa de la población total, de la cual se obtiene información esencial para llevar a cabo conclusiones o generalizar los resultados de la población con un margen de error predefinido (Arias, 2012). Para seleccionar la muestra, se utiliza métodos de muestreo que se adapten al tipo de investigación o preferencias del investigador (Bernal, 2010; Cruz del Castillo et al., 2014). En este estudio no se estimó una muestra, ya que se basó en una base de datos establecida por el INEC, por ende, se trabajó considerando a toda la población pertinente a la Encuesta Estructural Empresarial del 2020.

### ***Fuentes secundarias***

Las fuentes secundarias brindan información que ha sido recopilada, interpretada y analizada previamente por otros investigadores o entidades (Martínez Ruiz, 2012). Dentro de las fuentes secundarias se encuentran; compilaciones, listados de referencia, enciclopedias, diccionarios, resúmenes, etc (Cruz del Castillo et al., 2014). Para el desarrollo del estudio se utilizó datos de fuentes secundarias, en este caso se adquirió información de la base de datos del INEC correspondiente al módulo ambiental ENESEM (Encuesta Estructural Empresarial) del año 2020.

### ***Técnicas***

Las técnicas de investigación se entienden como el procedimiento o método específico para recolectar, analizar y comprender los datos (Arias, 2012) , de este modo, la elección de la técnica depende de la naturaleza de la investigación, sus objetivos y la información requerida por el investigador (Bernal, 2010). Por ello, la presente investigación utilizó la técnica de análisis documental con la finalidad de extraer información relevante y dar respuestas a preguntas planteadas en el estudio.

### ***Instrumentos***

Los instrumentos son herramientas importantes que se utilizan en el campo de la investigación para recopilar datos y obtener información relevante, es así como su elección debe ser cuidadosa y adecuada, ya que, influye directamente en la validez y confiabilidad de los resultados (Arias, 2012). Por lo tanto, el instrumento que se aplicó en el estudio es la ficha de registro de datos secundarios pertinente al cuestionario de la Encuesta Estructural Empresarial del 2020 recopilado y publicado por el INEC.

## **3.2 Tratamiento de la información**

La presente investigación siguió un enfoque cuantitativo: descriptivo, correlacional y explicativo. En primer lugar, la investigación adoptó un nivel descriptivo, donde se identificó el comportamiento de la producción y la generación de residuos sólidos,



mediante estadística descriptiva, empleando medidas de tendencia central, en el nivel correlacional se estableció la relación entre ambas variables y finalmente en el nivel explicativo se evaluó el efecto entre la producción y la generación de residuos sólidos por medio de un modelo de regresión simple.

La información recolectada de la fuente secundaria como la ficha de registro de datos secundarios pertinente al cuestionario de la Encuesta Estructural Empresarial del 2020 recopilado y publicado por el INEC, fue necesario realizar una depuración profunda de la base de datos ya que presentó problemas de datos perdidos, falta de información y poco entendimiento; de esta manera, se pudo deducir información accesible que vaya acorde al estudio de investigación y poder evitar resultados errados. Por otro lado, antes de empezar con los procesos para el cumplimiento de los objetivos, se requirió realizar la prueba de normalidad a las variables de estudio, para determinar si los datos tienen o no una distribución normal y de tal forma ejecutar las pruebas pertinentes (paramétricas / no paramétricas) para cumplir con los objetivos del estudio.

### **Estudio descriptivo**

La investigación inició con un nivel descriptivo, con la finalidad de describir el comportamiento de la producción y la generación de residuos sólidos del sector manufacturero del Ecuador. En primera instancia se depuró y filtró la información necesaria para llevar a cabo la investigación; en este proceso se determinó diferentes tipos de residuos sólidos medidos en kilogramos y toneladas, para un mejor entendimiento e interpretación de los datos se clasificó en tres grupos: residuos no peligrosos, especiales y peligroso, los mismos que fueron transformados a una sola unidad de medida en este caso los residuos que estaban en toneladas se pasó a kg. Una vez depurada y filtrada la base de datos se procedió a aplicar estadística descriptiva en el software estadístico SPSS versión 25 (Statistical Package for the Social Sciences), para ello, se utilizó medidas de tendencia central como la media, mediana, así como medidas de dispersión, una de ellas la desviación estándar, presentando resultados descriptivos claros y concisos por medio de gráficos y tablas.

### *Media*

La media aritmética es el promedio de un conjunto de datos, este se calcula sumando todos los valores de las observaciones y se divide para el número total de observaciones (Llinás Solano & Rojas Álvarez, 2017; Posada Hernández, 2016).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [1]$$

Donde:

$x_i$ : Observaciones distintas

$n$  : Número total de observaciones

### *Mediana*

La mediana es el valor que se encuentra en la posición central de un conjunto de datos, para calcular la mediana es necesario clasificar de forma descendente o ascendente los datos y este dependerá si los datos son número impar o par (Llinás Solano & Rojas Álvarez, 2017; Posada Hernández, 2016).

$$Me = li \pm \frac{\frac{n-F_{i-1}}{2}}{f_i} \times Ai \quad [2]$$

Donde:

Li: Límite inferior del intervalo en el cual se encuentra la mediana.

n= número total de datos

fi: La frecuencia absoluta del intervalo en el que se encuentra la mediana.

F1-1: La frecuencia acumulada del intervalo anterior en el que se encuentra la moda.

$A_i$ : Amplitud del intervalo en el que se encuentra la mediana.

### *Moda*

La moda es el número que presenta la mayor frecuencia entre todos los datos; es decir existe una moda si hay un valor que se repite más que los demás y existe más de una moda, si hay varios valores que se repiten con mayor frecuencia; en este caso se escoge la moda menor (Llinás Solano & Rojas Álvarez, 2017; Posada Hernández, 2016).

$$Mo = L1 \pm \frac{f_i - f_{i-1}}{f_i - f_{i-1} + f_i - f_{i+1}} \times A_i \quad [3]$$

Donde:

$L_i$ : Límite inferior del intervalo donde se encuentra la moda.

$f_i$ : La frecuencia absoluta del intervalo donde se encuentra la moda.

$f_{i-1}$ : La frecuencia absoluta del intervalo anterior donde se encuentra la moda.

$f_{i+1}$ : La frecuencia absoluta del intervalo posterior donde se encuentra la moda

$A_i$ : Amplitud del intervalo donde se encuentra la moda

### *Rango*

El rango es la medida más de variación más simple, es la diferencia de un conjunto de datos entre el valor máximo y el valor mínimo, por lo tanto, para calcular se resta el valor más alto menos el valor menor (Capa Benítez et al., 2017).

$$R = \text{Máx} - \text{Mín} \quad [4]$$

Donde:

Max: Valor máximo de la población

Mín.: Valor mínimo de la población

### *Varianza*

La varianza mide la dispersión de los valores en relación con la media, esta se calcula tomando la diferencia entre cada valor y la media, esto elevado al cuadrado; y se divide para el total de observaciones (Capa Benítez et al., 2017).

$$\sigma^2 = \frac{\Sigma=(x_i-\bar{X})^2}{N} \quad [5]$$

Donde:

$x_i$ : Observación número  $i$  de la variable  $X$

$\bar{X}$ : Es la media de la variable

$N$ : Numero de observaciones

### *Desviación estándar o típica*

La desviación estándar es la raíz cuadrada positiva de la varianza, esta se calcula igual que la varianza, pero se saca la raíz cuadrada de su resultado (Capa Benítez et al., 2017).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma=(x_i-\bar{X})^2}{N}} \quad [6]$$

Donde:

$x_i$ : Observación número  $i$  de la variable  $X$

$\bar{X}$ : Es la media de la variable  $X$

$N$ : Numero de observaciones

## Estudio correlacional

En el estudio de investigación para establecer la relación de la producción manufacturera y generación de residuos sólidos en el Ecuador, se procedió a realizar la prueba de normalidad de la variable dependiente e independiente, para constatar si las variables tienen una distribución normal o no normal, por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov, dado que se trabajó con el total de la población (703 empresas), es decir más de 50 casos, bajo las siguientes consideraciones:

H<sub>0</sub>: Los datos son normales (p-value  $\geq 0,05$ )

H<sub>1</sub>: los datos no son normales (p-value  $\leq 0,05$ )

De esta manera, se comprobó que los datos de estudio presentan una distribución no normal, por lo tanto, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman para determinar la relación entre las variables del estudio. El coeficiente de correlación de Spearman se conoce también como rho de Spearman; es una prueba no paramétrica que se encarga de ver el grado de relación que existe entre dos variables. Los resultados de la correlación establecida pueden interpretarse con la ayuda de la tabla 2.

**Tabla 2**

*Coefficiente de correlación de Spearman*

Rango	Grado de Relación	
<b>-0.91 a -1.00</b>	Correlación negativa perfecta	
<b>-0.76 a -0.90</b>	Correlación negativa muy fuerte	
<b>-0.51 a -0.75</b>	Correlación negativa considerable	
<b>-0.11 a -0.50</b>	Correlación negativa media	
<b>-0.01 a -0.10</b>	Correlación negativa débil	
<b>0.00</b>	No existe correlación	
<b>+0.01 a +0.10</b>	Correlación positiva débil	

<b>+0.11 a +0.50</b>	Correlación positiva media	
<b>+0.51 a +0.75</b>	Correlación positiva considerable	
<b>+0.76 a +0.90</b>	Correlación positiva muy fuerte	
<b>+0.91 a +1.00</b>	Correlación positiva perfecta	

*Nota:* Grado de relación según el Rho de Spearman. Fuente: Elaboración propia basado en Mondragón Barrera (2014).

### **Estudio Explicativo**

Para evaluar el efecto de la producción y generación de residuos sólidos (no peligrosos, especiales y peligrosos), primeramente, se transformó los datos originales a logaritmo natural con el fin de ajustarlos, ya que se encuentran medidos en diferentes escalas, por ejemplo, la variable dependiente está en kilogramos (kg) y la independiente en dólares (\$), esto permitió realizar una comparación significativa. Posteriormente, se ejecutó un modelo econométrico de Regresión Lineal Simple siguiendo los siguientes pasos:

1. Seleccionar la variable dependiente
2. Seleccionar la variable independiente
3. Verificar los supuestos
  - Linealidad
  - Independencia de los errores
  - Homocedasticidad
  - Normalidad
  - No colinealidad
4. Interpretar el modelo
5. Bondad de ajuste del modelo

En la presente investigación la variable dependiente es la generación de residuos sólidos y la variable independiente es la producción manufacturera (VAB), de tal forma que la ecuación se representa de la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \mu \quad [7]$$

Donde:

Y= Generación de residuos sólidos

$\beta_0$  = Valor constante del modelo

$\beta_1$  = Variación que se produce en la variable dependiente por cada unidad de aumento en la variable independiente

X = Generación de residuos sólidos

### 3.3 Operacionalización de las variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de la Variable Dependiente: Generación de residuos sólidos*

Conceptualización	Categorías (dimensiones)	Indicadores	Ítems	Técnica/Instrumento
Los residuos sólidos son conocidos como “basura” que pueden ser de origen doméstico, comercial, industrial, de construcción, médico o agrícola, entre otros.	Residuos no Peligrosos	-Cantidad de empresas manufactureras que generaron residuos no peligrosos.	- ¿Cuál es la cantidad de empresas manufactureras que generaron residuos no peligrosos?	Análisis documental/ Ficha de registro para datos secundarios de la base de datos del INEC, del módulo ambiental ENESEM (2020).
		-Cantidad de empresas manufactureras que conocen la cantidad generada de residuos no peligrosos.	- ¿Cuál es la cantidad de empresas manufactureras que conocen la cantidad generada de residuos no peligrosos?	
		-Cantidad en kg de residuos no peligrosos que generó la industria manufacturera.	- ¿Cuál es la cantidad en kg de residuos no peligrosos	



---

que generó la industria  
manufacturera?

Residuos Especiales

-Cantidad de empresas  
manufactureras que  
generaron residuos  
especiales.

- ¿Cuál es la cantidad de  
empresas manufactureras  
que generaron residuos  
especiales?

-Cantidad de empresas  
manufactureras que  
conocen la cantidad  
generada de residuos  
especiales.

- ¿Cuál es la cantidad de  
empresas manufactureras  
que conocen la cantidad  
generada de residuos  
especiales?

-Cantidad en kg de residuos  
especiales que generó la  
industria manufacturera.

- ¿Cuál es la cantidad en kg  
de residuos especiales que  
generó la industria  
manufacturera?

---

---

Residuos Peligrosos	-Cantidad de empresas manufactureras que generaron residuos peligrosos.	- ¿Cuál es la cantidad de empresas manufactureras que generaron residuos peligrosos?
	-Cantidad de empresas manufactureras que conocen la cantidad generada de residuos peligrosos.	- ¿Cuál es la cantidad de empresas manufactureras que conocen la cantidad generada de residuos peligrosos?
	-Cantidad en kg de residuos peligrosos que generó la industria manufacturera	- ¿Cuál es la cantidad en kg de residuos peligrosos que generó la industria manufacturera?

---

*Nota:* Operacionalización de la variable dependiente: generación de residuos sólidos, que está conformado por residuos no peligrosos, especiales y peligrosos. Fuente: Elaboración propia basado en el módulo ENESEM 2020 publicado por el INEC (2020).

**Tabla 4***Operacionalización de la Variable Independiente: Producción manufacturera*

<b>Conceptualización</b>	<b>Categorías (dimensiones)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Teórico/Instrumento</b>
EL Valor Agregado Bruto es un indicador macroeconómico que mide la productividad y desempeño económico. Es la diferencia entre el valor de las ventas de los bienes producidos y el valor de los insumos utilizados para fabricar esos bienes.	VAB	Cantidad en dólares del VAB generado por las industrias manufactureras.	¿Cuál es la cantidad en dólares del VAB generado por las industrias manufactureras?	Estadística/Ficha de registro de datos estadísticos de la base de datos del INEC, del módulo ambiental ENESEM.

*Nota:* Operacionalización de la variable independiente: Producción manufacturera, que representa el Valor Agregado Bruto empresarial. Fuente: Elaboración propia basado en el módulo ENESEM 2020 publicado por el INEC (2020)

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Resultados y discusión**

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis y procesamiento de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondiente al módulo ambiental de la ENESEM (Encuesta Estructural Empresarial) del año 2020. Las variables de estudio se analizaron según el tamaño de empresa, provincia sede la empresa y por la actividad económica principal de la empresa manufacturera. La investigación se desarrolló con las 703 empresas de la industria manufacturera.

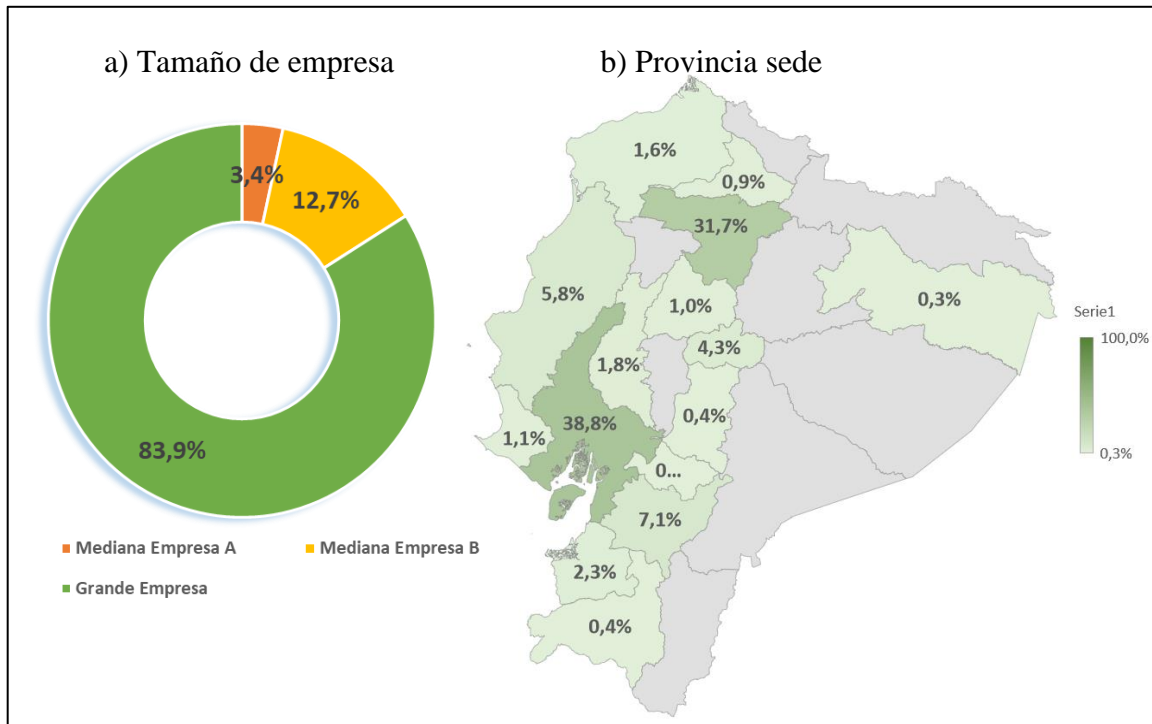
Para el cumplimiento del primer objetivo que es describir el comportamiento de la producción manufacturera y generación de residuos sólidos en el Ecuador, se utilizó estadística descriptiva, a través de diversos procesos que nos proporciona el software SPSS versión 25, de tal modo, permitió interpretar y analizar de mejor manera los resultados arrojados tanto en tablas como en figuras. Además, se realizó la relación entre las dos variables de estudio mediante la correlación de Spearman, puesto que los datos brindados son no normales. Y, por último, se aplicó un modelo de Regresión Lineal Simple para evaluar el efecto de la variable dependiente e independiente.

**Análisis descriptivo: Determinar el comportamiento de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador**

*Industria manufacturera del Ecuador*

**Figura 6**

*Industria manufacturera, según su tamaño y provincia sede*



*Nota:* Sector manufacturero, a) según su tamaño y b) según la provincia sede de la empresa; para ver información detallada véase el Anexo 1. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

El sector manufacturero es considerado como un motor en la economía ecuatoriana, ya que demuestran la incidencia positiva y significativa de este sector sobre el Producto Interno Bruto (Mejía-Reyes et al., 2023). En la presente investigación la industria manufacturera se clasifica en tres categorías; Mediana Empresa A, Mediana Empresa B y Grande Empresa. De esta manera, se evidencia que de las 703 empresas el 3,4% (24) conforman la Mediana Empresa A, el 12,7% (89) pertenecen a la Mediana Empresa B y el 83,9% (590) a la clasificación de Grande Empresa. Por otro lado, la industria manufacturera por provincia sede, se observa que, en gran parte, las empresas se concentran en la provincia del Guayas representado en un 38,8% (273), seguida de la

provincia de Pichincha con el 31,7% (223), Azuay 7,1%, Manabí 5,8% y Tungurahua 4,3 %, a diferencia de las demás provincias, donde hay menor concentración de empresas manufactureras tales como: Cañar, Chimborazo, Loja y Cañar. Estos resultados se corroboran otras investigaciones en la cual indican que las empresas manufactureras se concentran mayormente en las provincias de Pichincha, Guayas, Azuay y Manabí (Acuña et al., 2019; Sumba Bustamante et al., 2022), además, estas empresas proporcionan una amplia gama de bienes y servicios que benefician a la sociedad, lo que convierte en un pilar fundamental para el desarrollo económico del país (Zapata Chin et al., 2022).

### Valor Agregado Bruto

**Tabla 5**

*Valor agregado Bruto según el tamaño de Empresa*

		<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>
<b>N</b>	Válidos	24	89	590
	Perdidos	0	0	0
<b>Media</b>		\$ 505.773,46	\$ 1.005.982,97	\$ 13.227.620,15

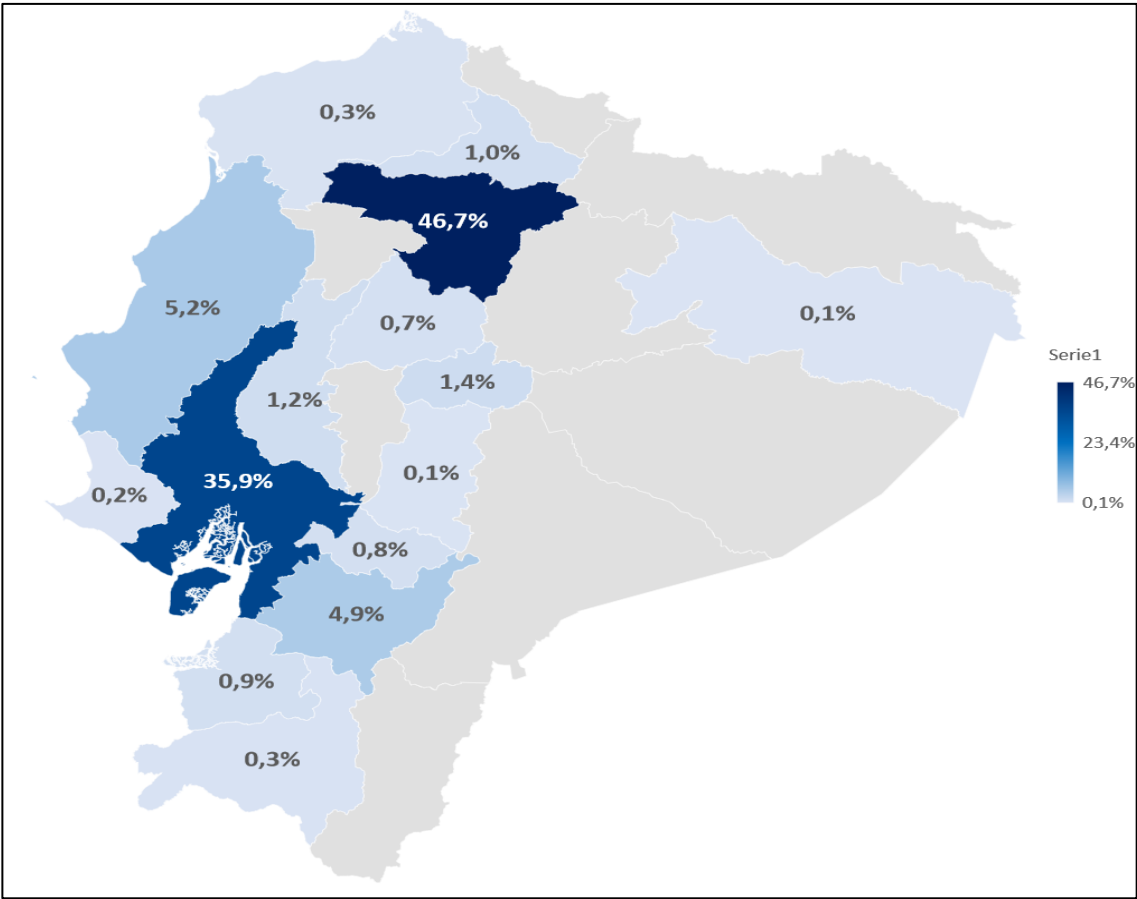
*Nota:* Media del VAB empresarial producido por la industria manufacturera del Ecuador, según el tamaño de la empresa. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 5 se aprecia que las empresas manufactureras que conforman la clasificación del grupo de Grande Empresa aportan un mayor VAB con respecto a las dos clasificaciones, con un promedio de \$13.227.620,15, mientras que, las empresas que pertenecen al grupo de Mediana Empresa B generaron un VAB promedio de \$1.005.982,97 y las industrias que forman parte de la Mediana Empresa A aportan un menor VAB promedio de \$505.773,46. Esos datos sobre el Valor Agregado Bruto muestran una gran diferencia entre las tres categorías, esto puede darse debido a que las empresas manufactureras grandes tienen mayor escala de producción en comparación a

las otras empresas, además cuentan con más recursos financieros, lo que les permite invertir en nuevas tecnologías y del mismo modos tienen mayor capacidad para comercializar sus productos y servicios en el mercado nacional e incluso en el mercado internacional; además, para Villanueva-Jiménez et al., (2020) el sector manufacturero es muy importante porque tiene la capacidad de generar empleo, fomentar la innovación y desarrollo tecnológico, así como diversificar la economía de un país.

**Figura 7**

*Valor Agregado Bruto (VAB) según la provincia sede de la empresa manufacturera*

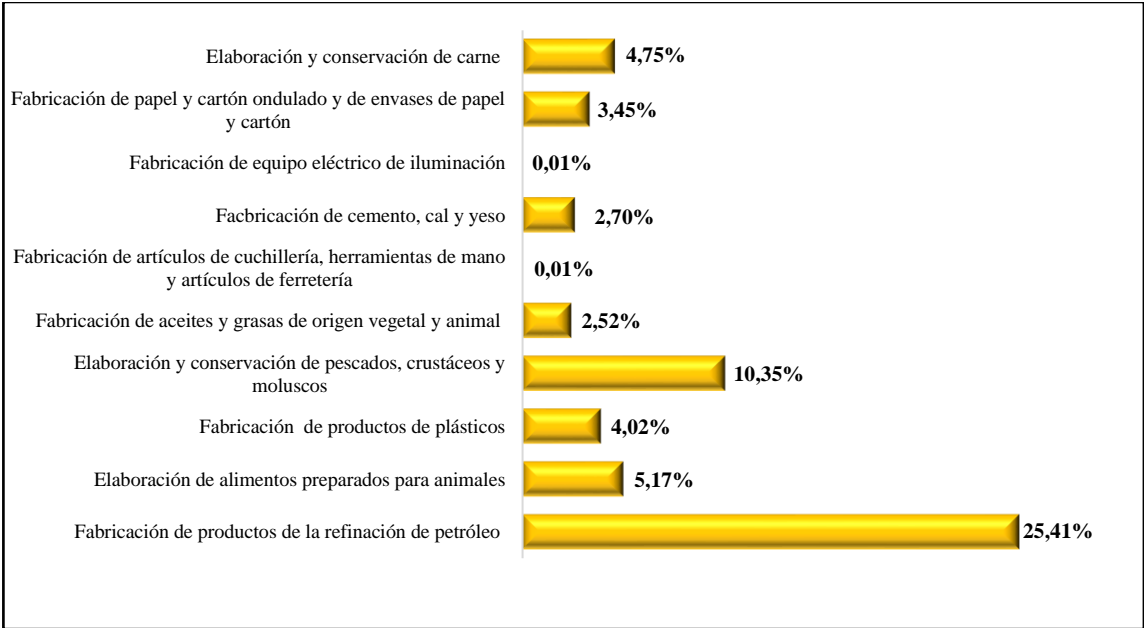


*Nota:* Porcentaje del total del VAB en dólares por provincia sede de las empresas manufactureras del Ecuador. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 7 detalla que las empresas del sector manufacturero concentradas en las provincias de Pichincha y Guayas son las que generan mayor VAB contribuyendo significativamente a la economía del país con un 82,6%, en la que Pichincha representa el 46,7 % (\$ 3.692.290.162,00) del total del Valor Agregado Bruto y Guayas representa el 35, 9% (\$ 2.836.068.811,00) considerándose los principales motores de la economía ecuatoriana; seguidas de Manabí 5,2% y Azuay el 4,9%. Por otra parte, las provincias que producen en menor proporción el VAB es Chimborazo y Orellana con 0,1%. Estos resultados se corroboran con el estudio realizado por Ochoa-Jiménez et al. (2022), donde indican que hay una notable diferencia de aportación del VAB entre las distintas provincias, señalando a Guayas y Pichincha en contribuir el 77% del total de la producción manufacturera.

**Figura 8**

*Valor Agregado Bruto por la actividad económica principal de la empresa manufacturera*



*Nota:* Actividades más representativas que generan mayor producción del VAB. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).



El sector manufacturero es muy relevante en la economía ecuatoriana por su gran aportación al PIB y al VAB (Zapata Chin et al., 2022). La industria manufacturera aporta un VAB total de \$7.905.966.934,00 a la economía del país, destacando a las empresas dedicadas a la Fabricación de productos de la refinación de petróleo, debido a que aportan el 25,4% del VAB industrial, a continuación el 10,35% por las empresas dedicadas a la Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos, seguida de las empresas dedicadas a la: Elaboración de alimentos preparados para animales 5,17%, Elaboración y conservación de carne 4,75%, Fabricación de productos plásticos 4,02%, Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón 3,45%, Fabricación de cemento, cal y yeso 2,70%, pese a ello, hay empresas que aportan un VAB en menor proporción como las que se dedican a la Fabricación de equipo eléctrico de iluminación y Fabricación de artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería. Estos resultados se comparan con los hallazgos de Sumba Bustamante et al. (2022) en el cual mencionan que la actividad de económica de Refinación de petróleo es muy importante para la economía del país, puesto que aporta un VAB de 23,9% al PIB ecuatoriano.

***Generación de residuos sólidos: Residuos no peligrosos, especiales y no peligrosos que generan las industrias manufactureras***

**Tabla 6**

*Generación de residuos sólidos en el sector manufacturero del Ecuador*

<b>Residuos sólidos</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Residuos no peligrosos	268.800.408,00	96,6%
Residuos especiales	1.078.514,00	0,4%
Residuos Peligrosos	8.411.130,00	3,0%
<b>TOTAL</b>	<b>2.780.290.052,00</b>	<b>100%</b>

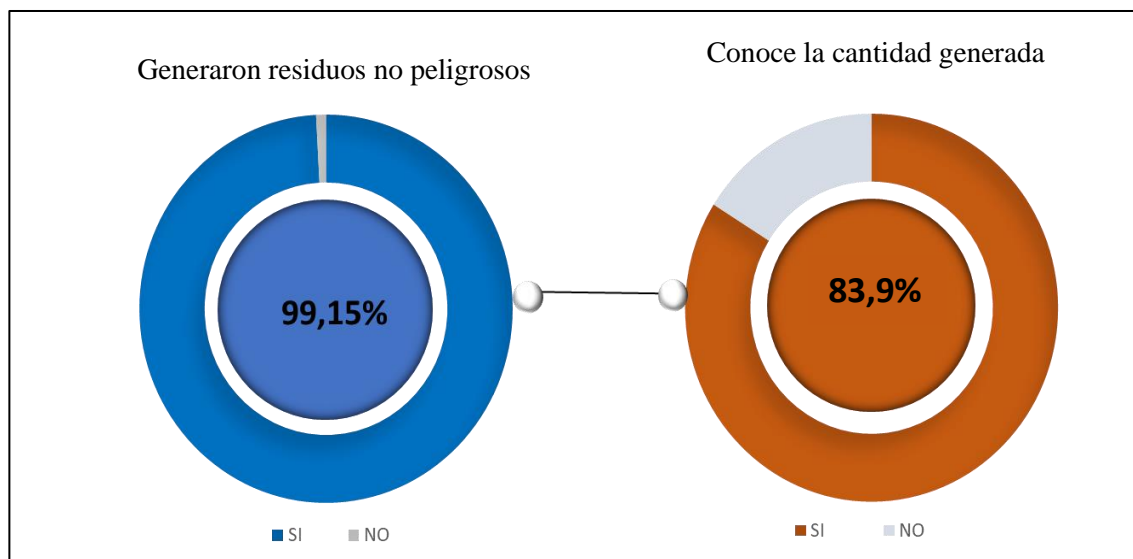
*Nota:* Cantidad total de residuos sólidos (no peligrosos, especiales y peligrosos) en kg generados por la industria manufacturera. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 6 se observa que la industria manufacturera generó un total de 278.290.052 kg de residuos sólidos, de los cuales el 96,6 % (268.800.408,00 kg) corresponde a los residuos no peligrosos, seguido de los residuos peligrosos con el 3% (8.411.130,00 kg) y en menor generación se evidencia los residuos especiales con un 0,4 % (1.078.514,00 kg). En una investigación realizada en Guayaquil comprueba que los residuos no peligrosos se generan en mayor cantidad (83%), los residuos especiales (12%) y los residuos peligrosos (5%) en menor proporción (Mora Cervetto & Molina Moreira, 2017), pese a que los residuos peligrosos no se generen en un alto porcentaje, es importante tener cuidado con ellos porque contienen sustancias químicas peligrosas como toxinas, inflamables, entre otras, lo cual representa un riesgo para el entorno natural y la salud de las personas (Barrera Trujillo, 2014; INEC, 2020). Estos datos nos revelan que las empresas del sector manufacturero generan importante cantidad de residuos sólidos en el Ecuador, pese a que estas tienden aportar significativamente al PIB del país, de igual forma fomentan el empleo, producen una amplia gama de productos, para ello, Espinoza (2021) en su estudio realizado en Panamá demuestra que la mejor opción para una economía es implementar una economía circular en la idea de completar el ciclo de vida de productos, servicios, residuos, materiales, agua y energía, en contraposición de un enfoque lineal, ya que este modelo ha demostrado ser básico e ineficiente causando severos impactos ambientales como la contaminación, deforestación, cambio climático, puesto que, se basa en el consumo y en desechar. Por lo tanto, Da Costa Pimenta (2022) manifiesta en su estudio que la economía circular (EC) es un componente primordial del desarrollo sostenible y está estrechamente relacionada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), así mismo representa una opción que no se limita solo a los países más avanzados y altamente industrializados, al contrario, es una opción válida para todos los países.

## *Residuos no peligrosos*

**Figura 9**

*Generación de residuos no peligrosos del sector manufacturero del Ecuador*



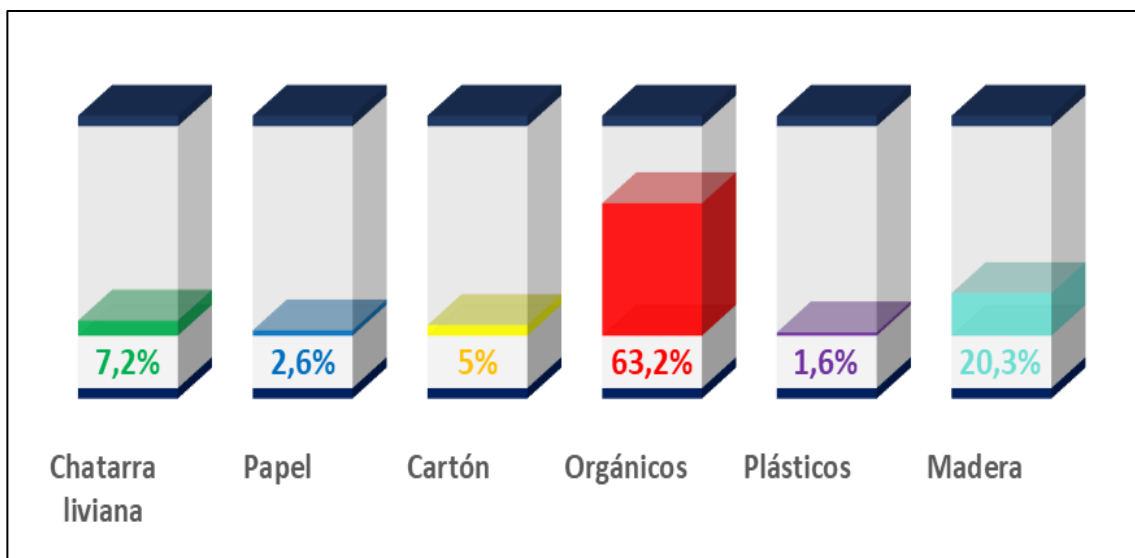
*Nota:* Empresas manufactureras que generaron residuos no peligrosos y conocen la cantidad generada. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENSESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 9 muestra que de las 703 empresas de la industria manufacturera el 99,15% (697 empresas) generaron residuos no peligrosos y de estas solo 83,9% (590) tienen conocimiento de la cantidad generada, y el 16,1 % no tiene conocimiento, lo que indica que las empresas del sector manufacturero cada vez están planteando estrategias de sostenibilidad con el fin de gestionar adecuadamente sus residuos. Sin embargo, sigue existiendo empresas que no conocen la cantidad de residuos no peligrosos que generan, ya sea por falta información o por ausencia de sistemas apropiados para una gestión adecuada de residuos. Para ello, un estudio realizado en Bogotá por Granados Santos et al. (2019) involucran cambiar los patrones de consumo y producción, ya que, el manejo adecuado de los desechos consentirá optimizar la materia prima, agregar un plus a los

productos que serán desechados, esto contribuirá a dar soluciones de sostenibilidad desde el punto de vista social, económico y ambiental.

**Figura 10**

*Tipos de residuos no peligrosos generados por la industria manufacturera del Ecuador*



*Nota:* Porcentaje de la cantidad media generada por tipo de residuo no peligroso. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 10 presenta los tipos de residuos no peligrosos más comunes, siendo el residuo más generado por las empresas del sector manufacturero los orgánicos (cáscaras de frutas, sobras de verduras, carne, pescado, cáscaras de huevo, entre otros) con el 63,2 % que corresponde a la cantidad media de 827.134,7 kg, seguido por la madera con 20,3% (266.045,43 kg), chatarra liviana 7,2 % (94.441,58 kg), Cartón 5% (65.755,16 kg), mientras que los residuos menos generados son el Papel con 2,6% (33.407,68 kg) y Plásticos con 21048,82 kg que corresponde al 1,6 %. Comparando estos resultados con un estudio que se llevó a cabo en la ciudad de México, se determinó que los residuos orgánicos eran los que se generaban en mayor cantidad (14.155,00 toneladas diarias) a

diferencia de los otros tipos de residuos no peligrosos (Cadena Muñoz & Pérez Morales, 2018). Así mismo, en Guayaquil, Ecuador se generan en mayor proporción los residuos orgánicos constituyendo un 45% del total de residuos no peligrosos, de estos el 27 % se recicla y el 11% no lo recicla (Mora Cervetto & Molina Moreira, 2017). Además, se menciona un estudio realizado por López-Aguirre et al. (2020) en la ciudad de Riobamba arroja que la producción de residuos sólidos ha experimentado un constante aumento, y aproximadamente el 35% del total de estos residuos se componen de materia inorgánica, entre los cuales el plástico representa alrededor del 11%, este incremento se atribuye en gran medida por los desechos que generan las industrias, así como la falta de conciencia y responsabilidad de la población.

**Tabla 7**

*Residuos no peligrosos por tamaño de empresa*

		<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>
<b>N</b>	Válido	14	65	511
	Perdidos	10	24	79
<b>Media</b>		11.683,14	115.060,74	511.072,20
<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>	Límite inferior	-9.871,64	-87.877,16	26.0534,47
	Límite superior	33.237,93	317.998,63	761.609,94
<b>Media recortada al 5%</b>		5.146,49	9.713,97	97.681,01
<b>Mediana</b>		532,00	3280,00	16974,00
<b>Moda</b>		750,00 <sup>a</sup>	2000,00 <sup>a</sup>	25,00 <sup>a</sup>
<b>Desviación Estándar</b>		37.331,88	818.998,51	2.882.727,7
<b>Mínimo</b>		50,00	4,00	3,00
<b>Máximo</b>		140.976,00	6.612.463,00	39.990.000,00
<b>Rango</b>		140.926,00	6.612.459,00	39.989.997,00
<b>Asimetría</b>		3,70	8,05	9,99

<b>Curtosis</b>	13,78	64,83	115,75
-----------------	-------	-------	--------

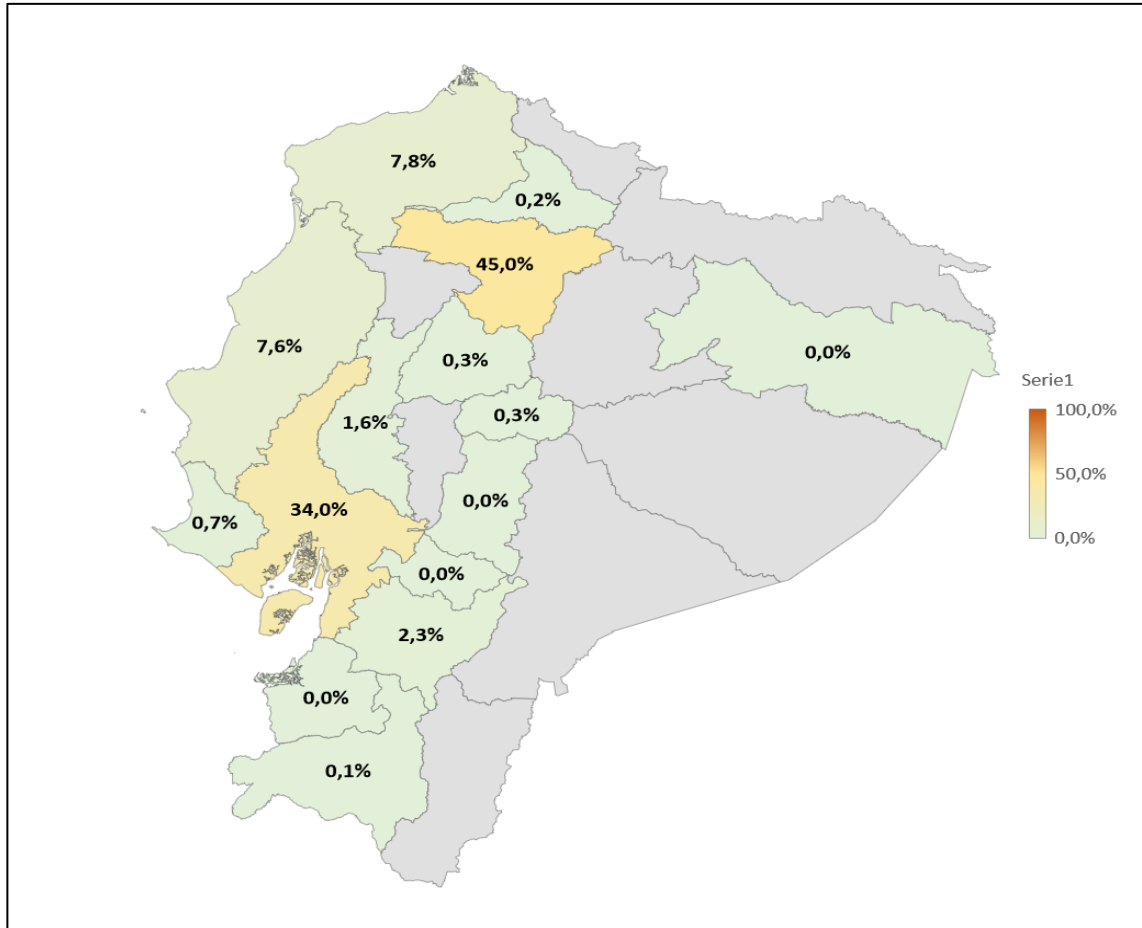
*Nota:* Estadísticos descriptivos de la cantidad generada de residuos no peligrosos. Es importante recalcar que los datos de la moda (a) representa la existencia de múltiples modos, pero se escoge el valor más pequeño. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para el análisis de la siguiente tabla se tomó en cuenta la media recortada al 5%, ya que, recorta los valores extremos inferior y superior, de tal modo que evita la distorsión de la media producida por datos atípicos. En ese sentido, se observa que en promedio las empresas que conforman el grupo de Grande Empresa generan 97.681,01 kg de residuos no peligrosos, seguido de las empresas del grupo de Mediana Empresa con una generación de 9.713,97 kg, finalmente las empresas de la categoría de Mediana Empresa A con un promedio de 5.146,49 kg de residuos no peligrosos. Por otro lado, tanto la asimetría como la curtosis muestran datos positivos en las tres categorías, lo que significa que se encuentra sesgada a la derecha de la media y presenta una curva leptocúrtica.

En este contexto, se aprecia que la generación de residuos sólidos varía según el tamaño de la empresa, es así como las industrias que forman parte de Empresa Mediana A y B generan menor cantidad de residuos no peligrosos por el hecho de tener menos procesos productivos y cuentan con menos recursos para implementar medidas de reducción de estos residuos. Por otra parte, las empresas que forman parte de Grande Empresa tienen más procesos productivos y, por ende, generan mayor cantidad de residuos. Por esta razón, López-Aguirre et al. (2020) alude concienciar al sector manufacturero para mitigar los impactos ambientales que están produciendo en la actualidad y tendrán consecuencias en el futuro.

**Figura 11**

*Residuos no peligrosos por provincia sede de la empresa manufacturera*



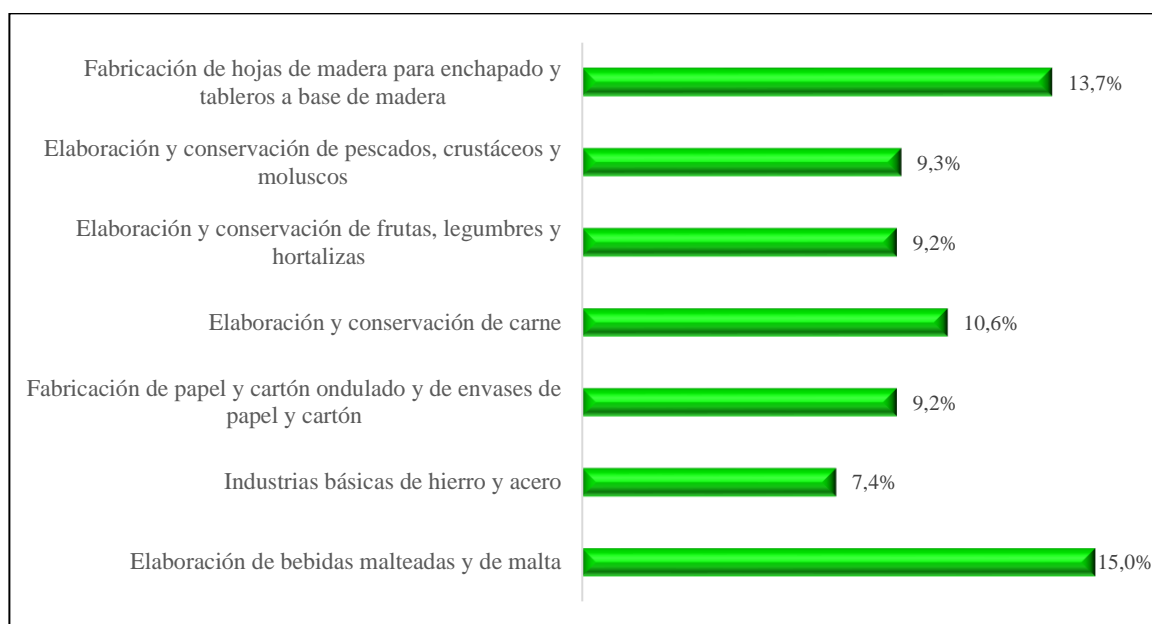
*Nota:* Generación de residuos no peligrosos por provincia sede la industria manufacturera del Ecuador. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESSEM publicado por el INEC (2020).

La figura 11 indica que las empresas manufactureras que se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha son las que generan mayor cantidad de residuos no peligrosos, representa el 45% (120.842.826 kg) del total de estos residuos como; papel, cartón, madera, orgánicos, etc. Seguidamente se observa que las empresas concentradas en el Guayas generan 34% (91.430.288 kg) de dicho residuo, Esmeraldas 7,8% (21.093.293 kg) y Manabí 7,6% (20.449.056 kg). En concordancia con lo expuesto, los resultados del

estudio de Yaguache Aguilar et al. (2022) demuestran que la mayoría de las industrias se concentran en las provincias de Pichincha y Guayas, debido a que son las empresas de mayor desarrollo industrial.

### Figura 12

*Residuos no peligrosos según la actividad económica principal de la industria manufacturera*



*Nota:* Actividades más representativas que generan mayor cantidad de residuos no peligrosos. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La información que presenta la figura 12, nos indica que la actividad económica Elaboración de bebidas malteadas y de malta genera 15% de residuos no peligrosos, entre ellos residuos orgánicos (restos de ingredientes de malta, granos, etc.), siendo la actividad que genera en mayor cantidad (40.217.862 kg) este tipo de residuo, indicando la necesidad de una atención especial a las empresas que se dedican a esta actividad económicas en términos de prácticas de gestión de residuos no peligrosos, seguido de la actividad

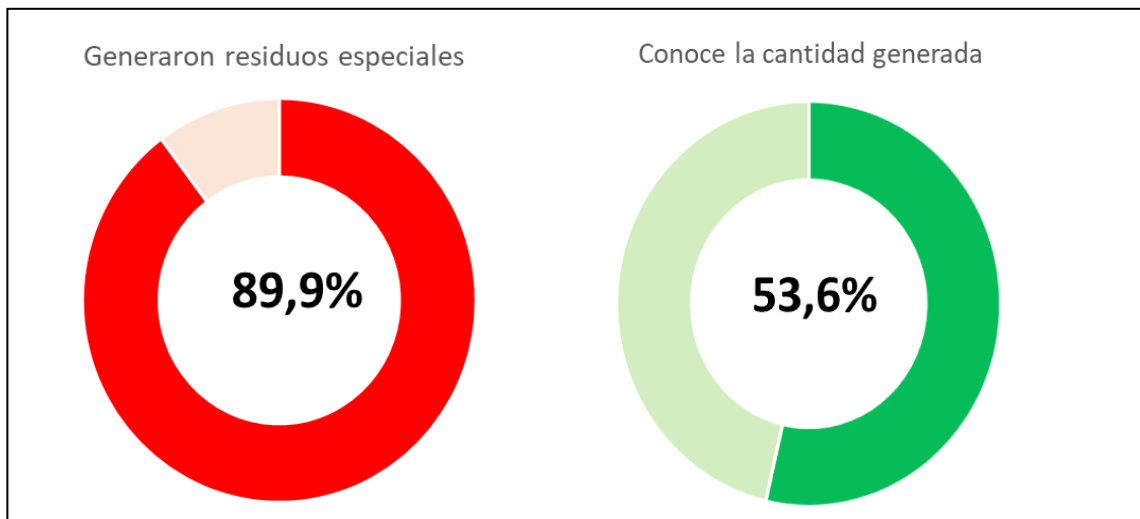


Fabricación de hojas de madera para enchapado y tableros a base de madera 13,7% (36.827.058 kg), Elaboración y conservación de carne 10,6% (28.623.230 kg), Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos 9,3% (24.996.613 kg), Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón 9,2% (24.650.245 kg), al igual que la Elaboración y conservación de frutas, legumbres y hortalizas 9,2% (34.647.464 kg) e Industrias básicas de hierro y acero con el 7,45 (19.898.547 kg). Esta generación de residuos no peligrosos por parte de la industria manufacturera dedicadas a las diferentes actividades económicas antes mencionadas se debe al desarrollo industrial, a la adopción de nuevas tecnologías, sin embargo es importante que las industrias implementen ciertas medidas para reducir la generación de estos desechos y por ende mitigar la contaminación ambiental.

### Residuos especiales

**Figura 13**

*Generación de residuos especiales por la industria manufacturera del Ecuador*

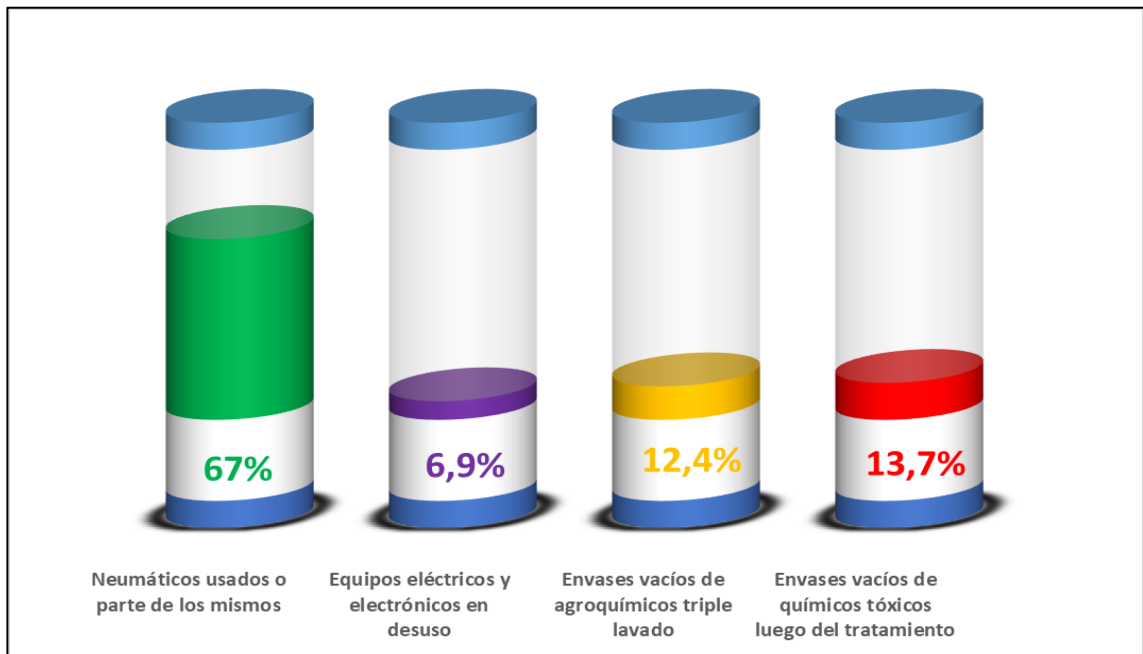


*Nota:* Empresas manufactureras que generaron residuos especiales y conocen la cantidad generada de residuos especiales. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 13 se observa que de las 703 empresas manufactureras del Ecuador el 89,9% (631 empresas) generaron residuos especiales como: neumáticos usados o parte de los mismos, equipos eléctricos y electrónicos en desuso, entre otros y de estas solo el 53,6% (377) tienen conocimiento de la cantidad generada, es decir el 46,4 % no lo tiene; este último es preocupante , ya que es un valor significativo en cuanto a las empresas que generan residuos especiales y no tienen conocimiento de ello, puesto que pueden ser desechos en cierta parte peligrosos porque suelen contener sustancias tóxicas y puede perjudicar la salud humana y al medio ambiente. Por lo tanto, es necesario que los gobiernos deban tener como prioridad política un manejo eficiente de los desechos (Cárdenas Astudillo et al., 2020; Huang et al., 2020).

#### Figura 14

*Residuos especiales generados por la industria manufacturera del Ecuador*



*Nota:* Cantidad total de los tipos de residuos especiales generados por la industria manufacturera. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 14 presenta que dentro de los residuos especiales (1.078.514 kg) producidos, el residuo que se genera en mayor proporción son los Neumáticos usados o parte de los mismo que representa el 67 % (722.453 kg) de la cantidad total generada, debido a que los neumáticos son hechos de materiales que no pueden biodegradarse de manera fácil como: caucho, el acero y el nylon y como consecuencia tienen un alto impacto ambiental negativo, convirtiéndose en un problema muy serio (Gualancañay Guachamin et al., 2020); posterior a ello se observa a los Envases vacíos de químicos tóxicos luego del tratamiento con el 13,7% (147.616 kg), estos equipos contienen plomo, mercurio y cadmio; seguido de los Envases vacíos de agroquímicos triple lavado 12,4% (134.002 kg) y el residuo especial que se genera en menor proporción son los Equipos eléctricos y electrónicos en desuso (celulares, computadoras y electrodomésticos) con un 6,9% que corresponde a 74.443 kg, sin embargo, este último residuos pese a no tener un alto porcentaje de generación, cada vez va tomando espacio en la industria manufacturera puesto que se encuentra impulsado por la constante globalización de los mercados y la innovación tecnológica aumentando la generación de residuos electrónicos (Conde Noble, 2021).

**Tabla 8**

*Generación de residuos especiales por tamaño de empresa*

		<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>
<b>N</b>	Válidos	2	28	347
	Perdidos	22	61	243
<b>Media</b>		70,00	451,89	3071,24

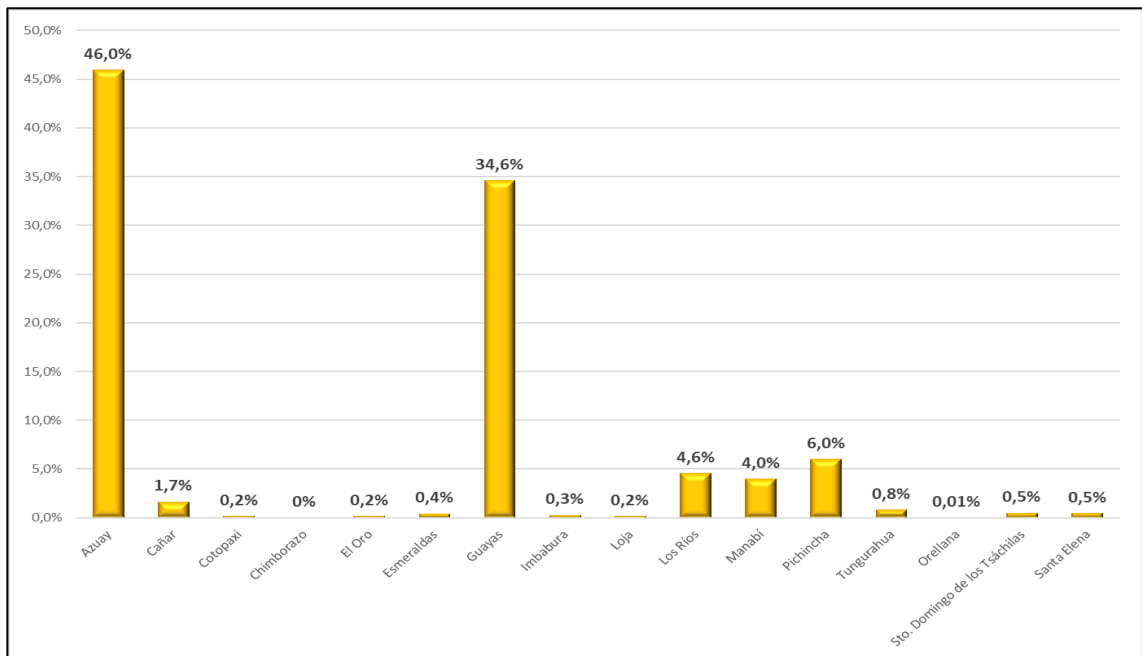
*Nota:* Media de los residuos especiales por tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 8 se percibe que las empresas que conforman el grupo de Grande Empresa presentan una mayor generación de residuos especiales con respecto a las dos

clasificaciones, con un promedio de 3.071,24 kg, mientras que, las industrias que pertenecen al grupo de Mediana Empresa B generaron 451,89 kg y las empresas de Mediana Empresa A generaron en menor proporción residuos especiales, un promedio de 70 kg. En un panorama internacional, los resultados de Díaz & Espinoza (2020) en su investigación presentan que en Chile el 24,25% de los lugares potencialmente contaminados se originan a partir de la gestión inadecuada de los residuos especiales, por parte de las grandes industrias. Por lo tanto, es necesario que las empresas deban tener como prioridad política un manejo eficiente de los desechos (Cárdenas Astudillo et al., 2020; Huang et al., 2020).

**Figura 15**

*Generación de residuos especiales por provincia sede de la industria manufacturera*

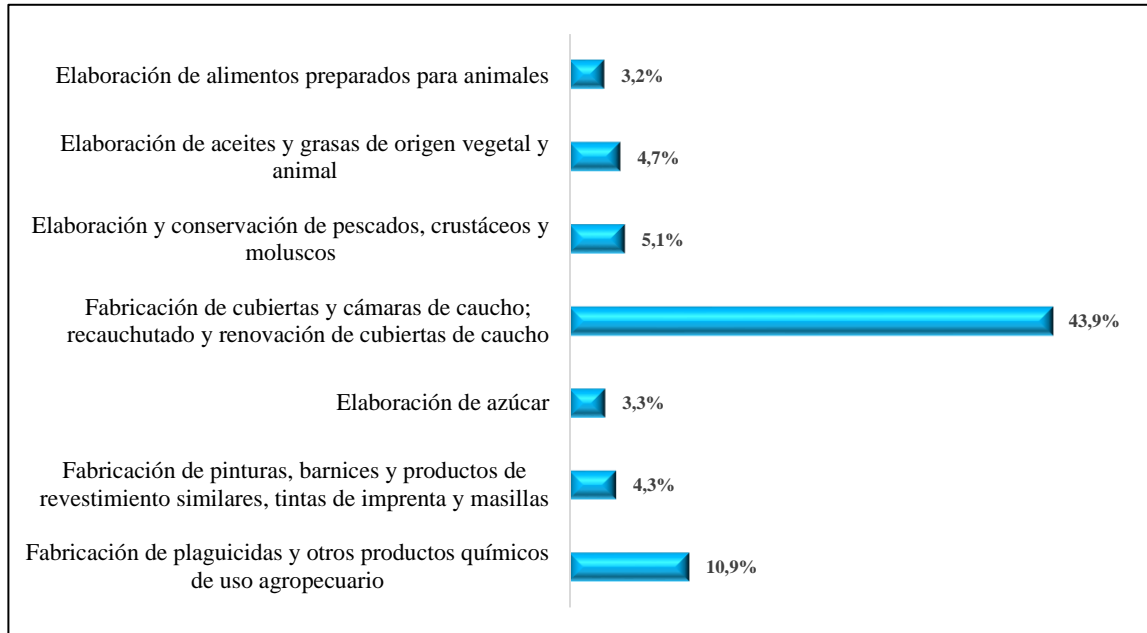


*Nota:* Cantidad total generada de residuos especiales por provincia sede de la empresa.  
Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 15 muestra que las empresas manufactureras que se encuentran en la provincia de Azuay generan el 46% de residuos especiales que corresponde a 496.065 kg siendo la provincia con mayor generación de este residuo, puesto que la mayoría de empresas que se concentran en la provincia mencionada pertenecen al grupo de Grande Empresa, las cuales se dedican a la producción de metálicos, como autos, maquinarias, electrodomésticos, entre otros, por otro lado, hay empresas que realizan productos químicos como fertilizantes, pesticidas y productos farmacéuticos, así mismo, hay empresas que se dedican a producir productos textiles, tales como ropa, calzado, tapicería, etc. En segundo lugar, se observa a las industrias que están ubicadas en Guayas con el 34,6% que representa a 373.421 kg, sabiendo que esta provincia es la más poblada del país considerándose un centro industrial de gran importancia con diferentes actividades como: la refinación de petróleo, producción de cemento, fabricación de textiles, etc., a continuación, se aprecia a las empresas manufactureras ubicadas en Pichincha con el 6% (64.923kg) dedicadas a las actividades como: fabricación de productos electrónicos, producción de alimentos y construcción, seguido de Los ríos 4,6% (49.513 kg) y Manabí con el 4% (43.169kg) del total de la cantidad de residuos especiales, considerándose un importante centro en producción agrícola y pesqueros, pero generador de plaguicidas y desechos de pescados (Yaguache Aguilar et al., 2022).. Por otra parte, se nota que las industrias de la provincia de Orellana son las que generan menor cantidad de residuos especiales con un 0.01% que equivale a 100kg de dichos residuos. Estos residuos especiales generados en los procesos productivos de estas empresas, aunque no son peligrosos, pueden afectar la salud humana y al medio ambiente debido a su alta generación y lenta descomposición (INEC, 2020).

**Figura 16**

*Residuos especiales por actividad económica principal de la industria manufacturera del Ecuador*



*Nota:* Actividades más representativas que generan mayor cantidad de residuos especiales. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

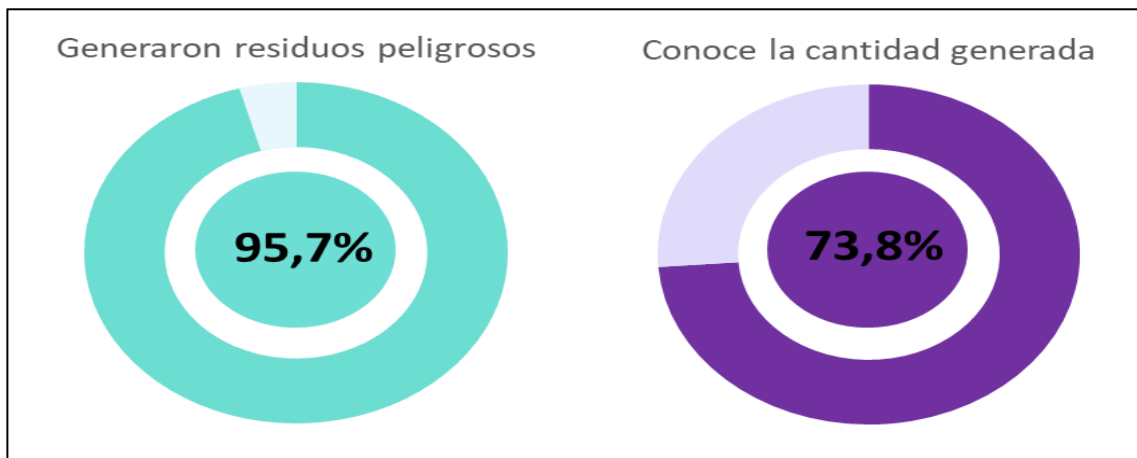
En la figura 16 se nota que las empresas manufactureras dedicadas a la Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchutado y renovación de cubiertas de caucho generan mayor cantidad de residuos especiales, representado el 43,9% (473.620 kg) del total de residuos especiales, seguido de las empresas dedicadas a las actividades; Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario con el 10,9% (117.699 kg), Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos 5,1% (54.523 kg), Elaboración de aceites y grasas de origen vegetal y animal 4,7% (50.176 kg), Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas 4,3% (46.066 kg), Elaboración de azúcar 3,3% (35.506 kg) y Elaboración de alimentos preparados para animales con el 3,2% (34.519 kg), este volumen alto de generación se

debe a que las empresas manufactureras utilizan en gran medida materias primas y productos químicos. El estudio de Gualancañay Guachamin et al. (2020) apoyan que la Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchutado y renovación de cubiertas de caucho generan mayor cantidad de residuos especiales como neumáticos causando severo impacto al medio ambiente.

### **Residuos peligrosos**

**Figura 17**

*Generación de residuos peligrosos por la industria manufacturera del Ecuador*



*Nota:* Empresas manufactureras que generaron residuos peligrosos y conocen la cantidad generada de residuos peligrosos. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 17 muestra que de las 703 empresas del sector manufacturo el 95,7%, (673) generaron residuos peligrosos y de estas solo el 73,8% (519) tienen conocimiento de la cantidad generada, por otra parte, el 26,2% no tiene conocimiento de la cantidad generada, por lo que Magallanes Mayorga et al. (2021) deducen que no todas las industrias son conscientes de la gravedad de la contaminación y sus repercusiones a largo plazo que afectaría a las futuras generaciones.

**Tabla 9***Residuos peligrosos generados por las industrias manufactureras del Ecuador*

<b>Residuos peligrosos</b>	<b>Cantidad total (kg)</b>	<b>Porcentaje %</b>
Baterías usadas plomo-ácido	1124920,00	13,4%
Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad.	33355,00	0,4%
Chatarra contaminada con materiales peligrosos	128937,00	1,5%
Desechos biopeligrosos activos resultantes de la atención médica prestados en centros médicos de empresas	48859,00	0,6%
Envases contaminados con materiales peligrosos	949308,00	11,3%
Equipo de protección personal contaminado con materiales peligrosos	200621,00	2,4%
Filtros usados de aceite mineral	230585,00	2,7%
Luminarias, lámparas, tubos fluorescentes, focos ahorradores usados que contengan mercurio	73165,00	0,9%
Material adsorbente contaminado con hidrocarburos: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	771897,00	9,2%
Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes	3247471,00	38,6%
Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad	1056974,00	12,6%
Cartuchos de impresión de tinta o tóner usados	261418,00	3,1%



Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos.	38861,00	0,5%
Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales	34395,00	0,4%
Fármacos caducados o fuera de especificaciones	210364,00	2,5%
<b>TOTAL</b>	<b>8411130,00</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Cantidad total en kg y porcentaje de los tipos de residuos peligrosos generados por las presas del sector manufacturero. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 9 se aprecia que la industria manufacturera generó un total de 8.411.130 kg de residuos peligrosos y de este total se observa que las empresas generan en mayor cantidad: Material adsorbente contaminado con sustancias químicas peligrosas: waipes, paños, trapos, aserrín, barreras adsorbentes y otros materiales sólidos adsorbentes con una cantidad de 3.247.471,00 kg de residuos peligrosos que representa el 38,6%, Baterías usadas plomo-ácido con 1.124.920,00 kg (13,4%), Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad con 1.056.974,00 kg (12,6%) y Envases contaminados con materiales peligrosos con 949.308,00 kg (11,3%). Por otra parte, los residuos peligrosos que se generan en menor cantidad por parte de las empresas son: Baterías usadas que contengan Hg, Ni, Cd u otros materiales peligrosos y que exhiban características de peligrosidad con una cantidad de 33.355,00 kg (0,4%), Material e insumos que han sido utilizados para procedimientos médicos y que han estado en contacto con fluidos corporales con 34.395,00 kg (0,4%) y Objetos cortopunzantes que han sido utilizados en la atención de seres humanos o animales; en la investigación, en laboratorios y administración de fármacos con 38.861,00 kg (0,5%). Estos resultados se contrastan con la investigación de Mora Cervetto & Molina Moreira (2017), ya que sus hallazgos reportan una generación de residuos peligrosos de

4.2 kg, los cuales provienen del cuidado de animales (anatomopatológicos, infecciosos y cortopunzante) y de ciertas actividades de mantenimiento. En el mismo sentido se aprovecha ciertos residuos peligrosos previo tratamiento como: estiércol y fibra de alpaca. Además, se concluye que los residuos peligrosos pueden causar daños a la salud y generar severos impactos ambientales (Huiman Cruz, 2022)

**Tabla 10**

*Generación de residuos peligrosos, según el tamaño de la empresa*

		<b>Mediana Empresa A</b>	<b>Mediana Empresa B</b>	<b>Grande Empresa</b>
<b>N</b>	Válidos	8	49	474
	Perdidos	16	40	116
<b>Media</b>		98,13	749,55	17665,86

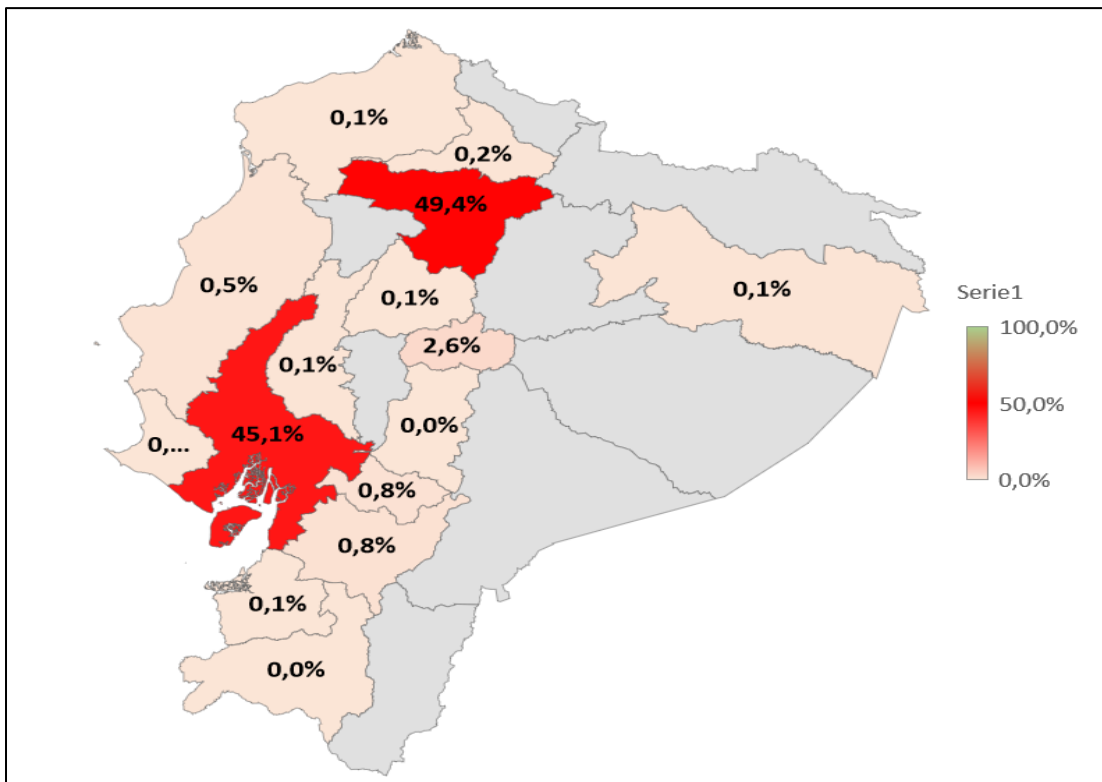
*Nota:* Media de la generación de residuos peligrosos en kg según el tamaño de empresa. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para Lovato Torres et al. (2019) el rol de la industria manufacturera en una economía evoluciona con el tiempo y varía según la etapa de desarrollo económico que atraviesa un país. Los datos de la tabla 10 evidencian que las empresas manufactureras que constituyen el grupo de Grande Empresa generan mayor cantidad de residuos peligrosos puesto que presentan un promedio de 17665, 86 kg (95,5%) de estos residuos en comparación a las otras categorías, por otra parte, las empresas que conforman la Mediana Empresa B generan un promedio de 749,55 kg (4,1%), y las empresas que conforman la Mediana Empresa A son las que generan una mínima cantidad de residuos peligrosos con un 0,53% que representa un promedio de 98,13 kg, puesto que, estas industrias realizan menos procesos productivos y a su vez no cuentan con los recursos necesarios para implementar medidas de reducción de residuos peligrosos. Como se ve, las industrias que componen el grupo de Grande Empresa son las que presentan mayor generación de residuos peligrosos

debido a sus procesos productivos que constituyen mayor impacto, las cuales están sujetas a ciertas regulaciones con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental (Zambrano-Mendoza & Rodríguez-Gómez, 2020).

**Figura 18**

*Residuos peligrosos según la provincia sede de la empresa manufacturera*



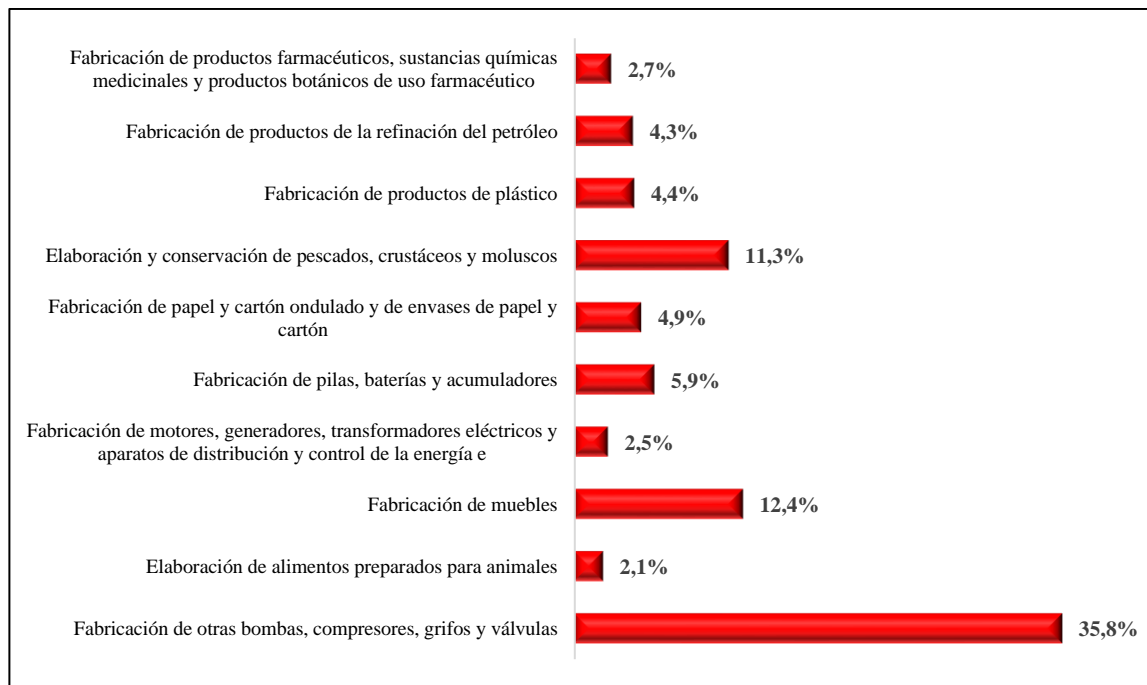
*Nota:* Porcentajes más representativos de la generación de residuos peligrosos según la provincia sede la industria manufacturera del Ecuador. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 18 muestra que las empresas manufactureras que se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha son las que generan mayor cantidad de residuos peligrosos puesto que representan el 49,4 % (4.154.643 kg) de la cantidad total. Así mismo, se observa una alta generación de estos residuos de las empresas que se concentran en la provincia del Guayas alcanzando un 45,1% (3.796.047 kg), generando gran cantidad de residuos

peligrosos como: residuos químicos, peligrosos biológicos y residuos radiactivos (Yaguache Aguilar et al., 2022); por otro lado, en una menor proporción se aprecia a las empresas que se encuentran que la provincia de Tungurahua con el 2,6 % que representa a 222.432 kg de residuos peligrosos, en cambio, las empresas que se encuentran en Santa Elena solamente generan 90 kg, esto se debe a que la mayoría de las industrias manufactureras se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha y Guayas, y de estas en gran parte constituyen la categoría de Grande Empresa.

**Figura 19**

*Residuos peligrosos según la actividad económica principal de la industria manufacturera del Ecuador*



*Nota:* Actividades más representativas que generan mayor cantidad de residuos especiales. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENSESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 19 se percibe que las empresas manufactureras dedicadas a la actividad Fabricación otras bombas, compresores, grifos y válvulas generan el 35,8% (3.008.782 kg) de residuos peligrosos, siendo la mayor cantidad generada del total de estos residuos, seguida de las empresas que se dedican a la Fabricación de muebles 12,4% (1041730 kg) de residuos peligrosos, posterior; la Elaboración y conservación de pescados, crustáceos y moluscos con 11,3% (952.526 kg), Fabricación de pilas, baterías y acumuladores 5,9%, Fabricación de papel y cartón ondulado y de envases de papel y cartón (4,9%), Fabricación de productos de plástico 4,4%, Fabricación de productos de la refinación del petróleo 4,3%, Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico 2,7%, Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos con un 2,5% y Elaboración de alimentos preparados para animales representando el 2,1%. Mora Cervetto & Molina Moreira (2017). menciona en su investigación que en Ecuador es un requisito que tanto las obras como actividades o proyectos agrupen sus residuos peligrosos según el Listado Nacional de Desechos Peligrosos y Especiales, además las industrias que generen estos residuos tienen que seguir el procedimiento para el Registro Generadores de Desechos Peligrosos.

### **Análisis Correlacional: Establecer la relación de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador**

Para llevar a cabo el segundo objetivo, se aplicó un análisis correlacional para establecer la relación de la producción manufacturera que esta representa por el Valor Agregado Bruto y la generación de residuos sólidos (incluye residuos no peligrosos, especiales y peligrosos) en el sector manufacturero en el año 2020. Para el análisis correlacional antes de aplicar las pruebas de correlaciones bivariadas, se realizó la prueba de Normalidad para verificar si los datos del estudio son normales o no normales mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov, ya que, la investigación cuenta con más de 50 datos.

#### **Tabla 11**

*Prueba de normalidad de las variables de estudio*

<b>PRUEBA DE NORMALIDAD</b>		
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>	
	<b>Estadístico</b>	<b>Sig.</b>
Total, de residuos sólidos (kg) (incluye residuos no peligrosos, especiales y peligrosos)	0,433	0,000
<b>Variable Independiente</b>		
Valor Agregado Bruto	0,439	0,000

*Nota:* Prueba de Kolmogórov-Smirnov. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La tabla 11 presenta la prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov de las variables de estudio, donde el total de residuos sólidos en kg presenta una significancia de 0,000; quiere decir que es menor a 0.05; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que hace referencia a que los datos de la variable dependiente no tienen una distribución normal. De la misma manera, se aprecia que la variable independiente Valor Agregado Bruto muestra una significancia de 0,000; por consiguiente, se acepta la hipótesis nula la cual me confirma que los datos no presentan una distribución normal.

## **Tabla 12**

*Correlación de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos*

<b>Relación</b>		<b>Valor Agregado Bruto Empresarial</b>	<b>Interpretación</b>
<b>Generación de residuos no peligrosos</b>	Coefficiente de correlación	,490**	Correlación positiva media
	Sig. (Bilateral)	0,000	
<b>Generación de residuos especiales</b>	Coefficiente de correlación	,299**	Correlación positiva media
	Sig. (Bilateral)	0,000	

<b>Generación de residuos peligrosos</b>	Coefficiente de correlación	,456**	Correlación positiva media
	Sig. (Bilateral)	0,000	
<b>Generación Total de residuos sólidos</b>	Coefficiente de correlación	,528**	Correlación positiva considerable
	Sig. (Bilateral)	0,000	

**\*\*.** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Nota:* Grado de relación entre las variables de estudios. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

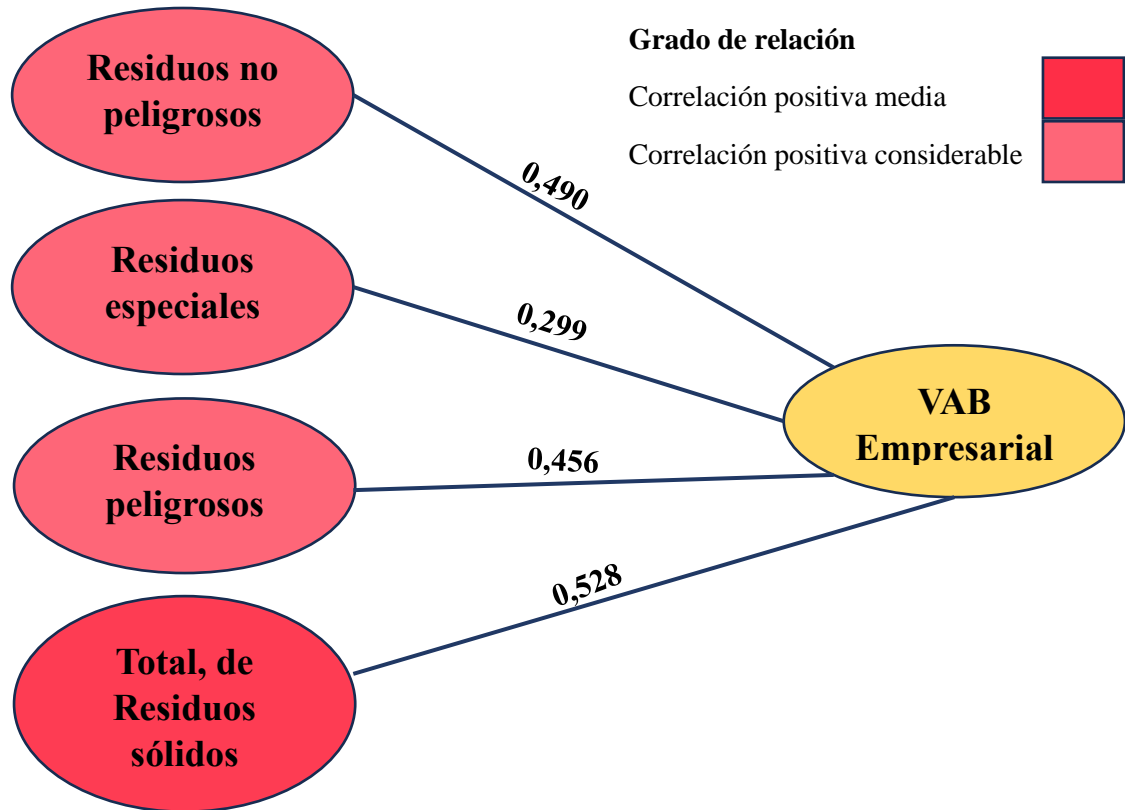
El desarrollo industrial es un elemento de gran relevancia en la sociedad, que ha ganado importancia en los últimos tiempos debido a los beneficios que proporciona a la población, aunque al mismo tiempo tiene un impacto negativo en el entorno al emitir sustancias contaminantes a la atmósfera, generar desechos y verter en ríos y océanos (Bravo-Calle et al., 2021). Sin embargo, el sector manufacturero es muy esencial en economía del Ecuador por su gran aportación al PIB; su importancia se basa en la capacidad que las empresas tienen para generar empleo, impulsar la productividad y fomentar el progreso tecnológico.

En la tabla 12, al analizar la relación de los residuos sólidos con el VAB empresarial, muestra que los residuos no peligrosos, especiales y peligrosos tienen una correlación positiva media (valor  $\rho$  Spearman = 0,490; 0,299 y 0,456). Por otro lado, la Generación total de residuos sólidos que incluye los residuos antes mencionados presenta una correlación positiva considerable (valor  $\rho$  Spearman = 0,528) al nivel 0.01 de significancia bilateral, además es estadísticamente significativa con un p-valor = 0,000 entre la variable dependiente y la variable independiente; esto indica que a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos sólidos. Estos valores se comparan con los hallazgos de Aldás Salazar et al. (2023), donde, los resultados de su investigación arrojaron que la producción manufacturera (VAB) tiene un alto grado de correlación de 78,9% con la generación de residuos sólidos, esto quiere decir, a medida que aumenta el desarrollo económico, por ende, aumenta la generación de desechos.

Estos resultados pueden darse por el crecimiento constante de la población, ya que, en los últimos años se ha incrementado el consumo de bienes, lo que genera un aumento en la producción por parte de las empresas manufactureras y, como consecuencia, una mayor generación de residuos sólidos (Mercado Mamani & Collazos Cabrera, 2022; Serna Mendoza & Serna Giraldo, 2022); como lo menciona Akinsola et al. (2022) en su estudio, a medida que la urbanización e industrialización aumentan, también lo hace la degradación del medio ambiente a causa de los desechos.

**Figura 20**

Grado de relación: Residuos sólidos y VAB



*Nota:* Coeficiente de correlación de los residuos sólidos con el VAB. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

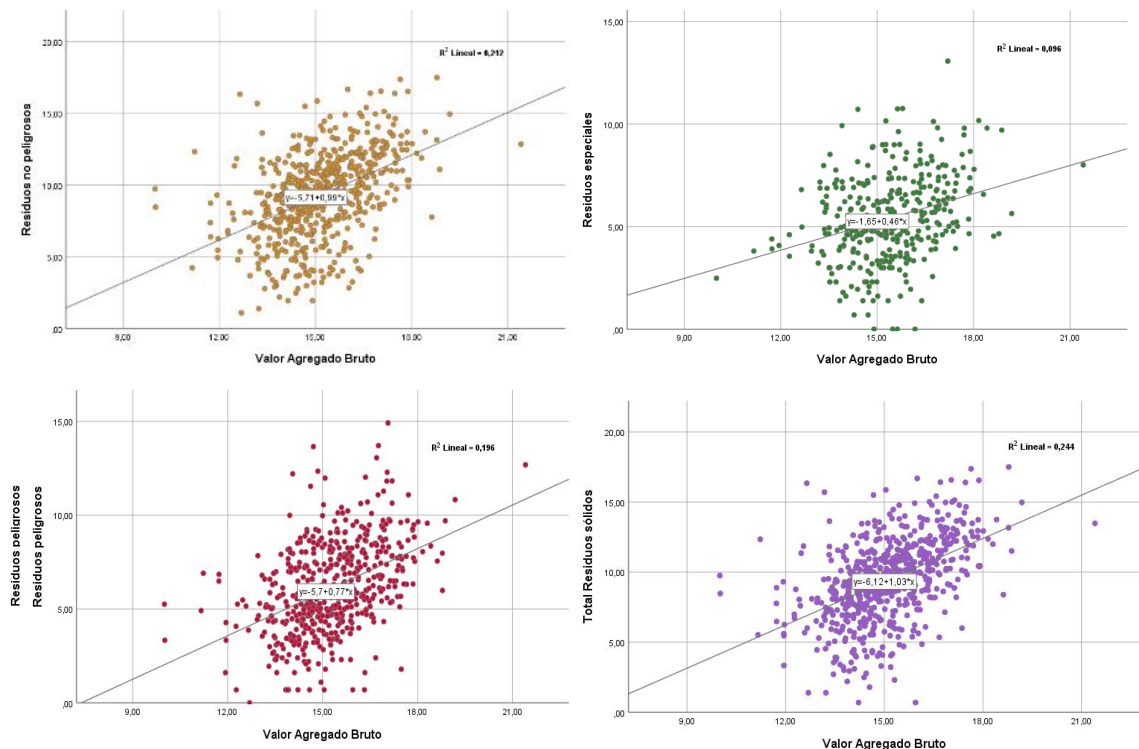
En la figura 20 se observa que, el coeficiente de correlación muestra que los residuos sólidos como no peligrosos, especiales y peligrosos se encuentran en un rango +0,11 a



+0,50 correspondiente a una correlación positiva media y la cantidad total de residuos sólidos que incluye residuos no peligrosos, especiales y peligrosos se encuentra en un rango de +0,51 a +0,75 respectivo a una correlación positiva considerable. Se establece que los residuos sólidos generados por la producción manufacturera son directamente proporcionales, de tal forma, un incremento en la producción contribuye al aumento de residuos sólidos.

**Figura 21**

Correlación Residuos sólidos y Valor Agregado Bruto



*Nota:* Gráfico de dispersión de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 21, se observa la dispersión de los datos, en el eje Y se encuentra la variable dependiente, en este estudio es la generación de residuos sólidos: no peligrosos, especiales, peligrosos y en el eje X, la variable independiente, el VAB. La variable independiente con relación a la dependiente presentó una relación positiva, en otras

palabras, las variables de estudio si se encuentran relacionadas y son directamente proporcionales, por consiguiente, a mayor producción industrial, mayor generación de residuos.

### **Análisis explicativo: Evaluar el efecto de la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador**

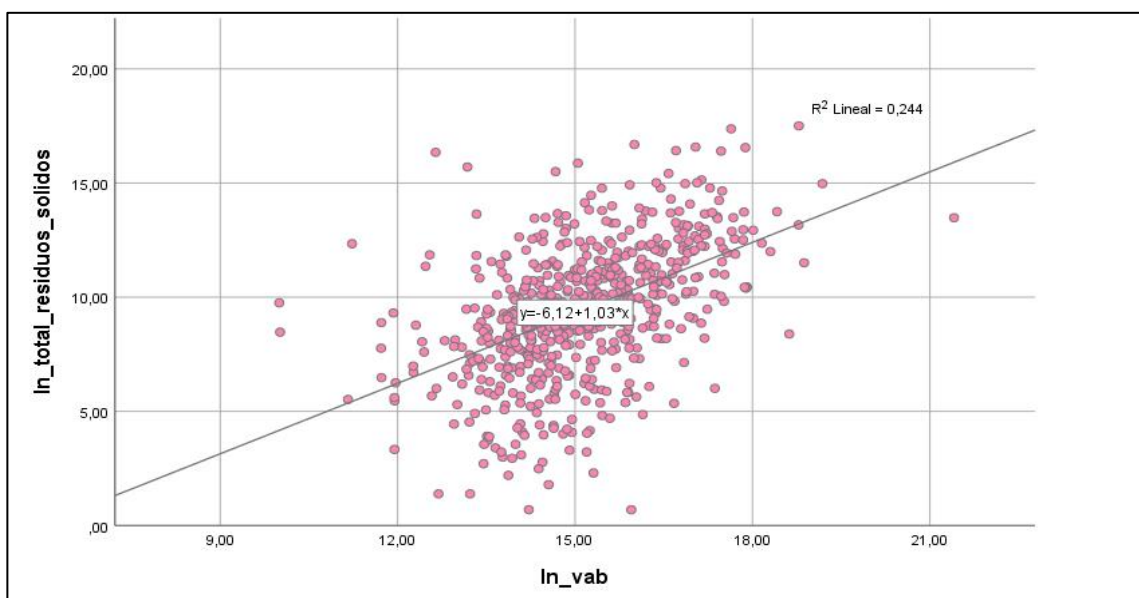
En base a los resultados obtenidos en el segundo objetivo, se pudo evidenciar una correlación positiva y estadísticamente significativa entre el Valor Agregado Bruto y la generación de residuos sólidos (residuos no peligrosos, especiales y peligrosos), de tal modo que, permitieron desarrollar un modelo predictivo a través de una Regresión Lineal Simple para evaluar el efecto entre las variables de estudio. Para cumplir con el objetivo específico de la investigación, se procedió a normalizar mediante logaritmo natural ( $\ln$ ) las variables dependientes generación de residuos sólidos, residuos no peligrosos, residuos especiales y residuos peligrosos y la variable independiente; producción manufacturera representado por el VAB, con el propósito de poder ajustar los datos, puesto que se encuentran originalmente en distintas escalas y así tener una medida estandarizada, para ser comparadas de manera significativa. Por otro lado, es importante tener en cuenta que para estimar el modelo se debe verificar los cinco supuestos mencionados anteriormente en el Capítulo 3 en el apartado del tratamiento de la información, estos son: linealidad, independencia de errores, homocedasticidad, normalidad y no colinealidad.

#### ***Modelo 1: Residuos sólidos***

#### **Verificar los supuestos del modelo**

#### **Figura 22**

#### ***Linealidad***



*Nota:* Supuesto 1 de la variable dependiente e independiente. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 22 se observa que el supuesto de linealidad se cumple, ya que los puntos se distribuyen aproximadamente a lo largo de una línea recta, de esta manera muestra una relación lineal entre la variable dependiente “residuos sólidos” y la variable independiente “Valor Agregado Bruto”, es decir a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos sólidos.

**Tabla 13**

*Independencia de los errores*

Resumen del modelo <sup>b</sup>					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,494 <sup>a</sup>	,244	,242	2,50759	1,992

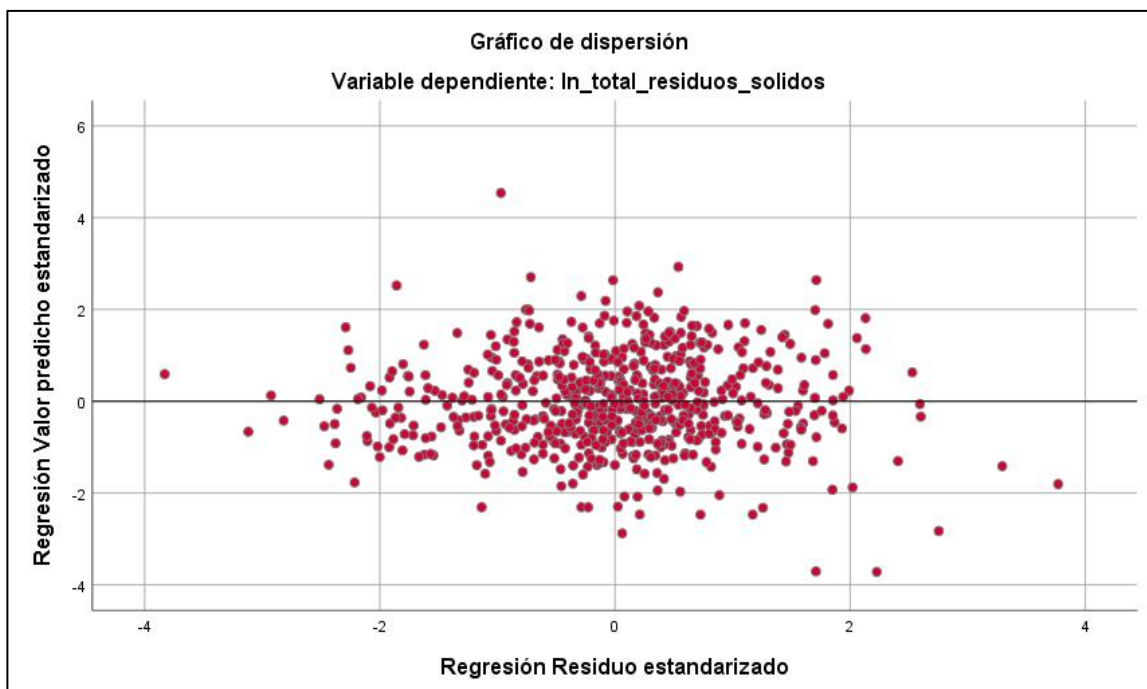
**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**  
**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_solidos**

*Nota:* Supuesto 2 de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para la verificación del supuesto 2 se toma en cuenta el estadístico de Durbin–Watson, valor que debe encontrarse entre 1,5 y 2,5 para cumplir con la independencia de los errores. En la tabla 13 el valor de Durbin-Watson es 1,992; por lo tanto, cumple con el supuesto y se evidencia que los errores de la producción manufacturera (VAB) son independientes.

### Figura 23

#### *Homocedasticidad*

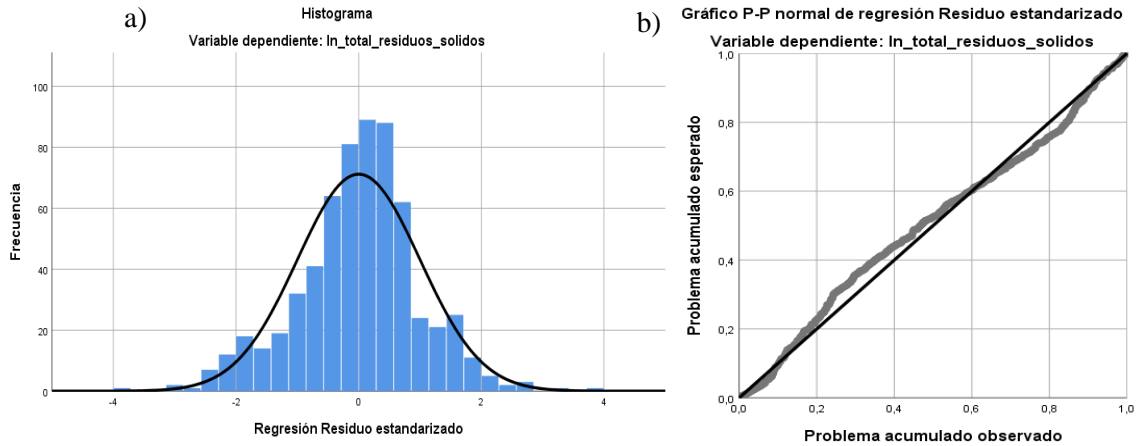


*Nota:* Supuesto 3. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 23 se aprecia el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, puesto que, la variación de los residuos es uniforme, en otras palabras, la varianza de los grupos permanece constante.

## Figura 24

### Normalidad



*Nota:* Supuesto 4. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 24 presenta el supuesto de Normalidad, en la cual se observa que, si cumple con dicho supuesto, ya que la figura 22a sigue una distribución normal, al igual que la figura 22b, dado que, se evidencia que las proporciones de la variable dependiente (generación de residuos sólidos) con respecto a la variable independiente o explicativa (producción manufacturera) se encuentran cerca de la línea diagonal, lo cual indica una relación consistente y proporcional entre ambas variables.

## Tabla 14

### No colinealidad

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>	Estadísticas de colinealidad	
		Tolerancia	VIF
1	(Constante) ln_vab	1,000	1,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_sólidos**

*Nota:* Supuesto 5. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 14 se contempla que se cumple con el supuesto de no colinealidad, debido a que la tolerancia tiene un valor mayor que 0,10 y el valor del factor de inflación de la varianza (FIV) es menor a 10.

### Interpretar el modelo

**Tabla 15**

*Estimación del modelo*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>				t	Sig.
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Desv. Error	Beta			
1 (Constante)	-6,118	1,105			-5,537	,000
ln_vab	1,029	0,073	0,494		14,154	,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_sólidos**

*Nota:* Significancia de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 15 se observa en la significancia que la variable independiente (producción manufacturera) es significativa con respecto a la variable dependiente (generación de residuos sólidos), porque su sig. es menor a 0,05. Es decir, la variable producción manufacturera (VAB) es significativa y explica a la variable generación de residuos sólidos.

### Bondad de ajuste del modelo

**Tabla 16**

*Resumen del modelo*

Modelo	Resumen del modelo <sup>b</sup>			
	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación

1	,494 <sup>a</sup>	0,244	0,242	2,50759
<b>a. Predictores: (Constante), ln_vab</b>				
<b>b. Variable dependiente: ln_total_residuos_sólidos</b>				

*Nota:* Modelo de Regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 16 se aprecia el resumen del modelo de las variables de estudio, en la cual se determina que hay una correlación de 0,494, que de acuerdo con Mondragón se trata de una correlación positiva media (ver tabla 12), Además, el  $R^2$  (coeficiente de determinación) representa el 24,4%, este explica los cambios que existen en la variable dependiente (generación de residuos sólidos), a su vez, el  $R^2$  ajustado establece que el modelo se encuentra explicado en un 24,2 % de la varianza.

La baja explicación del modelo puede darse debido a que, existen otros factores que también influyen en la variable dependiente, de tal modo que, si se incluye más variables independientes, podría ayudar a mejorar la capacidad explicativa del modelo (Palma, 2022; Zulkifli et al., 2012), en esta perspectiva, Gujarati & Porter (2010) añaden que un  $R^2$  bajo suele darse en datos transversales debido a la variedad de las unidades transversales; sin embargo, un coeficiente de determinación bajo no es preocupante o alarmante, ya que, lo fundamental es que el modelo tiene que estar bien especificado y que las variables independientes o explicativas sean estadísticamente significativas (menor que 5%), por ello es muy importante realizar un análisis detallado de estos factores como, por ejemplo; la gestión de residuos, el consumo, la población, la infraestructura, políticas ambientales, entre otros, que pueden estar influyendo en la generación de residuos sólidos con la finalidad de construir un modelos más completo y preciso.

Por otro lado, el resumen del ANOVA (ver anexo 2), permite observar a través de estadístico F, especialmente con la significancia, que existe una relación significativa entre la variable dependiente (generación de residuos sólidos) y la variable independiente (producción manufacturera), dado que, presenta una sig. de 0,000 menor a 0,05.

### ***Modelo matemático***

El modelo de regresión lineal simple para la variable generación de residuos sólidos se representa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \mu$$

$$\text{Residuos sólidos} = -6,118 + 1,029(\text{Valor Agregado Bruto}) + 0.05$$

En cuanto al modelo estimado, se determina que el coeficiente de la variable independiente es positivo, por lo tanto, hay una relación positiva con la variable dependiente, es decir si aumenta la producción, también aumenta la variable explicada (residuos sólidos); concluyendo que, por cada dólar de producción se genera 1,029 kg de residuos sólidos menos la constante (-6.118).

Por ejemplo, por \$100 de producción se genera 96,84kg de residuos sólidos.

$$\text{Residuos sólidos} = -6,118 + 1,029(100) + 0.05$$

$$\text{Residuos sólidos} = 96,84 \text{ kg}$$

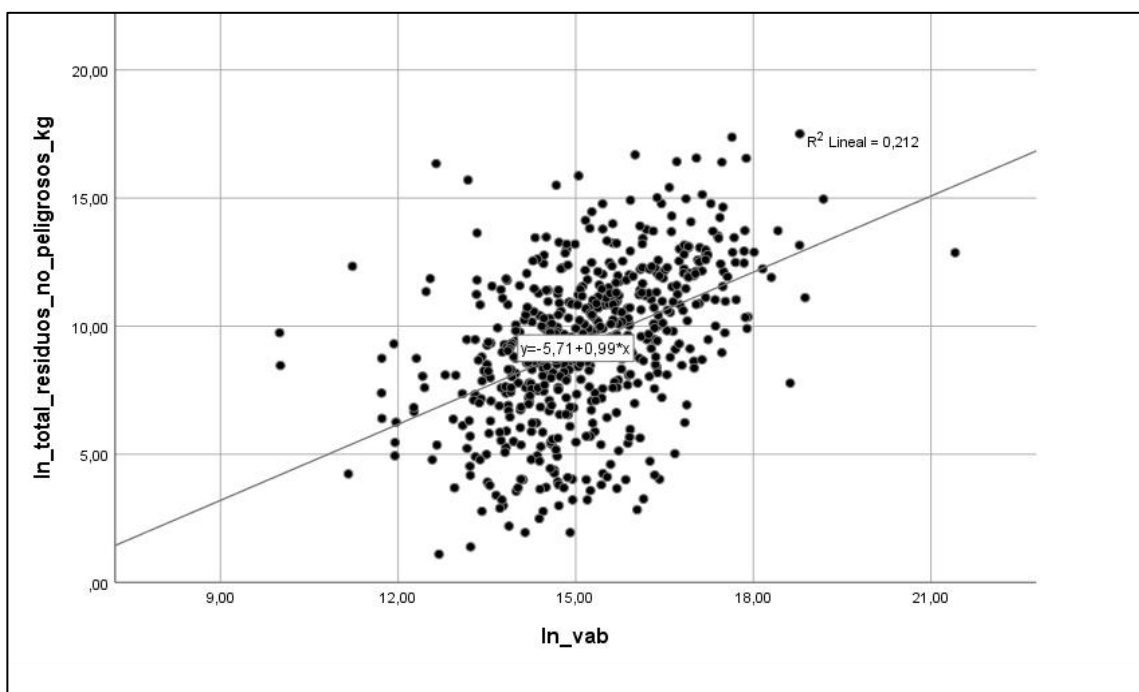
### ***Modelo 2: Residuos no peligrosos***

#### **Verificar los supuestos del modelo**

#### **Figura 25**

##### *Linealidad*





*Nota:* Supuesto 1 de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 25 se observa que se cumple con el supuesto de linealidad, ya que los puntos se distribuyen aproximadamente a lo largo de una línea recta, de esta manera muestra una relación lineal entre la variable dependiente “residuos no peligrosos” y la variable independiente “Valor Agregado Bruto”, es decir a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos no peligrosos.

**Tabla 17**

*Independencia de los errores*

Resumen del modelo <sup>b</sup>					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,460 <sup>a</sup>	,212	,211	2,64401	1,957

**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**

---

**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_no\_peligrosos\_kg**

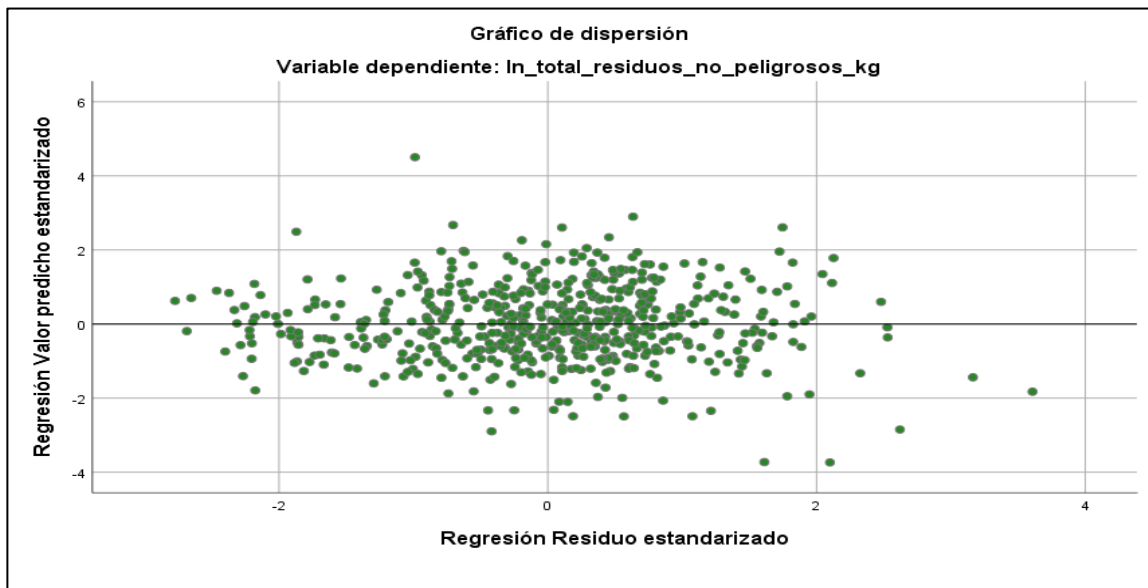
---

*Nota:* Supuesto 2 de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para la verificación del supuesto 2 se toma en cuenta el estadístico de Durbin–Watson, valor que debe encontrarse entre 1,5 y 2,5 para cumplir con la independencia de los errores. En la tabla 17 el valor de Durbin-Watson es 1,957; por lo tanto, cumple con el supuesto y se evidencia que los errores de la producción manufacturera (VAB) son independientes.

**Figura 26**

*Homocedasticidad*

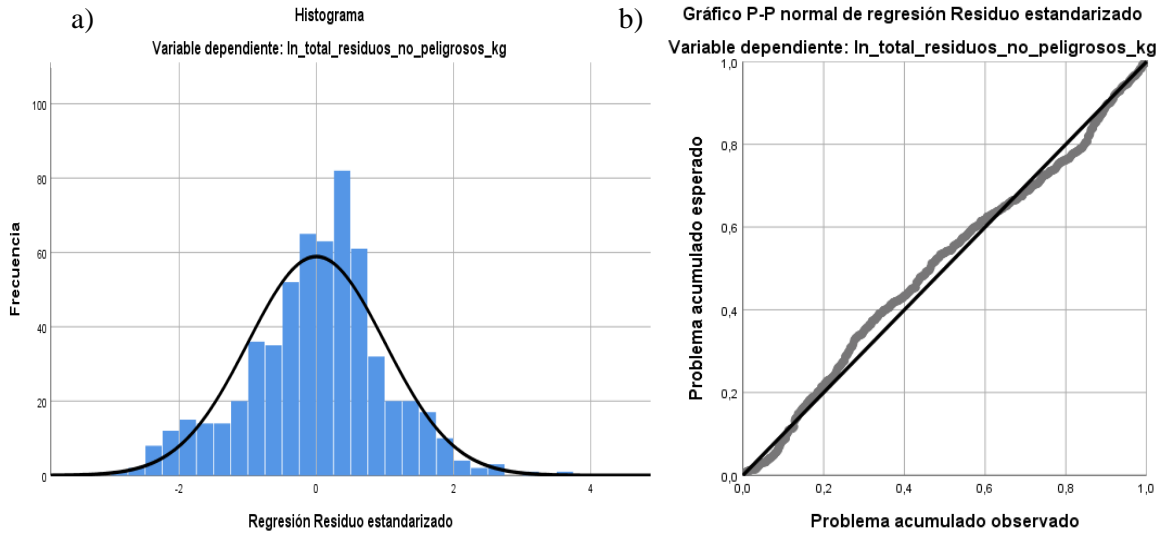


*Nota:* Supuesto 3. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 26 se aprecia el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, puesto que, la variación de los residuos es uniforme, en otras palabras, la varianza de los grupos permanece constante.

**Figura 27**

*Normalidad*



*Nota:* Supuesto 4. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 27 presenta el supuesto de Normalidad, en la cual se observa que, si cumple con dicho supuesto, ya que la figura 27a sigue una distribución normal, al igual que la figura 27b, dado que, se evidencia que las proporciones de la variable dependiente (generación de residuos no peligrosos) con respecto a la variable independiente o explicativa (producción manufacturera) se encuentran cerca de la línea diagonal, lo cual indica una relación consistente y proporcional entre ambas variables.

**Tabla 18**

*No colinealidad*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>	Estadísticas de colinealidad	
		Tolerancia	VIF
1	(Constante)		
	ln_vab	1,000	1,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_no\_peligrosos\_kg**

---

*Nota:* Supuesto 5. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 18 se contempla que se cumple con el supuesto de no colinealidad, debido a que la tolerancia tiene un valor mayor que 0,10 y el valor del factor de inflación de la varianza (VIF) es menor a 10.

**Interpretar el modelo**

**Tabla 19**

*Estimación del modelo*

---

<b>Coefficientes<sup>a</sup></b>					
<b>Modelo</b>	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
<b>1</b> (Constante)	-5,706	1,199		-4,759	0,000
ln_vab	0,99	0,079	0,46	12,579	0,000

---

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_no\_peligrosos\_kg**

---

*Nota:* Significancia de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 19 se observa en la significancia que la variable independiente (producción manufacturera) es significativa con respecto a la variable dependiente (generación de residuos no peligrosos), porque su sig. es menor a 0,05. Es decir, la variable producción manufacturera (VAB) es significativa y explica a la variable generación de residuos no peligrosos.

## Bondad de ajuste del modelo

**Tabla 20**

*Resumen del modelo*

<b>Resumen del modelo<sup>b</sup></b>				
<b>Modelo</b>	<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado ajustado</b>	<b>Error estándar de la estimación</b>
<b>1</b>	<b>,460<sup>a</sup></b>	<b>,212</b>	<b>,211</b>	<b>2,64401</b>

**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**

**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_no\_peligrosos\_kg**

*Nota:* Modelo de Regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 20 se aprecia el resumen del modelo de las variables de estudio, en la cual se determina que hay una correlación de 0,460, que de acuerdo con Mondragón se trata de una correlación positiva media (ver tabla 12), Además, el  $R^2$  (coeficiente de determinación) representa el 21,2%, este explica los cambios que existen en la variable dependiente (generación de residuos no peligrosos), a su vez, el  $R^2$  ajustado establece que el modelo se encuentra explicado en un 21,1 % de la varianza.

Por otro lado, el resumen del ANOVA (ver anexo 3), permite observar a través de estadístico F, especialmente con la significancia, que existe una relación significativa entre la variable explicada y la variable independiente o explicativa, dado que, presenta una significancia de 0,000 menor a 0,05.

### ***Modelo matemático***

El modelo de regresión lineal simple para la variable generación de residuos no peligrosos se representa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \mu$$

$$\text{Residuos no peligrosos} = -5,706 + 0,99(\text{Valor Agregado Bruto}) + 0.05$$

En lo que respecta al modelo estimado, se determina que el coeficiente de la variable independiente es positivo, por lo tanto, hay una relación positiva con la variable dependiente, es decir si aumenta la producción, también aumenta la variable explicada (residuos no peligrosos); concluyendo que, por cada dólar de producción se genera 0.99 kg de residuos no peligrosos menos la constante (-5,706).

Por ejemplo, por \$100 de producción se genera 93,34kg de residuos no peligrosos.

$$\text{Residuos no peligrosos} = -5,706 + 0,99(100) + 0.05$$

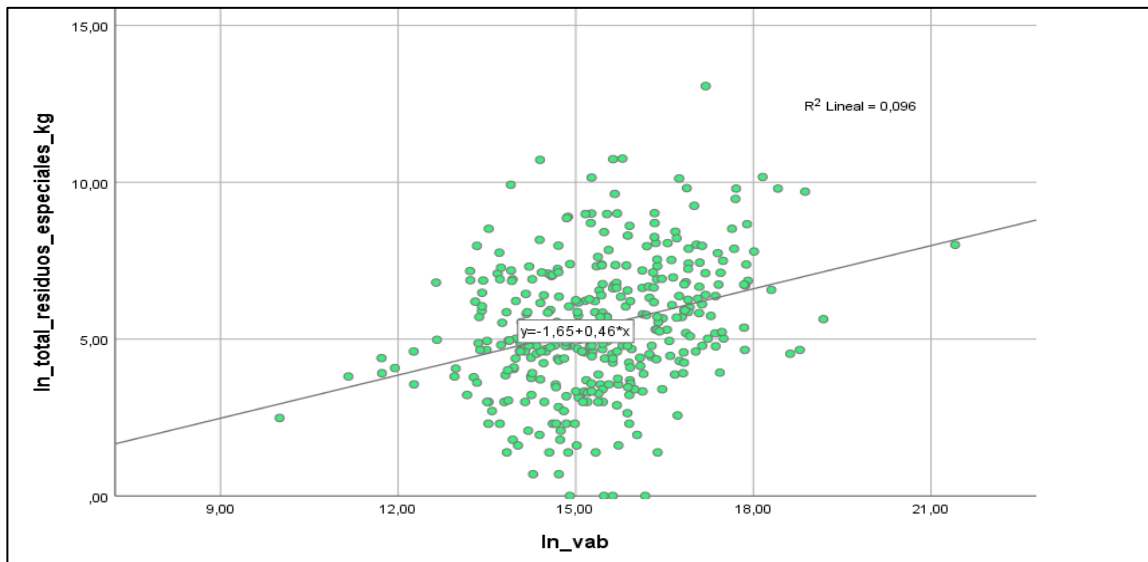
$$\text{Residuos no peligrosos} = 93,34 \text{ kg}$$

### **Modelo 3: Residuos especiales**

#### **Verificar los supuestos del modelo**

#### **Figura 28 Linealidad**

##### *Linealidad*



*Nota:* Supuesto1. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 28 se observa que el supuesto de linealidad se cumple, ya que los puntos se distribuyen aproximadamente a lo largo de una línea recta, de esta manera muestra una relación lineal entre la variable dependiente “residuos especiales” y la variable independiente “Valor Agregado Bruto”, es decir a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos especiales.

**Tabla 21**

*Independencia de los errores*

<b>Resumen del modelo<sup>b</sup></b>					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,309 <sup>a</sup>	,096	,093	1,94695	2,076

**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**

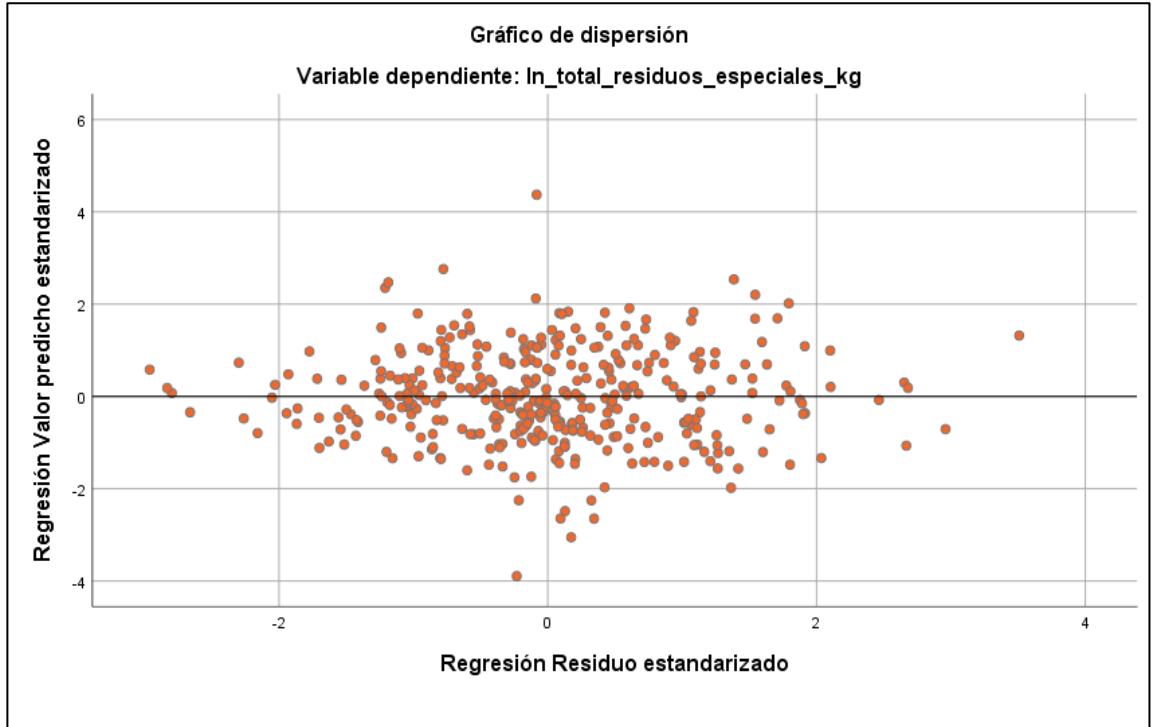
**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_especiales\_kg**

*Nota:* Supuesto 2 de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para la verificación del supuesto 2 se toma en cuenta el estadístico de Durbin–Watson, valor que debe encontrarse entre 1,5 y 2,5 para cumplir con la independencia de los errores. En la tabla 21 el valor de Durbin-Watson es 2,076 por lo tanto, cumple con el supuesto y se evidencia que los errores de la producción manufacturera (VAB) son independientes.

## Figura 29

### *Homocedasticidad*



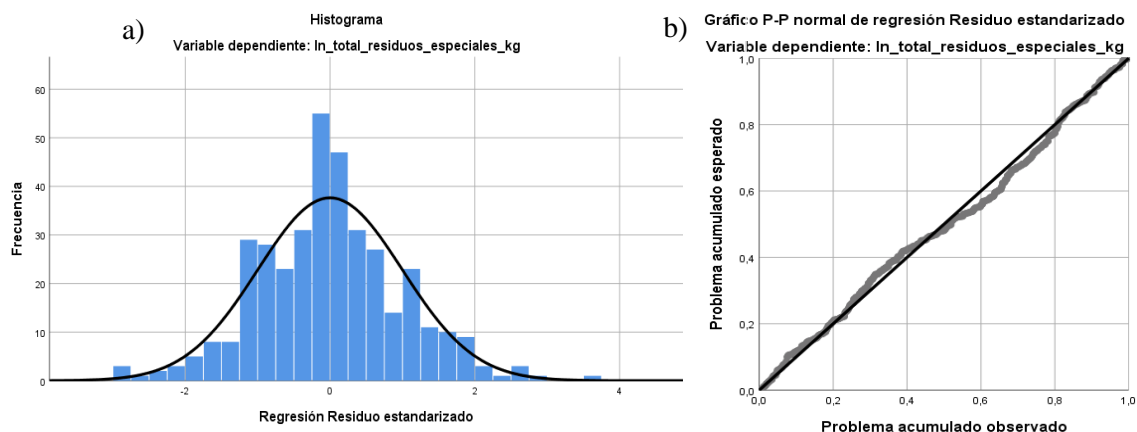
*Nota:* Supuesto de Homocedasticidad. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 29 se evidencia el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, puesto que, la variación de los residuos es uniforme, en otras palabras, la varianza de los grupos permanece constante.

## Figura 30

### *Normalidad*





*Nota:* Supuesto de 3. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 30 presenta el supuesto de Normalidad, en la cual se observa que, si cumple con dicho supuesto, ya que la figura 30a sigue una distribución normal, al igual que la figura 30b, dado que, se evidencia que las proporciones de la variable dependiente (generación de residuos especiales) con respecto a la variable independiente o explicativa (producción manufacturera) se encuentran cerca de la línea diagonal, lo cual indica una relación consistente y proporcional entre ambas variables.

**Tabla 22**

*No colinealidad*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>	Estadísticas de colinealidad	
		Tolerancia	VIF
1	(Constante)		
	ln_vab	1,000	1,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_especiales\_kg**

*Nota:* Supuesto 4. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 22 se aprecia que se cumple con el supuesto de no colinealidad, debido a que la tolerancia tiene un valor mayor que 0,10 y el valor del factor de inflación de la varianza (FIV) es menor a 10.

### Interpretar el modelo

**Tabla 23**

*Estimación del modelo de Regresión lineal simple*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>				t	Sig.
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			
	B	Desv. Error	Beta			
1 (Constante)	-1,650	1,123			-1,469	,143
ln_vab	0,459	0,073	0,309		6,303	,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_especiales\_kg**

*Nota:* Significancia de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 23 se observa en la significancia que la variable independiente (producción manufacturera) es significativa con respecto a la variable dependiente (generación de residuos especiales), porque su sig. es menor a 0,05. Es decir, la variable producción manufacturera (VAB) es significativa y explica a la variable generación de residuos especiales.

### Bondad de ajuste del modelo

**Tabla 24**

*Resumen del modelo*

Modelo	Resumen del modelo <sup>b</sup>			
	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación

1	,309 <sup>a</sup>	0,096	0,093	1,94695
<b>a. Predictores: (Constante), ln_vab</b>				
<b>b. Variable dependiente: ln_total_residuos_especiales_kg</b>				

*Nota:* Modelo de Regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 24 se aprecia el resumen del modelo de las variables de estudio, en la cual se determina que hay una correlación de 0,309, que de acuerdo con Mondragón se trata de una correlación positiva media (ver tabla 12), Además, el R<sup>2</sup> (coeficiente de determinación) representa el 9,6%, este explica los cambios que existen en la variable dependiente (generación de residuos especiales), a su vez, el R<sup>2</sup> ajustado establece que el modelo se encuentra explicado en un 9,3 % de la varianza.

Por otro lado, el resumen del ANOVA (ver anexo 4), permite observar a través de estadístico F, especialmente con la significancia, que existe una relación significativa entre la variable dependiente o explicada y la variable independiente o explicativa, dado que, presenta una significancia de 0,000 menor a 0,05.

### ***Modelo matemático***

El modelo de regresión lineal simple para la variable generación de residuos especiales se representa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \mu$$

$$\text{Residuos especiales} = -1,650 + 0,459(\text{Valor Agregado Bruto}) + 0.05$$

Con respecto al modelo estimado, se determina que el coeficiente de la variable independiente es positivo, por lo tanto, hay una relación positiva con la variable dependiente, es decir si aumenta la producción, también aumenta la variable explicada (residuos especiales); concluyendo que, por cada dólar de producción se genera 0,459 kg de residuos especiales menos la constante (-1,650).

Por ejemplo, por \$100 de producción se genera 44,3kg de residuos especiales.

$$\text{Residuos especiales} = -1,650 + 0,459(100) + 0,05$$

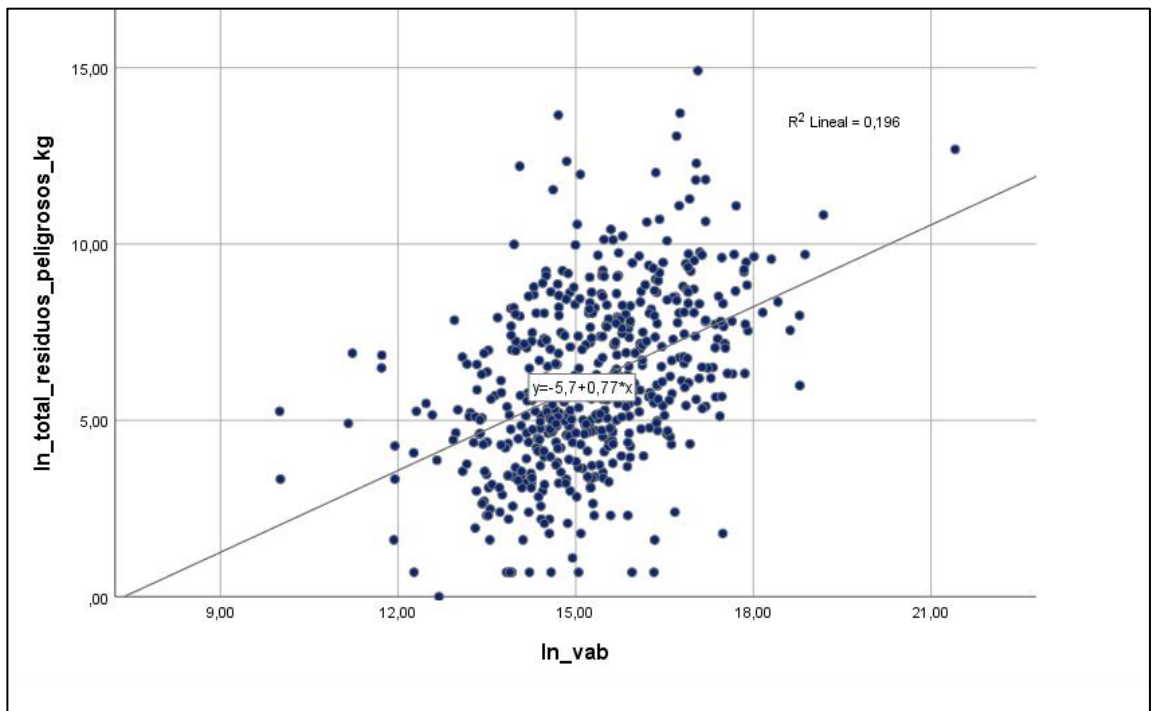
$$\text{Residuos especiales} = 44,3 \text{ kg}$$

#### **Modelo 4: Residuos peligrosos**

#### **Verificar los supuestos del modelo**

#### **Figura 31**

#### *Linealidad*



*Nota:* Supuesto 1 de la variable dependiente e independiente. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 31 se observa que el supuesto de linealidad se cumple, ya que los puntos se distribuyen aproximadamente a lo largo de una línea recta, de esta manera muestra una relación lineal entre la variable dependiente “residuos peligrosos” y la variable

independiente “Valor Agregado Bruto”, es decir a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos peligrosos.

**Tabla 25**

*Independencia de los errores*

<b>Resumen del modelo<sup>b</sup></b>					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,442 <sup>a</sup>	,196	,194	2,17876	2,058

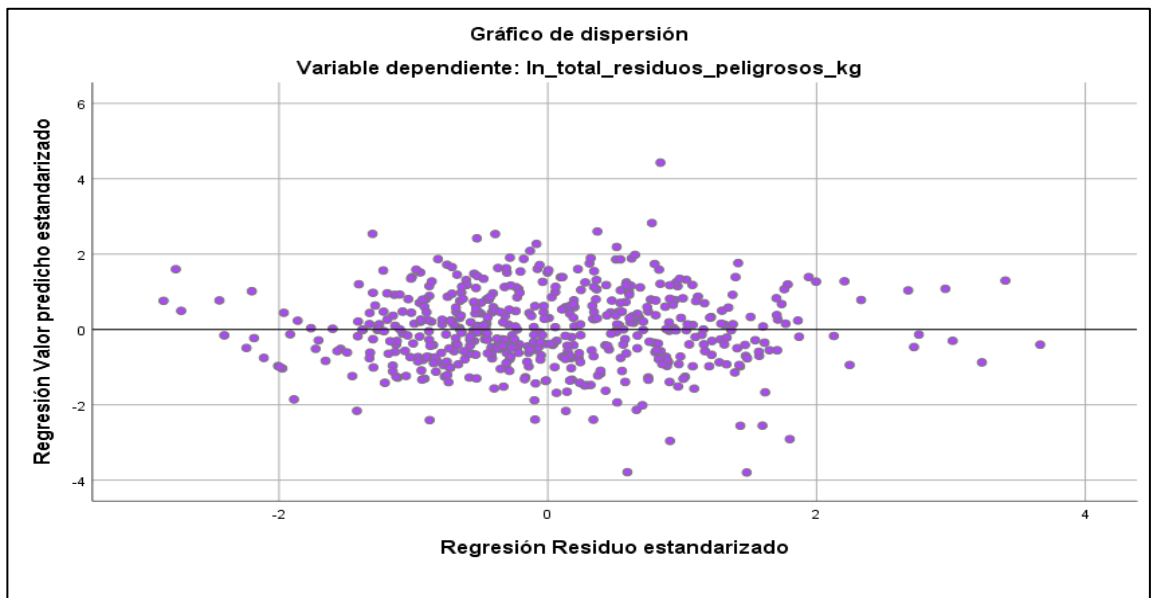
**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**  
**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_peligrosos\_kg**

*Nota:* Supuesto 2 de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Para la verificación del supuesto 2 se toma en cuenta el estadístico de Durbin–Watson, valor que debe encontrarse entre 1,5 y 2,5 para cumplir con la independencia de los errores. En la tabla 25 el valor de Durbin-Watson es 2,058; por lo tanto, cumple con el supuesto y se evidencia que los errores de la producción manufacturera (VAB) son independientes.

**Figura 32**

*Homocedasticidad*

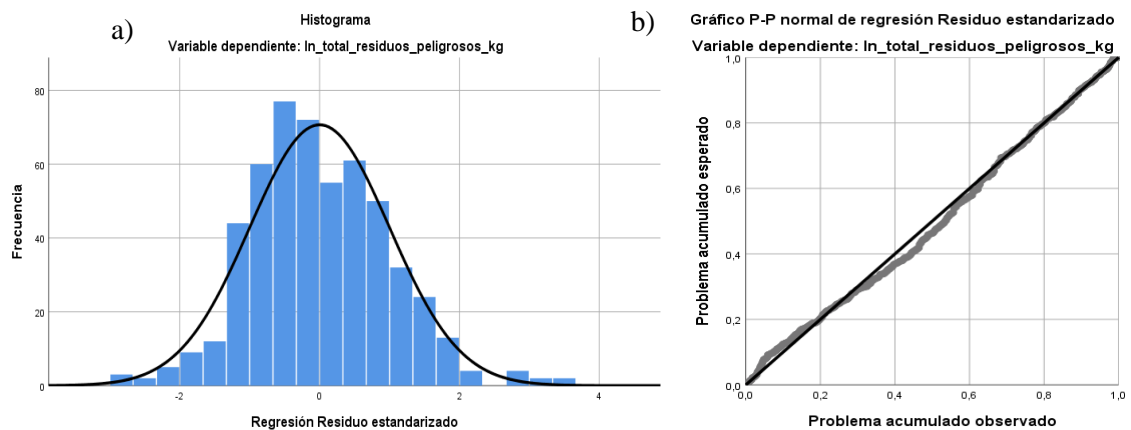


*Nota:* Supuesto 3. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la figura 32 se aprecia el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, puesto que, la variación de los residuos es uniforme, en otras palabras, la varianza de los grupos permanece constante.

### Figura 33

#### Normalidad



*Nota:* Supuesto de Normalidad. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

La figura 33 presenta el supuesto de Normalidad, en la cual se evidencia que, si cumple con dicho supuesto, ya que la figura 33a sigue una distribución normal, al igual que la figura 33b, dado que, se evidencia que las proporciones de la variable dependiente (generación de residuos peligrosos) con respecto a la variable independiente o explicativa (producción manufacturera) se encuentran cerca de la línea diagonal, lo cual indica una relación consistente y proporcional entre ambas variables.

**Tabla 26**

*No colinealidad*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>		
		Tolerancia	VIF
1	(Constante)		
	ln_vab	1,000	1,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_peligrosos\_kg**

*Nota:* Supuesto 5. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 26 se examina que se cumple con el supuesto de no colinealidad, debido a que la tolerancia tiene un valor mayor que 0,10 y el valor del factor de inflación de la varianza (FIV) es menor a 10.

### Interpretar el modelo

**Tabla 27**

*Estimación del modelo de Regresión lineal simple*

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>			t	Sig.
	Coefficientes no estandarizados	Coefficientes estandarizados			

	B	Desv. Error	Beta		
<b>1</b> (Constante)	-5,704	1,046		-5,454	,000
ln_vab	0,774	0,068	0,442	11,341	,000

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_peligrosos\_kg**

*Nota:* Significancia de las variables de estudio. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 27 se aprecia en la significancia que la variable independiente (producción manufacturera) es significativa con respecto a la variable dependiente (generación de residuos peligrosos), porque su sig. es menor a 0,05. Es decir, la variable producción manufacturera (VAB) es significativa y explica a la variable generación de residuos peligrosos.

### Bondad de ajuste del modelo

**Tabla 28**

*Resumen del modelo*

<b>Resumen del modelo<sup>b</sup></b>				
<b>Modelo</b>	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
<b>1</b>	,442 <sup>a</sup>	0,196	0,194	2,17876

**a. Predictores: (Constante), ln\_vab**

**b. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_peligrosos\_kg**

*Nota:* Modelo de Regresión lineal simple. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En la tabla 28 se observa el resumen del modelo de las variables de estudio, en la cual se determina que hay una correlación de 0,442, que de acuerdo con Mondragón se trata de una correlación positiva media (ver tabla 12), Además, el R<sup>2</sup> (coeficiente de determinación) representa el 19,6%, este explica los cambios que existen en la variable dependiente (generación de residuos peligrosos), a su vez, el R<sup>2</sup> ajustado establece que el modelo se encuentra explicado en un 19,4 % de la varianza.



Por otro lado, el resumen del ANOVA (ver anexo 5), permite observar a través de estadístico F, especialmente con la significancia, que existe una relación significativa entre la variable dependiente y la variable independiente, puesto que, presenta una significancia de 0,000 menor a 0,05.

### ***Modelo matemático***

El modelo de regresión lineal simple para la variable generación de residuos peligrosos se representa de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x + \mu$$

$$\text{Residuos peligrosos} = -5,704 + 0,774(\text{Valor Agregado Bruto}) + 0.05$$

De esta manera, en modelo estimado se determina que el coeficiente de la variable independiente es positivo, por lo tanto, hay una relación positiva con la variable dependiente, es decir si aumenta la producción, también aumenta la variable explicada (residuos peligrosos); concluyendo que, por cada dólar de producción se genera 0,774 kg de residuos peligrosos menos la constante (-5,704).

Por ejemplo, por \$100 de producción se genera 71,74 kg de residuos peligrosos.

$$\text{Residuos peligrosos} = -5,704 + 0,774(100) + 0.05$$

$$\text{Residuos peligrosos} = 71,74 \text{ kg}$$

## 4.2 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

### 1. Planteo de hipótesis

#### a) Modelo lógico

H<sub>0</sub>: No hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador para el año 2020

H<sub>1</sub>: Si hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador para el año 2020

#### b) Modelo matemático

H<sub>0</sub>:  $\rho = 0$

H<sub>1</sub>:  $\rho \neq 0$

#### c) Modelo estadístico

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2-1)}$$

### 2. Regla de decisión

Se acepta la hipótesis nula si el valor de  $\rho$  es igual a 0,0 con un  $\alpha$  de 0,05

### 3. Cálculo del estadístico

**Tabla 29**

*Cálculo del Rho de Spearman*

	Cantidad generada de residuos sólidos	total de residuos	Valor Agregado Bruto (VAB) empresarial 2020
Rho		1,000	

<b>Cantidad total generada de residuos sólidos.</b>	Sig. (bil.)		
<b>Valor Agregado Bruto (VAB) empresarial 2020</b>	Rho Sig. (bil.)	,528** 0,000	1,000
<b>**.</b> La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

*Nota.* Correlación interna entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador para el año 2020. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

En función de los resultados del Rho de Spearman de 0,528 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna, es decir, sí hay relación estadística significativa entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos en el Ecuador para el año 2020. El ajuste de la correlación es positiva considerable directamente proporcional (Mondragón Barrera, 2014).

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

#### 5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el primer objetivo se identificó que la industria manufacturera aportó un VAB total de \$7.905.966.934,00 a la economía del país en el año 2020, al analizar la producción manufacturera según el tamaño de empresa se determinó que las empresas manufactureras que conforman la clasificación del grupo de Grande Empresa aportaron un mayor VAB con respecto a las dos clasificaciones, con un promedio de \$13.227.620,15. Por otra parte, analizando el VAB por provincia se determinó que las empresas del sector manufacturero concentradas en las provincias de Pichincha y Guayas son las que generan mayor VAB contribuyendo significativamente a la economía del país con un 82,6%, en la que Pichincha representa el 46,7 % y Guayas representa el 35, 9% del total del Valor Agregado Bruto. De igual forma, se identificó que las empresas del sector manufacturero generaron una cantidad total de 2.780.290.052,00 kg de residuos sólidos (no peligrosos, especiales y peligrosos). En este sentido, el residuo mayor generado por parte de la industria de manufactura fue los residuos no peligrosos con una cantidad de 268.800.408,00 kg, seguido de los residuos peligrosos 8.411.130,00 kg y finalmente por los residuos especiales 1.078.514,00 kg, destacando que, las empresas ubicadas en las provincias de Pichincha y Guayas son las que generan mayor cantidad de estos residuos.

En el segundo objetivo, mediante la correlación de Spearman se estableció la relación entre la producción manufacturera y la generación de residuos sólidos, obteniendo una correlación positiva considerable ( $r_s = 0,528$ ) y estadísticamente significativa con un p-valor = 0,000 entre las variables del estudio; esto quiere decir que a medida que aumenta la producción manufacturera, también aumenta la generación de residuos sólidos

Por último, se evaluó el efecto entre la variable dependiente e independiente, donde se observó en el modelo general, que el  $R^2$  representa el 24,4%, este valor explica los cambios que existen en la variable dependiente (generación de residuos sólidos), a su vez, el  $R^2$  ajustado establece que el modelo se encuentra explicado en un 24,2 % de la varianza; además, existe una relación significativa entre la generación de residuos sólidos y la

producción manufacturera, puesto que, presenta una significancia menor a 0,05, de tal forma se concluye que, por cada dólar de producción se genera 1,029 kg de residuos sólidos menos la constante (-6.118), y si se toma como referencia \$100 de producción, se genera 96,84 kg de residuos sólidos, así respectivamente con los tres modelos restantes; 93,34 kg residuos no peligrosos, 44,3 kg de residuos especiales y 71,74 kg de residuos peligrosos.

En definitiva, la producción manufacturera cumple un papel importante en el crecimiento económico del país porque tiene la capacidad de generar empleo, fomentar la innovación y desarrollo tecnológico, sin embargo, conlleva a un aumento en la generación de residuos sólidos, dado que varios procesos industriales hacen uso de materiales como de recursos naturales que al final del proceso productivo se convierten en desechos, convirtiéndose en un desafío significativo para el país. Además, la falta de educación y conciencia ambiental hace que el manejo inadecuado de los residuos sólidos cause severos impactos al medio ambiente y a la salud, especialmente de los residuos peligrosos y residuos especiales ya que presentan características de peligrosidad en comparación de los residuos no peligrosos, por ello es importante establecer estrategias de sostenibilidad para una gestión eficiente de los residuos, a su vez dar soluciones que preserven el entorno y fomenten los objetivos de la economía circular, de esta manera contribuir al cumplimiento de los ODS.

## **5.2 Limitaciones del estudio**

Al desarrollar el estudio de investigación, la limitación más considerable fue al momento de depurar la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) correspondiente al módulo ambiental de la ENESEM (Encuesta Estructural Empresarial) del año 2020, dado que, presentó mucha dificultad de entendimiento porque existió gran cantidad de datos perdidos por medio del sistema o a su vez por el usuario. Cabe mencionar que la encuesta realizada a las empresas del sector manufacturero tenía varias opciones y por ende cada empresa responde de una manera distinta, en este sentido, un problema severo fue que varias empresas respondieron en el registro que sí generan residuos sólidos (incluyen residuos no peligrosos, especiales y peligrosos), pero no

registraban la cantidad generada, lo que dificulta de una u otra manera hacer accesible la información a cualquier tipo de análisis. Por otro lado, algunos tipos de residuos presentaban diferente unidad de medida como kilogramos y toneladas, por lo que se consideró trabajar en una sola medida, de esta forma los residuos que se encontraban en toneladas se pasaron a kilogramos. De igual manera, para la ejecución del modelo de Regresión Lineal Simple se normalizó los datos de la variable dependiente (generación de residuos sólidos) y de la variable independiente (producción manufacturera), utilizando el método de logaritmo natural (ln), en vista que ambas variables de estudio se encontraban en diferentes medidas, la una en kilogramos y la otra en dólares, por ende presentaban una dispersión considerable, por lo tanto, se decidió trabajar con una escala en común para que puedan ser medibles.

### **5.3 Futuras temáticas de investigación**

A medida que se fue desarrollando la investigación, se ha identificado algunas áreas complementarias que podrían enriquecer a un análisis más profundo y eficiente del tema en cuestión. A continuación, se proponen las siguientes temáticas como orientación para investigaciones futuras:

- Explorar la implementación de principios de economía circular en la producción manufacturera para reducir la generación de residuos y promover la reutilización y el reciclaje de materiales.
- Evaluar la efectividad de las políticas y regulaciones gubernamentales en Ecuador relacionadas con la gestión de residuos en la industria manufacturera.
- Proponer estrategias para minimizar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de los productos.
- Analizar el papel de las empresas manufactureras en la participación comunitaria y la responsabilidad social en la gestión de residuos.
- Analizar el uso de energías renovables y limpias en los procesos productivos de la industria manufacturera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Pérez, I., Marrero-Delgado, F., & Espinosa-Martínez, J. U. (2020). La Economía Circular como contribución a la Sostenibilidad en un destino turístico cubanos de sol y playa. *Estudios y Perspectivas En Turismo*, 29, 406–425. <https://www.redalyc.org/journal/1807/180763168005/180763168005.pdf>
- Acuña, C., Ortiz, J., Abad, M., & Naranjo, E. (2019). Decision making in Ecuadorian SMEs: Pichincha and Azuay industries. *Revista Espacios*, 40(40), 1–18. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n40/a19v40n40p18.pdf>
- Agyeiwaah, E. (2020). The contribution of small accommodation enterprises to sustainable solid waste management. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 44, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2020.04.013>
- Akinsola, F. A., Ologundudu, M. M., Akinsola, M. O., & Odhiambo, N. M. (2022). Industrial development, urbanization and pollution nexus in Africa. *Heliyon*, 8(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11299>
- Aldás Salazar, D., Barrera Erreyes, H., Luzuriaga Jaramillo, H., & Abril Flores, J. (2023). Economic Growth and Environmental Management in the Manufacturing Industries of Ecuador. Strategies Towards a Circular Economy Model. *Revista GobieRno y Gestión Pública, Lima (PeRú) X, 1*, 85–98. <https://revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe/index.php/RGGP/article/view/308>
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6th ed.). Editorial Episteme.
- Arias Gómez, J., Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201–206. [www.nietoeditores.com.mx](http://www.nietoeditores.com.mx)
- Arízaga-Gamboa, R., Fernández-Florín, J. V., & Vasconez-Sornoza, S. L. (2023). Sistema de compostaje automatizado para desechos sólidos orgánicos generados en un mercado. *Polo Del Conocimiento*, 8(8), 226–244. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i8>

- Arnedo Lasheras, R., Jaca García, C., León Perfecto, C., & Ormazábal Goenaga, M. (2020). *Guía práctica para implementar la economía circular en las pymes*. AENOR- Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Baca Urbina, G., Romero Vallejo, S., & Cruz Valderrama, M. (2015). *Proyectos ambientales en la industria*. Grupo Editorial Patria.
- Banco Mundial. (2018a). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Banco Mundial. (2018b). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Barrera Trujillo, V. (2014). *Identificación de residuos industriales*. Editorial Elearning S.L.
- Belda Hériz, I. (2018). *Economía Circular: Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Editorial Tébar Flores.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3rd ed.). Pearson Educación.
- Bolaños Vidal, A. L. (2020). *Ecología industrial: calidad ambiental en el ambiente operativo y en el entorno inmediato de los centros industriales*. Programa Editorial Universidad del Valle.
- Bravo-Calle, O. E., Osorio-Rivera, M. A., & Loo-Lalvay, X. A. (2021). The quality of industrial development and its impact on the environment. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 153–167. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9>
- Brito-Gaona, L. F., Sotomayor-Pereira, G., & Apolo-Vivanco, J. (2019). Análisis y perspectivas del valor agregado bruto en la economía ecuatoriana. *X-Pendientes Económicos*, 3(5), 17–36. <http://portal.amelica.org/ameli/>



- Cadena Muñoz, C. E., & Pérez Morales, R. E. (2018). Organic waste production in commercial and services economic units in Mexico City. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 33(3), 733–767. <https://doi.org/10.24201/edu.v33i3.1804>
- Capa Benítez, L. B., García Saltos, M. B., Crespo Hurtado, E., Palmero Urquiza, D. E., López Fernández, R., Crespo Borges, T., Franco Fadul, M. del C., & Fadul Franco, J. S. (2017). *Análisis Exploratorio de datos con SPSS*. Editorial: “Universo Sur.”
- Carabias, J., Meave, J. A., Valverde, T., & Canón Santana, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. Pearson Educación.
- Cárdenas Astudillo, Á. J., Vásquez Vera, M. M., Vera Bravo, M. L., Villamil Valencia, I. A., & Calderón Pincay, J. M. (2020). Origin and composition of solid waste in Calceta city, Manabí. *Revista ESPAMCIENCIA*, 13(2), 62–65. [https://doi.org/10.51260/revista\\_espamciencia.v13i2.311](https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i2.311)
- Carpintero, Ó., & Naredo, J. M. (2005). El metabolismo de la economía española Flujos de energía, materiales y su incidencia ecológica. *Economía vs Naturaleza*, 321–424. [https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Situacion\\_Mundo/2004/El\\_metabolismo\\_de\\_la\\_economia\\_espa%C3%B1ola\\_O.\\_Carpintero\\_J.M.\\_Naredo.pdf](https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/Situacion_Mundo/2004/El_metabolismo_de_la_economia_espa%C3%B1ola_O._Carpintero_J.M._Naredo.pdf)
- Carrillo González, G. (2009). Una revisión de los principios de la ecología industrial. *Argumentos*, 22(59), 247–265. <https://www.redalyc.org/pdf/595/59511412009.pdf>
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía Circular. *Economía Industrial*, 401(3), 11–20. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/40155>
- Conde Noble, M. J. (2021). Proposal for the management of electronic waste in the central zone of the urban area of Montería. *Revista Environment & Technology*, 2(1), 80–95. <https://doi.org/10.56205/ret.2-1.5>

- Cruz del Castillo, C., Olivares Orozco, S., & González García, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Cunya Flores, P., & Barbarán Mozo, H. P. (2021). Desarrollo ambiental sostenible. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3625–3641. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.555](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.555)
- Da Costa Pimenta, C. C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, 35, 1–11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Díaz, C. P., & Espinoza, I. L. (2020). The climatic impact of garbage: Legal analysis of solid waste, recovery and landfill mining. *Revista de Derecho Ambiental (Chile)*, 14, 71–95. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2020.54151>
- Durán Romero, G. (2019). Progresando hacia un modelo de economía circular. *Economía y Medioambiente*, 211, 211–215. <https://www.researchgate.net/publication/343141105>
- Espinoza, A. (2021). La economía circular, una alternativa de gestión ambiental para el manejo y disposición de residuos sólidos en Panamá. *Revista Plus Economía*, 9(2), 54–70. <https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/502>
- Estenssoro, F., & Devés, E. (2013). Historical global environmental debate: The first Latin American contributions to the origin of the concept of Environment and Development (1970-1980). *Estudios Ibero-Americanos*, 39(2), 237–261. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134630604003>
- Fajardo Fonseca, H. (2017). The cleanest production as an environmental strategy in the framework of sustainable development. *Revista Ingeniería Matemáticas y Ciencias de La Información*, 4(8), 47–59. <https://doi.org/10.21017/rimci.2017.v4.n8.a32>
- Farzadkia, M., Mahvi, A. H., Norouzian Baghani, A., Sorooshian, A., Delikhoon, M., Sheikhi, R., & Ashournejad, Q. (2021). Municipal solid waste recycling: Impacts on energy savings and air pollution. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 71(6), 737–753. <https://doi.org/10.1080/10962247.2021.1883770>

- Flores, E. G., Sandoval Castro, E., & Pérez Magaña, A. (2014). Biosólidos en la producción de maíz: impacto socioeconómico en zonas rurales del municipio de Puebla Biosolids in maize production: Socioeconomic impact on rural areas of the municipality of Puebla. *Estudios Sociales*, 22(43), 61–86. <https://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v22n43/v22n43a3.pdf>
- García García, S. (2016). Economía Circular: La Unión Europea impulsa reformas sobre la base de un tema crucial, la gestión de residuos, con el fin de alcanzar mejoras económicas y medioambientales. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 57, 1–9. [https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2016/04/2016\\_05\\_16\\_Sara\\_Comentario\\_abonos.pdf](https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2016/04/2016_05_16_Sara_Comentario_abonos.pdf)
- Garrell, A., & Guilera, L. (2019). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Marge Books.
- Gerged, A. M., Zahoor, N., & Cowton, C. J. (2023). Understanding the relationship between environmental management accounting and firm performance: The role of environmental innovation and stakeholder integration – Evidence from a developing country. *Management Accounting Research*. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2023.100865>
- Gómez López, I. (2020). *Desarrollo Sostenible*. Editorial Elearning, SL.
- Gomez, M., Manuel, A., Gonzalez, A., Barcena, M., Roldán, C., Ruiz, L., & Ramon, J. (2015). Industrial and Urban Metabolism applied to project of sustainable products design. *International Congress on Project Management and Engineering*, 901–909. <https://idus.us.es/handle/11441/41308>
- Gonzales Guzmán, J. B., & Moreno Muro, J. P. (2022). La gestión de residuos sólidos y su relación con la educación ambiental para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de la cultura ambiental. Una revisión. *Revista Hacedor*, 6(2), 44–59. <https://doi.org/10.26495/rch.v6i2.2250>
- Granados Santos, J. A., Pérez Álvarez, N. B., & Poveda Zambrano, A. (2019). *Gestión integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca*. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/handle/123456789/25408>

- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems* (4th ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Guajarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5th ed.). Mc Graw Hill Educación.
- Gualancañay Guachamin, B. H., Alcocer Salazar, F. S., García Ayala, S. R., & Silva Ruiz, M. S. (2020). Máquina prototipo granuladora de caucho de neumáticos Prototype tire rubber granulator machine. *Revista Multidisciplinarioa Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 2(2), 1–5. <https://dateh.es/index.php/main/article/view/45/498>
- Guillén de Romero, J., Calle García, J., Gavidia Pacheco, A. M., & Vélez Santana, A. G. (2020). Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, XXVI (4), 293–307. <https://orcid>.
- Halliday, S., & Atkins, R. (2016). *Sustainability RIBA Plan of Work 2013 Guide*. Tylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429346651>
- Haripavan, N., & Dey, S. (2023). Application of remote sensing and geographic information system in solid waste management for Gudivada Municipality, Andhra Pradesh, India. *Waste Management Bulletin*, 1(3), 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2023.08.006>
- Huang, Q., Guangwu, C., Yafei, W., Lixiao, X., & Wei-Quiang, C. (2020). Identifying the socioeconomic drivers of solid waste recycling in China for the period 2005–2017. *Science of the Total Environment*, 725, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138137>
- Hugo Cárdenas, F. X., Flores Ramos, C. R., Peralta Beltrán, Á. R., & Lara Pazos, P. E. (2019). Sostenibilidad empresarial en relación a los objetivos del desarrollo sostenible en el Ecuador. *Revista Científica de Investigación Actualización Del Mundo de Las Ciencias (Reciamuc)*, 3(1), 670–699. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.\(1\).enero.2019.670-699](https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.(1).enero.2019.670-699)
- Huiman Cruz, A. (2022). Los residuos peligrosos generados en la industria textil peruana para el caso de la Alta costura, fibra de alpaca y curtiembre. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 25(49), 115–133. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.21097>

- Ibujés-Villacís, Juan, Franco-Crespo, & Antonio. (2023). Relationship between Productivity and Efficiency with Sustainable Development Goals: The Case of the Manufacturing Industry in Pichincha, Ecuador. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía Circular y La Empresa*, 35, 34–56. [www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5475](http://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/5475)
- INEC. (2020). *Módulo Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial (ENESEM)*. [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)
- INEC. (2022). *Gestión de Residuos Sólidos 2021*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2021/Residuo\\_solidos\\_2021/Metodolog%C3%ADa%202021%20V02.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2021/Residuo_solidos_2021/Metodolog%C3%ADa%202021%20V02.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). *Información Ambiental Económica en Empresas – 2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-ambiental-economica-en-empresas-2020/>
- Kanazawa, M. (2021). *Natural Resources and the Environment*. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429022654>
- Komiyama, H., & Takeuchi, K. (2006). Sustainability science: building a new discipline. *Sustainability Science*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0007-4>
- Lalawmpuii, & Kumar Rai, P. (2023). Role of water-energy-food nexus in environmental management and climate action. *Energy Nexus*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100230>
- Larriva Carrasco, G., Palacio Valdivieso, G., & Armas Herrera, R. (2023). Estructura de capital y rentabilidad de las empresas ecuatorianas amigables con el medio ambiente en el período 2015 – 2021. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 240–252. <https://www.proquest.com/openview/1f29f74f4cdb6807e9a2de604676ab8b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>

- Lino, F. A. M., Ismail, K. A. R., & Castañeda-Ayarza, J. A. (2023). Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review. In *Energy Nexus* (Vol. 11). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100232>
- Llinás Solano, H., & Rojas Álvarez, C. (2017). *Estadística descriptiva y distribuciones de probabilidad*. Universidad del Norte.
- London, S. (2018). On the analysis of urban poverty and the environment: a socio-ecological view. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 24, 143–160. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.24.2018.3306>
- López Chavez, M., & Purihuamán Leonardo, C. N. (2018). Impacto Ambiental Generado por el Botadero de Residuos Sólidos en un caserío de la ciudad de Chota. *Revista de Investigación y Cultura*, 7(2), 1–10. <https://orcid.org/0000-0003-1270-0402>, Perú
- López-Aguirre, J. F., Pomaquero-Yuquilema, J. C., & López-Salazar, J. L. (2020). Analysis of environmental pollution by plastics in the city of Riobamba. *Polo Del Conocimiento*, 5(12), 725–742. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i12.2139>
- Lovato Torres, S. G., Hidalgo Hidalgo, W. A., Fienco Valencia, G. V., & Buñay Cantos, J. P. (2019). Incidencia del crecimiento económico del sector manufacturero sobre el Producto Interno Bruto en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(86), 563–574. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Luna Velasco, A., Lozoya Márquez, L. A., & González Sánchez, G. (2019). Potential of industrial wastes generated in ciudad Juárez, Chihuahua, Mexico, as alternative fuels in a kiln. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 713–722. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.16>
- Magallanes Mayorga, D. I., Filian Córdova, H. D., De La Cruz García, S. T., & Santana Villegas, J. B. (2021a). Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólidos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 5(38), 149–155. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp149-155>

- Magallanes Mayorga, D. I., Filian Córdova, H. D., De La Cruz García, S. T., & Santana Villegas, J. B. (2021b). Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólidos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 5(38), 149–155. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp149-155>
- Mannion, A. (2014). *Global Environmental Change* (2nd ed.). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315842615>
- Marchan-Solier, C. E., Zorrilla-Crespo, V. A., Cárdenas-Quispe, M. A., & Pacheco, A. (2021). Contaminación por Residuos Sólidos Urbanos: Caso Comunidad de Occochaca, Huanta, Perú, 2021. *Scientific Research Journal CIDI*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.53942/srjcid.v1i1.39>
- Martínez Ruiz, H. (2012). *Metodología de la investigación*. Cengage Learning.
- Medina Bermúdez, C. I. (1999). Manejo de Residuos Sólidos. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 8, 135–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.18359/rcin.1501>
- Mejía-Reyes, P., Albarrán Macías, D., & Rendón Rojas, L. (2023). Crecimiento económico del Estado de México ante el cambio en la estrategia de desarrollo, 1981-2021. *Korpus 21*, 287–306. <https://doi.org/10.22136/korpus212023138>
- Mercado Mamani, S. L., & Collazos Cabrera, J. A. (2022). Contexto del impacto ambiental generado por la agroindustria en el Perú. *Innova Biology Sciences*, 2(3), 13–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.58720/ibs.v2i3.50>
- Ministerio del Ambiente. (2021). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS)*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/5.PROYECTO-PNGIDS.pdf>
- Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2020). *Ecuador impulsa la gestión adecuada de residuos orgánicos en las ciudades*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-impulsa-la-gestion-adecuada-de-residuos-organicos-en-las-ciudades/>

- Moller, R. (2010). Principios de Desarrollo Sostenible para América Latina. *Ingeniería de Recursos Naturales y Del Ambiente*, 9, 101–110. <https://www.redalyc.org/pdf/2311/231116434012.pdf>
- Mondragón Barrera, M. A. (2014). Uso de la correlación de spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5156978>
- Mora Cervetto, A., & Molina Moreira, N. (2017). Solid Waste management diagnosis of Guayaquil Historical Park. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 26(2), 84. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.08>
- Muñoz-Farfán, R. F., Macías-Zambrano, T. Y., Mendoza-Zambrano, R. A., Chinga-Muentes, E. I., & Hernández-Solís, A. A. (2022). Industrial metabolism of the Instituto Superior Tecnológico Paulo Emilio Macías, Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 7(5), 770–785. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.3995>
- Ochoa-Jiménez, D., Armas-Herrera, R., & Pereira, Ch. (2022). Manufacturas y crecimiento económico en Ecuador bajo una perspectiva regional. Un modelo de panel dinámico, 2007 - 2020. *Revista Económica*, 10(1), 31–44. <https://doi.org/10.54753/rve.v10i1.1290>
- ONU. (2021). *El plástico, que ya ha atragantado nuestros océanos, terminará por asfixiarnos a todos si no actuamos rápidamente.* <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498752#:~:text=Audioteca-,El%20pl%C3%A1stico%20que%20ya%20ha%20atragantado%20nuestros%20oc%C3%A9anos%20terminar%C3%A1%20por,todos%20si%20no%20actuamos%20r%C3%A1pidamente&text=Los%20desechos%20marinos%20de%20material,todas%20las%20profundidades%20del%20oc%C3%A9ano.>
- ONU. (2022). *Ocho países de América Latina combatirán juntos la basura marina y la contaminación por plásticos.* <https://news.un.org/es/story/2022/06/1509892#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20que%20integran%20la,inmensos%20dep%C3%B3sitos%20de%20desechos%20pl%C3%A1sticos.>



- Orellana Salas, J. A., & Lalvay Portilla, T. D. C. (2018). Use and importance of the natural resources and their impact on tourism development. Case of Chilla Canton, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 14(1), 65–79. <https://www.scielo.cl/pdf/riat/v14n1/0718-235X-riat-14-01-00065.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). *En el Día de Cero Desechos, la ONU promueve la economía circular*. <https://news.un.org/es/audio/2023/03/1519837>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2022). *La contaminación por plástico crece sin cesar, en tanto que la gestión de residuos y el reciclaje se quedan cortos*. <https://www.oecd.org/espanol/noticias/perspectivas-globales-del-plastico.htm>
- Palma, R. P. (2022). Análisis crítico del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), como indicador de la calidad de modelos lineales y no lineales. *Matemática*, 20(2), 1–12.
- Paulette Zapata Chin, K., John Nieves Nieves, W., & del Cisne Vega Granda, A. (2022). Manufactura y Crecimiento Económico en Ecuador, 1990-2019: Validez de la primera ley de Kaldor. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 169–178.
- Pérez Martell, R. (2019). *Los objetivos de desarrollo sostenible*. J.M Bosch Editor.
- Portilla Jiménez, J. G. (2022). Analysis of the Normative Framework of Circular Economy in Ecuador about the Plastics Sector. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), 38–47. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3364>
- Posada Hernández, G. J. (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos*. Universidad Católica Luis Amigó.
- Ramos, J. (1998). Una estrategia de desarrollo a partir de los complejos productivos en torno a los recursos naturales. *Revista de La CEPAL*, 105–125. <https://hdl.handle.net/11362/12159>
- Ramos-Ramos, T. P., Guevara-Llerena, D. J., Sarduy-Pereira, L. B., & Diéguez-Santana, K. (2020). Producción más limpia y Ecoeficiencia en el procesado del cacao: Un caso de estudio en Ecuador. *Investigación & Desarrollo*, 20(1), 135–146. <https://doi.org/10.23881/idupbo.020.1-10i>

- Rees, J. (1990). *Natural Resources* (2nd ed., Vol. 14). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315112770>
- Rodríguez Guerra, A., & Baca-Cajas, K. A. (2022). Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 43(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v43i1.919>
- Rodríguez Sánchez, I. (2022). *Contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales*. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- Rodríguez-Martín, A., Palomo-Zurdo, R., & González-Sánchez, F. (2020). Transparency and circular economy: Analysis and assessment of municipal management solid waste. *CIRIEC-España Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 99, 233–272. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.99.16011>
- Saldívar Campos, A. I. (2018). Producción y consumo responsable: Una necesidad inminente. *Entre textos*, 10(29), 1–23. <https://revistasacademicas.iberoleon.mx/index.php/entretextos/article/view/157/85>
- Sánchez Juárez, I. L., & Moreno Brid, J. C. (2016). El reto del crecimiento en México: industrias manufactureras y política industrial. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(2), 271–299. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.2.4>
- Sánchez-Ancochea, D. (2016). Los desafíos del desarrollo sostenible en América Latina: estableciendo prioridades y definiendo la contribución española. *Real Instituto Elcano*, 1–14. <https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2016/04/ari30-2016-sanchezancochea-desafios-desarrollo-sostenible-america-latina-prioridades-contribucion-espanola-1.pdf>
- Sariatli, F. (2017). Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyzer Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), 31–34. <https://doi.org/10.1515/vjbsd-2017-0005>

- Sbarato, D. (2009). *Aspectos generales de la problemática de los residuos sólidos urbanos*. Editorial Brujas.
- Serna Mendoza, C. A. (2016a). *Territorio y desarrollo sostenible*. Ediciones de la U.
- Serna Mendoza, C. A. (2016b). *Visiones del desarrollo sostenible*. Ediciones de la U.
- Serna Mendoza, C. A., & Serna Giraldo, D. S. (2022). Residuos Sólidos y Cambio Climático. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 25(50), 393–399. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i50.24552>
- Silvestre, B. S., & Țircă, D. M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 208, 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.244>
- Solíz Torres, M. F., Durango Cordero, J. S., Solano Pelaéz, J. L., & Yépez Fuentes, M. A. (2020). *Cartografía de los residuos sólidos en Ecuador 2020*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7773/1/Soliz%20F%20ed-Cartograf%c3%ada%20de%20los%20residuos%20s%c3%b3lidos.pdf>
- Suárez Tamayo, S., & Molina Esquivel, E. (2014). Industrial development and its impact on the environment. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 357–363. <http://scielo.sld.cu>
- Sumba Bustamante, R. Y., Pinargotty Loor, J. G., & Pillasagua Choez, D. F. (2022). MIPYMES en el mercado de Ecuador y su rol en la actividad económica. *RECIMUNDO: Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*, 6(4), 439–455. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(4\).octubre.2022.439-455](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.439-455)
- Superintendencia de Bancos. (2022). *Sistema de Banca Privada y Pública Informe del Sector Industrias Manufacturera*. <https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2022/05/estudio-sectorial-manufactura-mar-22.pdf>

- Torre-Marín, C., Granados, S., Herrera, R., & Martínez, R. (2009). Ecología industrial y desarrollo sustentable. *Revista Académica Ingeniería*, 13(1), 63–70. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46713055007.pdf>
- Torres Pérez, R. (2013). Evolution of world industrial production and challenges for Cuba. *Economía y Desarrollo*, 150(2), 7–22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425541208001>
- Tröger, D., Becerra Araneda, A. A., Busnelli, R., Yajnes, M., Williams, F., & Braun, A. C. (2023). Exploring eco-industrial development in the global south: recognizing informal waste-picking as urban-industrial symbiosis? *Cleaner Waste Systems*, 5, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100096>
- Varela Rojas, I. (2003). Definición de producción más limpia. *Tecnología En Marcha*, 16(2), 3–12. [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/1481/1371](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1481/1371)
- Vargas Vallejos, C. V., Melo Cisneros, C. A., & Portilla Gonzáles, M. M. (2022). *Alternativas para el buen manejo de residuos sólidos orgánicos en plazas de un mercado*. Editorial Unimar.
- Velasquez Giersch, L., Estrada Araoz, E. G., Paricahua Peralta, J. N., & Roque Guizada, C. E. (2022). Percepción de los estudiantes sobre el manejo de residuos sólidos en una institución educativa pública peruana. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 3848–3861. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i2.2133](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2133)
- Venegas Sahagún, B. A. (2022). *La gestión de residuos sólidos urbanos en México. Un análisis municipal bajo la mirada del poder*. Plaza y Valdés.
- Vidarte Rodríguez, A., & Colmenares López, M. G. (2020). Basura Cero. Gestión de residuos sólidos urbanos en México. *RICSH Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 9(18), 130–150. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v9i18.217>
- Villanueva-Jiménez, K. E., Reyes-Pastor, G. E., Obando-Peralta, E. C., & Rodríguez-Balcázar, S. C. (2020). Gestión de residuos sólidos y la contaminación ambiental en las empresas

industriales: una revisión de la literatura científica entre 2011-2020. *Polo Del Conocimiento*, 7(5), 79–92. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i5.3946>

Xercavins, J., Cayuela, D., Cervantes, G., & Sabater, A. (2005). *Desarrollo Sostenible*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://doi.org/10.5821/ebook-9788498800715>

Yaguache Aguilar, M. F., Higuerey Gómez, A. A., & Robles Valdes, I. M. (2022). Operational performance of Ecuadorian industrial companies. *TECHNO Review. International Technology, Science and Society Review*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.37467/revtechno.v11.4491>

Zambrano-Mendoza, C. M., & Rodríguez-Gámez, M. (2020). Industrial maintenance in the powder detergent process, its environmental impact. *Revista Científica Dominio de Las Ciencias*, 6(4), 876–890. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i4.1509>

Zapata Chin, K. P., Nieves Nieves, W. J., & Vega Granda, A. del C. (2022). Manufactura y Crecimiento Económico en Ecuador, 1990-2019: Validez de la primera ley de Kaldor. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 169–178. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/482/497>

Zulkifli, N., Sorooshian, S., & Anvari, A. (2012). Modeling for Regressing Variables. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 1(2), 1–8. <https://www.researchgate.net/publication/256029144>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Descripción detallada de la industria manufacturera por tamaño de empresa y según provincia sede.*

		Tamaño de empresa 2020			
		Mediana	Mediana	Grande	Total
		Empresa A	Empresa B	Empresa	
<b>Provincia</b>	Azuay	2	2	46	<b>50</b>
<b>sede de la</b>	Cañar	1	0	2	<b>3</b>
<b>empresa</b>	Cotopaxi	0	0	7	<b>7</b>
<b>2020</b>	Chimborazo	0	1	2	<b>3</b>
	El Oro	1	3	12	<b>16</b>
	Esmeraldas	0	1	10	<b>11</b>
	Guayas	5	23	245	<b>273</b>
	Imbabura	1	0	5	<b>6</b>
	Loja	0	1	2	<b>3</b>
	Los Ríos	0	2	11	<b>13</b>
	Manabí	0	2	39	<b>41</b>
	Pichincha	11	39	173	<b>223</b>
	Tungurahua	2	9	19	<b>30</b>
	Orellana	0	2	0	<b>2</b>
	Sto. Domingo de los Tsáchilas	0	1	13	<b>14</b>
	Santa Elena	1	3	4	<b>8</b>
<b>Total</b>		<b>24</b>	<b>89</b>	<b>590</b>	<b>703</b>

*Nota:* Información desglosada sobre la cantidad de empresas manufactureras. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Anexo 2

Resumen del ANOVA

		ANOVA <sup>a</sup>				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1259,699	1	1259,699	200,334	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	3911,126	622	6,288		
	Total	5170,825	623			

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_sólidos**  
**b. Predictores: (Constante), ln\_vab**

*Nota:* ANOVA del modelo general 1. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Anexo 3

Resumen del ANOVA

		ANOVA <sup>a</sup>				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1106,094	1	1106,094	158,222	,000b
	Residuo	4110,574	588	6,991		
	Total	5216,668	589			

**a. Variable dependiente: ln\_total\_residuos\_no\_peligrosos\_kg**  
**b. Predictores: (Constante), ln\_vab**

*Nota:* ANOVA del modelo 2. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Anexo 4

*Resumen del ANOVA*

		ANOVA <sup>a</sup>				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	150,579	1	150,579	39,724	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	1421,481	375	3,791		
	Total	1572,060	376			
<b>a. Variable dependiente: ln_total_residuos_especiales_kg</b>						
<b>b. Predictores: (Constante), ln_vab</b>						

*Nota:* ANOVA del modelo 3. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).

Anexo 5

*Resumen del ANOVA*

		ANOVA <sup>a</sup>				
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	610,508	1	610,508	128,610	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	2511,160	529	4,747		
	Total	3121,668	530			
<b>a. Variable dependiente: ln_total_residuos_peligrosos_kg</b>						
<b>b. Predictores: (Constante), ln_vab</b>						

*Nota:* ANOVA del modelo 4. Fuente: Elaboración propia basado en los datos del módulo ambiental ENESEM publicado por el INEC (2020).