

# UCUENCA

## Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Ambiental

**Factibilidad de la implementación de partes de Bicicleta a partir de plástico 100 %  
reciclado en la ciudad de Cuenca**


Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Ambiental

**Autor:**

Rommel Andrés Vera Palomeque

**Director:**

Paulina Rebeca Espinoza Hernández

ORCID:  0000-0001-9416-5225

**Cuenca, Ecuador**

2024-09-23

## Resumen

Esta investigación se enfoca en evaluar la viabilidad técnica y económica de la fabricación de componentes clave de una bicicleta, como el cuadro de una bicicleta, utilizando plásticos reciclados provenientes de los centros de acopio en Cuenca, Ecuador. El objetivo principal es promover la sostenibilidad ambiental a través del uso de materiales reciclados, fomentando así una economía circular. Para llevar a cabo este estudio, se identificaron y caracterizaron los plásticos disponibles en dichos centros, entre los que destacan el tereftalato de polietileno (PET), el polietileno de alta densidad (HDPE) y el polietileno de baja densidad (LDPE). El análisis incluyó una revisión exhaustiva de las tecnologías e insumos necesarios para transformar estos plásticos en partes funcionales de bicicleta, evaluando la eficiencia y adecuación de los procesos productivos existentes. Además, se estimaron detalladamente los costos asociados a la fabricación, tomando en cuenta los costos de las materias primas, así como los costos operativos y de mantenimiento de la maquinaria utilizada. Para este fin, se aplicó el método de costeo basado en actividades (ABC). El estudio también realizó un análisis comparativo con proyectos internacionales similares, como el ReBike y la bicicleta RCYL de Igus, proporcionando valiosas perspectivas sobre métodos de producción y estrategias de mercado. Este proyecto no solo contribuye al entendimiento de la aplicación de la economía circular en el sector del transporte, sino que también sienta las bases para futuras iniciativas sostenibles en contextos urbanos, impulsando la innovación y la creación de empleos verdes.

*Palabras clave del autor:* bicicletas sostenibles, plásticos reciclados, economía circular, tecnologías de transformación, costeo basado en actividades (ABC)



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

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

### Abstract

This research focuses on evaluating the technical and economic feasibility of manufacturing key bicycle components, such as the frame, using recycled plastics from collection centers in Cuenca, Ecuador. The main objective is to promote environmental sustainability through the use of recycled materials, fostering a circular economy. To conduct this study, available plastics in these centers were identified and characterized, with polyethylene terephthalate (PET), high-density polyethylene (HDPE), and low-density polyethylene (LDPE) being the most prominent. The analysis included a thorough review of the necessary technologies and inputs to transform these plastics into functional bicycle parts, assessing the efficiency and suitability of existing production processes. A detailed cost estimation was also performed, considering raw material costs, operational, and maintenance expenses of the machinery used. The activity-based costing (ABC) method was applied. Additionally, the study conducted a comparative analysis with similar international projects, such as ReBike and the RCYL bike by Igus, offering valuable insights into production methods and market strategies. This project not only contributes to understanding the application of circular economy principles in the transportation sector but also lays the groundwork for future sustainable initiatives in urban contexts, fostering innovation and creating green jobs.

*Autor Keywords:* sustainable bicycles, recycled plastics, circular economy, transformation technologies, activity-based costing (ABC)



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

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de Contenido

Resumen .....	2
Abstract .....	3
Índice de Contenido .....	4
Índice de Figuras.....	7
Índice de Tablas .....	8
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>12</b>
1.    Introducción y Objetivos.....	12
1.1.    Introducción.....	12
1.1.1.    Antecedentes.....	12
1.1.2.    Problemática.....	13
1.1.3.    Justificación.....	14
1.2.    Objetivo General .....	16
1.3.    Objetivos Específicos.....	16
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>17</b>
2.    Marco Teórico.....	17
2.1.    Plásticos .....	17
2.1.1.    Propiedades .....	17
2.1.1.1.    Propiedades Físicas.....	17
2.1.1.2.    Propiedades Mecánicas.....	18
2.1.1.3.    Propiedades Eléctricas .....	18
2.1.1.4.    Propiedades Ópticas.....	18
2.1.2.    Clasificación de los Plásticos.....	18
2.1.2.1.    Termoplásticos .....	18
2.1.2.2.    Termoestables.....	19
2.1.3.    Tipos de Plástico.....	19
2.1.3.1.    PET O PETE (Tereftalato de Polietileno) .....	19
2.1.3.2.    HDPE (Polietileno de Alta Densidad) .....	19
2.1.3.3.    PVC (Policloruro de Vinilo).....	20
2.1.3.4.    LDPE (Polietileno de Baja Densidad).....	20
2.1.3.5.    PP (Polipropileno) .....	20
2.1.3.6.    PS (Poliestireno) .....	20
2.1.3.7.    Otros Tipos de Plástico.....	21

2.1.4.	Procesos de Transformación de Termoplásticos .....	21
2.1.4.1.	Extrusión.....	21
2.1.4.2.	Inyección .....	23
2.1.4.3.	Moldeo por Soplado .....	24
2.1.4.4.	Moldeo Rotacional.....	26
2.1.4.5.	Moldeo por Compresión.....	27
2.1.4.6.	Termoconformado .....	28
2.1.5.	Reciclaje de Termoplásticos .....	29
2.1.6.	Aprovechamiento de Residuos Plásticos y Economía Circular .....	30
2.2.	Partes y Componentes de Bicicletas .....	31
2.2.1.	Materiales Utilizados .....	31
2.2.1.1.	Acero .....	32
2.2.1.2.	Aluminio.....	32
2.2.1.3.	Fibra de Carbono .....	32
2.2.1.4.	Titanio.....	33
2.2.2.	Requisitos de Diseño y Funcionalidad.....	33
2.3.	Implementación de Procesos Productivos .....	34
2.3.1.	Evaluación Técnica de Proyectos.....	34
2.3.2.	Evaluación Económico-Financiera .....	35
2.3.3.	Análisis de costeo basado en actividades (ABC).....	35
2.3.4.	Análisis de Viabilidad .....	36
2.4.	Impacto Ambiental del Aprovechamiento de Plásticos Reciclados .....	36
CAPÍTULO III.....		38
3.	Metodología.....	38
3.1.	Área de Estudio.....	38
3.2.	Procedimiento .....	41
CAPÍTULO IV .....		50
4.	Resultados y Discusión.....	50
4.1.	Resultados.....	50
4.2.	Discusión de Resultados.....	107
CAPÍTULO V .....		123
5.	Conclusión y Recomendación .....	123

5.1. Conclusión.....	123
5.2. Recomendación .....	128
6. Referencias Bibliográficas.....	130
7. Anexos.....	138

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Máquina convencional de extrusión con husillo.....	22
<b>Figura 2.</b> Máquina convencional de Inyección.....	23
<b>Figura 3.</b> Proceso de extrusión-soplado .....	25
<b>Figura 4.</b> Esquema del proceso de rotomoldeo.....	26
<b>Figura 5.</b> Prensa para moldeo por compresión. ....	27
<b>Figura 6.</b> Proceso de termoconformado .....	29
<b>Figura 7.</b> Centros de acopio de la ciudad de Cuenca. ....	39
<b>Figura 8.</b> Centros de Acopio en la ciudad de Cuenca.....	51
<b>Figura 9.</b> Datos recolectados en la Recicladora del Austro. ....	53
<b>Figura 10.</b> Datos recolectados en Recolet Metales.....	54
<b>Figura 11.</b> Datos recolectados en la Recicladora Pichincha.....	55
<b>Figura 12.</b> Datos recolectados en el Centro de Acopio ARUC. ....	56
<b>Figura 13.</b> Datos recolectados en la Recicladora Ochoa.....	57
<b>Figura 14.</b> Datos recolectados en el Centro de Acopio Metal Austro. ....	58
<b>Figura 15.</b> Datos recolectados en el Centro de Acopio Damián Estrada.....	59
<b>Figura 16.</b> Datos recolectados en la bodega de reciclaje Fausto Olivo.....	60
<b>Figura 17.</b> Datos recolectados en la bodega de reciclaje Julio Galarza.....	61
<b>Figura 18.</b> Datos recolectados en el Centro de Acopio Ferrotec. ....	62
<b>Figura 19.</b> Promedio PET reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca. ....	64
<b>Figura 20.</b> Promedio HDPE reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca. ....	66
<b>Figura 21.</b> Promedio LDPE reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca. ....	68
<b>Figura 22.</b> Diagrama de Flujo de entradas y salidas del procesamiento del plástico reciclado, hasta obtener un producto final. ....	81
<b>Figura 23.</b> Extrusora SJ25.....	89
<b>Figura 24.</b> Trituradora de plástico modelo 180.....	90
<b>Figura 25.</b> Lavadora de plástico triturado. ....	91
<b>Figura 26.</b> Amoladora Bosch GWS 9-125 S.....	91
<b>Figura 27.</b> Ejemplo molde para extrusora de plástico. ....	92
<b>Figura 28.</b> Bicicleta de Muzzicycles.....	94
<b>Figura 29.</b> Geometría de Muzzicycles Aro 26”.....	95
<b>Figura 30.</b> Porcentaje de plástico que se recicla en los hogares de Ecuador.....	108

### Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz de la metodología. ....	44
<b>Tabla 2.</b> Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora del Austro. ....	69
<b>Tabla 3.</b> Resultados de ANOVA de un factor de Recolet Metales. ....	70
<b>Tabla 4.</b> Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora Pichincha. ....	70
<b>Tabla 5.</b> Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio ARUC. ....	71
<b>Tabla 6.</b> Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora Ochoa. ....	71
<b>Tabla 7.</b> Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio Metal Austro. ....	72
<b>Tabla 8.</b> Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio de Damián Estrada. ....	72
<b>Tabla 9.</b> Resultados de ANOVA de un factor de la bodega de reciclaje Fausto Olivo. ....	73
<b>Tabla 10.</b> Resultados de ANOVA de un factor de la bodega de reciclaje Julio Galarza. ....	73
<b>Tabla 11.</b> Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio Ferrotec. ....	74
<b>Tabla 12.</b> Valores p value del análisis de ANOVA de un factor de cada centro de acopio de la ciudad de Cuenca. ....	74
<b>Tabla 13.</b> Procesos, maquinaria, materiales y aditivos involucrados en el procesamiento del plástico reciclado. ....	78
<b>Tabla 14.</b> Maquinaria y Tecnología requerida para la elaboración de partes de bicicleta. ....	85
<b>Tabla 15.</b> Activos fijos para la construcción de partes de bicicleta a partir de plástico reciclado y su costo. ....	89
<b>Tabla 16.</b> Ficha técnica del cuadro de bicicleta Eco-muévete seguro. ....	94
<b>Tabla 17.</b> Costo de materia prima por pieza que se necesita. ....	96
<b>Tabla 18.</b> Costos operativos de electricidad de las maquinarias. ....	97
<b>Tabla 19.</b> Costos de agua potable con todos sus procesos. ....	98
<b>Tabla 20.</b> Detalle del sueldo de los empleados por bicicleta elaborada. ....	99
<b>Tabla 21.</b> Detalle de los costos asociados a la producción de un conjunto de componentes para una bicicleta. ....	99
<b>Tabla 22.</b> Factores utilizados para la aplicación del análisis de costeo ABC. ....	100
<b>Tabla 23.</b> Análisis de costo de cada pieza plástica producida. ....	101
<b>Tabla 24.</b> Datos de producción y reciclaje de PET y el porcentaje que se recicla en Suiza y Ecuador. ....	109
<b>Tabla 25.</b> Máquinas usadas en el estudio de Aguirre et al. (2019) y nuestro estudio, para el procesamiento del plástico. ....	115



<b>Tabla 26.</b> Costos asociados a cada una de las partes de la bicicleta y su ensamblaje. ....	117
<b>Tabla 27.</b> Precios de mercado de diferentes proyectos de bicicletas hechas a partir de plástico reciclado. ....	122

## Agradecimiento

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en cada paso de este camino. Su presencia me ha dado la fe y el valor para superar cada obstáculo, confiando en que todo es posible con su ayuda.

De igual manera, mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, con su apoyo y conocimientos, contribuyeron a la realización de esta tesis. A mis profesores, quienes con paciencia y dedicación me brindaron cada día un aprendizaje nuevo, sembrando en mí la curiosidad y la pasión por el conocimiento. Gracias por sus enseñanzas y por ser una fuente constante de inspiración.

A mi familia y amigos, quienes siempre creyeron en mí y me alentaron en los momentos más difíciles. Su apoyo incondicional y sus palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante, recordándome el valor de la perseverancia.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí largas horas de trabajo, dudas y desafíos. Su compañía y colaboración fueron fundamentales para enriquecer mi visión y alcanzar este logro.

Finalmente, agradezco a todos aquellos que, con su granito de arena, me enseñaron algo más cada día y contribuyeron a que este proyecto se haga realidad. A todos ustedes, ¡gracias de corazón!

Rommel Andrés Vera Palomeque.

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mi familia, por ser mi mayor pilar de apoyo en cada etapa de este camino. A cada persona que estuvo a lo largo de este camino, que me supieron brindar su amor incondicional, paciencia y fortaleza, les debo todo lo que soy y lo que he logrado.

A mis amigos, por su compañía y por estar a mi lado en los momentos más desafiantes, siempre brindándome palabras de aliento y recordándome que los sueños se alcanzan con esfuerzo y dedicación.

Y, finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que me enseñaron a lo largo del camino, dejando una huella en mi formación. Esta tesis es el resultado de cada enseñanza recibida, cada consejo compartido y cada experiencia vivida. Gracias por formar parte de este logro.

Rommel Andrés Vera Palomeque

## CAPÍTULO I

### 1. Introducción y Objetivos

#### 1.1. Introducción

##### 1.1.1. Antecedentes

La ciudad de Cuenca está en un crecimiento poblacional constante, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el censo del 2022, la población del cantón Cuenca alcanzó los 596 101 habitantes, un 15 % más que en el censo del 2010, lo cual ha llevado a un alto riesgo de contaminación del ambiente. Entre los principales factores que contribuyen a la contaminación del ambiente está la movilidad urbana, un estudio identificó al tráfico vehicular como la principal fuente de emisión de Material Particulado ( $PM_{2.5}$ ), con un aporte del 42,3 % del total de emisiones y de igual manera representa el 64.8% de las emisiones de  $NO_x$  en Cuenca (EMOV EP, 2021), esto debido a que todo el transporte que existe en la ciudad produce contaminación al aire, por la generación de gases de efecto invernadero, material particulado así como también contaminación acústica. El aumento de automóviles privados y el uso excesivo de transporte público también contribuyen a la congestión vehicular, lo que empeora aún más la calidad del aire de la ciudad (Palacios & Espinoza, 2014). Para el año 2021 desde enero a septiembre, la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte, EMOV EP, registra 76.521 vehículos matriculados y 98.527 que fueron revisados técnicamente (EMOV EP, 2021).

En los últimos años en el Ecuador ha ido en aumento el uso de la bicicleta como transporte sostenible, en Quito se calcula que el uso de la bicicleta subió un 600% según la información de la Dirección de Modos de Transporte Sostenible de la Secretaría de Movilidad del Municipio (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022), trayendo consigo diferentes beneficios, pues se está dejando a un lado el transporte convencional y promover así un vehículo no contaminante, así como impactos positivos en la salud pública y movilidad urbana (Núñez, 2022). En Cuenca el 8% de los viajes dentro de Cuenca, se realiza en bicicleta, según un análisis de la Dirección de Gestión de Movilidad. Antes el uso de la bicicleta llegaba a un 2% (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2022).

Particularmente en la ciudad de Cuenca, se ha incrementado la infraestructura ciclo inclusiva, pues a lo largo de los últimos años se ha ido implementando nuevas ciclovías que conectan a varios sectores de la urbe cuencana (El Mercurio, 2022). Para el año 2015 Cuenca, contaba con un total de 38 km de ciclovías distribuidos según su tipología (Cuenca I. Municipalidad, 2015 ).

Para el año 2024 se cuenta con un total de 75 km de ciclovías y para el año 2025 Alfredo Aguilar, titular de la Secretaría de Gestión de Movilidad del Municipio de Cuenca mencionó que se construirán 20 km más de ciclovías para la ciudad (Sánchez, 2024). Estas iniciativas buscan incentivar el uso de la bicicleta con fines recreativos, pero lo principal es incentivar a usar la bicicleta como medio de transporte.

Por lo que en esta investigación se busca determinar mediante métodos cualitativos y cuantitativos la viabilidad de implementar este nuevo tipo de bicicleta ecológica y amigable con el medio ambiente. Los resultados que se obtengan tendrán potencial para asentar bases para nuevos modelos de negocio, aportando soluciones de movilidad sustentable y fortaleciendo el reciclaje local dentro de la ciudad.

### **1.1.2. Problemática**

La generación y manejo inadecuado de desechos sólidos urbanos es un problema creciente que afecta a muchas ciudades, y Cuenca no es la excepción. En 2023, el cantón Cuenca generó 122,115 toneladas de residuos sólidos, con un promedio de 0.566 kilogramos de desechos por habitante en la zona urbana diariamente (EMAC EP, 2023). La situación es preocupante, ya que solo el 19.2% de los DSU en Cuenca se recupera para reciclaje, mientras que el 80.8% restante termina en botaderos. Esto no solo incrementa el riesgo de contaminación ambiental, sino que también plantea serios problemas de salud pública (EMAC EP, 2018). Aunque en 2022 se recolectaron 283.23 toneladas de material inorgánico reciclable (EMAC EP, 2022), estas cifras siguen siendo insuficientes frente al volumen total de desechos generados.

El problema se ve agravado por la falta de programas de reciclaje eficaces, lo que dificulta la separación y el reciclaje de materiales. Si bien EMAP EP (2022) reportó haber capacitado a 41 instituciones públicas y privadas sobre el manejo de desechos y residuos sólidos, y haber impartido 14 charlas-talleres a docentes (EMAC EP, 2022), estos esfuerzos parecen ser limitados en relación con la magnitud del problema. La escasez de iniciativas educativas y de concientización sobre el reciclaje es evidente. Es crucial ampliar estos programas para crear una conciencia ambiental más sólida en toda la ciudad, lo que podría contribuir significativamente a mejorar las tasas de reciclaje y reducir el impacto ambiental de los desechos sólidos urbanos en Cuenca.

La situación se agrava aún más cuando se considera el contexto nacional. Entre 2018 y enero de 2022, Ecuador importó un total de 48,473 toneladas de desechos plásticos, alcanzando un pico en 2020 con 13,151 toneladas importadas (Solíz, Lema, & Enríquez, 2022). Estas cifras subrayan la magnitud del desafío que enfrenta el país en cuanto al manejo de residuos plásticos. El plástico es un material no biodegradable y puede tardar décadas o incluso siglos en descomponerse (Rotolia, 2023). La quema de plástico libera gases tóxicos y genera contaminación del aire que contribuye al cambio climático (Maynard, 2021). Por otro lado, contamina ríos, lagos y océanos. Esto puede dañar los ecosistemas acuáticos y afectar negativamente a la calidad del agua potable. En cuanto al suelo, el plástico puede filtrarse y liberar sustancias tóxicas, afectando la calidad del suelo y perjudicando el crecimiento de las plantas. Los plásticos pueden tardar cientos de años en degradarse en los vertederos, ocupando espacio y creando problemas de gestión de residuos. Es importante tomar medidas para reducir el uso de plástico y promover un reciclaje adecuado para reducir su impacto negativo en el medio ambiente (UNEP, 2018).

### **1.1.3. Justificación**

Según datos más recientes publicados por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP. en el mes de febrero del 2020, de los 144.53 toneladas de residuos reciclables, 93.65 toneladas eran plásticos, es decir el plástico representa el 64.79 % del total de los desechos reciclables. Este porcentaje indica que, en la ciudad de Cuenca el plástico es el material reciclado más común (Sánchez, 2020).

La gestión de residuos y la movilidad urbana son dos aspectos cruciales para la sostenibilidad de las ciudades modernas. Mientras que Cuenca enfrenta el desafío de manejar una significativa cantidad de desechos plásticos, como lo demuestran las estadísticas de la EMAC EP, surge la necesidad de explorar soluciones integrales que no solo aborden el problema de los residuos, sino que también mejoren otros aspectos de la vida urbana. En este contexto, el transporte sostenible emerge como una pieza clave del rompecabezas.

Las bicicletas se presentan como una alternativa de transporte sostenible, dado que puede reducir la contaminación del ambiente, así como mejorar la calidad de vida de la población de manera significativa. Esta forma de movilidad no solo aborda los problemas ambientales, sino que también ofrece beneficios adicionales para los ciudadanos. En efecto, las bicicletas se han consolidado como una opción de transporte saludable, económica y amigable con el medio ambiente, ganando cada vez más usuarios en entornos urbanos como Cuenca. Aunque no

existen datos exactos del número total de ciclistas en la ciudad, las estadísticas revelan un uso creciente de la infraestructura ciclista. Según la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV EP), en el año 2023 se registraron un total de 22,227 viajes en las rutas ciclistas de la ciudad, lo que demuestra una adopción progresiva de este medio de transporte sostenible.

Además, el uso de bicicletas contribuye a disminuir la congestión vehicular y promueve un estilo de vida activo y saludable. Al fomentar el uso de bicicletas como medio de transporte, se pueden reducir los niveles de contaminación atmosférica y sonora en la ciudad, mejorando así la calidad del aire y reduciendo los problemas de salud asociados a la contaminación (Fundación Aquae, 2017).

En varios lugares del mundo, el uso más común del plástico después de su consumo es para fabricar fibras textiles para su uso en nuevos diseños de ropa y otros productos como escobas, cepillos, etc. (Rivas, 2022). El uso de plástico reciclado en la producción de nuevos productos también reduce significativamente la cantidad de materia prima virgen necesaria, lo que conlleva importantes beneficios ambientales. Por ejemplo, para fabricar un kilo de plástico de cero se emiten 3,5 kg de CO<sub>2</sub>, mientras que para fabricar un kilo de plástico reciclado se emiten solo 1,7 kg de CO<sub>2</sub>. Al evitar la primera fase del proceso de producción, la que se realiza en la refinería, se logra reducir la huella de carbono en un 49 % (Zero Emissions Objective , 2020).

Esta práctica no solo contribuye a preservar los recursos naturales, sino que también resulta en una reducción sustancial del uso de energía en la producción de nuevos productos. De hecho, según Arce-Bastias (2022), el reciclaje de plástico puede resultar en un ahorro energético de hasta el 85% en comparación con la producción de plástico virgen, lo que se traduce en una disminución significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la industria plástica (Arce-Bastias, 2022).

Estudios recientes han demostrado que la fabricación de bicicletas tradicionales tiene un impacto ambiental significativo. Según un análisis del ciclo de vida de bicicletas producidas en Bangladesh, una sola bicicleta genera aproximadamente 181.26 kg de CO<sub>2</sub> equivalente durante su ciclo de vida completo. De este total, 168.87 kg de CO<sub>2</sub> equivalente corresponden únicamente a la fase de manufactura, principalmente debido al uso intensivo de metales como aluminio y acero (Tayyab, Singari, & Sathikh, 2024).

Las bicicletas hechas a partir de plástico reciclado reducirían de manera significativa la cantidad de plástico que va a parar a los vertederos, lo que tiene un impacto positivo en el medio ambiente. En este contexto, el desarrollo de bicicletas más amigables con el ambiente a partir de plásticos reciclados se presenta como una alternativa prometedora (Reciclaje Contemar, 2022). Disminuyendo así el problema de la generación de plástico que enfrentan muchas ciudades del mundo en la actualidad. La producción de bicicletas con plástico reciclado podría fomentar la economía circular en Cuenca, creando empleos locales y reduciendo la dependencia de materiales importados.

### **1.2. Objetivo General**

Evaluar la viabilidad técnica y económica de la fabricación de partes de bicicleta como cuadro a partir de los tipos de plástico que se disponen en los centros de acopio de la ciudad de Cuenca.

### **1.3. Objetivos Específicos**

- Identificar los tipos de plásticos que se disponen en los centros de acopio de la ciudad de Cuenca.
- Evaluar la tecnología e insumos necesarios para la fabricación de partes de bicicleta a partir de los tipos de plásticos identificados en el estudio.
- Estimar el costo de fabricación de partes de bicicleta a partir de los tipos de plásticos identificados en el estudio.



## CAPÍTULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Plásticos

El término “plástico” proviene del griego "plastikos", que significa que puede ser moldeado por el calor. Los plásticos son materiales ligeros, duraderos, de bajo costo y fáciles de moldear, lo que los hace muy versátiles (Góngora, 2014). El plástico está formado por polímeros, las cuales son grandes moléculas orgánicas compuestas por unidades o cadenas de carbono las cuales son llamadas monómeros (INFINITIA RESEARCH, 2021). El plástico llega como una innovación del siglo XX, para ser usado en diferentes aplicaciones, ya sea industriales como cotidianas, que anteriormente dependía de materiales típicos como lo son el metal, el vidrio o la cerámica.

Los monómeros, que son las unidades básicas para formar los polímeros plásticos, tienen su origen principalmente en derivados del petróleo y combustibles fósiles. No obstante, también pueden obtenerse a partir de fuentes renovables como la biomasa, dando lugar a los denominados bioplásticos.

En el proceso de síntesis de los plásticos se agregan normalmente sustancias aditivas que modifican y optimizan las propiedades finales del material. Estos aditivos cumplen funciones específicas como aumentar la flexibilidad, la durabilidad ante distintos factores o la resistencia a la degradación y combustión. Asimismo, otros aditivos se encargan de incorporar color a la estructura polimérica. En definitiva, estos compuestos resultan claves para adaptar las características de los plásticos de acuerdo con las aplicaciones deseadas.

##### 2.1.1. Propiedades

Los plásticos poseen un conjunto único de propiedades físicas, mecánicas, eléctricas y ópticas, que los hacen indispensables en múltiples aplicaciones. Estas propiedades se derivan de la estructura química de las largas cadenas moleculares que los conforman.

##### 2.1.1.1. Propiedades Físicas

La densidad de los plásticos, es decir la relación entre su masa y volumen, es generalmente baja, confiriéndoles ligereza. Además, su baja conductividad térmica provee aislamiento contra el frío

y calor. Otra característica importante es la dilatación térmica, los plásticos se expanden con el calor y se contraen con el frío, en mayor o menor grado según el tipo de polímero (Bordón, 2012).

#### **2.1.1.2. Propiedades Mecánicas**

La flexibilidad y plasticidad son rasgos distintivos de este material. Los plásticos pueden estirarse y adquirir casi cualquier forma deseada cuando se someten simultáneamente a presión y calor. Asimismo, soportan esfuerzos de tracción, compresión, flexión e impactos sin fracturarse con facilidad. No obstante, en algunos casos pueden experimentar deformación elástica o plástica ante cargas mecánicas elevadas (Bordón, 2012).

#### **2.1.1.3. Propiedades Eléctricas**

Los plásticos son generalmente aislantes eléctricos dado que sus electrones están fijos en los enlaces covalentes moleculares. Por ello no transmiten fácilmente la electricidad. Esta propiedad los hace útiles para recubrir cables y en la fabricación de componentes electrónicos (Espinoza, 2023).

#### **2.1.1.4. Propiedades Ópticas**

Según su estructura interna y aditivos agregados, los plásticos pueden ser transparentes u opacos, permitiendo o bloqueando respectivamente el paso de luz. Su textura superficial también es variable, existiendo plásticos de tacto áspero o liso. En cuanto al color, se les puede incorporar durante su producción prácticamente cualquier pigmento o tinte (Espinoza, 2023).

### **2.1.2. Clasificación de los Plásticos**

El sistema de clasificación de los plásticos se basa en sus características térmicas y su respuesta al calor, dividiéndolos en dos categorías principales: termoplásticos y termoestables.

#### **2.1.2.1. Termoplásticos**

Los termoplásticos son un tipo de polímeros que se caracterizan por su capacidad de cambiar su forma física en respuesta al calor. Estos materiales son altamente versátiles y se utilizan ampliamente en diversas aplicaciones industriales y de consumo debido a sus propiedades únicas. La característica más destacada de los termoplásticos es su capacidad para fundirse cuando se calientan y volver a solidificarse cuando se enfrían repetidamente, sin alterar sus propiedades químicas básicas en el proceso (Bernal, 2023).

### **2.1.2.2. Termoestables**

Los plásticos termoestables son aquellos que experimentan un cambio irreversible cuando se exponen al calor, la luz, agentes fotoquímicos o químicos. Este cambio resulta en la formación de una red tridimensional covalente, lo que hace que el material se vuelva no fusible e insoluble. Aportando al material propiedades mecánicas, térmicas y de resistencia química muy altas, lo que los hace adecuados para diversas aplicaciones. Al no poder ser derretidos y moldeados nuevamente, los plásticos termoestables no son adecuados para el reciclaje convencional. Sin embargo, se pueden reciclar mediante métodos más complejos, como el reciclaje químico o pirólisis (Ramis, 2022).

### **2.1.3. Tipos de Plástico**

Todos los plásticos tienen un uso específico y contienen diferentes tóxicos y propiedades. Para facilitar el reconocimiento, clasificación y reciclaje de los distintos tipos de plásticos, se creó un sistema de códigos de identificación estandarizado mundialmente. Consiste en un triángulo formado por tres flechas curvas, dentro del cual se ubica un número del 1 al 7, el cual corresponde a la clase de polímero. Es un sistema creado por la Sociedad de la Industria de Plásticos en el año de 1988. Este sistema se basa en el conocido triángulo de Moebius, que rodea de un número del 1 al 7.

#### **2.1.3.1. PET O PETE (Tereftalato de Polietileno)**

Usado principalmente para fabricar envases de bebidas y agua. Sus principales ventajas son el bajo costo, alta rigidez, estabilidad dimensional, capacidad de barrera a gases, buena transparencia y 100% reciclabilidad. Al reciclar PET se obtiene un material de igual o mayor calidad, el cual se emplea en ropa, rellenos de edredones y almohadas, alfombras, etc. (Fundation AQUAE, 2023).

#### **2.1.3.2. HDPE (Polietileno de Alta Densidad)**

Es un material más resistente que el PET, durante su fabricación se pueden emplear pequeñas cantidades del compuesto tóxico amoníaco. Se utiliza en envases no transparentes como botellas para leche, detergentes, aceites de motor, entre otros. Luego del reciclado, este plástico encuentra una segunda vida útil en aplicaciones como nuevos envases, macetas, contenedores de basura, juguetes, tuberías, etc. Sus propiedades de dureza, resistencia química, barrera a la

humedad y versatilidad lo convierten en un material ampliamente empleado en artículos del hogar e industria (Rodríguez, 2021).

#### **2.1.3.3. PVC (Policloruro de Vinilo)**

Es un termoplástico versátil y económico, que contiene una proporción significativa de cloro. Se emplea en una amplia variedad de aplicaciones domésticas e industriales, como botellas de champú, envases de aceites comestibles, vajilla desechable, tuberías y perfiles. Si bien su reciclabilidad es limitada, el PVC presente en tuberías, cableados y perfiles puede recolectarse y reprocesarse dando lugar a productos de menor desempeño, pero útiles, como tubos de irrigación y desagüe (Pascual, 2023).

#### **2.1.3.4. LDPE (Polietileno de Baja Densidad)**

Es un termoplástico muy flexible y resistente al calor, utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que demandan maleabilidad como bolsas de compras, films plásticos, burbujas de embalaje, botellas, tuberías de riego, entre otros. Una de las ventajas de este material es que permite un reciclaje en "ciclo cerrado", es decir, puede procesarse generando LDPE posconsumo de igual calidad y propiedades que el original. Asimismo, al mezclarse con otras resinas da lugar a productos de menor desempeño, pero útiles como macetas, bancos, contenedores, aislantes eléctricos, etc. (Rodríguez, 2021).

#### **2.1.3.5. PP (Polipropileno)**

Es un termoplástico tenaz, rígido y resistente al calor debido a su elevado punto de fusión. Esto lo hace idóneo para artículos domésticos e industriales que deban soportar altas temperaturas como tapas de envases, envoltorios, utensilios de cocina, piezas de automóviles, recipientes, cuerdas, alfombras, etc. Si bien el PP no es muy flexible, posee buena estabilidad química, es liviano y de bajo costo. Además, puede ser reciclado en aplicaciones similares o de menor desempeño como macetas, tabloncillos de madera plástica, papeleras, tuberías de riego, entre otros (Fundation AQUAE, 2023).

#### **2.1.3.6. PS (Poliestireno)**

Es un termoplástico comúnmente presente en tazas desechables para bebidas calientes y bandejas de envasado de carne. A pesar de su prevalencia en estos productos, el PS tiene un impacto ambiental significativo debido a su baja tasa de degradación. Sin embargo, se puede

abordar de manera sostenible mediante su reciclaje, transformándolo en viguetas de plástico para construcción, cajas de cintas para casetes y macetas (Pascual, 2023).

#### **2.1.3.7. Otros Tipos de Plástico**

Se refiere al código de identificación plástica "Otros", el cual engloba diversos polímeros, entre ellos:

- **Policarbonato (PC):** Ampliamente utilizado en artículos domésticos y médicos como envases de ketchup, biberones, jeringas, CD/DVD.
- **Plásticos biodegradables:** Fabricados con almidón vegetal y otros componentes naturales. Se identifican con las siglas PLA. Al ser compostables, contribuyen a reducir la contaminación ambiental.
- Combinaciones de diferentes plásticos difíciles de separar y reciclar de forma individual.

Estos tipos de plástico se encuentran en una variedad de productos, incluyendo dispositivos electrónicos, aparatos domésticos, componentes industriales, equipos médicos, contenedores de agua y colchones. Sin embargo, debido a la incertidumbre sobre las resinas específicas que contienen, su capacidad de reciclaje se clasifica en el nivel 4, lo que significa que es prácticamente inviable. Estos plásticos pueden contener sustancias peligrosas como antimonio, bromo y bisfenol A. Además, representan la mayor proporción de desechos plásticos a nivel mundial, constituyendo el 24% del total (DKV, 2024).

#### **2.1.4. Procesos de Transformación de Termoplásticos**

Los métodos ampliamente utilizados para modificar plásticos incluyen la extrusión, inyección, compresión, moldeo rotacional, soplado y termoconformado. Por lo tanto, se proporciona una descripción general de estos procedimientos de transformación.

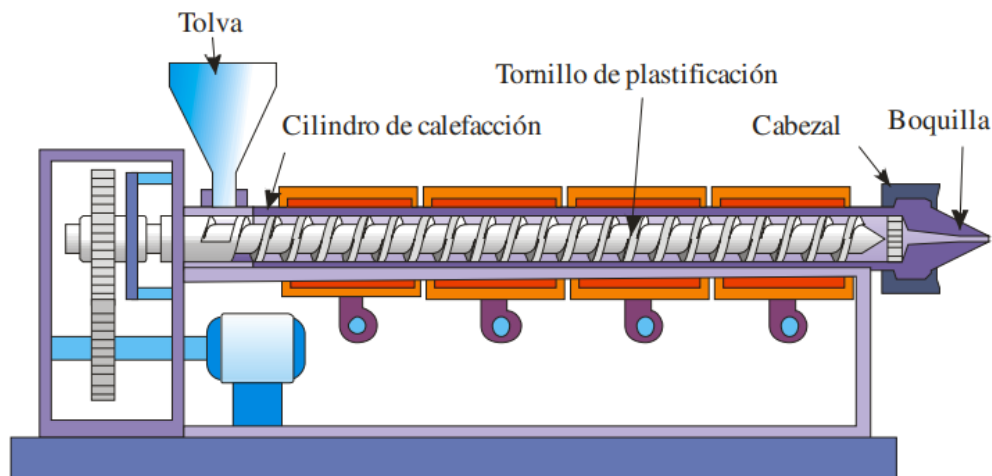
##### **2.1.4.1. Extrusión**

Es un proceso fundamental en la industria del plástico, se emplea para la fabricación continua de piezas con sección constante a partir de materiales termoplásticos (y ciertos termoestables). Este método implica forzar a un material fundido a pasar a través de una boquilla o matriz con la forma adecuada para lograr el diseño deseado (Beltrán & Marcilla, 2011).

El equipo utilizado debe ser capaz de aplicar presión de manera continua y uniforme sobre el material, además de ablandar y acondicionar el material para facilitar la extrusión. Para llevar a cabo este proceso, se emplea una máquina compuesta por un cilindro y un husillo o tornillo de plastificación que rota dentro del cilindro, como se ilustra en la figura 1.

**Figura 1.**

*Máquina convencional de extrusión con husillo.*



Fuente. Rua.ua.es

El material, ya sea en forma de gránulos o polvo, se introduce en una tolva que suministra el cilindro. Dentro del cilindro, el husillo se encarga de introducir, transportar y comprimir el material. El calentamiento para lograr la fusión se realiza tanto desde el exterior del cilindro mediante elementos calefactores como desde el interior, donde la conversión del esfuerzo mecánico genera calor (Sánchez, 2024). De esta manera, el material termoplástico se funde o plastifica y, al salir del cilindro a través de una boquilla, adquiere la forma deseada.

En una línea completa de extrusión, es esencial contar con un sistema de enfriamiento para el material que sale de la máquina, así como equipos de tensionado y recolección. El resultado final es un perfil, a veces denominado semifabricado o preforma (Beltrán & Marcilla, 2011).

### 2.1.4.2. Inyección

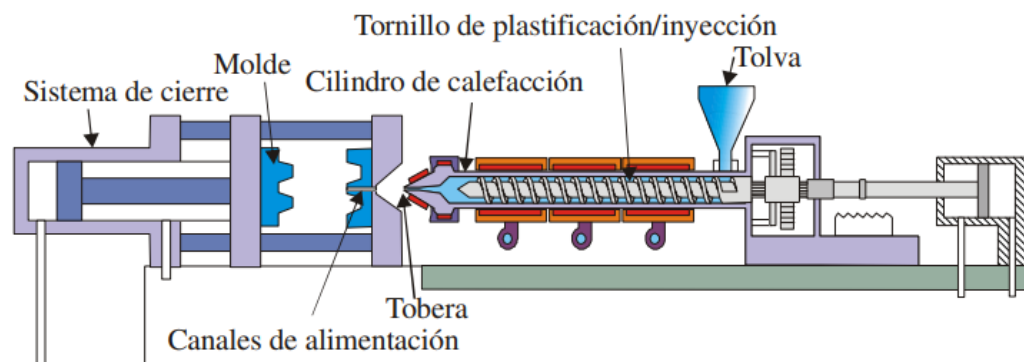
La inyección de plástico es ampliamente reconocida como uno de los métodos más característicos en la industria del plástico. Consiste en fundir un material plástico en condiciones óptimas y luego inyectar a presión dentro de los moldes, donde se enfría hasta alcanzar una temperatura adecuada que permite extraer las piezas sin deformaciones (Beltrán & Marcilla, 2011).

El comportamiento de fluidez de los materiales es de gran importancia en el proceso de moldeo por inyección. Por ejemplo, un plástico con alta viscosidad puede tener dificultades para llenar completamente el molde a bajas velocidades de cizallamiento, pero esto se puede solucionar ajustando las condiciones de procesamiento. Este método requiere un control meticuloso de las propiedades del polímero y las condiciones de operación para asegurar la obtención de piezas moldeadas con precisión y alta calidad.

En cuanto al proceso de moldeo, se divide en dos fases distintas. La primera fase implica la fusión del material, mientras que la segunda fase consiste en la inyección del material en el molde (Beltrán & Marcilla, 2011). En máquinas convencionales, como se muestra en la figura 2, el material de moldeo, en forma de gránulos, se introduce en el cilindro de calefacción a través de una tolva de alimentación situada en la parte trasera del cilindro (Beltrán & Marcilla, 2011). El material se calienta y se funde en el cilindro de calefacción, mientras se desplaza hacia la parte delantera del cilindro debido al movimiento rotatorio del tornillo de plastificación en su interior, similar al proceso de extrusión (Castro, 2023).

**Figura 2.**

*Máquina convencional de Inyección*



Fuente. Rua.ua.es

No obstante, durante el proceso de inyección, ocurre una acumulación de material fundido en la sección frontal del tornillo. Para conseguir esto, el tornillo se mueve hacia atrás de forma lenta mientras gira. Una vez que se ha acumulado suficiente material fundido en la parte frontal del tornillo, se detiene su rotación y se desplaza axialmente hacia adelante (Beltrán & Marcilla, 2011). De esta manera, el material fundido se inyecta a través de la boquilla en el molde, utilizando el tornillo tanto como plastificador como pistón de inyección. Durante este proceso, el molde se enfría y debe permanecer cerrado al momento de la inyección (Castro, 2023).

El tornillo se mantiene en posición adelantada hasta que el material en los canales de alimentación del molde alcance la consistencia adecuada para evitar su retroceso hacia la máquina de inyección. Después, el tornillo se mueve hacia atrás para fundir nuevo material para el próximo ciclo (Castro, 2023). El molde permanece cerrado durante el tiempo necesario para que la pieza se enfríe a una temperatura que permita su extracción sin deformaciones. Una vez completado este proceso, el molde se abre y la pieza se retira, preparando así el molde para el siguiente ciclo (Beltrán & Marcilla, 2011).

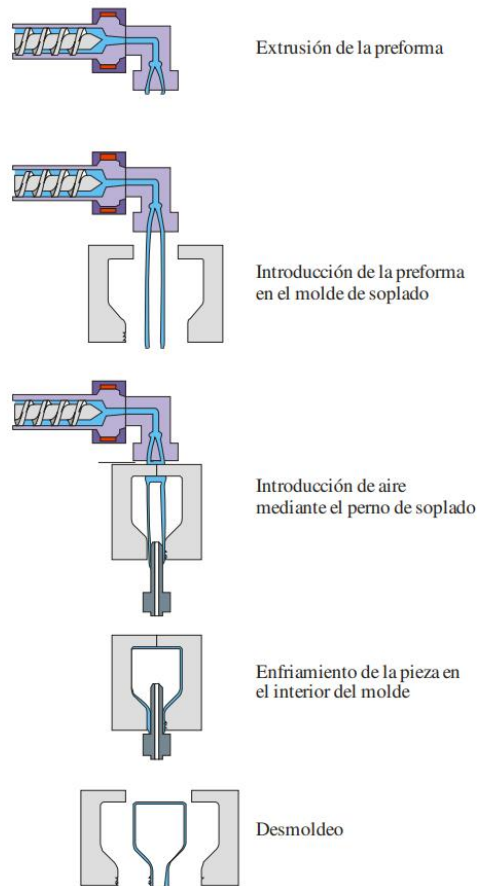
#### **2.1.4.3. Moldeo por Soplado**

El proceso de soplado se utiliza para fabricar objetos huecos como depósitos de combustible, bidones, tablas de surf, depósitos de aceite de calefacción y botellas. Este método implica inyectar aire en una forma tubular fundida que se encuentra dentro de un molde (Beltrán & Marcilla, 2011). Solo se utiliza con materiales termoplásticos y requiere dos componentes esenciales: una extrusora o inyectora para preparar la forma y una unidad de soplado (Durán, 2010). El funcionamiento del proceso de soplado se muestra en la figura 3, considerando el caso del proceso de extrusión-soplado.



### Figura 3.

#### Proceso de extrusión-soplado



Fuente. Rua.ua.es

En el proceso de extrusión-soplado, la extrusora convierte el plástico en una masa fundida uniforme, como se mencionó previamente. El cabezal, conectado a la extrusora, dirige la masa hacia arriba y la hace pasar a través de una boquilla que la transforma en una preforma tubular que cuelga hacia abajo (Durán, 2010). El molde de soplado está compuesto por dos partes móviles con la forma opuesta a la pieza que se va a moldear. Cuando la preforma alcanza la longitud requerida, el molde se cierra alrededor de ella.

Después, el molde se mueve hacia la unidad de soplado, donde el cabezal de soplado entra en el molde y la preforma. En este punto, el cabezal da forma a la parte del cuello del objeto hueco y al mismo tiempo sopla aire (Beltrán & Marcilla, 2011). Este proceso genera presión que hace que el material se ajuste a las paredes del molde, tomando la forma deseada. El molde debe

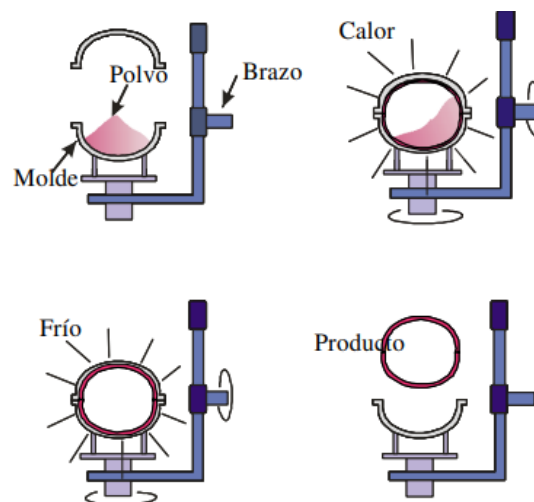
permitir que el aire que queda entre la pieza y la cavidad se escape. La pieza se enfría dentro del molde y se retira una vez que ha alcanzado la consistencia adecuada (Beltrán & Marcilla, 2011).

#### 2.1.4.4. Moldeo Rotacional

El moldeo rotacional, también conocido como rotomoldeo, es un proceso utilizado para fabricar objetos huecos a partir de plásticos en forma de polvo o pasta líquida. A diferencia de otros métodos, en el rotomoldeo no se aplica presión al plástico, sino que se calienta y se enfría dentro de un molde (Beltrán & Marcilla, 2011). El proceso se puede entender de manera sencilla, como se muestra en la figura 4.

#### Figura 4.

*Esquema del proceso de rotomoldeo.*



Fuente. Rua.ua.es

En el inicio del proceso, una cantidad de plástico en estado frío se introduce en la mitad de un molde también frío. Luego, el molde se cierra y se hace rotar biaxialmente dentro de un horno. A medida que la superficie metálica del molde se calienta, el plástico en su interior comienza a adherirse a las paredes del molde, siendo arrastrado por ellas (Beltrán & Marcilla, 2011). Una vez que el plástico ha completado la fusión, toda la superficie interna del molde debe estar completamente recubierta. En este punto, se inicia la etapa de enfriamiento mientras continúa la rotación biaxial del molde. Una vez que el plástico se ha solidificado, se abre el molde y se extrae

la pieza. Este proceso puede emplearse tanto para materiales termoplásticos como termoestables (Schott, 2011).

El proceso de soplado es el principal competidor del rotomoldeo en la fabricación de artículos huecos. Aunque el rotomoldeo permite producir artículos más grandes, el soplado suele ser más rentable para piezas que pueden ser fabricadas mediante ambos procesos (Schott, 2011). A pesar de esto, el rotomoldeo ofrece ventajas significativas, como la capacidad de crear piezas con formas más complejas y el uso simultáneo de moldes de diferentes tamaños y formas. Además, debido a que no se aplica presión en el rotomoldeo, los moldes son relativamente económicos y las piezas resultan libres de tensiones (Beltrán & Marcilla, 2011).

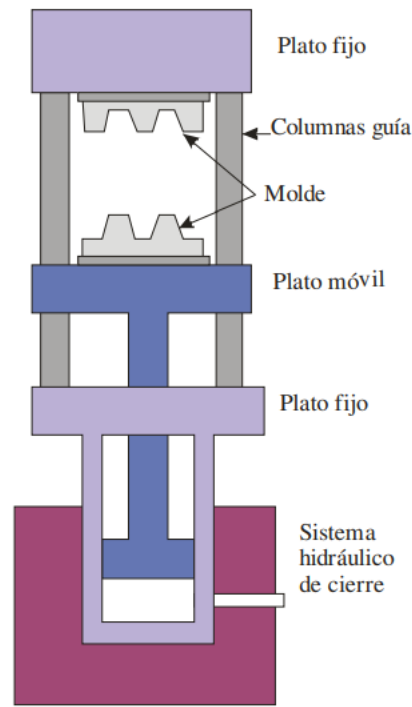
Sin embargo, el proceso de rotomoldeo también tiene algunas limitaciones, como la necesidad de que los materiales estén completamente pulverizados, la carga y descarga manual del material, y ciclos de producción relativamente lentos. Estas consideraciones deben considerarse al elegir el método de fabricación más apropiado para cada aplicación en particular (Beltrán & Marcilla, 2011).

#### **2.1.4.5. Moldeo por Compresión**

El proceso de moldeo por compresión se utiliza en la industria de transformación de plásticos para dar forma a materiales termoestables. En la Figura 5 se muestra una máquina utilizada en este proceso. El ciclo comienza con la apertura del molde para extraer la pieza producida en el ciclo anterior. Después de limpiar el molde, se colocan inserciones metálicas, si es necesario, y se introduce el material de moldeo en forma de polvo o pastilla. Luego, se cierra el molde caliente y se aplica presión (Beltrán & Marcilla, 2011). En ocasiones, se abre brevemente para permitir la salida de humedad y sustancias volátiles que puedan haber quedado atrapadas o generadas durante el proceso de entrecruzamiento del material. Por último, se aplica toda la presión al molde caliente y se mantiene durante el tiempo necesario hasta que el material se haya curado por completo (Xometry Europe , 2023).

#### **Figura 5.**

*Prensa para moldeo por compresión.*



Fuente. Rua.ua.es

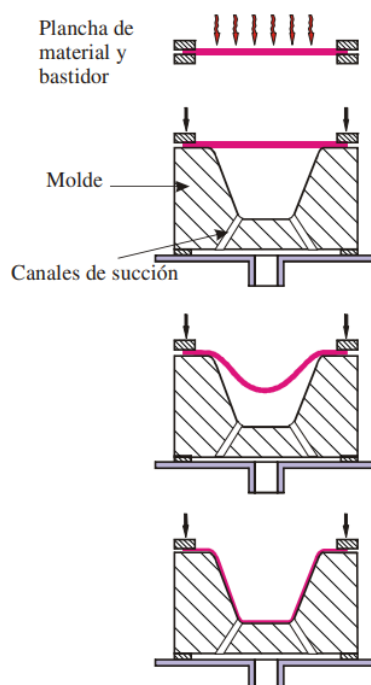
#### 2.1.4.6. Termoconformado

El termoconformado implica la formación de preformas de termoplástico, generalmente en láminas o planchas (Beltrán & Marcilla, 2011). Este proceso de moldeo de la preforma se lleva a cabo en tres etapas, tal como se muestra en la figura 6. En la etapa inicial, se procede a calentar el material, usualmente mediante radiación infrarroja, aunque también se puede utilizar convección o conducción. Luego, se estira sobre un marco y se presiona contra las paredes de un molde frío mediante aire a presión o vacío (Beltrán & Marcilla, 2011).

Hay dos formas de llevar a cabo este proceso: positiva y negativa, dependiendo de si la parte exterior o interior de la pieza se moldea (Maldonado, 2023). La figura 6 muestra el proceso en negativo, que se utiliza para fabricar piezas grandes que serían difíciles de obtener con otras técnicas. La principal desventaja de este proceso es que solo una de las caras de la pieza reproduce con precisión la forma del molde (Maldonado, 2023).

**Figura 6.**

*Proceso de termoconformado.*



Fuente. Rua.ua.es

### 2.1.5. Reciclaje de Termoplásticos

El reciclaje de termoplásticos implica la recuperación de plásticos usados, como botellas, envases y bolsas, con el objetivo de reducir su impacto ambiental y disminuir el consumo de energía en la producción de nuevos productos de consumo (Rubiano, et al., 2011). El reciclaje de cualquier material presente en los residuos requiere que el material sea procesado y transformado en una materia prima viable y limpia. Esta materia prima reciclada debe pasar por un proceso de fabricación para convertirse en un producto final (Rivera, 2004). Posteriormente, este producto reciclado debe ser comercializado y distribuido en el mercado (Rivera, 2004). La eficacia del reciclaje se basa en la viabilidad tanto económica como ambiental de todo el proceso, asegurando que los materiales reciclados se utilicen de manera productiva en la fabricación de nuevos productos, cerrando así el ciclo y fomentando prácticas sostenibles en la gestión de los plásticos. (Rubiano, et al., 2011).

La recolección es el primer paso en el proceso de reciclaje de plásticos, ya que estos pueden encontrarse en diferentes formas como contenedores, botellas, envases, bolsas, frascos, y otros más (Receco , 2019 ). Las personas recolectan y clasifican estos materiales según su tipo y los envían a centros de recolección. En estos centros, se acumulan grandes cantidades de plástico que luego son transportadas a plantas de procesamiento especializadas en el reciclaje. Este paso inicial es fundamental para garantizar un suministro constante y variado de material plástico reciclable (BBVA, 2023).

### **2.1.6. Aprovechamiento de Residuos Plásticos y Economía Circular**

Según investigaciones actuales, cada año entre 5 y 13 millones de toneladas de plástico acaban en los océanos, lo que representa aproximadamente el 80% de los residuos marinos (Jambeck, et al., 2015 ). Esta contaminación plástica tiene graves consecuencias para el medio ambiente, la economía y la salud humana. Es urgente que todos los actores involucrados aborden este problema. Una estrategia fundamental consiste en fomentar la innovación desde diferentes enfoques y promover la interconexión entre diferentes cadenas de valor, adoptando una perspectiva global e integradora (World Economic Forum, 2016). Es necesario buscar soluciones creativas y fomentar la colaboración entre los gobiernos, la industria, la academia y la sociedad civil.

La inadecuada gestión de los desechos plásticos es un serio problema ambiental a nivel mundial. Anualmente se producen alrededor de 400 millones de toneladas de plástico, de las cuales al menos 8 millones terminan contaminando los océanos (Lau, et al., 2020). No obstante, el concepto de economía circular ofrece una prometedora estrategia para disminuir, reutilizar y reciclar estos materiales.

La economía circular se fundamenta en crear un ciclo cerrado para los materiales, permitiendo su reutilización constante con el objetivo de preservar y mejorar los recursos naturales (Kirchherr, Reike, & Hekkert, 2017). En lugar de seguir un modelo lineal de extracción, fabricación y desecho, se busca mantener los flujos circulares del plástico durante el mayor tiempo posible. Diversas iniciativas se enfocan en aprovechar los residuos plásticos a través del reciclaje, la valorización energética o su incorporación en nuevos productos (Sroufe, 2022). Un ejemplo de esto es la tecnología de pirólisis, que descompone el plástico para obtener combustibles y sustancias químicas que se pueden reutilizar. Otra opción es utilizar los plásticos reciclados para fabricar filamentos para impresoras 3D o materiales de construcción.

Para lograr una reducción significativa en la contaminación ambiental causada por el plástico, es necesario adoptar un enfoque integral que incluya políticas públicas coordinadas, innovación tecnológica, modelos de negocio circulares y cambios en el comportamiento de los consumidores.

## **2.2. Partes y Componentes de Bicicletas**

La bicicleta está compuesta por varios elementos que le permiten funcionar como un vehículo impulsado por la fuerza física del ciclista. Los componentes principales incluyen el cuadro, que sostiene toda la estructura; las ruedas con sus neumáticos, que permiten el movimiento; un sistema de transmisión que utiliza la potencia generada por los pedales; y piezas adicionales para el manejo y la estabilidad (Mareque, 2022).

En cuanto al soporte estructural de la bicicleta, el cuadro desempeña un papel fundamental. Por lo general, se fabrica con materiales ligeros y duraderos como acero, aluminio o carbono. La geometría del cuadro puede variar según el tipo de bicicleta, pudiendo adoptar una forma de diamante u otras configuraciones (Guamán, Crespo, Paltán, & Fajardo, 2024).

El conjunto de ruedas está formado por el buje interno que se une al aro o llanta a través de radios. El neumático exterior es el que entra en contacto con el suelo y se infla con aire a alta presión para absorber las irregularidades del terreno. El sistema de transmisión utiliza una cadena que se conecta a los pedales y transfiere la energía a la rueda trasera, permitiendo aumentar la velocidad según las distintas configuraciones de cambio (Euroinnova , 2022).

También es importante destacar que elementos como los frenos, las palancas de control, la estructura, el manillar y los accesorios juegan un papel crucial para asegurar un manejo eficiente y seguro de la bicicleta en diferentes situaciones. Cada uno de estos componentes cumple una función esencial en el funcionamiento completo de este vehículo innovador, aportando al rendimiento, la comodidad y la seguridad del ciclista.

### **2.2.1. Materiales Utilizados**

En la fabricación de bicicletas, se emplean diferentes materiales como acero, fibra de carbono, aluminio y titanio, los cuales son comunes tanto en modelos de carretera como de montaña (Navarro, 2024). Además, es factible producir bicicletas utilizando una combinación de materiales, como aluminio y carbono. Algunas bicicletas pueden incluir otros materiales como cromo, vanadio e incluso fibra de basalto, que es una roca volcánica (Navarro, 2024). La selección de estos materiales tiene un impacto en las propiedades de peso, resistencia y desempeño de la bicicleta.

### **2.2.1.1. Acero**

Aunque ya no es tan común utilizar acero en la fabricación de cuadros de bicicletas, todavía se pueden encontrar opciones en el mercado. En los últimos años, muchas marcas importantes han dejado de utilizar acero en sus modelos de gama alta, media e incluso baja. No obstante, todavía existen algunas opciones disponibles que utilizan acero en la construcción de bicicletas (Navarro, 2024). En ciertos contextos, hay algunas personas que aún valoran las características únicas y la durabilidad del acero, a pesar de haber perdido popularidad frente a materiales más ligeros y avanzados (Patrick, 2022).

La principal ventaja de utilizar cuadros de acero en las bicicletas es su menor costo en comparación con otros materiales. Además, estos cuadros son más duraderos que los de aluminio y más fáciles de reparar en caso de golpes o perforaciones. Aunque ya no son la opción principal en bicicletas de alta gama, siguen siendo una elección atractiva para algunos usuarios.

### **2.2.1.2. Aluminio**

En la búsqueda de materiales más livianos, se comenzaron a realizar pruebas con aluminio en la década de 1970. Este material no solo ofrece un menor peso, sino que también permite ajustar la forma del cuadro para lograr mayor rigidez o ligereza según sea necesario. Aunque el aluminio no se oxida como el acero, su uso continuo a lo largo del tiempo puede ocasionar desgaste en el material (Salazar, 2018).

En la actualidad, el aluminio es el material más comúnmente empleado en la producción de cuadros de bicicleta, así como en manillares, volantes y otros componentes. Los cuadros de aluminio son una opción económica y versátil debido a su durabilidad, aunque no alcanzan el nivel de resistencia del carbono o el titanio, superan al acero y al hierro (Salazar, 2018).

### **2.2.1.3. Fibra de Carbono**

La fibra de carbono es un material líder en la fabricación de cuadros de bicicletas y otros componentes debido a su relación única entre rigidez y peso. A diferencia del aluminio o el acero, la fibra de carbono no sufre desgaste, lo que la hace altamente valorada por su capacidad para mejorar el rendimiento y reducir el peso total de la bicicleta (Salazar, 2018).

La fibra de carbono es más costosa que el aluminio y el acero, pero se puede adaptar a cualquier forma. Por esta razón, en la competición de alto nivel, cada vez hay más bicicletas con tubos



curvos y formas antes imposibles de fabricar. Esto se debe a que los materiales anteriores tenían limitaciones en cuanto a diseño en comparación con la versatilidad y flexibilidad que ofrece la fibra de carbono (Navarro, 2024).

#### **2.2.1.4. Titanio**

Tiene características similares a los mencionados anteriormente. Posee una resistencia comparable al acero, pero es mucho más liviano. Además, ofrece una resistencia superior a la corrosión y una durabilidad considerablemente más alta. En términos prácticos, una bicicleta de titanio fabricada de manera adecuada es prácticamente indestructible (Navarro, 2024).

El titanio es una opción atractiva para los ciclistas que buscan una bicicleta duradera y de alto rendimiento debido a su combinación única de resistencia, ligereza y resistencia a la corrosión. Aunque no es tan común como el aluminio y la fibra de carbono, el titanio se valora por su capacidad de proporcionar una conducción suave y cómoda, así como por su excepcional durabilidad (Navarro, 2024).

#### **2.2.2. Requisitos de Diseño y Funcionalidad**

Para garantizar el desempeño, la seguridad y la durabilidad de una bicicleta, sus componentes y partes deben cumplir con requisitos de ingeniería específicos. Cada componente de la bicicleta está diseñado para un uso específico y se ajusta a las especificaciones de materiales, acabados y dimensiones establecidas por normas aplicables (Fernández, 2021). De acuerdo con el análisis realizado para la fabricación del cuadro de una bicicleta, se consideró proyectar el diseño de un cuadro de tamaño estándar con un material de plástico reciclado, basándose en otro estudio, con el fin de observar la factibilidad de fabricar cuadros de bicicleta ligeros y resistentes de este material.

Uno de los objetivos principales del diseño de cuadros es obtener la mayor ligereza posible sin descuidar la resistencia estructural para absorber impactos y fuerzas. Una bicicleta debe ser capaz de soportar fuertes cargas provocadas por baches, impactos y cargas de frenado (Fernández, 2021). Los componentes de horquillas, manubrios y suspensión deben tener características de flexibilidad y amortiguación, así como un equilibrio entre la rigidez y la absorción de vibraciones. Las horquillas rígidas deben ser capaces de soportar impactos sin dañarse.

Las piezas de la bicicleta como cadenas, ejes y sistemas de transmisión requieren resistencia a agentes externos, fricción y desgaste. Los materiales de partes rotatorias y de fricción deben minimizar el coeficiente de rozamiento y ser resistentes al desgaste (READI, 2021). Por ejemplo, las cadenas suelen estar hechas de acero endurecido para soportar la tensión y fricción constante. Además, los ejes deben ser de materiales resistentes como el aluminio o titanio para garantizar durabilidad y eficiencia en la transmisión de energía.

En general, dependiendo del componente, factores como la ligereza, la ergonomía, la dureza superficial y la resistencia química son cruciales. Como establece la norma ISO 4210 para ciclos de seguridad básicos, la aplicación de conceptos de ingeniería concurrente en el diseño es crucial (ISO 4210-1:2023, 2023).

### **2.3. Implementación de Procesos Productivos**

La implementación de procesos productivos requiere una evaluación completa que incluye la evaluación técnica del proyecto, la evaluación económico-financiera y el análisis de viabilidad.

#### **2.3.1. Evaluación Técnica de Proyectos**

La evaluación de la viabilidad técnica es un componente clave dentro de los estudios de factibilidad de proyectos. Es necesario determinar si tienen las habilidades y recursos necesarios para implementar de manera exitosa. Además, se debe evaluar si existen limitaciones tecnológicas que puedan afectar la ejecución del proyecto (VQ Ingeniería , 2023). Asimismo, es importante considerar la disponibilidad de personal capacitado y equipos adecuados para llevar a cabo las tareas requeridas

En un estudio de viabilidad técnica se deben considerar interrogantes clave para determinar la capacidad de implementar un proyecto de manera exitosa. Además, es esencial revisar el informe final del estudio, que debe incluir elementos como resumen ejecutivo, descripción del producto o servicio, consideraciones tecnológicas, análisis de mercado, estrategias de marketing, planificación temporal, proyecciones financieras y recomendaciones (Wanatop, 2024). La revisión del informe final del estudio permitirá a los interesados tomar decisiones informadas sobre la viabilidad del proyecto. Asimismo, es importante que el estudio contemple posibles riesgos y obstáculos que puedan surgir durante la implementación.

### **2.3.2. Evaluación Económico-Financiera**

Además del análisis técnico, es esencial realizar una evaluación económica y financiera para evaluar la viabilidad monetaria de un proyecto. Los métodos actuales para evaluar si se gana dinero al emprender un proyecto, midiendo si los beneficios son mayores que los costos derivados, se describen en la evaluación económica (Wanatop, 2024). La evaluación económica también considera factores como el valor actual neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión. Estos indicadores permiten tomar decisiones informadas sobre la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo del proyecto (Pérez, 2021).

Un estudio de viabilidad económica evalúa los elementos económicos de un proyecto para determinar si es rentable. Esto requiere el uso del análisis costo-beneficio para comparar los costos con los beneficios esperados (Narvaez, 2023). Por otro lado, la viabilidad financiera se enfoca en determinar si el proyecto es rentable desde el punto de vista financiero, incluyendo análisis de costo/beneficio y proyecciones del retorno de la inversión esperado (Martins, 2024).

Al establecer la factibilidad de un proyecto, es esencial tener en cuenta aspectos como su viabilidad técnica, económica, legal, operativa y temporal. La viabilidad técnica se centra en si la empresa tiene los recursos y la experiencia técnica necesarios para cumplir con los requisitos del proyecto (Pérez, 2021). La viabilidad económica, por otro lado, se enfoca en evaluar los elementos económicos del proyecto para determinar su rentabilidad financiera (Wanatop, 2024).

### **2.3.3. Análisis de costeo basado en actividades (ABC)**

El costeo basado en actividades (ABC) es una metodología de costeo que ha ganado un importante impulso en las últimas décadas como una alternativa a los sistemas tradicionales de costeo basados en volumen. La idea central del ABC es que las actividades consumen recursos y los productos o servicios consumen actividades. Al identificar con precisión como las actividades organizacionales generan costos, el ABC permite calcular los costos de productos o servicios más precisos (Adame, 2000). Como lo afirma Rossi & Santos, (2014):

El costeo basado en actividades es un nuevo enfoque para los costos de la empresa que utiliza la información financiera y operacional actual y la visualiza a través de un modelo de actividades. Esto permite a la empresa analizar múltiples visiones del negocio en función de las decisiones que debe tomar (p. 3).

Los principios ABC se basan en la teoría de que, para cualquier negocio se requieren múltiples actividades y procesos en diferentes funciones operativas como fabricación, marketing, distribución, etc.) (UNIR, 2021). Cada una de estas actividades generan costos en forma de recursos consumidos; como mano de obra, materiales, servicios públicos, instalaciones, etc. La forma más precisa de calcular el costo de los productos es identificar el consumo de estas actividades y los recursos asociados (Díaz, 2024).

#### **2.3.4. Análisis de Viabilidad**

El análisis de viabilidad implica consolidar los resultados de las evaluaciones técnicas y económico-financieras para determinar si un proyecto debe ser implementado o no. Este proceso ayuda a identificar posibles riesgos y oportunidades, así como a evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. De igual manera, permite tomar decisiones informadas sobre la viabilidad de la inversión (Moreno, 2023).

El estudio de viabilidad también permite comprender los beneficios económicos del proyecto, proyectar el retorno de la inversión, prever posibles riesgos financieros y determinar si es viable desde una perspectiva financiera (Martins, 2024). También ayuda a identificar posibles fuentes de financiamiento y a establecer un plan de acción para mitigar los riesgos financieros identificados. En resumen, el estudio de viabilidad financiera es fundamental para tomar decisiones informadas y maximizar las probabilidades de éxito del proyecto.

#### **2.4. Impacto Ambiental del Aprovechamiento de Plásticos Reciclados**

Uno de los principales problemas ambientales globales en la actualidad es la creciente generación y disposición inadecuada de desechos plásticos. La Organización de las Naciones Unidas afirma que cada año se generan más de 400 millones de toneladas de desechos plásticos, lo que equivale a casi el peso de toda la población mundial (UNEP, 2023).

La contaminación por plásticos tiene un gran impacto en los ecosistemas y en la capacidad de estos para adaptarse al cambio climático. Se estima que alrededor de 8 millones de toneladas de plástico son vertidas cada año en los océanos, lo que afecta la vida marina y contamina el medio ambiente (The Nature Conservancy, 2020). Además, la producción e incineración de plásticos contribuye al cambio climático, y contamina las vías fluviales, los océanos y la cadena alimentaria (Heinrich Böll, 2023).

El aprovechamiento y reciclaje de los plásticos post consumo se ha vuelto una estrategia fundamental dentro de la economía circular, para mitigar los impactos negativos de la creciente generación y disposición inadecuada de desechos plásticos de los últimos años. Reciclar plásticos reduce la demanda de manufacturar plásticos vírgenes y los impactos ambientales asociados, como uso de combustibles fósiles y emisiones de gases de efecto invernadero (EPA, 2022).

Diversos estudios han demostrado que el uso de plásticos reciclados como materia prima en lugar de resinas vírgenes conlleva ahorros energéticos, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y menores requerimientos de extracción de petróleo. En Europa, por ejemplo, se ha observado un aumento en la cantidad de plástico reciclado mecánicamente, alcanzando 6.5 millones de toneladas en 2013, lo que representó un incremento del 8.7% respecto al año 2009. Además, se recuperaron 9 millones de toneladas de energía a partir del reciclaje de plásticos (Urquiza, Ferrando, Luis, & MasPOCH, 2016).

El objetivo principal de la investigación sobre la viabilidad de fabricar partes de bicicletas a partir de desechos plásticos es solucionar problemas ambientales al incorporar estos materiales a ciclos productivos y reducir su disposición final en vertederos u otros lugares no sostenibles. Esta iniciativa es parte de la economía circular, que busca maximizar el uso de los recursos disponibles y reducir la cantidad de desechos mediante la reutilización y el reciclaje de estos materiales.

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología

#### 3.1. Área de Estudio

La metodología empleada en este estudio se centró en la identificación, análisis y evaluación de los centros de acopio de plástico registrados por la Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP). EMAC nos proporcionó una lista con todos los centros de acopio formales que cuentan en su registro, estos se observan en el anexo 24. Posterior a esto, se realizaron visitas a los 25 centros de acopio formales que operan en la ciudad de Cuenca, previamente identificados y registrados por la EMAC EP.

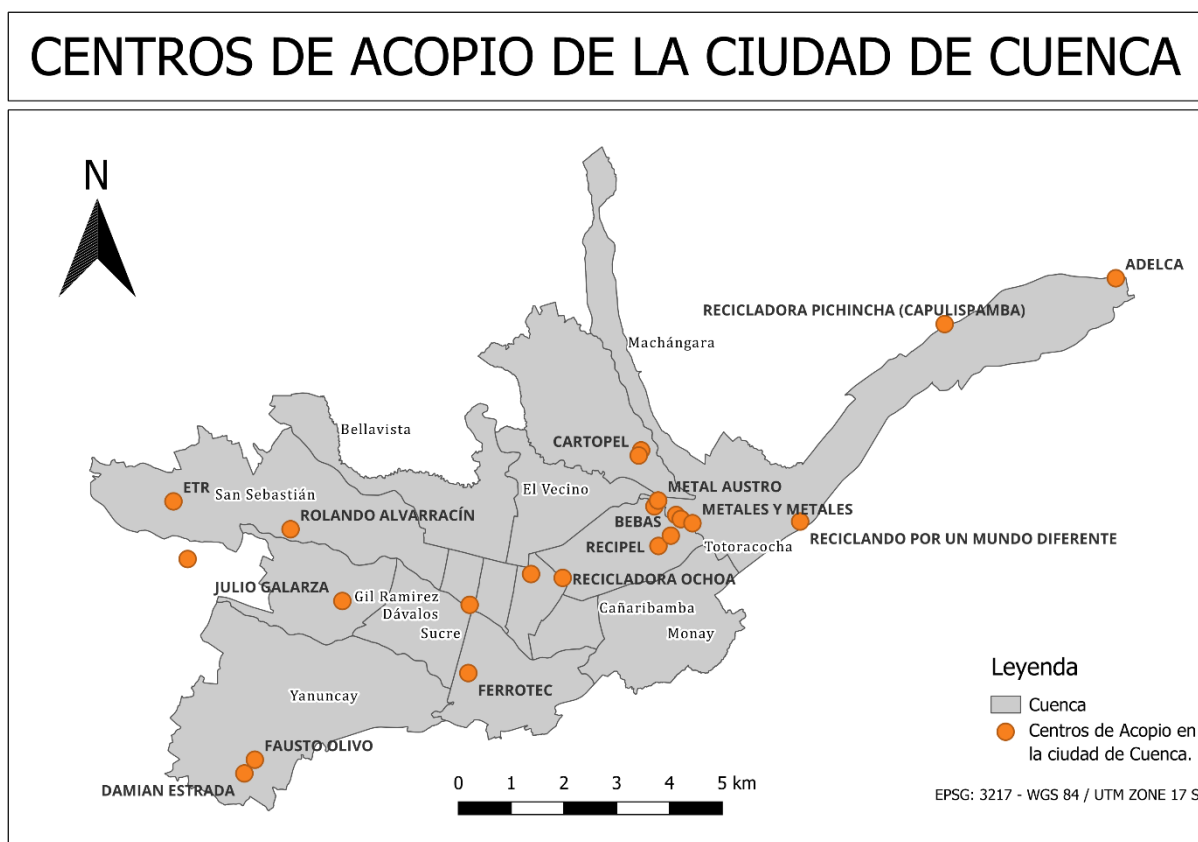
Inicialmente, se recopiló información sobre los centros de acopio a partir de la base de datos proporcionada por la EMAC EP, la cual incluía un listado oficial de los 25 centros distribuidos en la ciudad. Este registro fue utilizado como referencia para planificar las visitas de campo y organizar la recolección de datos en cada uno de los sitios.

Durante las visitas, se verificó la ubicación geográfica exacta de cada centro utilizando herramientas de georreferenciación (GPS), registrando además la accesibilidad y condiciones del entorno. También se evaluaron aspectos clave como la capacidad de acopio y gestión de plásticos, incluyendo la clasificación, limpieza y preparación para el reciclaje. Se registró detalladamente la variedad de plásticos acopiados y los procesos realizados en cada centro. Asimismo, se analizaron las condiciones operativas y logísticas de cada centro, tomando en cuenta los horarios de operación, procedimientos de recepción de residuos y políticas de manejo ambiental.

Posteriormente, la información recopilada fue sistematizada y analizada mediante herramientas estadísticas y de geolocalización. Se generó un mapa georreferenciado que muestra la distribución de los 25 centros de acopio en la ciudad de Cuenca como se puede observar en la figura 7, facilitando la visualización de su cobertura y accesibilidad.

**Figura 7.**

Centros de acopio de la ciudad de Cuenca.

**Fuente.** Elaboración Propia.

Según datos recolectados en una visita de campo, en la ciudad de Cuenca operan actualmente 25 centros de acopio y gestión de residuos plásticos. Estos centros fueron seleccionados como lugares de muestreo y recolección de información primaria para esta investigación.

Estos centros son:

- RECIPEL
- BEBAS
- Juan Aucay
- RECOLECT METALES RECOTMET S.A
- RECICLADORA DEL AUSTRO
- CUENCA RECICLAJE
- RECICLADORA JM
- METALES Y METALES
- RECICLANDO POR UN MUNDO DIFERENTE
- Fernando Aucay

- CARTOPEL
- ARUC
- RECICLADORA PICHINCHA
- Fausto Olivo
- ADELCA
- RECICLADORA OCHOA
- ETR
- METAL AUSTRO
- FERROTEC
- Damián Estrada
- Julio Galarza
- RECICLADORA PICHINCHA  
(CAPULISPAMBA)
- Rolando Albarracín
- RECICLADORA VIRGEN DE  
GUADALUPE
- DAVID CÁRDENAS

Los centros de acopio identificados en la ciudad de Cuenca se caracterizan por su infraestructura, los cuales cuentan con instalaciones adecuadas para el almacenamiento y procesamiento de residuos plásticos, incluyendo áreas de recepción, clasificación y compactación, para su posterior procesamiento. Los centros de acopio de residuos plásticos en la parroquia Machángara son empresas privadas que operan de manera independiente, cuentan con amplios espacios donde se guardan los residuos plásticos compactados lo que les permite manejar una cantidad significativa de residuos plásticos generados en la ciudad, hasta su posterior procesamiento o comercialización. Si bien no se dispone de datos precisos sobre la capacidad de procesamiento de los centros de acopio, la amplitud de las instalaciones y la presencia de maquinaria pesada sugieren que tienen la capacidad de manejar grandes volúmenes de residuos plásticos.

Estos establecimientos autorizados concentran los diferentes tipos de plásticos reciclables como PET, HDPE y LDPE, los clasifican, compactan y comercializan para su posterior procesamiento. Las cantidades varían desde 700 kg hasta 20.000 kg, dependiendo las fechas de recolección y el centro de acopio. Las visitas in situ realizadas permitió caracterizar la disposición de dichos materiales. Cabe recalcar que la zona norte de Cuenca se encuentran la mayoría de centros de acopio, esto debido a que es un área estratégica para la ubicación de estos establecimientos por factores como facilidad de acceso vial, disponibilidad de espacios industriales y cercanía a corredores y rutas de recolección de residuos. La información primaria recolectada en estos centros de acopio de la ciudad de Cuenca fue clave para el desarrollo de los objetivos trazados en el presente estudio sobre viabilidad del uso de plásticos reciclados y su tipo.



### 3.2. Procedimiento

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se realizaron visitas a los 25 centros de acopio ubicados en la ciudad de Cuenca. El objetivo de estas visitas fue caracterizar y clasificar los distintos tipos de plásticos almacenados, mediante inspecciones visuales y consultas a los encargados de los establecimientos sobre la clasificación y cantidad del plástico presente. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a los administradores para determinar los volúmenes, procedencia, clasificación y otros datos relevantes, como las épocas de mayor recepción de materiales y su origen. También se revisaron los registros y documentación de los centros acerca de los materiales recibidos y procesados. La clasificación del plástico se realizó en categorías como PET, HDPE y LDPE, ya que estos son los únicos materiales aceptados en estos centros. Se calculó el volumen o peso disponible de cada categoría en el momento de la visita. Finalmente, se procedió al procesamiento y análisis de los datos obtenidos en los centros de acopio. Este análisis exhaustivo permitió generar gráficas detalladas que ilustran el tipo de plástico recolectado en cada centro de acopio, así como sus cantidades a lo largo de los meses de enero, febrero y marzo del 2024.

El procesamiento de datos involucró la organización y validación de la información recabada. Se utilizaron herramientas estadísticas y software especializado para analizar y extraer información relevante. Lo cual permitió identificar patrones y tendencias en la recolección de plástico. Se determinó la cantidad de cada tipo de plástico recolectado en cada centro de acopio, así como su variación a lo largo del tiempo. Esta información es fundamental para comprender el comportamiento de la generación de residuos plásticos en la ciudad de Cuenca. Las gráficas generadas ilustran de manera clara y concisa los resultados del análisis de datos. Estas gráficas permiten visualizar la distribución de los diferentes tipos de plástico recolectados, así como su evolución temporal.

Para el análisis estadístico de los datos recopilados en este proyecto, se utilizó Microsoft Excel, una herramienta de hoja de cálculo ampliamente disponible y versátil. Excel ofrece una variedad de funciones estadísticas que son adecuadas para nuestro estudio, incluyendo la capacidad de realizar el Análisis de Varianza (ANOVA). La decisión de utilizar Excel se basa en su accesibilidad y la facilidad de compartir y replicar los análisis. El ANOVA se utilizó como nuestra principal herramienta de análisis porque permite comparar múltiples grupos simultáneamente, lo cual es crucial para nuestro estudio que involucra diferentes centros de acopio de Cuenca y períodos de tiempo.

Por ello, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor a los datos obtenidos. Esta técnica estadística permitió determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de plástico recolectados en los diferentes centros de acopio. El ANOVA de un factor compara las medias de dos o más grupos para determinar si existe una variabilidad significativa entre ellas. En este caso, el objetivo fue comparar las medias de los diferentes tipos de plástico recolectados en cada centro de acopio. Para realizar el análisis, se utilizó un nivel de confianza del 95%, lo que significa que se asumió un margen de error del 5% al momento de determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. La elección de un nivel de significancia de 0.05 se basa en la convención estándar en ciencias sociales y ambientales, proporcionando un equilibrio entre los errores de Tipo I y Tipo II.

En otras palabras, si el análisis arroja un valor  $p$  menor que 0.05, se puede concluir que las diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas con un 95% de confianza. Los resultados del ANOVA de un factor indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de plástico recolectados en los diferentes centros de acopio. Esto significa que la cantidad de cada tipo de plástico varía significativamente entre los centros de acopio. Esta información es relevante para la gestión de residuos plásticos en la ciudad de Cuenca. Permite identificar los centros de acopio que reciben mayor cantidad de cada tipo de plástico, lo que puede ser útil para optimizar las rutas de recolección y el procesamiento de los residuos.

Para cumplir con el objetivo planteado, se necesitó de los siguientes materiales:

- **Fichas de clasificación:** Estas fichas registran la información relevante sobre cada tipo de plástico encontrado, como su tipo, cantidad y procedencia.
- **Guías de identificación de plásticos:** Estas guías ayudaron a identificar correctamente los diferentes tipos de plásticos que se encontraban presentes en los centros de acopio.
- **Balanza:** La balanza se utilizó para pesar los diferentes tipos de plásticos que llegan a los distintos establecimientos.
- **Formatos de registro:** Estos formatos permiten registrar de manera organizada la información obtenida durante las visitas a los centros de acopio.

La disponibilidad de estos materiales facilitó la correcta identificación, clasificación y registro de los diferentes tipos de plásticos encontrados en los centros de acopio de la ciudad de Cuenca. La información recopilada fue fundamental para el análisis y procesamiento de datos, para ello

se utilizó la herramienta de análisis de datos Excel. Esta herramienta permitió organizar y analizar la información recopilada, así como generar gráficos y tablas que facilitan la comprensión de los resultados.

La producción de bicicletas a partir de plástico 100% reciclado implica el uso de una tecnología y maquinaria especializada que abarca desde la recolección y procesamiento del material hasta el ensamblaje final del producto para ello se realizó una revisión de la literatura acerca de los procesos utilizados en la fabricación de componentes plásticos para bicicletas, con un enfoque en el uso de plástico reciclado. Es por ello por lo que se investigó los requisitos de maquinaria, herramientas, moldes, y otros elementos que son necesarios en el proceso de transformación del plástico reciclado.

Con una perspectiva más clara a través de una revisión bibliográfica acerca de la tecnología e insumos necesarios para la fabricación de las partes de plástico de la bicicleta, se llevó a cabo una consulta a los técnicos del laboratorio de Economía Circular de la Universidad Católica de Cuenca. Esto nos permitió conocer el procesamiento del plástico para obtener un producto final gracias a que compartieron sus conocimientos debido a su experiencia en la fabricación y procesamiento de polímeros reciclados. Para ello, se realizó una visita al taller del departamento de economía circular de la institución donde elaboran mobiliario urbano, como mesas y macetas para los parques de la ciudad de Cuenca.

En la visita al taller se realizó una identificación de cada proceso por el que pasa el plástico reciclado hasta convertirse en un producto final. Con la ayuda del técnico encargado se consultó los detalles del proceso de reciclaje y fabricación, desde la recolección y clasificación de los materiales plásticos hasta la producción final de los artículos deseados, así como los protocolos y normas de calidad aplicados para garantizar la durabilidad y seguridad de los productos terminados.

En la tabla 1 se proporciona una visión general de la metodología usada, detallando cada etapa con su respectiva descripción.

**Tabla 1.***Matriz de la metodología.*

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>
Revisión Bibliográfica	Recolectar información sobre maquinaria, insumos y procesos de procesamiento de plásticos.
Visita al taller	Observar el proceso de transformación del plástico reciclado y consultar con un técnico experto.
Identificación de las etapas del proceso	Evaluar cada etapa del proceso, desde la recolección hasta el producto final.
Inventario de maquinarias e insumos	Identificar los equipos y maquinaria utilizados, así como los insumos necesarios.
Integración de Información	Consolidar datos de la literatura con información obtenida en la visita al taller.

Fuente: Elaboración Propia.

Se presenta un esquema completo de la metodología utilizada que resume los aspectos clave.

**Esquema de la metodología:**

## 1. Revisión bibliográfica

- a) Procesamiento del plástico: Investigar a detalle los diferentes procesos que están involucrados en el reciclaje y la fabricación de productos plásticos, desde la recolección hasta la obtención de un producto final.
- b) Maquinaria y equipos: Investigar las diferentes máquinas y equipos que son utilizados en cada etapa del procesamiento del plástico, como amoladoras, trituradoras, extrusoras, moldes, y más.
- c) Insumos necesarios: Identificar los materiales e insumos requeridos, como aditivos, colorantes, etc.

## 2. Visita a taller especializado

- a) Observación del proceso de reciclaje y fabricación: Presenciar de primera mano el flujo completo de trabajo en un taller dedicado al procesamiento de plásticos reciclados.
- b) Consulta con técnico encargado: Obtener información detallada sobre cada etapa del proceso con el personal técnico especializado.

## 3. Identificación de etapas del procesamiento

- a) Recolección y clasificación: Determinar cómo se lleva a cabo la recolección de materiales plásticos y su respectiva clasificación por su tipo.
- b) Lavado: Identificar los procedimientos de limpieza y lavado de los plásticos para eliminar impurezas y contaminantes que puedan alterar el producto final.
- c) Trituración: Reconocer cómo las máquinas trituradoras reducen el tamaño del plástico.
- d) Extrusión: Comprender la fundición y el calentamiento de plásticos triturados para su posterior moldeado.
- e) Moldeado: Identificar los métodos y equipos utilizados para moldear el plástico fundido de acuerdo con el resultado deseado.
- f) Desmoldado: Determinar cómo se enfría y solidifica el plástico moldeado antes de extraerlo de los moldes.

## 4. Inventario de maquinaria e insumos

- a) Máquinas trituradoras: Identificar las trituradoras que se utilizaron para reducir el tamaño del plástico reciclado.
- b) Equipos de lavado y secado: Inventario de los dispositivos utilizados para limpiar y secar el plástico antes de procesarlo.
- c) Extrusoras y moldes: Identificar los diferentes moldes y extrusoras utilizados para fundir y dar forma al plástico.

- d) Herramientas de acabado: Identificar las herramientas y equipos necesarios para el tratamiento final de los productos.
- e) Materiales plásticos reciclados: Describir los diversos tipos de plástico reciclado utilizados.
- f) Aditivos y colorantes: Identificar cualquier aditivo, colorante o pigmento que se añada al plástico mientras se procesa.

## 5. Integración de información

- a) Consolidación de datos de literatura y visita: Combinar y organizar la información recopilada tanto de la visita al taller especializado como de las fuentes bibliográficas.

Durante la visita al taller de Economía Circular, se llevaron a cabo registros detallados en bitácoras con el objetivo de identificar y documentar la maquinaria utilizada en las instalaciones para el procesamiento del plástico. Asimismo, para poder ingresar al taller y presenciar el proceso de transformación del plástico en mobiliario urbano, fue imprescindible el uso de equipos de protección personal (EPP). Estos EPP incluyeron gafas de seguridad, guantes y máscaras de protección respiratoria, los cuales son esenciales para garantizar la seguridad de los observadores y operarios durante la elaboración de los productos en el taller.

El uso de bitácoras permitió llevar un registro sistemático y organizado de las diversas máquinas y equipos utilizados en el procesamiento del plástico, así como de las etapas y procedimientos involucrados. Para el análisis posterior de los procesos observados, estos registros fueron una fuente importante de información. Por otro lado, en este tipo de instalaciones, donde se manejan materiales y procesos que pueden representar riesgos para la salud y la seguridad, el uso de EPP adecuados es fundamental. Las gafas de seguridad protegen los ojos de las partículas o desechos que puedan desprenderse durante el procesamiento del plástico. Por otro lado, los guantes protegen las manos de cortes, abrasiones o quemaduras que pueden ocurrir al manipular materiales o acercarse a la maquinaria. Por último, pero no menos importante, son las máscaras de protección respiratoria para evitar inhalar partículas o gases nocivos que puedan producirse durante el proceso.

Con el fin de estimar de manera confiable el costo de fabricación de las partes de bicicleta con los plásticos identificados en el estudio, se aplicó el costeo basado en actividades (ABC).

Para realizar el análisis ABC implicó varios pasos:

1. Identificar las principales actividades necesarias para fabricar las piezas de bicicleta (Preparación, Extrusión, Moldeo, Empaquetado).
2. Asignar costos de recursos (Mano de obra, energía, agua, etc.) a cada actividad en función de estimaciones de consumo.
3. Determinar los conjuntos de costos de las actividades y los generadores de costos de las actividades.
4. Calcular las tasas para cada grupo de costos de actividad utilizando los volúmenes de los generadores de costos.
5. Asignar costos a los productos multiplicando las tasas de actividad por las cantidades del generador de costos consumidas por cada producto.

Por lo tanto, se implementó una metodología multifacética, la cual abarca diversos aspectos clave, que van desde el análisis detallado de los costos asociados a la maquinaria y equipo necesario, hasta la evaluación minuciosa de los precios de la materia prima y otros insumos requeridos en el proceso productivo como costos de energía, agua potable y mano de obra.

Para ello se llevó a cabo un estudio completo de las máquinas y equipos que son necesarios para la fabricación de las partes de bicicleta a partir de los diferentes tipos de plástico seleccionados. En este estudio se incluyó una solicitud de cotizaciones a múltiples proveedores líderes en el mercado que son especialistas en la venta de máquinas y equipos para material reciclado. Para ello, se evaluó diferentes opciones de extrusoras, trituradoras, amoladoras, moldes y otros equipos que son necesarios para el proceso productivo, por tal motivo se comparó no solo los precios de las máquinas y el equipo, sino también las características técnicas, como la eficiencia energética la capacidad de producción y otros factores relevantes.

Además, se realizaron evaluaciones detalladas de los costos de mano de obra necesaria para el proceso de fabricación. Se evaluó el salario promedio en el sector y algunos de los beneficios laborales, así como los requerimientos de personal en función de la capacidad productiva proyectada. Para de esta manera poder determinar la opción más rentable y eficiente para nuestro estudio.

Otro de los aspectos fundamentales considerado en la metodología aplicada fue el análisis detallado de los costos de energía, de agua y mantenimiento. Para ello se realizaron estimaciones detalladas del consumo energético de la maquinaria y equipos, teniendo en cuenta factores como la eficiencia energética, los ciclos de producción y las horas de operación proyectadas.

El consumo energético se tomó de las fichas técnicas de cada máquina y equipo, y de esta manera se proyectó los costos de energía. En algunos equipos venía detallado el consumo en kW/h, por lo que se tenía que multiplicar, el consumo energético de con acuerdo a las horas usadas y el costo de kWh en el país. Y en los equipos que no tenía detallado el consumo, se multiplicó la potencia de la maquinaria por las horas que era usada, para finalmente multiplicar con el costo de energía establecido. De esta manera se obtuvo los costos energéticos asociados a las máquinas y equipos en el área de producción.

Y los costos de agua potable, se proyectaron de acuerdo con el consumo de agua en el lavado y enfriado de plásticos en otros centros de elaboración de madera plástica. Este consumo fue multiplicado de acuerdo con los valores determinados por la autoridad local del agua, que están disponibles en su página web. Para finalmente obtener el costo del agua asociado al proceso productivo de lavado y enfriado del plástico reciclado.

Tras el análisis detallado de los costos de mano de obra, energía, agua, etc. Se procedió a aplicar el costeo basado en actividades (ABC), el cual identifica las actividades de una organización y asigna el costo a cada actividad a todos los productos y servicios de acuerdo con el consumo real de cada uno. Esto permite un costeo más preciso de las piezas de bicicleta que se quieren fabricar. En comparación con los métodos de cálculo de costos tradicionales, el costeo ABC asocia los costos indirectos con mayor precisión a las partes de bicicleta que se quiere fabricar.

Entre las ventajas claves que encontramos al utilizar el costeo basado en actividades (ABC) incluyen; mejor asignación de costos generales, mejor comprensión de los costos de los productos que se quieren fabricar, identificación de ineficiencias de costos y toma de decisiones de precios más informadas. Para ello se requirió más recopilación y análisis de datos en comparación con los métodos tradicionales, para finalmente poder otorgar un precio a las piezas de bicicleta fabricadas que vayan de la mano con los costos indirectos.



Este enfoque nos proporcionó una mejor visibilidad de los costos generales y cómo los consumen los diferentes productos que se quiere fabricar. Los costos de los productos resultantes de ABC tienden a ser más precisos para tomar decisiones de fijación de precios, subcontratación, cambio de maquinaria y otras decisiones estratégicas.

Dentro de las actividades técnicas de evaluación de opciones de fabricación y determinación de requerimientos de equipos y materiales, se contemplan entrevistas y consultas con expertos en manufactura de bicicletas y partes, así como con diseñadores industriales enfocados al área automotriz y afines. Estos aportes especializados serán valiosos para contrastar y enriquecer los análisis bibliográficos realizados, garantizando congruencia entre las opciones tecnológicas propuestas y la viabilidad práctica según profesionales del sector.

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados y Discusión

#### 4.1. Resultados

Los resultados obtenidos tras la realización de este estudio revelaron una situación diversa respecto a los centros de acopio de plástico registrados por la EMAC EP en la ciudad de Cuenca. A pesar de que inicialmente se programaron visitas a los 25 centros de acopio identificados en la base de datos oficial, solo se logró recolectar información completa en 11 de ellos. Los 14 centros restantes presentaron diversas problemáticas: algunos no estaban operativos, otros ya no existían, de igual manera no recolectaban plástico y varios no se encontraban en la dirección proporcionada por la EMAC EP.

Durante las visitas a los 11 centros operativos, se pudo recopilar información valiosa sobre la capacidad de acopio, procesos de clasificación y gestión de plásticos, así como sobre la infraestructura disponible. En estos centros se evaluó su funcionamiento, observando que presentaban una operatividad adecuada dentro de los parámetros establecidos para la recolección y manejo de residuos plásticos. Asimismo, se corroboró su ubicación geográfica, validando la información proporcionada por la EMAC EP en cuanto a su localización y accesibilidad.

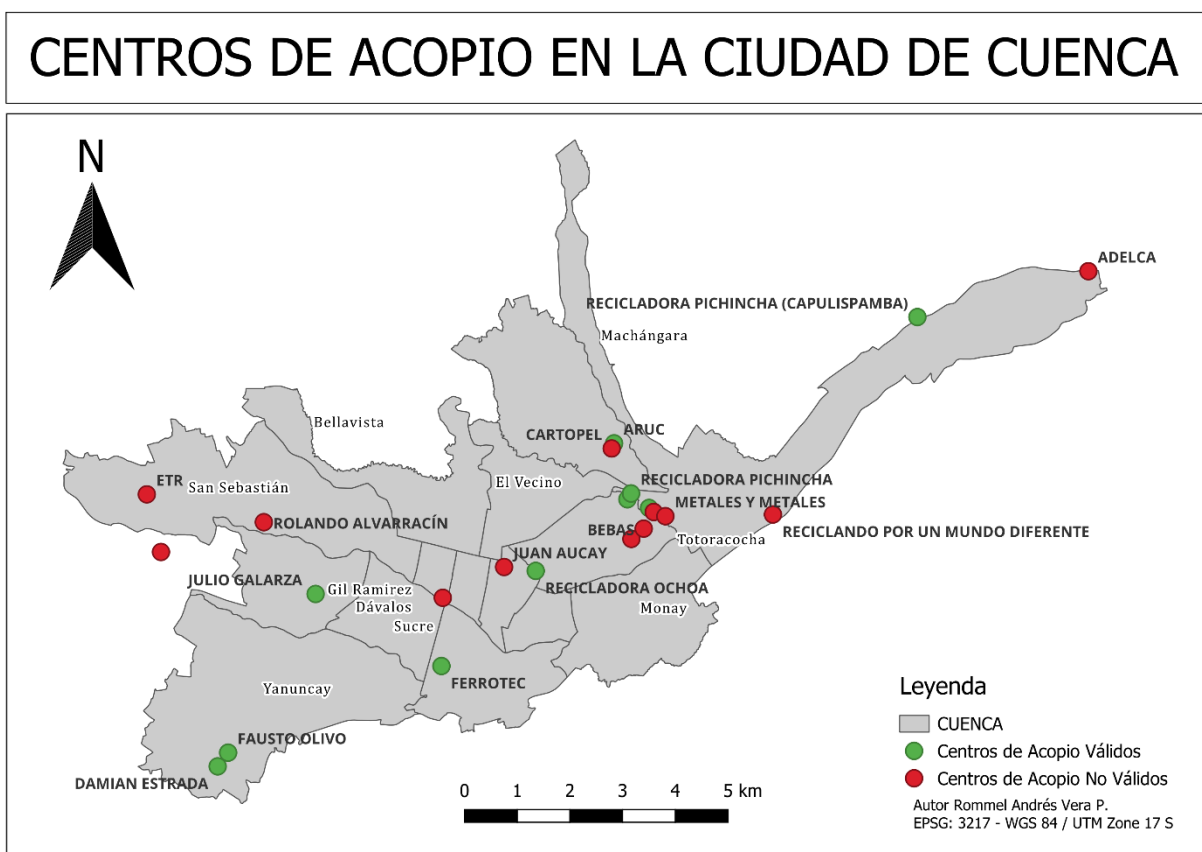
Por otro lado, los 14 centros restantes se clasificaron como no válidos debido a diferentes razones. En algunos casos, los centros ya no se encontraban en las direcciones señaladas, lo que sugiere una posible reubicación o cierre. En otros casos, las instalaciones habían cesado sus operaciones o nunca iniciaron actividades de acopio de plásticos. Estas inconsistencias evidencian la necesidad de actualizar de manera periódica la base de datos de la EMAC EP, ya que la información desactualizada podría afectar la planificación y gestión de los residuos sólidos en la ciudad.

Como parte del análisis geoespacial, se generó la figura 8, la cual muestra la distribución de todos los centros de acopio de la ciudad de Cuenca, diferenciando entre aquellos que fueron validados (es decir, donde se obtuvo información) y los que resultaron no válidos por las razones mencionadas. Esta imagen permite visualizar claramente la situación actual de los centros de acopio en términos de cobertura y operatividad en el área urbana de Cuenca, lo cual es crucial para futuras estrategias de manejo y reciclaje de residuos plásticos.

Los resultados evidencian una realidad compleja en cuanto a la operatividad de los centros de acopio de plástico en Cuenca. Si bien se logró recolectar datos precisos en 11 centros, la inactividad de 14 de ellos indica un déficit en la cobertura real de la red de acopio. Esto subraya la importancia de un monitoreo constante y la actualización de registros para garantizar una gestión eficiente y sostenible de los residuos en la ciudad.

### Figura 8.

*Centros de Acopio en la ciudad de Cuenca.*



**Fuente.** Elaboración Propia

Según los datos recopilados en las visitas a los centros de acopio de plástico en la ciudad de Cuenca, se pudo constatar que existe una limitación significativa en cuanto a los tipos de plástico que son adquiridos por estos establecimientos. Del total de tres centros de acopio visitados, se observó que estos tienen una clara preferencia por adquirir únicamente tres tipos específicos de plástico: Tereftalato de polietileno (PET), Polietileno de Alta Densidad (HDPE) y Polietileno de

Baja Densidad (LDPE). Esto se debe principalmente a las propiedades y características particulares de estos materiales plásticos, las cuales los hacen más rentables para los centros de acopio en comparación con otros tipos de plástico.

La selección y adquisición de estos tres tipos de plástico (PET, HDPE y LDPE) se realiza de manera sistemática por parte de los centros de acopio al momento de recibir las entregas de material plástico proveniente de la ciudadanía. Los empleados de estos establecimientos se encargan de clasificar cuidadosamente el plástico recolectado según su tipo, separando y almacenando por separado el PET, el HDPE y el LDPE.

En cuanto al tipo de plástico adquirido, los centros de acopio almacenan lo siguiente:

- PET: Botellas de plástico
- Polietileno de alta densidad: Recipientes de diversos productos del hogar
- Polietileno de baja densidad: Fundas plásticas

Los resultados obtenidos tras el análisis de los datos recopilados en los centros de acopio revelaron patrones significativos en cuanto a los tipos de plástico adquiridos y almacenados para su procesamiento posterior. El proceso de análisis, realizado mediante herramientas de análisis en Excel, generó una serie de representaciones gráficas que ilustran estas tendencias. Las visualizaciones elaboradas mostraron una distribución variada de los tipos de plástico manejados por los centros. Se observó una predominancia de ciertos polímeros sobre otros, lo cual refleja las preferencias del mercado y las capacidades de procesamiento de las instalaciones. Los gráficos generados permiten identificar claramente cuáles son los plásticos más comúnmente acopiados, así como aquellos que se adquieren en menor cantidad. Esta información visual facilita la comprensión de las dinámicas de recolección y almacenamiento en los centros estudiados.

Los gráficos nos ofrecen una representación visual precisa y completa de la distribución de los distintos tipos de plástico y sus respectivas cantidades que manejan los centros de acopio de Cuenca. Facilitando la comprensión de los patrones y tendencias observados durante el proceso de recolección de información en estos establecimientos.

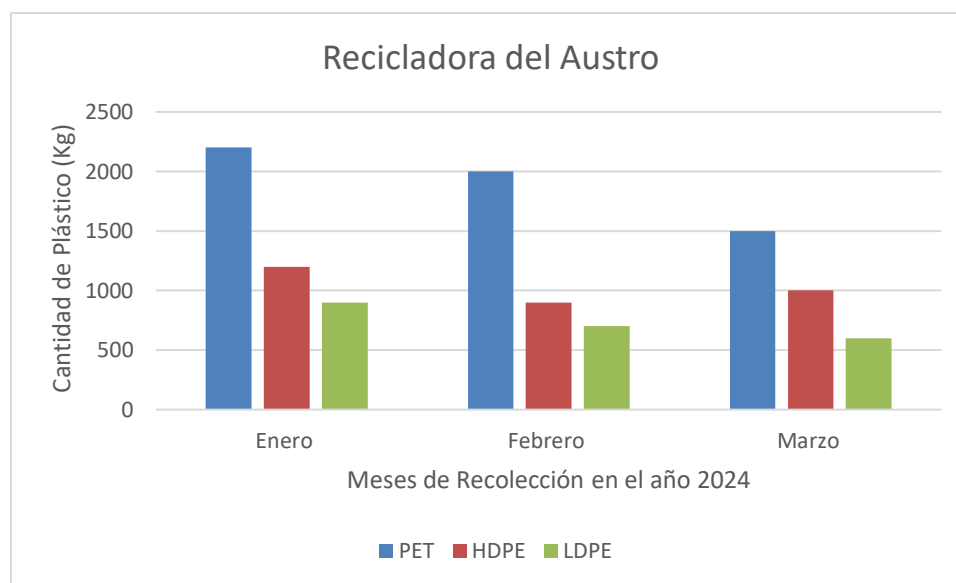
Según se muestra en la Figura 8, la Recicladora del Austro ha recolectado diferentes cantidades de los distintos tipos de plásticos durante los meses de enero, febrero y marzo de 2024. El plástico que predomina en la recolección de esta recicladora es el polietileno tereftalato (PET).

En el mes de enero, se recolectaron 2 200 kg de PET, mientras que en febrero la cantidad disminuyó a 2 000 kg y en marzo se registró una reducción aún mayor, llegando a 1 500 kg. En segundo lugar, en cuanto a las cantidades recolectadas, se encuentra el polietileno de alta densidad (HDPE). En enero, se recolectaron 1 200 kg de HDPE, cifra que disminuyó a 900 kg en febrero, pero se recuperó ligeramente en marzo, alcanzando los 1 000 kg. Por último, el tipo de plástico que presenta las menores cantidades recolectadas es el polietileno de baja densidad (LDPE). En enero, se recolectaron 900 kg de LDPE, mientras que en febrero la cantidad se redujo a 700 kg y en marzo llegó a 600 kg.

La Figura 8 muestra que el PET es el plástico predominante en la recolección de la Recicladora del Austro, seguido por el HDPE y, por último, el LDPE, cuyas cantidades son las más bajas a lo largo de los tres meses analizados.

### Figura 9.

*Datos recolectados en la Recicladora del Austro.*



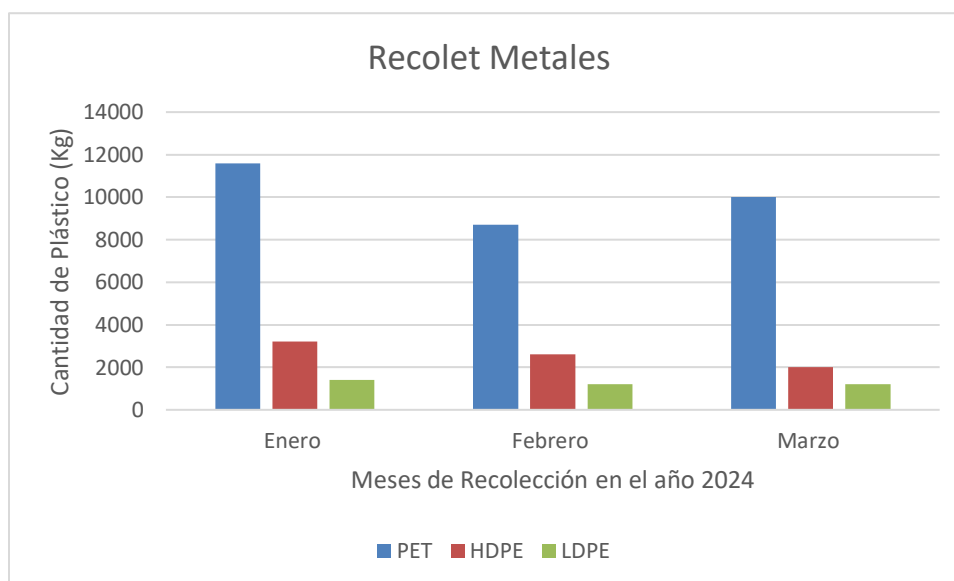
**Fuente:** Elaboración Propia.

La figura 9 muestra las cantidades de cada tipo de plástico almacenadas en Recolet Metales durante los meses de enero, febrero y marzo del año 2024. Al igual que en la figura 8, se observa una variación en las cantidades de plástico almacenadas en cada mes. En lo que respecta al polietileno tereftalato (PET), la cantidad almacenada en enero fue la más elevada del período analizado, alcanzando los 11 600 kg. En febrero, la cantidad de PET almacenada disminuyó

significativamente a 8 700 kg. Posteriormente, en marzo, la cantidad de PET almacenada se incrementó ligeramente a 10 000 kg, aunque aún se mantuvo por debajo del nivel registrado en enero. En cuanto al polietileno de alta densidad (HDPE), la cantidad almacenada en enero fue la más alta del período, con 3 200 kg. En febrero, la cantidad de HDPE almacenada se redujo a 2 600 kg, y en marzo, la cantidad de HDPE almacenada alcanzó su nivel más bajo del período, llegando a 2 000 kg. Finalmente, en el caso del polietileno de baja densidad (LDPE), la cantidad almacenada en enero fue la más elevada del período, con 1 400 kg. En febrero y marzo, la cantidad de LDPE almacenada se mantuvo constante en 1 200 kg.

**Figura 10.**

*Datos recolectados en Recolet Metales.*



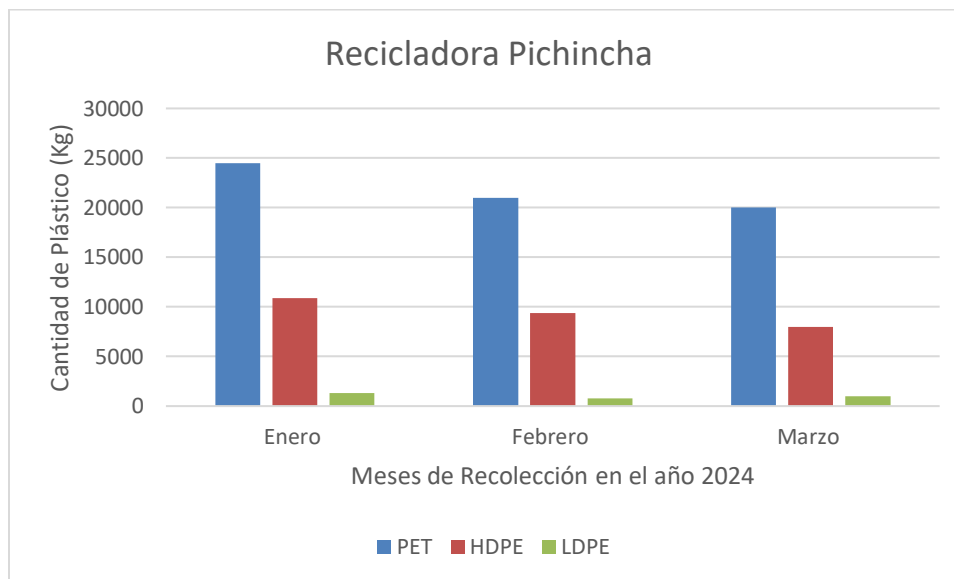
**Fuente:** Elaboración Propia.

La figura 10 muestra que el tipo de plástico predominante en la recolección de la Recicladora Pichincha es el polietileno tereftalato (PET). En el mes de enero, se recolectaron 11 500 kg de PET, mientras que en febrero la cantidad disminuyó a 8 700 kg y en marzo se redujo aún más a 10 000 kg. En cuanto al polietileno de alta densidad (HDPE), la Recicladora Pichincha recolectó 3 200 kg en enero, 2 600 kg en febrero y 2 000 kg en marzo, evidenciando una tendencia decreciente en las cantidades recolectadas de este tipo de plástico. Por último, el polietileno de baja densidad (LDPE) fue el tipo de plástico con las menores cantidades recolectadas por la Recicladora Pichincha durante este período. En enero, se recolectaron 1 400 kg de LDPE,

mientras que en febrero la cantidad disminuyó a 800 kg y en marzo se incrementó ligeramente a 1 000 kg.

**Figura 11.**

*Datos recolectados en la Recicladora Pichincha.*

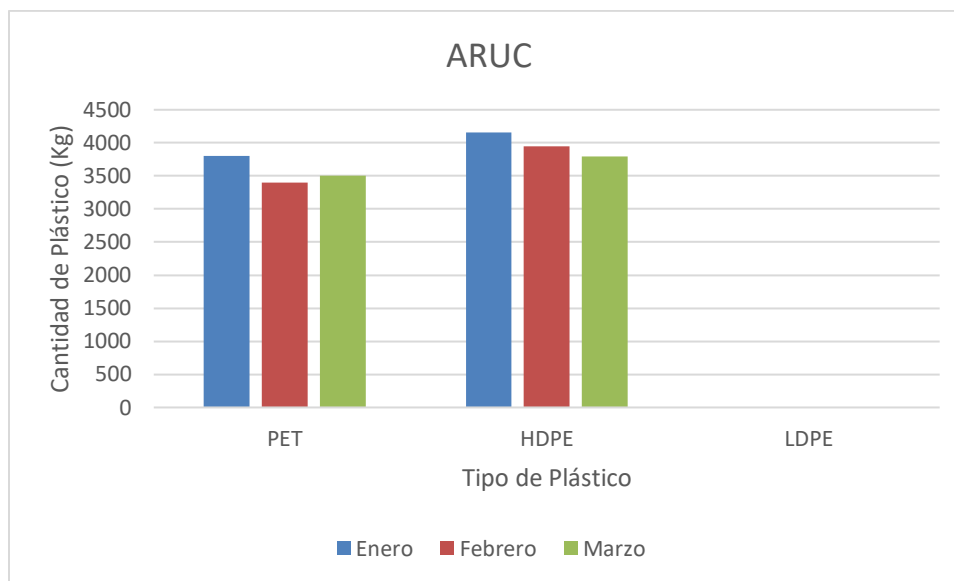


**Fuente:** Elaboración Propia.

La figura 12 presentada muestra las cantidades de plástico PET, HDPE y LDPE en enero, febrero y marzo de 2024 en ARUC. En enero, el PET registró 3800 kg, mientras que el HDPE registró 4160 kg, y el LDPE no mostró actividad y se mantuvo en 0 kg. Las cantidades disminuyeron en febrero, con el PET disminuyendo a 3400 kg y el HDPE disminuyendo a 3950 kg; nuevamente, el LDPE se mantuvo en 0 kg. El PET experimentó una ligera recuperación en marzo, alcanzando los 3500 kg, mientras que el HDPE sigue disminuyendo, registrando 3790 kg. El LDPE permanece sin cambios, con 0 kg reportados durante todo el período analizado.

**Figura 12.**

*Datos recolectados en el Centro de Acopio ARUC.*



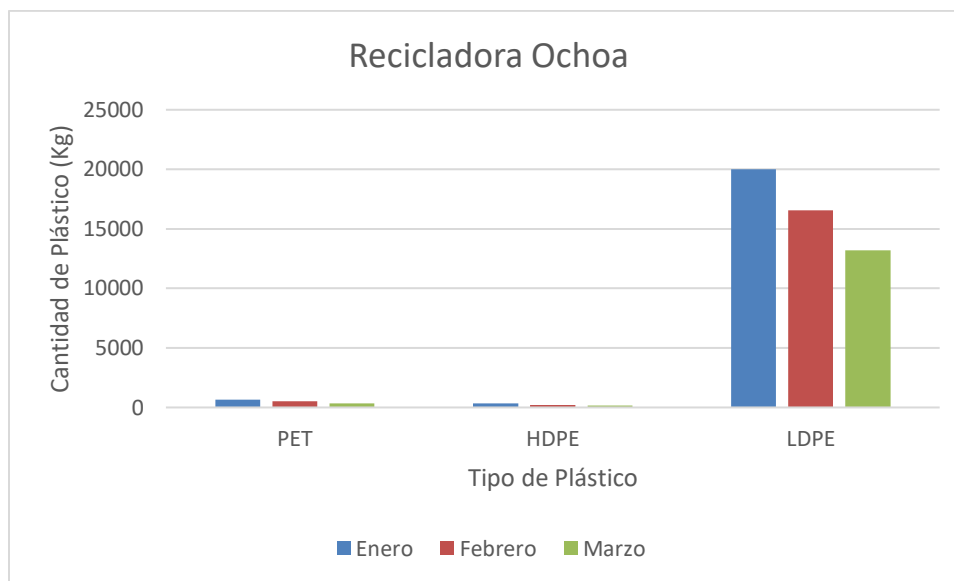
**Fuente.** Elaboración Propia.

La figura 13 correspondiente a la Recicladora Ochoa muestra las cantidades en kg de los tipos de plástico PET, HDPE y LDPE en enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se registraron 650 kg de PET, 350 kg de HDPE y 20,000 kg de LDPE. En febrero, las cantidades de PET y HDPE disminuyeron a 525 kg y 210 kg, respectivamente. El LDPE también disminuyó a 16,550 kg. Las cantidades continuaron disminuyendo en marzo, con el PET cayendo a 320 kg, el HDPE a 160 kg y el LDPE a 13,200 kg. Esta figura muestra una tendencia a la baja en la cantidad de plástico reciclado por la Recicladora Ochoa a lo largo del primer trimestre de 2024.



**Figura 13.**

*Datos recolectados en la Recicladora Ochoa.*

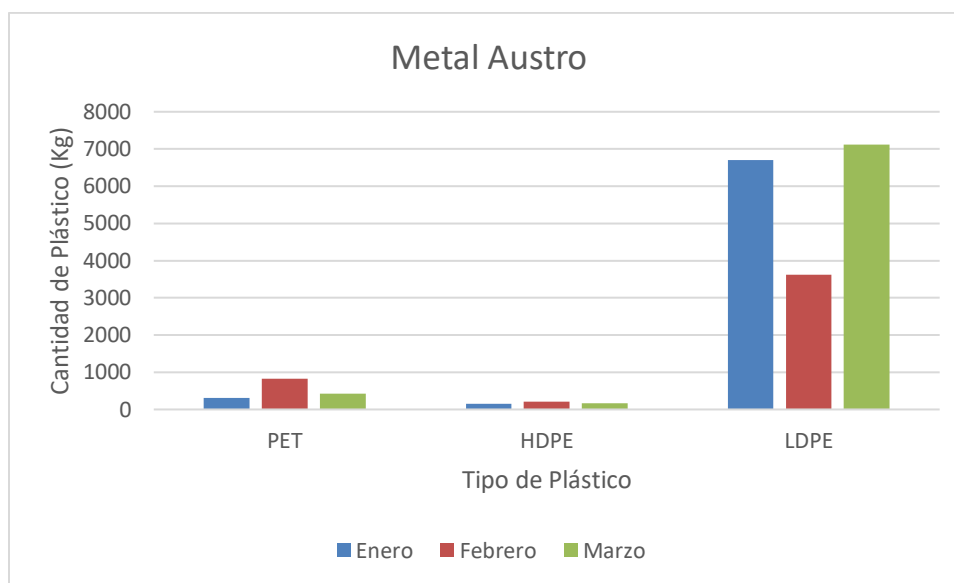


**Fuente.** Elaboración Propia.

La figura 14 que corresponde a Metal Austro muestra las cantidades en kilogramos (kg) de los tipos de plástico polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE) para los meses de enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se reportan 312 kg de PET, 146 kg de HDPE y 6696 kg de LDPE. En febrero, se observa un aumento significativo en la cantidad de PET, alcanzando 824 kg, mientras que el HDPE sube a 213 kg y el LDPE disminuye a 3626 kg. En marzo, la cantidad de PET disminuye a 428 kg, el HDPE baja ligeramente a 165 kg, y el LDPE muestra una recuperación, alcanzando 7120 kg. La figura refleja variaciones en la recolección o reciclaje de estos plásticos, con fluctuaciones notables especialmente en las cantidades de LDPE a lo largo del trimestre.

**Figura 14.**

*Datos recolectados en el Centro de acopio Metal Austro.*

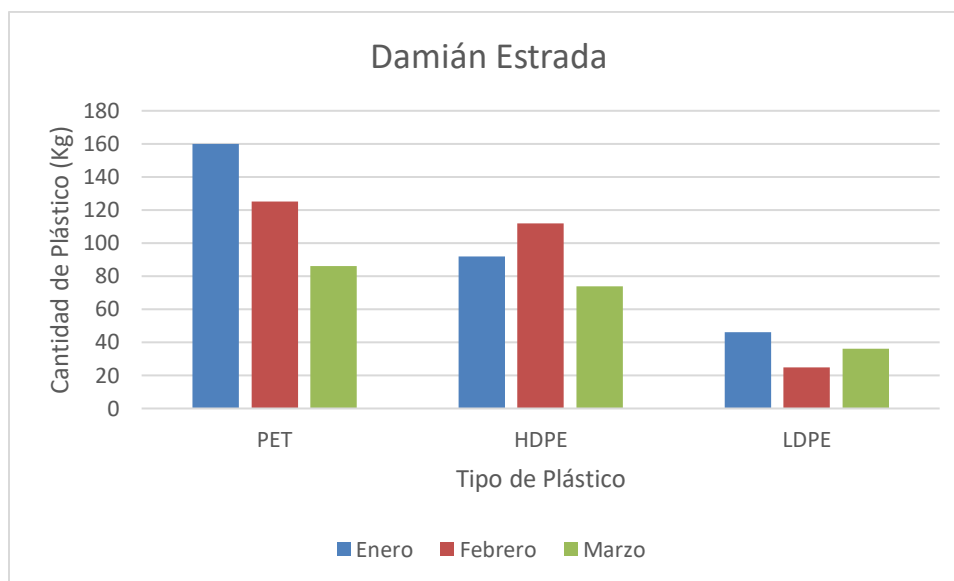


**Fuente.** Elaboración Propia.

La figura 15 que corresponde al centro de acopio de Damián Estrada presenta las cantidades en kilogramos (kg) de los tipos de plástico polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE) para los meses de enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se reportan 160 kg de PET, 92 kg de HDPE y 46 kg de LDPE. En febrero, las cantidades de PET disminuyen a 125 kg, mientras que el HDPE aumenta ligeramente a 112 kg y el LDPE baja a 25 kg. En marzo, las cantidades de PET continúan descendiendo a 86 kg, el HDPE disminuye a 74 kg y el LDPE experimenta un ligero aumento, alcanzando 36 kg. Esta figura refleja una tendencia general a la baja en la recolección de estos plásticos a lo largo del trimestre, con pequeñas fluctuaciones entre los tipos de plástico.

**Figura 15.**

*Datos recolectados en el Centro de Acopio Damián Estrada.*

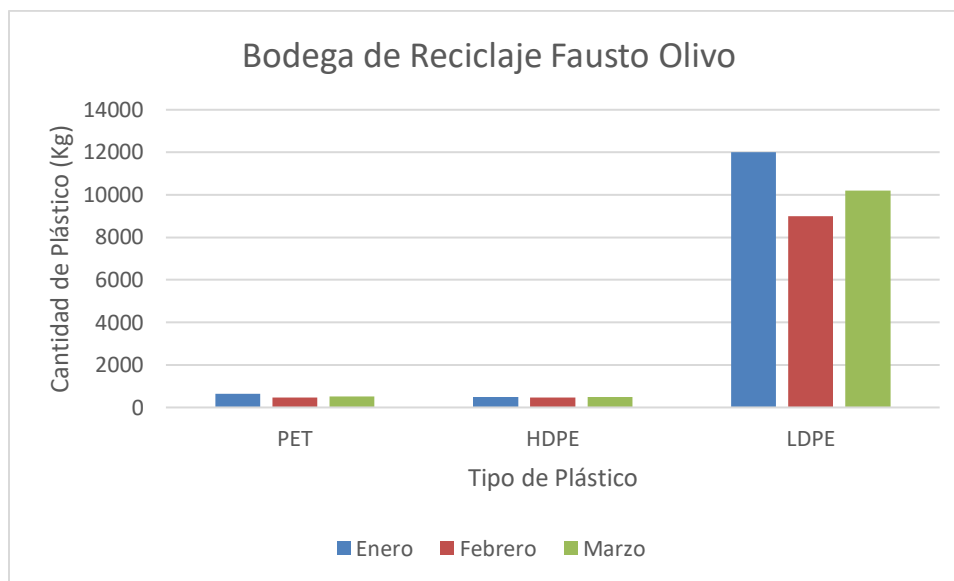


**Fuente.** Elaboración Propia.

La figura 16 correspondiente a la bodega de reciclaje de Fausto Olivo nos muestra las cantidades en kilogramos (kg) de los tipos de plástico de polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE) para los meses de enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se registran 650 kg de PET, 500 kg de HDPE y 12,000 kg de LDPE. En febrero, las cantidades de PET y HDPE disminuyen a 460 kg cada uno, mientras que el LDPE también baja a 9,000 kg. En marzo, el PET experimenta una ligera recuperación, alcanzando 525 kg, el HDPE sube a 490 kg y el LDPE se incrementa a 10,200 kg. La figura refleja una variabilidad en las cantidades recicladas, con el LDPE manteniendo volúmenes significativamente más altos en comparación con PET y HDPE a lo largo del trimestre.

**Figura 16.**

*Datos recolectados en la bodega de reciclaje Fausto Olivo.*

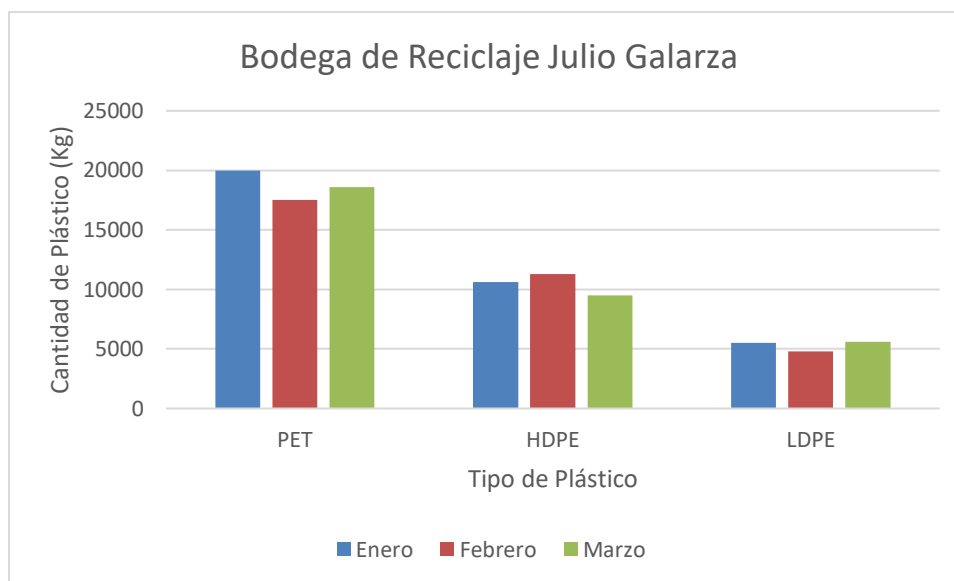


**Fuente.** Elaboración Propia.

La figura 17 que corresponde a la bodega de reciclaje de Julio Galarza muestra las cantidades en kilogramos (kg) de los tipos de plástico polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE) durante los meses de enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se reportan 20,000 kg de PET, 10,600 kg de HDPE y 5,500 kg de LDPE. En febrero, las cantidades de PET disminuyen a 17,500 kg, mientras que el HDPE aumenta a 11,300 kg y el LDPE baja a 4,800 kg. En marzo, el PET experimenta una ligera recuperación a 18,600 kg, el HDPE disminuye a 9,500 kg, y el LDPE se incrementa a 5,600 kg. La figura refleja una notable actividad de reciclaje, especialmente con altos volúmenes de PET, y muestra fluctuaciones tanto en las cantidades de HDPE como de LDPE a lo largo del trimestre.

**Figura 17.**

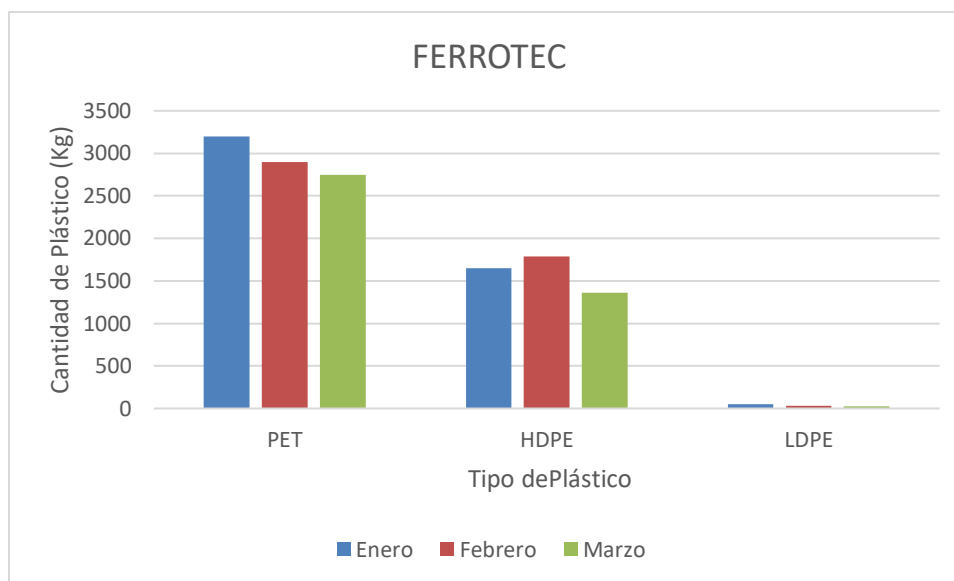
Datos recolectados en la bodega de reciclaje Julio Galarza.



Finalmente, la figura 18 que corresponde a la empresa Ferrotec muestra las cantidades en kilogramos (kg) de los tipos de plástico polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE) durante los meses de enero, febrero y marzo de 2024. En enero, se reportan 3,200 kg de PET, 1,650 kg de HDPE y 50 kg de LDPE. En febrero, las cantidades de PET disminuyen a 2,900 kg, el HDPE aumenta a 1,790 kg y el LDPE baja a 30 kg. En marzo, el PET sigue disminuyendo a 2,750 kg, el HDPE disminuye a 1,360 kg, y el LDPE se reduce a 25 kg. La figura indica una actividad de reciclaje con una tendencia general a la baja en todas las categorías de plástico, con mayores fluctuaciones en PET y HDPE, mientras que las cantidades de LDPE son bastante bajas a lo largo del trimestre.

**Figura 18.**

*Datos recolectados en el Centro de Acopio Ferrotec.*



Al profundizar en los datos, los resultados de recolección en los centros de acopio muestran una variabilidad considerable que está influenciada por una serie de factores clave. En primer lugar, el tamaño de los centros de acopio juega un papel crucial en la cantidad de material reciclable que pueden gestionar. Los centros de acopio más grandes, con mayor capacidad de almacenamiento y procesamiento, tienden a recolectar volúmenes mayores de plástico y otros materiales reciclables en comparación con aquellos de menor tamaño. Estos centros de mayor tamaño a menudo cuentan con infraestructura más avanzada y recursos adicionales que facilitan una recolección más eficiente y extensa.

Además del tamaño, la ubicación geográfica de los centros de acopio también impacta significativamente en los resultados de recolección. Las zonas urbanas con una mayor densidad de población y una mayor generación de residuos tienden a tener centros de acopio que manejan mayores volúmenes de material reciclable. En contraste, los centros ubicados en áreas rurales o menos pobladas pueden enfrentar desafíos adicionales debido a una menor cantidad de material disponible y a costos logísticos más altos para el transporte y la recolección.

Otro factor determinante es la colaboración de los centros de acopio con diversas empresas. Los centros que establecen asociaciones con empresas especializadas en reciclaje o con grandes generadores de residuos suelen experimentar una recolección más eficiente y a mayor escala.

Estas empresas a menudo proporcionan apoyo logístico, financiamiento y recursos que optimizan el proceso de recolección y clasificación de materiales reciclables.

El tipo de plástico o material reciclable que los centros de acopio manejan también influye en los resultados de recolección. Los centros especializados en ciertos tipos de plásticos, como el PET o el HDPE, pueden desarrollar procesos específicos para estos materiales, lo que puede afectar la cantidad recolectada y la eficiencia del reciclaje. En algunos casos, los centros de acopio también pueden manejar una variedad de materiales reciclables, lo que requiere adaptaciones en su proceso de recolección y procesamiento para acomodar diferentes tipos de residuos.

Finalmente, es importante destacar que algunos centros de acopio, al ser de propiedad familiar o de menor escala, suelen tener una capacidad de recolección limitada en comparación con los centros más grandes y comercializados. Estos centros familiares, aunque juegan un papel importante en la comunidad, a menudo enfrentan limitaciones en cuanto a recursos y capacidad, lo que puede influir en la cantidad de material que pueden recolectar y procesar.

La variabilidad en los resultados de recolección de los centros de acopio es el resultado de la interacción entre el tamaño del centro, su ubicación, las empresas con las que colaboran, el tipo de material reciclable que manejan y la escala de operación. Cada uno de estos factores contribuye de manera significativa a la eficiencia y al volumen de recolección de materiales reciclables en diferentes contextos.

Para comprender la eficiencia de los centros de acopio en la gestión de plásticos reciclables, es fundamental analizar el promedio de PET (Polietileno Tereftalato) recolectado. Evaluar el promedio de PET (Polietileno Tereftalato) recolectado permite identificar tendencias y patrones en la recolección, reflejando no solo la capacidad operativa de los centros, sino también su capacidad para colaborar con empresas y adaptarse a las variaciones en la generación de residuos. Este análisis proporciona una visión integral de cómo los diferentes factores, como el tamaño del centro, su ubicación y las asociaciones establecidas, influyen en la eficiencia del reciclaje de PET.

Los resultados promedio de PET recolectado en diversos centros de acopio se muestran en la figura 19 que ilustra las cantidades en kilogramos (kg) gestionadas por cada recicladora. Los datos revelan una amplia variabilidad en la cantidad de PET recolectado, reflejando las diferencias en capacidad y escala entre los centros. La Recicladora Pichincha lidera con un promedio de 21,833.33 kg, seguida por la Bodega de Reciclaje de Julio Galarza con 18,700.00

kg, y FERROTEC con 2,950.00 kg. En contraste, la Recicladora del Austro y la Recolet Metales reportan promedios significativamente menores, con 1,900.00 kg y 10,100.00 kg respectivamente. Otros centros, como ARUC y, presenta promedios intermedios de 3,566.67 kg, mientras que las cantidades reportadas por Bodega de Reciclaje de Fausto Olivo, Metal Austro, Recicladora Ochoa y Damián Estrada son mucho menores, con 545.00 kg, 521.33 kg, 498.33 kg y 123.67 kg respectivamente. Esta figura proporciona una visión detallada de cómo las capacidades operativas y las estrategias de cada centro de acopio influyen en la eficiencia de la recolección de PET.

### Figura 19.

*Promedio PET reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca.*



**Fuente.** Elaboración Propia.

Estos datos muestran una clara tendencia a que el PET predomine en la composición de los desechos plásticos que llegan a estos centros de acopio. Esta preferencia por el PET puede deberse a varios factores, incluida su amplia utilización en la fabricación de envases y empaques, su fácil recolección y separación, y la existencia de cadenas establecidas de reciclaje y valorización de este tipo de plástico.



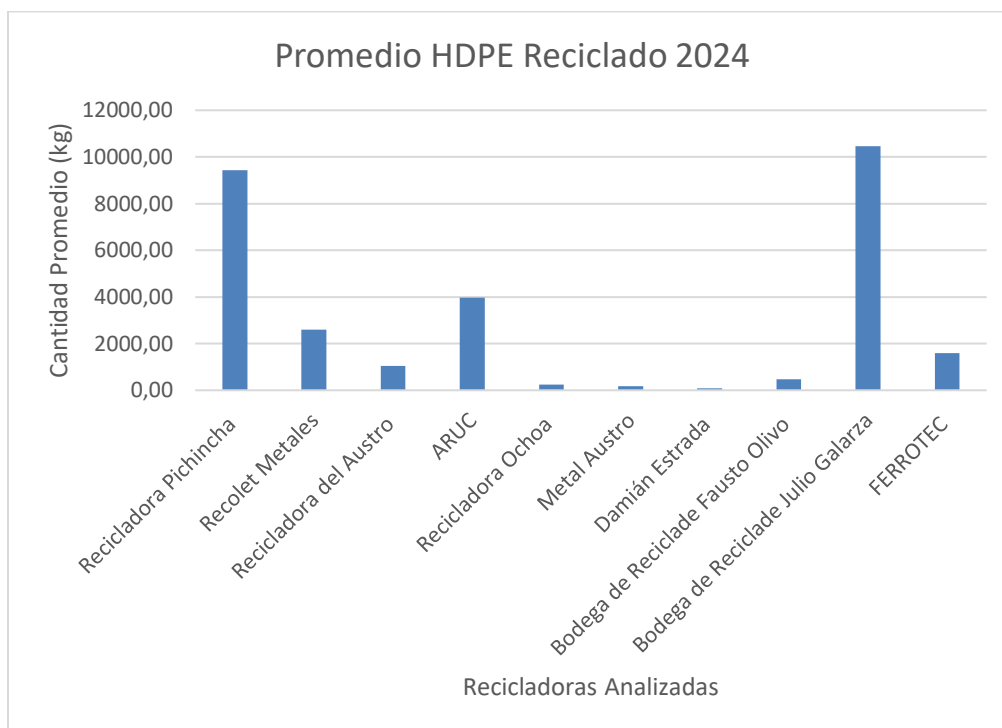
Es importante destacar que la diferencia significativa en las cantidades promedio de PET recolectado en estos centros de acopio se debe a la capacidad que tiene cada uno de ellos. De igual manera las cantidades varían significativamente entre los distintos meses. Esto se debe a las épocas de recolección, que en algunos meses pueden ser más altas y en otros más bajas.

El análisis del promedio de HDPE (polietileno de alta densidad) recolectado en los centros de acopio ofrece una visión importante sobre la eficacia en la gestión de este plástico reciclable. El HDPE, conocido por su resistencia y versatilidad, es ampliamente utilizado en envases y productos de consumo, lo que lo convierte en un material significativo en las operaciones de reciclaje. Evaluar el promedio de HDPE recolectado permite evaluar la eficiencia de los centros de acopio en la captura y procesamiento de este tipo de plástico, y ofrece información valiosa sobre cómo las variaciones en el tamaño del centro, su ubicación y las asociaciones comerciales impactan en su rendimiento. Este análisis no solo ayuda a identificar tendencias en la recolección de HDPE, sino que también proporciona un marco para entender los desafíos y oportunidades en la gestión de este material en el contexto del reciclaje.

Los resultados promedio de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) recolectado en diversos centros de acopio se presentan en la figura 20, destacando las variaciones en la cantidad de este plástico recolectado en kilogramos (kg) entre los diferentes centros. La Bodega de Reciclaje de Julio Galarza lidera con un promedio de 10,466.67 kg, seguida de cerca por la Recicladora Pichincha con 9,433.33 kg. ARUC también muestra una recolección notable, con un promedio de 3,966.67 kg. En contraste, los otros centros presentan promedios significativamente menores: Recolet Metales con 2,600.00 kg, Ferrotec con 1,600.00 kg, y Recicladora del Austro con 1,033.33 kg. Los promedios más bajos se observan en la Recicladora Ochoa con 240.00 kg, Metal Austro con 174.67 kg, y Damián Estrada con 92.67 kg. La Bodega de Reciclaje de Fausto Olivo reporta un promedio de 483.33 kg, situándose en un rango intermedio. Esta figura 20 nos ofrece una visión clara de cómo los diferentes centros gestionan el reciclaje de HDPE, reflejando tanto la capacidad operativa como las diferencias en la eficiencia de recolección.

**Figura 20.**

*Promedio HDPE reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca.*



**Fuente.** Elaboración Propia.

Estos datos evidencian que si bien el HDPE también es un tipo de plástico presente en los flujos de residuos que llegan a estos centros de acopio, sus cantidades recolectadas son significativamente menores en comparación con las del plástico PET. Esta diferencia en los volúmenes de recolección puede estar relacionada con diversos factores, como la menor utilización del HDPE en la fabricación de envases, los cuales son los principales productos plásticos generados por los consumidores. Es importante destacar que, al igual que en el caso del PET, la escala y capacidad de cada centro de acopio influyen directamente en las cantidades promedio de HDPE recolectadas.

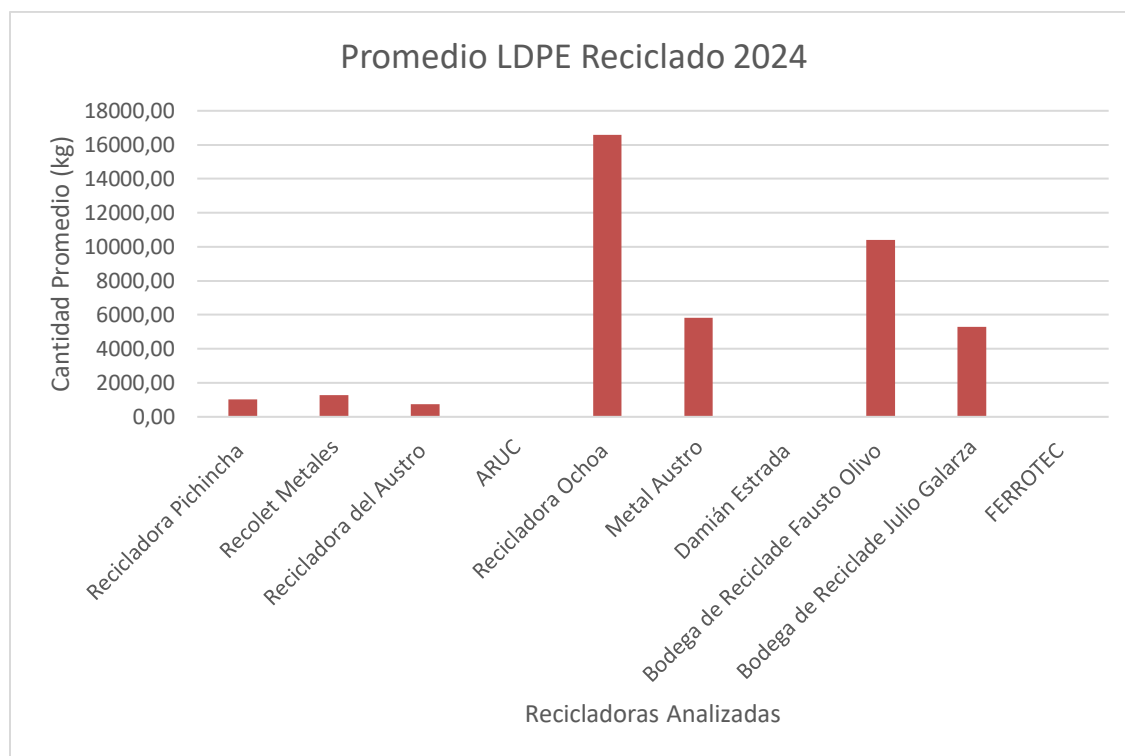
El estudio del promedio de LDPE (polietileno de baja densidad) recolectado en los centros de acopio es esencial para evaluar la efectividad en el manejo de este tipo de plástico reciclable. El LDPE, utilizado comúnmente en bolsas de plástico y envolturas, presenta características que pueden influir en su recolección y procesamiento, como su flexibilidad y bajo peso. Analizar el

promedio de LDPE recolectado proporciona una perspectiva sobre cómo los centros de acopio manejan este material específico, revelando cómo factores como el tamaño del centro, su ubicación y las asociaciones con empresas afectan la cantidad de LDPE recolectado. Este análisis ayuda a comprender mejor los desafíos particulares en la recolección de LDPE y a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia en su reciclaje.

Los resultados promedio de LDPE (polietileno de baja densidad) recolectado en diversos centros de acopio se presentan en la figura 21, destacando las diferencias en la cantidad de este plástico reciclado, expresadas en kilogramos (kg). La Recicladora Ochoa encabeza la lista con un promedio notablemente alto de 16,583.33 kg, seguida por la Bodega de Reciclaje de Fausto Olivo con 10,400.00 kg y el Metal Austro con 5,814.00 kg. Otros centros también muestran cifras significativas, como la Bodega de Reciclaje de Julio Galarza con 5,300.00 kg. En contraste, Recolet Metales reporta un promedio de 1,266.67 kg y la Recicladora Pichincha con 1,033.33 kg. La Recicladora del Austro se sitúa en un rango intermedio con un promedio de 733.33 kg. Mientras que Damián Estrada, Ferrotec y ARUC presentan promedios mucho menores, con 35.67 kg, 35.00 kg y 0.00 kg respectivamente. Esta figura 21, ofrece una visión detallada de cómo los diferentes centros de acopio gestionan la recolección de LDPE, revelando variaciones en la capacidad y eficiencia operativa en el manejo de este tipo de plástico.

**Figura 21.**

Promedio LDPE reciclado 2024 en los centros de acopio de Cuenca.



**Fuente.** Elaboración Propia.

Los resultados promedio de recolección de LDPE en los centros de acopio destacan una notable variabilidad, reflejando cómo diferentes centros gestionan este tipo de plástico reciclable. Esta variabilidad se debe en gran medida a la interacción de los centros con el parque industrial y otras empresas. Centros como la Recicladora Ochoa, que reporta un impresionante promedio de 16,583.33 kg, y la Bodega de Reciclaje de Fausto Olivo con 10,400.00 kg, tienen la ventaja de trabajar directamente con grandes generadores de residuos industriales, lo que les permite captar mayores volúmenes de LDPE. En contraste, centros que no mantienen asociaciones con empresas o no tienen acceso a grandes flujos de residuos presentan promedios mucho menores, como Damián Estrada con 35.67 kg y Ferrotec con 35.00 kg. Esta disparidad en las cantidades recolectadas ilustra cómo la colaboración con empresas y la capacidad para manejar residuos industriales influyen significativamente en la eficiencia de recolección del LDPE. Además, la capacidad operativa y las infraestructuras disponibles en cada centro también juegan un papel importante en determinar las cantidades de LDPE recolectadas, subrayando la importancia de los recursos y las asociaciones estratégicas en el proceso de reciclaje.

Una vez identificados los tipos y cantidades presentes en los centros de acopio se procedió a realizar un Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor a los datos que fueron recopilados en los distintos centros de acopio. Este método estadístico se aplicó para poder determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tipos de plástico recolectados en los diferentes centros de acopio. Tras la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) a los datos recopilados en los diferentes centros de acopio, se obtuvieron resultados que permiten realizar una discusión detallada y fundamentada sobre las implicaciones de los hallazgos.

El análisis ANOVA permitió evaluar si la variabilidad observada entre los grupos (tipos de plástico) era mayor a la variabilidad al interior de los grupos, lo cual indicaría la presencia de diferencias significativas en las cantidades recolectadas de estos materiales. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos recopilados en los centros de acopio estudiados Recicladora del Austro, Recicladora Pichincha, Recolet Metales, ARUC, Recicladora Ochoa, Metal Austro Damián Estrada, Bodega de Reciclaje Fausto Olivo, Bodega de Reciclaje Julio Galarza y Ferrotec han arrojado hallazgos relevantes y estadísticamente significativos. Estos resultados permiten evaluar la significancia de las variaciones observadas y proporcionan una visión crítica sobre el desempeño de los centros de acopio en la gestión y recolección de plásticos. Estos resultados se muestran en las tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 que resumen los resultados de estos análisis, incluyendo los valores p (p-value) asociados a cada centro de acopio.

**Tabla 2.**

*Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora del Austro.*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
PET	3	5700	1900	130000		
HDPE	3	3100	1033,33333	23333		
LDPE	3	2200	733,333333	23333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2202222,2	2	1101111,11	18,698	0,002643004	5,143253

Dentro de los grupos	353333,33	6	58888,8889
Total	2555555,6	8	

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 3.**

*Resultados de ANOVA de un factor de Recolet Metales.*

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
PET	3	30300	10100	2110000		
HDPE	3	7800	2600	360000		
LDPE	3	3800	1266,66667	13333,33		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	13605555,6	2	6802777,8	82,18121	4,3685E-05	5,14325285
Dentro de los grupos	4966666,667	6	827777,778			
Total	14102222,2	8				

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 4.**

*Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora Pichincha.*

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
PET	3	65500	21833,33333	5583333,33		
HDPE	3	28300	9433,33333	2103333,33		
LDPE	3	3100	1033,33333	63333,3333		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F

Entre grupos	656960000	2	328480000	127,153548	1,2246E-05	5,14325285
Dentro de los grupos	15500000	6	2583333,333			
Total	672460000	8				

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 5.**

*Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio ARUC.*

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	10700	3566,66667	43333,3333
Columna 2	3	11900	3966,66667	34433,3333
Columna 3	3	0	0	0

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	28615555,6	2	14307777,8	551,950279	1,5798E-07	5,14325285
Dentro de los grupos	155533,333	6	25922,2222			
Total	28771088,9	8				

**Fuente.** Elaboración Propia.

**Tabla 6.**

*Resultados de ANOVA de un factor de la Recicladora Ochoa.*

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	1495	498,333333	27758,3333
Columna 2	3	720	240	9700
Columna 3	3	49750	16583,3333	11560833,3

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	525898506	2	262949253	68,0141335	7,53927E-05	5,14325285

Dentro de los grupos	23196583,3	6	3866097,22
Total	549095089	8	

**Fuente.** Elaboración Propia.

**Tabla 7.**

*Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio Metal Austro.*

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	1564	521,333333	72069,3333
Columna 2	3	524	174,666667	1192,33333
Columna 3	3	17442	5814	3635452

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	59934578,7	2	29967289,3	24,2407142	0,001335698	5,14325285
Dentro de los grupos	7417427,33	6	1236237,89			
Total	67352006	8				

**Fuente.** Elaboración Propia.

**Tabla 8.**

*Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio Damián Estrada.*

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Columna 1	3	371	123,666667	1370,33333
Columna 2	3	278	92,6666667	361,333333
Columna 3	3	107	35,6666667	110,333333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	11954	2	5977	9,73452769	0,013074203	5,14325285
Dentro de los grupos	3684	6	614			
Total	15638	8				



**Fuente.** Elaboración Propia.

**Tabla 9.**

*Resultados de ANOVA de un factor de la bodega de reciclaje Fausto Olivo.*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	1635	545	9325		
Columna 2	3	1450	483,333333	433,333333		
Columna 3	3	31200	10400	2280000		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	195465106	2	97732552,8	128,047425	1,19972E-05	5,14325285
Dentro de los grupos	4579516,67	6	763252,778			
Total	200044622	8				

**Fuente.** Elaboración Propia.

**Tabla 10.**

*Resultados de ANOVA de un factor de la bodega de reciclaje Julio Galarza.*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	56100	18700	1570000		
Columna 2	3	31400	10466,6667	823333,333		
Columna 3	3	15900	5300	190000		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	274042222	2	137021111	159,12129	6,33641E-06	5,14325285
Dentro de los grupos	5166666,67	6	861111,111			
Total	279208889	8				

**Fuente.** Elaboración propia.

**Tabla 11.**

*Resultados de ANOVA de un factor del centro de acopio Ferrotec.*

RESUMEN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
Columna 1	3	8850	2950	52500		
Columna 2	3	4800	1600	48100		
Columna 3	3	105	35	175		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	12768950	2	6384475	190,061275	3,75213E-06	5,14325285
Dentro de los grupos	201550	6	33591,6667			
Total	12970500	8				

**Fuente.** Elaboración Propia.

Por otra parte, la tabla 12 presenta los valores p (p-value) obtenidos a partir de los análisis de varianza (ANOVA) realizados en los diversos centros de acopio. Estos resultados indican la significancia estadística de las diferencias en las cantidades recolectadas de plásticos en cada centro analizado. Los valores p muestran que todas las diferencias observadas en las cantidades recolectadas entre los centros de acopio son estadísticamente significativas. Esto sugiere que hay variaciones significativas en la cantidad de plásticos recolectados, dependiendo del centro de acopio, lo que puede reflejar variaciones en la eficiencia, capacidad o prácticas de recolección entre los centros.

**Tabla 12.**

*Valores p value del análisis de ANOVA de un factor de cada centro de acopio de la ciudad de Cuenca.*

<b>N°</b>	<b>Centro de Acopio</b>	<b>Probabilidad</b>
1	Recicladora Pichincha	1,2246E-05
2	Recolet Metales	4,3685E-05
3	Recicladora del Austro	0,002643004
4	ARUC	1,5798E-07
5	Recicladora Ochoa	7,53927E-05
6	Metal Austro	0,001335698

7	Damián Estrada	0,013074203
8	Bodega de Reciclade Fausto Olivo	1,19972E-05
9	Bodega de Reciclade Julio Galarza	6,33641E-06
10	FERROTEC	3,75213E-06

**Fuente.** Elaboración Propia.

Para interpretar los resultados de ANOVA que se ha obtenido para los diferentes centros de acopio, se necesita evaluar la probabilidad (valor p) asociada con cada centro. La probabilidad nos indica si las diferencias en las medias entre los centros son estadísticamente significativas.

### Interpretación del Valor p

Identificar el Nivel de Significancia:

- El nivel de significancia utilizado fue 0.05. Si el valor p es menor que 0.05, se considera que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa.

Evaluación de los Resultados:

- Recicladora Pichincha:  $1,2246 \times 10^{-5}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Recolet Metales:  $4,3685 \times 10^{-5}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Recicladora del Austro: 0,002643004 (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- ARUC:  $1,5798 \times 10^{-7}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.

- Recicladora Ochoa:  $7,53927 \times 10^{-5}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Metal Austro: 0,001335698 (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Damián Estrada: 0,013074203 (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Bodega de Reciclaje Fausto Olivo:  $1,19972 \times 10^{-5}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Bodega de Reciclaje Julio Galarza:  $6,33641 \times 10^{-6}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.
- Ferrotec:  $3,75213 \times 10^{-6}$  (menor que 0.05). Hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Las diferencias en la cantidad recolectada en este centro son estadísticamente significativas.

En todos los centros de acopio listados, el valor p es menor que el nivel de significancia común de 0.05. Esto significa que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula para cada centro de acopio, indicando que hay diferencias significativas en la cantidad recolectada en comparación con otros centros. Es decir, las diferencias en la cantidad recolectada entre los centros de acopio son estadísticamente significativas en todos los casos que se ha evaluado.

Esto indica que, en los centros de acopio, existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que hay al menos una diferencia importante entre las cantidades recolectadas de los tres tipos de plástico analizados (PET, HDPE y LDPE) durante el período evaluado. Es importante destacar que, en los centros de acopio, se identificaron los mismos tres tipos de plástico (PET, HDPE y LDPE), cada uno con un total de 3 observaciones.

Estos resultados respaldan de manera contundente el rechazo de la hipótesis nula, la cual plantea que no existen diferencias significativas entre las cantidades recolectadas de los diferentes tipos de plástico. Por el contrario, los valores de  $p$  obtenidos en los análisis permiten afirmar que sí existen diferencias estadísticamente significativas en los materiales plásticos recolectados en estos centros.

Estas diferencias observadas en las proporciones de los tipos de plástico entre los centros de acopio pueden estar relacionadas con diversos factores, como los patrones de consumo y generación de residuos de la población, las dinámicas de separación en origen, las actividades económicas predominantes en cada zona y las estrategias de recolección implementadas.

Además del análisis cuantitativo de los tipos y cantidades de plásticos recolectados en los diferentes centros de acopio, se llevaron a cabo entrevistas con los encargados de dichos centros. Estos hallazgos cualitativos aportan información valiosa sobre el origen de los materiales plásticos que llegan a estos puntos de recolección. Según lo manifestado por los encargados de los centros de acopio, el origen predominante de los plásticos recolectados proviene principalmente de los domicilios de la población.

Este hallazgo concuerda con los resultados del análisis de varianza (ANOVA), que evidenció una mayor variabilidad en los tipos de plástico de uso doméstico, como envases y embalajes, en comparación con los plásticos de uso industrial. Esto sugiere que los hábitos de consumo y separación de residuos a nivel de los hogares tienen una influencia significativa en la composición de los materiales que llegan a los centros de acopio.

En segundo lugar, los encargados de los centros mencionaron que una parte importante de los plásticos recolectados proviene del sector comercial de la ciudad de Cuenca. Estos materiales son entregados por recicladores informales que recolectan y acopian los residuos plásticos de establecimientos comerciales, mercados y otros puntos de la ciudad. Esta información complementa el análisis cuantitativo, al identificar que los canales de recolección y acopio informal, a través de los recicladores, también constituyen una fuente relevante de los plásticos que llegan a estos centros.

Cabe destacar que la predominancia de los plásticos de origen domiciliario y comercial refleja la importancia de implementar estrategias de recolección selectiva y sensibilización que involucre tanto a los hogares como a los establecimientos comerciales de la ciudad. Estas acciones, enfocadas en fomentar una adecuada separación de los residuos plásticos en el origen, pueden

contribuir a mejorar la calidad y composición de los materiales que llegan a los centros de acopio, facilitando así los procesos de clasificación, valorización y reciclaje.

Por otra parte, se realizó una revisión bibliográfica para conocer los diferentes procesos por los cuales pasa el plástico reciclado hasta llegar a obtener un producto final. Por ello, en la tabla 13 se puede constatar de manera detallada de cada uno de los procesos llevados a cabo en el procesamiento del plástico reciclado. Destacando que todo depende de la materia prima que se quiera transformar y los recursos económicos que se dispongan, permitiendo emplear distintos tipos de maquinaria de acuerdo con cada proceso.

**Tabla 13.**

*Procesos, maquinaria, materiales y aditivos involucrados en el procesamiento del plástico reciclado.*

Proceso	Detalle	Maquinaria	Materiales	Sustancias
Recolección y Clasificación	Clasificar cada tipo de plástico según su color, tipo y código de resina.	Contenedores de recolección Cintas Transportadoras Separadores de Aire	Plásticos Mezclados (PET, HDPE, LDPE, PP, PS, etc.)	N/A
Limpieza y Trituración	Remover etiquetas, tapas y otros materiales contaminantes. Triturar el plástico en fragmentos más pequeños.	Lavadoras Aglomeradoras Molinos Trituradores	Plásticos Clasificados	Detergentes Agentes Desengrasantes
Secado	Eliminación de la humedad del plástico triturado.	Secadoras Centrífugas Secadoras de Aire Caliente	Plásticos Triturados	N/A
Extrusión	Fundición y homogeneización	Extrusoras de tornillo simple	Plásticos Secos	Agentes de acoplamiento

	del plástico triturado para formar una masa fundida.	Extrusoras de doble tornillo	Materiales Vírgenes	Lubricantes Estabilizadores Colorantes
Moldeo por Inyección	Inyección de la masa fundida en un molde frío para dar forma al producto final.	Máquinas de moldeo Inyección	Plásticos Extruidos	Agentes Desmoldeantes
Moldeo por Soplado	Extrusión del plástico fundido en forma de tubo y posterior inflado dentro de un molde.	Máquinas de moldeo soplado	Plásticos Extruidos	Agentes Desmoldeantes
Termoformado	Calentamiento de una lámina de plástico y posterior formado mediante vacío o presión.	Máquinas de termoformado	Plásticos Extruidos	N/A
Moldeo Rotacional	Calentamiento de polvo de plástico dentro de un molde mientras gira en dos ejes.	Máquinas de moldeo rotacional	Plásticos en Polvo	Aditivos de Carga
Compresión	Calentamiento y compresión de láminas o polvos de plástico dentro de un molde.	Prensas de Compresión	Plásticos en Polvo o Láminas	Aditivos de Carga

Fuente: Elaboración Propia.

Para contrarrestar la información obtenida en la revisión bibliográfica, se identificó una instalación dedicada al procesamiento de plásticos de tipo PET, HDPE y PP en la ciudad de Cuenca. Esta entidad se especializa en la fabricación de mobiliario urbano, particularmente mesas y macetas destinadas a los espacios públicos de la ciudad. Con el propósito de obtener información detallada sobre este proceso, se llevó a cabo un recorrido del taller junto con el técnico encargado. De esta manera se pudo constatar de primera mano el método y los equipos utilizados para la transformación del plástico en nuevos productos.

Se observó que para la transformación del plástico reciclado requiere de una serie de procesos fundamentales. En primer lugar, los plásticos que ingresan a la bodega se limpian completamente, esto con el fin de eliminar cualquier tipo de contaminante o material extraño que pueda afectar a la maquinaria utilizada o la calidad del producto final. Posteriormente, los plásticos limpios son sometidos a un proceso de trituración en varias fases lo que permite reducir el tamaño de los plásticos en pequeños trozos, lo cual es necesario para facilitar el siguiente paso que es el moldeo en la máquina extrusora.

En el moldeo los trozos de plástico triturado son ingresados en la máquina extrusora en donde son sometidos a altas temperaturas y presión, lo que permite darles la forma deseada según el producto que se desee fabricar. Este proceso requiere de un control preciso de las condiciones de temperatura y presión para garantizar la calidad y resistencia del producto final. Los productos recién formados pasan por un proceso de enfriamiento controlado después del moldeo, para garantizar que los componentes adquieran la rigidez y estabilidad requeridas antes de proceder al ensamblaje final.

En la etapa final, los componentes moldeados y enfriados son ensamblados de manera precisa, dando forma al mobiliario urbano requerido. Este proceso de ensamblaje requiere de habilidades técnicas y un cuidadoso seguimiento de las especificaciones de diseño para garantizar la funcionalidad, estética y durabilidad de los productos terminados.

Los resultados obtenidos durante la visita al taller de transformación de plástico respaldan la revisión de la literatura previamente realizada. Se pudo constatar que los procesos y la tecnología utilizada, tales como trituradoras, extrusoras y moldes, coinciden con lo descrito en las fuentes bibliográficas consultadas. Un aspecto destacable es que, en contraste con lo mencionado en algunos textos, en el taller no se utilizan aditivos ni colorantes en ninguna etapa del proceso de producción. De igual manera se obtiene un producto final de alta calidad, elaborado únicamente

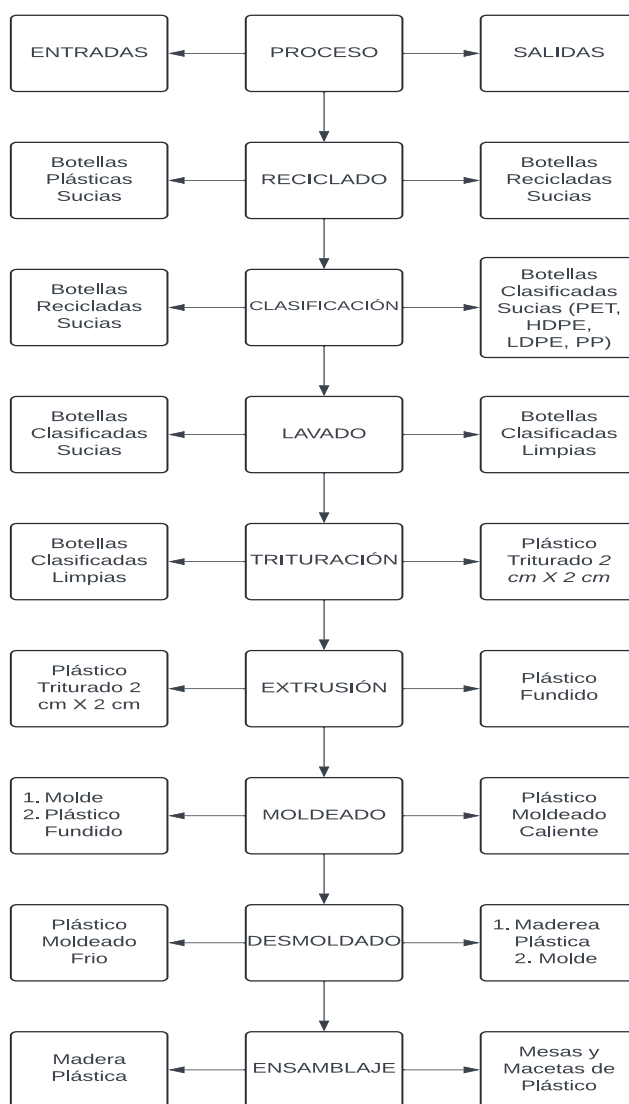


a partir del material plástico sin incorporar sustancias adicionales. En consecuencia, los hallazgos obtenidos en el taller refuerzan la validez de la revisión literaria y brindan una visión práctica del proceso de transformación del plástico reciclado en productos terminados útiles para la sociedad.

En la figura 22 podemos observar de manera resumida el proceso de transformación del plástico hasta obtener un producto de plástico deseado.

**Figura 22.**

*Diagrama de Flujo de entradas y salidas del procesamiento del plástico reciclado, hasta obtener un producto final.*



**Fuente:** Elaboración Propia

El técnico encargado nos brindó información valiosa sobre toda la maquinaria necesaria para el proceso de transformación del plástico. Según su explicación, se requiere de varios equipos y personal especializado para llevar a cabo cada una de las etapas involucradas.

Es importante destacar que todo este proceso, desde la trituración hasta el ensamblaje final, se lleva a cabo siguiendo estrictos protocolos y normas de calidad. Esto garantiza que los productos finales, cumplan con los estándares de resistencia, durabilidad y seguridad necesarios para su uso.

Los resultados de nuestra investigación se fundamentaron en los hallazgos obtenidos en este laboratorio especializado, donde se llevaron a cabo diversos proyectos utilizando plástico PET reciclado. Estos experimentos previos proporcionaron una base sólida para nuestro estudio sobre la fabricación de piezas de bicicleta. Un proyecto destacado fue el diseño de una tarabita, cuya estructura se elaboró íntegramente con plástico reciclado. Esta construcción demostró una capacidad de carga impresionante de hasta 130 kg, superando las expectativas iniciales y evidenciando el potencial estructural del material (Cedillo, 2022). Otro experimento relevante involucró la producción de prototipos de madera plástica. En este caso, se observó que la resistencia de estos compuestos superaba a la de materiales convencionales en una proporción de 2 a 1. Este hallazgo subraya la robustez y durabilidad que pueden alcanzar los productos fabricados con plástico reciclado. De los resultados obtenidos se puede recomendar usar el plástico de tipo 2 para elaborar elementos estructurales que requieran ductilidad y el plástico tipo 5 para elementos donde una falla frágil pueda permitirse (Martínez, 2023).

La maquinaria y los procesos empleados en estos proyectos previos sirvieron como referencia clave para nuestro estudio. Adaptamos estas tecnologías y métodos para la fabricación de componentes de bicicleta, dado que el objetivo fundamental era similar: transformar plástico reciclado en productos funcionales y resistentes. Estos antecedentes respaldaron nuestra hipótesis de que el plástico PET reciclado podría ser un material viable para la producción de piezas de bicicleta. Los resultados previos en términos de resistencia, capacidad de carga y versatilidad del material reciclado nos permitieron abordar nuestro proyecto con expectativas fundamentadas y una metodología probada.

Por ello nos centramos en la viabilidad de utilizar plástico PET para la fabricación de componentes de bicicletas. Basándose en la investigación de Aguirre et al. (2019), se identificó que este material ofrece características óptimas para dicha aplicación.

El análisis reveló que el PET empleado presenta una capacidad de carga máxima de 90 kg, lo cual lo hace adecuado para la mayoría de los usuarios potenciales. Además, este material demostró una notable resistencia al impacto, crucial para la durabilidad de las piezas de la bicicleta en condiciones de uso variadas.

Tras examinar detenidamente el diagrama de procesos del estudio de Aguirre et al. (2019) de manera más exhaustiva, es crucial dar una explicación profunda sobre las especificaciones técnicas mencionadas en el estudio. Una revisión más profunda muestra que, en lugar de usar fibra de acero como componente estructural, se está utilizando pintura de fibra de acero. Esta pintura se usa principalmente con fines estéticos para dar al marco de la bicicleta un toque más metálico. Es importante destacar que esta pintura de fibra de acero no mejora significativamente la resistencia superficial del material, contrariamente a lo que se podría inferir de la mención inicial de refuerzo. Su función es primordialmente cosmética, aportando un aspecto visual distintivo al producto final, pero sin contribuir sustancialmente a las propiedades mecánicas o estructurales del marco de la bicicleta. Esta aclaración subraya la importancia de una interpretación precisa de los procesos de fabricación y resalta la diferencia entre los elementos que contribuyen a la estética del producto y aquellos que afectan su rendimiento estructural.

Las pruebas de laboratorio en el estudio de Aguirre, et al., (2019), arrojaron datos específicos sobre las propiedades mecánicas del PET:

- Resistencia a la tracción: 20.89 N/m
- Resistencia al impacto: 3,6 kJ/m<sup>2</sup>

Estos valores indican una robustez significativa del material, capaz de soportar las tensiones y los impactos típicos del uso de una bicicleta.

Un hallazgo particularmente relevante fue la vida útil estimada de 15 años para los componentes fabricados con este PET. Este dato sugiere una durabilidad excepcional, lo cual podría traducirse en una reducción de la necesidad de reemplazos frecuentes y, por ende, en una disminución del impacto ambiental a largo plazo.

Estos resultados sugieren que el PET estudiado posee propiedades mecánicas y de durabilidad que lo convierten en una opción viable y prometedora para la fabricación de piezas de bicicletas, combinando resistencia, longevidad y sostenibilidad.

En el proceso de evaluar la viabilidad de la producción de bicicletas de plástico, se estableció comunicación con Sven Terhardt, Director de Marketing y Ventas de igus:bike. El Sr. Terhardt proporcionó información detallada sobre el proceso de fabricación de sus bicicletas, el cual comprende varias etapas fundamentales. El proceso se inicia con la recolección de plástico, específicamente polietileno de alta densidad (HDPE). Posteriormente, se procede a la fase de procesamiento, que incluye la trituración del material, seguida de su extrusión e inyección en moldes específicos. La composición actual de estas bicicletas consta de un 50% de plástico reciclado y un 42% de plástico virgen. Es importante destacar que la empresa tiene como objetivo futuro utilizar materiales completamente reciclados en su producción.

Una vez finalizada la fabricación, igus:bike implementa un riguroso proceso de control de calidad. Este proceso se divide en dos fases: inicialmente, se realizan pruebas internas en la empresa, seguidas de evaluaciones externas más exhaustivas. El Sr. Terhardt enfatizó que todos sus productos cumplen con los estándares normativos requeridos. Específicamente, mencionó que tanto el cuadro como la horquilla han superado satisfactoriamente todas las pruebas pertinentes de la norma DIN, lo que les permite ser comparables en términos de calidad y seguridad con otros cuadros de bicicleta disponibles en el mercado. No obstante, el Sr. Terhardt reconoció que, en la actualidad, sus bicicletas de plástico aún no alcanzan el nivel de rigidez característico de los cuadros de aluminio o carbono. Sin embargo, aseguró que la empresa está dedicando esfuerzos significativos en investigación y desarrollo para mejorar este aspecto de sus productos.

Otro de las empresas estudiadas es Muzzicycles, la cual representa un caso innovador en la industria de la fabricación de bicicletas, destacándose por su enfoque en la sostenibilidad y el uso de materiales reciclados. La empresa, fundada por el artista uruguayo Juan Carlos Calabrese Muzzi en Brasil en 2013, ha desarrollado una tecnología única para la producción de bicicletas utilizando plástico reciclado.

El proceso de fabricación de Muzzicycles comienza con la recolección y procesamiento de diversos tipos de plásticos reciclados. La empresa utiliza una variedad de materiales, incluyendo polipropileno, poliestireno, nylon, PET (politereftalato de etileno), polietileno, y polialuminio Tetrapack, entre otros. Esta diversidad de materiales permite a Muzzicycles optimizar las propiedades del producto final y maximizar el uso de recursos reciclados. El marco de la bicicleta Muzzicycle se fabrica utilizando aproximadamente 200 botellas PET recicladas por unidad. El proceso implica trocear, triturar y endurecer los residuos plásticos para crear una pasta que luego se inyecta en un molde de acero. Esta técnica no solo permite dar una segunda vida a materiales

que de otro modo podrían terminar en vertederos, sino que también resulta en un producto con características únicas.

Las bicicletas Muzzicycle destacan por varias ventajas técnicas. Son resistentes a la oxidación, lo que las hace ideales para uso en ambientes costeros o húmedos. Además, presentan una alta resistencia a los impactos, una característica crucial para el uso urbano. Los marcos pueden soportar un peso de entre 60 y 115 kilogramos, demostrando su robustez y durabilidad.

Tras el análisis realizado de varios fabricantes de bicicletas para determinar que el uso de tecnologías de procesamiento de plásticos avanzadas para la fabricación de bicicletas es la opción más efectiva. Esta decisión se basa en la capacidad de estas tecnologías para lograr un equilibrio ideal entre la resistencia, la durabilidad y la ligereza de los materiales empleados. Estas cualidades son esenciales para la industria de las bicicletas. Estas tecnologías no solo ayudan a reducir los costos de producción, sino que también fomentan la innovación en el diseño y desarrollo de productos, lo que conduce a la fabricación de bicicletas de alta calidad que satisfacen las demandas del mercado actual.

Por ello en la tabla 14 se puede encontrar la tecnología y maquinaria necesaria para la elaboración de bicicletas de plástico 100 % reciclado. Esta maquinaria se basa en la investigación realizada en la instalación dedicada a procesar plástico reciclado y la información encontrada en la revisión bibliográfica.

**Tabla 14.**

*Maquinaria y Tecnología requerida para la elaboración de partes de bicicleta.*

Proceso/Material	Tecnología Utilizada	Resultados
Lavado	Mangueras de agua y recipientes	El presente proceso tiene como objetivo eliminar las impurezas presentes en los plásticos, las cuales podrían afectar negativamente la calidad final del producto. Cabe destacar que este proceso no se puede automatizar, por lo que se lleva a cabo de forma manual utilizando una manguera de agua y recipientes de gran tamaño. Esta característica implica un tiempo de

		ejecución más prolongado en comparación con métodos automatizados.
<b>Amolado</b>	Amoladora	Las amoladoras desempeñan un papel fundamental en el procesamiento del plástico PP extendido, material proveniente de los guardachoques de los automóviles. Su función principal consiste en reducir el tamaño de las piezas de plástico, facilitando así su introducción en las máquinas trituradoras.
<b>Trituración</b>	Trituradoras industriales	Es esencial para poder triturar el plástico reciclado y así reducir el tamaño del plástico reciclado a dimensiones que sean compatibles con la extrusora. Esta etapa previa a la extrusión es crucial para evitar daños a la extrusora debido a la introducción de piezas de plástico demasiado grandes. También ayuda a que el plástico se fusione uniformemente durante el proceso de extrusión, lo que reduce el esfuerzo de la maquinaria.
<b>Extrusión</b>	Extrusora	El paso más importante en el proceso de fabricación de bicicletas de plástico es la extrusión. En este paso, el plástico reciclado, que ha sido previamente triturado y reducido a un tamaño adecuado, se fundirá y moldeará para formar las piezas que conformarán la estructura de las bicicletas.
<b>Moldes</b>	Moldes fabricados de hierro de acuerdo con la parte de la bicicleta que se requiera.	Los moldes desempeñan un papel fundamental en la fabricación precisa de diversas partes de la bicicleta a partir del plástico reciclado. Estos moldes, cuidadosamente diseñados y fabricados, permiten dar forma al plástico fundido proveniente de la extrusora, generando así los

---

componentes específicos requeridos para la bicicleta.

---

**Fuente:** Elaboración Propia.

En el proceso de lavado de botellas, parte integral del ciclo de reciclaje y reutilización, es fundamental llevar a cabo un análisis exhaustivo del efluente generado. Este análisis con el fin de identificar y cuantificar los posibles contaminantes que podrían estar presentes en el agua residual, resultado de la interacción entre los residuos de los contenidos previos de las botellas, los agentes de limpieza utilizados y las características físicas de los envases.

Es necesario realizar pruebas específicas para detectar la posible presencia de residuos orgánicos en el efluente. Estos podrían provenir de restos de bebidas, alimentos u otros productos que originalmente contenían las botellas. Asimismo, se debe evaluar la concentración de detergentes y agentes de limpieza empleados en el proceso de lavado, incluyendo surfactantes, fosfatos y agentes blanqueadores, para determinar su impacto en la calidad del agua. El análisis del efluente debería incluir la medición de sólidos suspendidos. Esto permitiría identificar la presencia de partículas de suciedad, fragmentos de etiquetas y otros materiales que podrían desprenderse durante el proceso de lavado. Además, es importante realizar pruebas específicas para detectar la posible presencia de microplásticos, dada su creciente preocupación ambiental.

Por lo cual es necesario llevar a cabo pruebas para determinar la presencia de aceites y grasas en el efluente, especialmente en los casos de botellas que previamente pudieran haber contenido productos oleosos. De igual manera, es crucial realizar un análisis químico completo para identificar posibles trazas de productos químicos residuales, cuya naturaleza podría variar dependiendo del uso anterior de las botellas. Un aspecto crítico del estudio debe ser la realización de pruebas para detectar metales pesados en el efluente, como plomo y cadmio. Estos podrían provenir de las tintas utilizadas en las etiquetas o de residuos de ciertos productos que anteriormente contenían las botellas. La detección de estos metales, incluso en cantidades traza, es importante debido a sus potenciales riesgos para el medio ambiente y la salud pública.

Es recomendable llevar a cabo análisis microbiológicos para determinar la posible presencia de bacterias y otros microorganismos en el efluente. Estos podrían haberse desarrollado en los restos de contenido de las botellas antes del proceso de lavado. La identificación de estos microorganismos es relevante tanto para la calidad del agua como para la eficacia del proceso

de reciclaje. Finalmente, es importante realizar mediciones del pH del efluente para determinar si existen alteraciones significativas. Estas podrían ser atribuibles a los productos de limpieza utilizados en el proceso de lavado. La evaluación del pH es crucial debido a sus potenciales efectos en los ecosistemas acuáticos si el efluente no es tratado adecuadamente antes de su descarga.

La realización de estas pruebas exhaustivas es crucial para determinar el tratamiento de agua más apropiado y eficiente para el efluente generado en el proceso de lavado de botellas. Los resultados de estos análisis permitirán diseñar un sistema de tratamiento a medida, que podría incluir una combinación de métodos físicos, químicos y biológicos. Entre los tratamientos recomendados, dependiendo de los contaminantes específicos identificados, se encuentran: la sedimentación y filtración para eliminar sólidos suspendidos; la coagulación y floculación para remover partículas coloidales; la oxidación química para degradar compuestos orgánicos; el intercambio iónico o la ósmosis inversa para la remoción de metales pesados; el ajuste de pH mediante la adición de ácidos o bases; el tratamiento biológico con lodos activados para reducir la carga orgánica; y la desinfección final mediante luz ultravioleta o cloración para eliminar microorganismos patógenos. La selección e implementación adecuada de estos tratamientos, basada en los resultados de las pruebas, no solo asegurará el cumplimiento de las normativas ambientales, sino que también optimizará los costos operativos y minimizará el impacto ambiental del proceso de reciclaje de botellas.

Por otro lado, para el análisis económico de los componentes de la bicicleta se consideraron los respectivos pesos de cada pieza que se necesita. Según la revisión de la literatura realizada, se recomienda que el peso del cuadro de la bicicleta no supere los 8 kg, mientras que el timón no supere el 1 kg y el asiento tampoco supere el 1 kg. Estas especificaciones se aplican a una bicicleta con ruedas de 26 pulgadas. (Aguirre, Camargo, Cceccaño, & Checya, 2019).

Los activos fijos son una consideración crucial para cualquier organización o empresa comercial. Según los lineamientos del Banco de Desarrollo del Ecuador (2020), los activos fijos comprenden bienes tangibles como terrenos, edificios, plantas industriales, maquinaria, equipos, vehículos y otros activos de largo plazo. Estos activos se clasifican como activos fijos con base en las normas contables vigentes y están destinados al logro de los objetivos de la institución durante un período prolongado. Por lo cual en la tabla 15 se detalla la inversión de los activos fijos que cumplen con las condiciones antes mencionadas y su costo.



La elección de equipos de laboratorio para nuestro proyecto, en lugar de maquinaria industrial, se fundamentó en varios factores clave como la escala del proyecto, ya que nuestro estudio se enfocó en la fase de investigación y desarrollo, donde la producción a pequeña escala es más apropiada y los costos, pues la utilización de equipo industrial habría implicado una inversión significativamente mayor, injustificada en esta etapa inicial del proyecto. El equipamiento de laboratorio proporcionó una alternativa económicamente viable sin comprometer la calidad de los resultados.

**Tabla 15.**

*Activos fijos para la construcción de partes de bicicleta a partir de plástico reciclado y su costo.*

<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Extrusora SJ25</b> (Figura 15)	Maquinaria de Laboratorio	1	\$ 1 449,00	\$ 1 449,00
<b>Triturado de Plástico</b> (Figura 16)	<i>Maquinaria Industrial</i>	1	\$ 2 573,00	\$ 2 573,00
<b>Lavadora para el plástico triturado</b> (Figura 17)	Máquina Industrial	1	\$ 2300,00	\$ 2300,00
<b>Amoladora Bosch GWS 9-125 S</b> (Figura 18)	<i>Maquinaria Profesional</i>	1	\$ 96,00	\$ 96,00
<b>Moldes</b> (Figura 19)	<i>Equipo</i>	3	\$ 70,00	\$ 210,00
<b>TOTAL</b>		<b>7</b>	<b>\$ 6 628,00</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### Selección del Equipamiento

#### Extrusora SJ25

<b>Ficha Técnica Extrusora SJ25</b>		
<b>Modelo</b>	SJ25	<b>Figura 23.</b> <i>Extrusora SJ25.</i>
<b>Diámetro de Tornillo</b>	25 mm	
<b>Salida de Diseño</b>	0,1-2.5 kg/h	

<b>Tamaño de la Máquina</b>	0,76*0,2*0,5 m	<p>Table-top single screw extruders for laboratory</p>  <p>Standard SIZE-SCREWEXTRUDER CONTROL, LD 16.1 Length of screw: 400mm Motor Power: 250W Maximum extrusion capacity: 2 kg/h Size: 200 * 100 * 400</p>
<b>Peso</b>	40 kg	
<b>Altura del centro de extrusión</b>	300 mm	
<b>Dirección de Extrusión</b>	Derecha-Izquierda	
<b>Potencia del Motor</b>	800 W	
<b>Voltaje</b>	220 V/ (o personalizado)	
<b>Temperatura de Calefacción</b>	300 °C	

*Fuente: eBay.*

### Trituradora de Plástico

Ficha Técnica Trituradora de Plástico		<p><b>Figura 24.</b> Trituradora de plástico modelo 180.</p> 
<b>Modelo</b>	500	
<b>Capacidad de Trituración</b>	400-700 kg/h	
<b>Potencia del Motor</b>	11 kW	
<b>Número de cuchillas rotativas</b>	15	
<b>Número de herramientas fijas</b>	2	
<b>Diámetro de rotación</b>	310 mm	
<b>Velocidad del eje de la herramienta</b>	627 r/min	
<b>Tamaño del puerto de alimentación</b>	300*520 mm	
<b>Dimensiones Generales</b>	1150*1000*1450 mm	


*Fuente: eBay.*

<b>Peso de la Maquina</b>	550 kg	
---------------------------	--------	--


### Lavadora Industrial de Plástico Triturado

Ficha Técnica Lavadora de Plástico Triturado		
<b>Dimensión (L*A *H)</b>	4350*1800*2100 mm	<p><b>Figura 25.</b> <i>Lavadora de plástico triturado.</i></p>  <p><b>Fuente: eBay.</b></p>
<b>Tamaño del tambor</b>	1220*3360 mm	
<b>Potencia del Motor</b>	11 kW	
<b>Peso</b>	2800 kg	
<b>Capacidad</b>	400 kg	
<b>Energía</b>	11 kW	
<b>Velocidad de rotación</b>	29 r/min	
<b>Consumo de Agua</b>	2100 litros	
<b>Presión de vapor</b>	0.4-0.6 Mpa	

### Amoladora

Ficha Técnica Amoladora Bosch GWS 9-125 S.		
<b>Modelo</b>	GWS 9-125 S.	<p><b>Figura 26.</b> <i>Amoladora Bosch GWS 9-125 S.</i></p>  <p><b>Fuente: Kywi Ferreteria.</b></p>
<b>Potencia</b>	900 watts	
<b>Cubierta de Protección</b>	125 mm	
<b>Velocidad</b>	2800-11000 rpm	
<b>Peso</b>	1,7 kg	

### Ejemplo Molde para Extrusora

Ficha Técnica Ejemplo Molde		
<b>Material</b>	Hierro/ Aluminio	<p><b>Figura 27.</b> Ejemplo molde para extrusora de plástico.</p> 
<b>Diseño</b>	Cuadro, Asiento, Timón	

**Fuente:** Frapasa.

### Requerimientos técnicos de la bicicleta

La materialización de una bicicleta que cumpla con los más altos estándares de calidad y seguridad requiere una meticulosa adherencia a normas técnicas internacionalmente reconocidas, como la ISO 4210. Esta norma, fundamental en la industria del ciclismo, establece los requisitos de seguridad para el diseño, ensamblaje y métodos de prueba de bicicletas y sus subconjuntos. La implementación rigurosa de estos estándares no solo garantiza la integridad estructural y funcional de la bicicleta, sino que también eleva el producto final a un nivel de excelencia que trasciende la mera funcionalidad. Al seguir estas directrices, los fabricantes cumplen con las regulaciones establecidas. Este compromiso con la calidad y la seguridad asegura que cada bicicleta no sea simplemente un medio de transporte, sino diseñado para inspirar confianza y seguridad al momento de usar una bicicleta.

La selección de materiales en la industria ciclista es un proceso crucial que equilibra factores como resistencia, peso, durabilidad y costo. Cada material posee características únicas que influyen en el rendimiento y la experiencia de uso de la bicicleta. La inclusión del plástico reciclado en esta comparativa refleja la creciente conciencia ambiental en el sector y la búsqueda de

alternativas sostenibles. Esta diversidad de materiales permite a los fabricantes diseñar bicicletas que se adapten a diferentes necesidades y preferencias, desde el ciclismo de alta competición hasta el uso urbano diario, siempre de la mano con las normas técnicas establecidas.

La normativa ISO para bicicletas está diseñada para garantizar su seguridad y eficiencia. La norma ISO 4210, que se enfoca en las bicicletas de carretera y de montaña, establece los requisitos técnicos principales. Esta normativa nos habla acerca de su estructura y materiales, pues menciona que la construcción de la bicicleta debe ser realizada con materiales que sean capaces de soportar las cargas previstas. Esto incluye estándares para componentes estructurales como el marco y la horquilla. Por su parte, los frenos deben proporcionar una potencia de frenado que sea adecuado en distintas condiciones. En cuanto a las ruedas y neumáticos, menciona que las ruedas deben tener un diámetro y ancho que cumpla con las especificaciones, y los neumáticos deben ser aptos para el tipo de bicicleta, en función de su uso. Y, por otro lado, en cuanto a las dimensiones del marco y la geometría, están deben permitir un ajuste adecuado para el ciclista, ofreciendo comodidad y buen control (ISO 4210-1:2023, 2023)

Es por ello que, para la fabricación de nuestra bicicleta a partir de plástico reciclado, hemos decidido basarnos en un diseño ampliamente adoptado por diversas empresas y fabricantes que se especializan en la producción de bicicletas sostenibles. El proyecto surgió de la mano de un artista uruguayo de nombre Juan Muzzi. Durante varios años estudió la manera de aprovechar estos recipientes de plástico para montar una bicicleta respetuosa con el medio ambiente. El resultado recibe el nombre de Muzzicycles y no tiene nada que envidiar a cualquier bicicleta urbana (Ok Diario , 2015). En donde a lo largo de los años este diseño lo han implementado Reciclas en Ecuador, Muzzicycles en Brasil, Re-ciclas en Medellín, Colombia y el proyecto de Eco-muévete seguro en Bogotá, Colombia. Un aspecto fundamental que se destaca en estas fuentes es la utilización de plástico PET (tereftalato de polietileno) como material principal, debido a sus propiedades mecánicas favorables y su abundante disponibilidad como recurso reciclable.

El diseño considerado especifica detalladamente las dimensiones y características de las partes esenciales de la bicicleta, así como el cuadro, fabricado con plástico reciclado. Este enfoque no solo garantiza la resistencia y durabilidad del producto final, sino que también contribuye significativamente a la sostenibilidad ambiental al aprovechar un material que es comúnmente desechado. En este contexto, usaremos este diseño para la fabricación de nuestra bicicleta

siguiendo fielmente este diseño, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de los estándares de calidad y seguridad pertinentes.

Las dimensiones del cuadro de bicicleta de Eco-muevete seguro tiene las características que se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16.**

*Ficha técnica del cuadro de bicicleta Eco-muévete seguro.*

<b>Talla</b>	M (17-19 pulgadas)
<b>Material</b>	Tereftalato de Polietileno reciclado (RPET)
<b>Colores</b>	Blanco/Negro/Verde/Azul/Naranja/Amarillo
<b>Tubo Superior</b>	560 mm
<b>Tubo Oblicuo</b>	560 mm
<b>Tirantes</b>	405 mm
<b>Tubo de Sillín</b>	430 mm
<b>Tubo de Dirección</b>	130 mm
<b>Largo Total</b>	1006 mm

**Figura 28.**

*Bicicleta de Muzzicycles.*



**Fuente.** Aguilar y López.

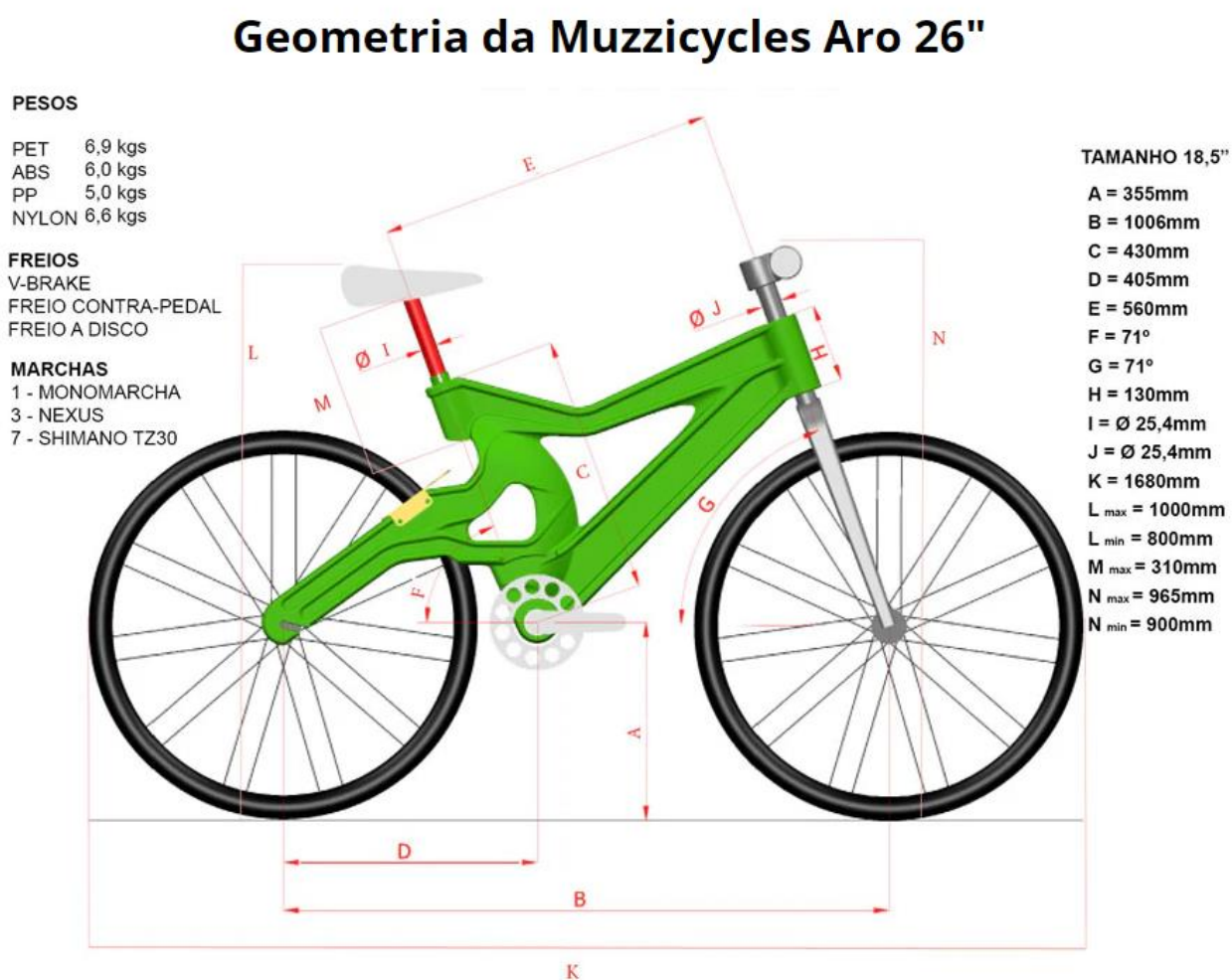
Fuente. (Aguilar & López, 2018)

Por otro lado, en la página oficial de Muzzi, se encuentra disponible de manera detallada las especificaciones de la bicicleta, en la cual se especifican las dimensiones, los pesos y los materiales utilizados en su construcción. Esta información proporciona una referencia visual y

técnica invaluable para nuestro proyecto, ya que incluye los detalles precisos sobre el uso de plástico PET reciclado en las distintas partes de la bicicleta, así como las medidas exactas de cada componente. Estas especificaciones nos servirán de guía para garantizar que nuestro diseño cumpla con los estándares de calidad y rendimiento esperados. En la figura se puede ver a continuación de manera detallada la geometría de la bicicleta. En la figura 29 se puede observar la geometría de la bicicleta de Muzzicycles.

**Figura 29.**

*Geometría de Muzzicycles Aro 26".*



**Fuente.** *Muzzicycles.*

Por lo cual, nos basaremos en el diseño proporcionado por Muzzi para la elaboración de nuestra bicicleta de plástico reciclado, ya que ha demostrado cumplir con los parámetros técnicos y

mecánicos necesarios para garantizar un producto final de alta calidad. Este diseño no solo ofrece la resistencia y durabilidad requeridas, sino que también alinea nuestro proyecto con un enfoque sostenible y responsable. Al seguir estas especificaciones, nos aseguramos de que nuestra bicicleta no solo será funcional y segura, sino también respetuosa con el medio ambiente.

### Costo de las piezas a producir

Una vez identificado lo que se va a fabricar es necesario aplicar el análisis del costeo basado en actividades (ABC), para de esta manera poder conocer el precio de las piezas que se fabricarán a partir de plástico reciclado para la bicicleta. Por lo cual es necesario tomar en cuenta costos indirectos como consumo eléctrico, agua, mano de obra, mantenimiento. Mencionando que los costos utilizados han sido proyectados a escala de laboratorio. Así mismo, la adquisición de materias primas es un aspecto crítico del proceso de producción.

En este caso particular, la principal materia prima necesaria es el plástico de tereftalato de polietileno (PET) y polietileno de alta densidad (HDPE). Según un estudio de mercado realizado a los centros de acopio urbanos de la ciudad de Cuenca, el coste de adquisición del plástico PET y HDPE debería ser de aproximadamente \$0,50 por kg. Este punto de referencia de precios se basa en el precio promedio de compra que ofrecen los centros de acopio de reciclaje.

Por lo cual, se recomienda que el peso del cuadro de la bicicleta no supere los 8 kg, mientras que el timón no supere el 1 kg y el asiento tampoco supere el 1 kg. Estas especificaciones se aplican a una bicicleta con ruedas de 26 pulgadas. (Aguirre, Camargo, Cceccaño, & Checya, 2019). De esta manera en la tabla 17, se detalla la cantidad de plástico PET que se necesita para cada pieza y el costo de la materia prima que implica.

**Tabla 17.**

*Costo de materia prima por pieza que se necesita.*

<b>Producto</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Precio / kg</b>	<b>Total (\$)</b>
<i>Cuadro</i>	8	\$0,50	\$4,00
<i>Timón</i>	1	\$0,50	\$0,50
<i>Asiento</i>	1	\$0,50	\$0,50
<b>TOTAL</b>			\$5,00

**Fuente:** Elaboración Propia.



Se debe evaluar cuidadosamente los gastos operativos asociados con las instalaciones de fabricación. En particular, los costos de los servicios públicos, incluida la electricidad, el agua y otros servicios esenciales necesarios para las operaciones del taller, juegan un papel importante en la determinación de los gastos generales de producción. Para estimar con precisión estos costes se ha realizado un análisis detallado de las especificaciones de consumo energético proporcionadas en las fichas técnicas de la maquinaria necesaria, tal y como se recoge en la tabla 18. El costo de consumo establecido por la autoridad local de electricidad ha dictaminado que es de \$0.092 por kWh (CENTROSUR, 2022). Es importante mencionar que a estos valores hay que agregar los costos por alumbrado público, recolección de basura y bomberos.

**Tabla 18.**

*Costos operativos de electricidad de las maquinarias.*

<b>Maquinaria</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Consumo (kW/h)</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
<i>Extrusora</i>	0,8	10	8	0,736
<i>Lavadora</i>	11	1	11	1,012
<i>Trituradora</i>	11	1	11	1,012
<i>Amoladora</i>	0,9	0,3	0,27	0,02484
<b>TOTAL</b>				<b>2,7848</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

El consumo de agua es un aspecto crucial del proceso de producción, particularmente en el proceso de lavado del plástico triturado y para enfriar los componentes extruidos después de que salen de la extrusora. Este paso de enfriamiento es fundamental para evitar que las piezas se agrieten o se dañen. Para satisfacer esta necesidad, se ha destinado un depósito de agua de 2 metros cúbicos. De igual manera se establece la cantidad de agua para el lavado del plástico que se necesita, pues es importante lavar el plástico para obtener componentes con mayor calidad al final del proceso de extrusión, la cantidad de agua que se muestra en la tabla 19 es exclusivo para el lavado de 10 kg -15 kg de plástico lo necesario para fabricar las piezas para una bicicleta.

Las tarifas del servicio de agua han sido establecidas por ETAPA EP (2024), la autoridad local del agua, para zonas residenciales, las cuales se pueden ver en la tabla 19, estas tarifas están establecidas para un rango de consumo de 0 a 10 metros cúbicos. Es importante señalar que el

costo total del agua incluye un recargo adicional del 50% sobre la tarifa de agua potable, para determinar el valor del alcantarillado.

**Tabla 19.**

*Costos de agua potable con todos sus procesos.*

<b>Proceso</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cargo Variable (\$)</b>	<b>Costo (\$)</b>
<i>Enfriado</i>	2	0,6	1,20
<i>Lavado (10 kg-15 kg de PET)</i>	0,05	0,6	0,03
<i>Costo Fijo</i>		\$3,32	\$3,32
<i>Alcantarillado</i>		\$2,28	\$2,28
<b>TOTAL</b>			<b>6,83</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

La determinación de los costos laborales es un aspecto crucial de la planificación de la producción y el análisis de costos. Para estimar con precisión el gasto en compensación de la fuerza laboral, es necesario realizar cálculos para establecer el salario por hora de los empleados. Esta tasa servirá como base para evaluar la inversión total en mano de obra para la fabricación de componentes de bicicletas y su posterior montaje.

Se deben considerar varios factores en estos cálculos, incluidas las regulaciones locales de salario mínimo, los estándares de la industria, los niveles de habilidad de los empleados y los puntos de referencia de productividad. Además, se deben incorporar disposiciones sobre beneficios, incentivos y otras obligaciones legales para garantizar el cumplimiento de las leyes laborales y fomentar una estructura de compensación justa y atractiva.

Por ello, se ha establecido el precio por hora de trabajo de un empleado en \$3.80, para llegar a este valor se considera como base el actual salario básico unificado, que es \$460. Ese valor se lo debe dividir para 160, que son las horas laboradas en un mes, en consideración a que se trabajan ocho horas diarias, por cinco días laborados de la semana que son 40 y este valor por las cuatro semanas que es 160. El resultado de un primer valor sería \$2,875, que redondeado equivale a \$2,88. El valor base de la hora será \$2,88, pero a este se le deben agregar otros valores proporcionales que lo elevarían a \$3,797, redondeándolo, \$3,80 (El Universo , 2024).

Sobre la base del análisis exhaustivo de los costos laborales y los valores derivados de los cálculos, el siguiente paso implicó determinar la compensación adecuada para los empleados

involucrados en el proceso de fabricación de bicicletas. Este proceso abarca varias etapas, desde la preparación de las materias primas hasta el montaje final de los componentes de la bicicleta, tal y como se detalla minuciosamente en la Tabla 20.

**Tabla 20.**

*Detalle del sueldo de los empleados por bicicleta elaborada.*

<b>Empleado</b>	<b>Horas de Trabajo</b>	<b>Costo de Hora</b>	<b>Total</b>
Técnico	8	\$4,80	\$38,40
Ayudante Técnico	8	\$3,80	\$30,40
<b>TOTAL</b>			<b>\$68,80</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

En Tabla 21 se presenta un desglose completo de los costos totales asociados con la fabricación de componentes plásticos para una bicicleta. Este análisis de costos abarca varios elementos clave: adquisición de materias primas, consumo de electricidad, gastos de mano de obra y uso de agua potable. Es importante señalar que estos costos son específicos de la producción de un único conjunto de componentes de bicicleta, que incluye un cuadro, un asiento y un timón.

**Tabla 21.**

*Detalle de los costos asociados a la producción de un conjunto de componentes para una bicicleta.*

<b>Detalle</b>	<b>Costo (\$)</b>
Costos de Materia Prima	\$ 5,00
Costos de Electricidad	\$ 2,78
Costos de Agua Potable	\$ 6,83
Costos de Mano de Obra	\$ 68,80
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 83,41</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

Una vez realizado la estimación de costos proyectada para la fabricación de una bicicleta, se realizó un análisis de costeo basado en actividades (ABC). Este análisis nos permite asignar un precio a cada componente de la bicicleta que se quiere producir. Debido a que toma en cuenta varios factores, tales como la cantidad de horas de mano de obra trabajadas por todos los

empleados, las horas de máquina utilizadas, los costos asociados con la energía y el agua, los costos de mantenimiento y más. Para ello se va a realizar con la producción total de un año, pues los valores que se asignarán a las piezas se basan en el proceso de fabricación por un año. En la tabla 22 podemos observar los factores utilizados para posteriormente obtener el costeo por actividades.

**Tabla 22.**

*Factores utilizados para la aplicación del análisis de costeo ABC.*

	<b>Preparación</b>	<b>Extrusión</b>	<b>Moldeo</b>	<b>Acabado</b>	<b>Empaque</b>
<b>Mano de Obra</b>	\$7.296	\$16.512	\$16.512	\$16.512	\$16.512
<b>Costo de Electricidad</b>	\$32,45	\$648	\$648	\$0	\$0
<b>Costo de Agua</b>	\$139,20	\$0	\$0	\$0	\$0
<b>Mantenimiento</b>	\$400	\$1.200	\$1.200	\$0	\$0
<b>Inductor de Costo</b>	720	2400	720	3840	720
<b>Detalle Inductor de Costo</b>	Número de preparaciones.	Número de horas de la máquina.	Número de ciclos.	Horas mano de obra.	Unidades totales.
<b>Tasa de Costo</b>	\$11,78	\$7,65	\$25,50	\$4	\$23

**Fuente:** Elaboración Propia.

Una vez obtenidos todos los factores para el análisis del costeo basado en actividades (ABC), se procedió a realizar este análisis para poder determinar el precio adecuado que debería de tener cada pieza fabricada. Para cada proceso se tomó en cuenta el número de horas que se lleva a cabo cada uno de los procesos, este número de horas de cada proceso se multiplica por la Tasa de Costo de cada proceso que se obtuvo en la tabla 22, para así obtener el costeo ABC de cada proceso. Finalmente se suma el costeo ABC de cada proceso para obtener un costo total, el cual va a ser dividido por el número total de piezas fabricadas, para de esta manera poder obtener el costo de cada pieza plástica.

En la tabla 23 se puede observar el análisis detallado que se realizó, en donde se obtuvo los valores de cada pieza fabricada.

**Tabla 23.**

*Análisis de costo de cada pieza plástica producida.*

	Horas*	Costeo ABC Cuadro	Horas*	Costeo ABC Asiento	Horas*	Costeo ABC Timón
<b>Preparación de la Máquina</b>	240	\$2.827,73	240	\$2.827,73	240	\$2.827,73
<b>Extrusión</b>	1920	\$14.688,00	240	\$1.836,00	240	\$1.836,00
<b>Moldeo</b>	240	\$6.120,00	240	\$6.120,00	240	\$6.120,00
<b>Acabado</b>	480	\$2.064	480	\$2.064	480	\$2.064
<b>Empaque</b>	240	\$5.504	240	\$5.504	240	\$5.504
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>\$31.203,73</b>		<b>\$18.351,73</b>		<b>\$18.351,73</b>
<b>Costo de cada pieza de plástico producida</b>		<b>\$130,02</b>		<b>\$76,47</b>		<b>\$76,47</b>

**Nota:** \*Es el número total de horas que se necesita en un año para cada uno de los procesos de procesamiento del plástico.

**Fuente:** Elaboración Propia.

Tras la aplicación del modelo de costeo basado en actividades, se determinó los costos para cada pieza fabricada. El precio del cuadro es de \$130,02, por su parte el costo del asiento y del timón de la bicicleta es de \$76,47 cada uno, dando un valor total de \$282,96. A este valor hay que sumarle los demás implementos de la bicicleta, para que esta funcione. De esta manera podemos obtener el valor total de la bicicleta.

Finalmente, para evaluar la viabilidad del proyecto, se emplearon dos parámetros financieros fundamentales. El Valor Actual Neto (VAN), la cual es una herramienta que permite cuantificar el valor presente de una serie de flujos de caja proyectados. Este indicador ofrece una perspectiva clara sobre la rentabilidad potencial del proyecto a lo largo del tiempo. Y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que representa la tasa de descuento en la cual el VAN del proyecto se equilibra a cero. Este parámetro proporciona una medida de la eficiencia y el rendimiento esperado de la inversión.

La aplicación de estos dos criterios financieros permite una evaluación integral de la viabilidad económica del proyecto. El análisis conjunto del VAN y la TIR proporciona una base sólida para la toma de decisiones, permitiendo determinar si el proyecto es financieramente atractivo y sostenible a largo plazo. Esta metodología de evaluación financiera ofrece una visión objetiva y cuantificable del potencial económico del proyecto, facilitando así la toma de decisiones informadas sobre su implementación.

### Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) se utiliza para determinar el valor presente de una serie de flujos de caja futuros. La fórmula es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - I_0 \text{ (Ecuación 1).}$$

Donde:

**VAN:** Valor Actual Neto

**C<sub>t</sub>**= Flujo de Caja en el periodo *t*.

**r** = Tasa de Descuento.

**t** = Periodo de Tiempo.

**n** = Número total de Periodos

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento que hace que el VAN de un proyecto sea cero. Matemáticamente, se define como la tasa *r* que satisface la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+TIR)^t} - I_0 \text{ (Ecuación 2).}$$

Donde:

**C<sub>t</sub>** = Flujo de caja en el periodo *t*.

**TIR** = Tasa Interna de Retorno.

**t** = Periodo de Tiempo.

**n** = Número total de Periodos.

Teniendo en cuenta los parámetros que se van a aplicar, se procedió a aplicar la ecuación 1. Pero antes de ello se tiene que encontrar los costos variables anuales y el cálculo del flujo de caja anual.

- Cálculo de Ingresos Anuales

$$\begin{aligned} \text{Ingresos} = & (\text{Cantidad de Cuadros} * \text{Costo Unitario}) + (\text{Cantidad de Minturas} * \\ & \text{Costo Unitario}) + (\text{Cantidad de Timones} * \text{Costo Unitario}) + \\ & (\text{Cantidad de Componentes de Bicicleta} * \text{Costo Total}) \quad \textbf{(Ecuación 3)}. \end{aligned}$$

$$\text{Ingresos} = (240 * \$ 130.02) + (240 * \$ 76.47) + (240 * \$ 76.47) + (240 * \$275)$$

$$\text{Ingresos} = \$133.910,04$$

- Costos Variables Anuales y Costos Fijos

En el análisis de la producción de bicicletas, se realizó un estudio exhaustivo de los costos fijos y variables asociados al proceso. Este análisis permitió evaluar con precisión cómo cada tipo de costo impacta en la rentabilidad y en la eficiencia operativa. Entre los costos fijos se encuentran el arriendo de las instalaciones, los salarios del personal fijo, y los servicios básicos como electricidad y agua. En cuanto a los costos variables, estos incluyen la materia prima, insumos necesarios para la fabricación, y otros costos que fluctúan dependiendo del nivel de producción, como el consumo de energía adicional y el pago a personal temporal. Todos estos costos han sido desglosados y detallados en el anexo 21, lo que brinda una visión completa y precisa de los gastos implicados en la producción de bicicletas.

- Cálculo Inversión Inicial

La inversión inicial en este proyecto ha sido cuidadosamente planificada para incluir todos los activos y recursos necesarios para poner en marcha la producción de bicicletas de manera eficiente. Esta inversión abarca tanto los activos fijos como los recursos operativos esenciales para iniciar y mantener la producción.

#### Planta y Equipo para Oficina:

- Escritorio de Madera Aglomerada: Mobiliario básico para el personal administrativo.
- Silla de Escritorio: Equipamiento ergonómico para el personal.
- Portátil HP X360 Core i5: Herramienta clave para la gestión de operaciones, diseño y control de producción.
- Impresora Multifuncional Epson L4150 y Tinta para Impresora Epson L4150: Para la impresión de documentos administrativos y técnicos.
- Licencia Software Office 365 Empresa Premium: Software esencial para la gestión de documentos, comunicación y organización de tareas.

#### Maquinaria y Herramienta para la Elaboración del Producto:

- Lavadora Industrial: Utilizada para limpiar y preparar materiales antes del proceso de producción.
- Planta de Tratamiento de Agua Portátil: Vital para los procesos que requieren agua purificada, garantizando la calidad del producto final.
- Máquina Extrusora SJ25: Fundamental para el proceso de moldeado del plástico reciclado.
- Máquina Trituradora Modelo 180: Utilizada para triturar el plástico reciclado antes de su procesamiento.
- Amoladora, Kit de Moldes y Kit de Herramientas de Ensamble para Bicicleta: Herramientas necesarias para el ensamblaje y acabado de las bicicletas.
- Mesas de Trabajo: Superficies donde se lleva a cabo el montaje y ensamblaje de componentes.

#### Materia Prima:

- Plástico Reciclado (kg): Material principal utilizado en la fabricación de ciertos componentes de la bicicleta.
- Cadena, Manubrio, KIT de Frenos, KIT de Ejes, KIT de Transmisión, Suspensión, Pedales, Aro y Llantas: Componentes críticos para el ensamblaje de las bicicletas, necesarios para asegurar la calidad y seguridad del producto final.



De igual manera se ha tenido un costo de capital de trabajo inicial de \$20000 el cual es el capital necesario para cubrir operaciones durante un período corto antes de que el proyecto comience a generar ingresos.

Esta inversión inicial incluye tanto los recursos físicos como los tecnológicos necesarios para poner en marcha la operación de producción de bicicletas, asegurando que la empresa esté equipada para operar de manera eficiente y efectiva desde el primer día. Todos estos elementos son esenciales para la capacidad operativa y la calidad del producto final, y han sido detalladamente seleccionados para optimizar tanto la producción como la gestión administrativa. Todos estos costos se encuentran de manera detallada en el anexo 22.

*Inversión Inicial = Adecuación Local de Vental +  
Adecuación Taller de Producción + Materia Prima para producción Costo +  
Capital de Trabajo Inicial (Ecuación 6).*

$$Inversión Inicial = \$2.339,18 + \$10.381,29 + \$55.650,00 + \$20.000,00$$

$$Inversión Inicial = \$88.370,47$$

El análisis de flujos de caja es una herramienta fundamental en la evaluación financiera de cualquier proyecto o inversión. Los flujos de caja representan las entradas y salidas de dinero a lo largo de un período de tiempo determinado, proporcionando una visión clara de la liquidez y la capacidad del proyecto para generar valor. Este análisis permite estimar la viabilidad financiera, evaluar la rentabilidad y determinar el riesgo asociado con la inversión. Un flujo de caja positivo asegura que el proyecto puede cubrir sus obligaciones financieras, mientras que un flujo de caja negativo puede indicar la necesidad de ajustes en la planificación financiera o en la estrategia operativa. En el presente estudio, se ha realizado un análisis detallado de los flujos de caja proyectados, cuyo desglose completo se encuentra en el anexo 23, proporcionando una visión comprensiva de la evolución financiera esperada para el proyecto.

- Flujo de Caja Año 1

$$Ct = \text{Ingresos de Efectivo} - \text{Gastos de Efectivo} \quad \text{(Ecuación 7).}$$

$$Ct = \$113.892,00 - \$111.159,15$$

$$Ct = \$2.732,85$$

- Flujo de Caja Año 2

$$Ct = \text{Ingresos de Efectivo} - \text{Gastos de Efectivo} \quad \text{(Ecuación 7).}$$

$$Ct = \$113.892,00 - \$111.159,15$$

$$C_t = \$13.816,32$$

- Flujo de Caja Año 3

$$C_t = \text{Ingresos de Efectivo} - \text{Gastos de Efectivo} \quad \text{(Ecuación 7).}$$

$$C_t = \$113.892,00 - \$111.159,15$$

$$C_t = \$13.816,32$$

- Flujo de Caja Año 4

$$C_t = \text{Ingresos de Efectivo} - \text{Gastos de Efectivo} \quad \text{(Ecuación 7).}$$

$$C_t = \$113.892,00 - \$111.159,15$$

$$C_t = \$13.816,32$$

- Flujo de Caja Año 5

$$C_t = \text{Ingresos de Efectivo} - \text{Gastos de Efectivo} \quad \text{(Ecuación 7).}$$

$$C_t = \$113.892,00 - \$111.159,15$$

$$C_t = \$13.816,32$$

- Cálculo del VAN con la ecuación 1.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - I_0$$

$$VAN = -\$88.370,47 + \left(\frac{\$2.732,85}{(1+0,10)^1}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+0,10)^2}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+0,10)^3}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+0,10)^4}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+0,10)^5}\right)$$

$$VAN = -\$88.370,47 + \$2.484,40 + \$11.418,44 + \$10.380,40 + \$9.436,73 + \$8.578,85$$

$$VAN = -\$46.071,63$$

El proyecto o inversión generaría una pérdida neta de \$46.071,63 en términos presentes, según el Valor Actual Neto (VAN) de -\$46.071,63, basándose en los flujos de caja proyectados y una tasa de descuento específica. La inversión no tendría éxito en la recuperación del capital invertido ni en la generación de beneficios suficientes para cubrir el costo del dinero con el tiempo. Un valor de mercado negativo indica que el proyecto no es viable financieramente y los inversores deberían reconsiderar su ejecución o buscar alternativas más rentables.

- Cálculo del TIR con la ecuación 2.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

$$0 = -\$88.370,47 + \left(\frac{\$2.732,85}{(1+TIR)^1}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+TIR)^2}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+TIR)^3}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+TIR)^4}\right) + \left(\frac{\$13.816,32}{(1+TIR)^5}\right)$$

- Calculamos el TIR con una función de Excel

$$TIR = - \%11$$

Como parte del análisis financiero, se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, obteniendo un valor de - 11 %, esto indica que el proyecto generaría una pérdida anual del -11 %. La tasa de retorno es negativa, lo que indica que el proyecto no solo no recupera el capital invertido, sino que además pierde valor con el tiempo. La inversión no es rentable porque la TIR es menor que la tasa de descuento. Un proyecto con un TIR negativo debería descartarse o reevaluarse porque no cumpliría con las expectativas mínimas de rentabilidad.

#### 4.2. Discusión de Resultados

De acuerdo con la identificación de los tipos de plásticos que se disponen en la ciudad de Cuenca, los hallazgos obtenidos en nuestro estudio permitieron identificar la diversidad de plásticos que se adquieren y almacenan en los centros de acopio, para su posterior procesamiento.

Es importante mencionar que el PET es considerablemente utilizado en la fabricación de botellas de bebidas, envases de alimentos y más, esto debido a su transparencia, ligereza y resistencia que posee, y es de consumo masivo. Por otro lado, el HDPE se emplea comúnmente en la producción de botellas de leche, detergentes y aceites, mientras que el LDPE se utiliza en la elaboración de bolsas de plástico, películas y revestimientos. La correcta separación y clasificación de estos plásticos es fundamental para optimizar los procesos de reciclaje y contribuir a la conservación del medio ambiente.

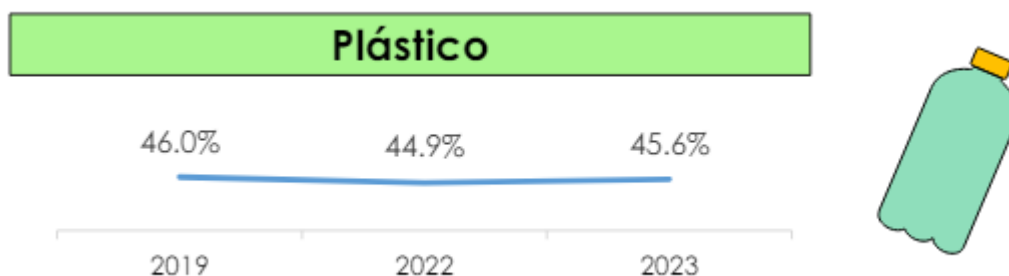
Los datos obtenidos en esta investigación muestran las principales categorías de plásticos comercializadas y su potencial de reciclaje. Destacando el dominio del tereftalato de polietileno

(PET) como el tipo de plástico más adquirido en los establecimientos analizados. Este polímero sintético se caracteriza por su transparencia, ligereza y resistencia mecánica, cualidades que lo convierten en un material idóneo para envases de bebidas y otros productos de consumo masivo.

La gestión adecuada de residuos posterior a su uso es una consideración importante cuando se trata de plástico. Según estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC , 2023), sólo el 45,6% de los hogares ecuatorianos clasifican la basura plástica, lo que representa un problema considerable para el manejo adecuado de estos materiales, como se muestra en la figura 30.

**Figura 30.**

*Porcentaje de plástico que se recicla en los hogares de Ecuador.*



**Fuente:** INEC.

Según (Morán, 2023) , en 2022 en Ecuador se comercializaron alrededor de 20 000 toneladas de productos y envases elaborados a partir de PET. De ese volumen total, se recuperó en el año 2022 un total de 8.800 toneladas aproximadamente, es decir un 44 % aproximadamente. Analizando estos datos junto con nuestro estudio, solo en PET, en tres recicladoras de la ciudad de Cuenca en los primeros tres meses del 2024, se recuperó un total aproximado de 37 toneladas.

De acuerdo con el Departamento Federal de Asuntos Exteriores (DFAE), (2023), en Suiza, a pesar de tener un consumo superior a la media mundial. Este país es citado como un ejemplo en el ámbito del reciclaje, esto debido a la gestión de su sistema de recolección, separación y recuperación de residuos. Pues el país dispone de una infraestructura de alto nivel y los poderes públicos incentivan de manera activa cualquier forma de reciclaje. Del total de plásticos

producidos, el 82 % son botellas de plástico. (Departamento Federal de Asuntos Exteriores (DFAE), 2023)

Tras analizar los datos proporcionados por (House of Switzerland , 2022) sobre Müller Recycling y las tasas de reciclaje de PET en Suiza, hay algunos puntos importantes que merecen ser destacados:

En primer lugar, es importante destacar la excelencia de esta empresa familiar en el tratamiento y recuperación de desechos plásticos. Las estadísticas son evidentes: cada año se clasifican y reciclan 20.000 toneladas de botellas, lo que equivale a más de la mitad del total nacional. Al considerar que Müller Recycling opera a nivel regional, en el cantón de Turgovia, esta tarea logística y de gestión ambiental adquiere aún más relevancia (House of Switzerland , 2022).

No podemos ignorar los impresionantes niveles de reciclaje de PET alcanzados en Suiza en esta misma dirección. Este país es claramente el líder mundial en el uso de este polímero tan común debido a su tasa del 95%, como se observa en la tabla 24. La amplia red de más de 56.000 puntos de recolección en toda Suiza ayuda a esta noble organización colectiva en la separación y clasificación de desechos. Cada año se reciclan unos 200 millones de botellas, lo que corresponde a unas 6.950 toneladas de PET (House of Switzerland , 2022).

#### **Tabla 24.**

*Datos de producción y reciclaje de PET y el porcentaje que se recicla en Suiza y Ecuador.*

<b><i>País</i></b>	<b><i>Producción de PET</i></b>	<b><i>Reciclaje de PET</i></b>	<b><i>% Reciclaje</i></b>
<i>Ecuador</i>	20000 toneladas	8800 toneladas	44 %
<i>Suiza</i>	50000 toneladas	47500 toneladas	95 %

**Fuente:** Elaboración Propia.

Según Plastics Europe (2022), es evidente que Suiza destaca en el reciclaje de los polímeros termoplásticos más importantes. Las cifras alcanzadas en este país son muy satisfactorias, se destaca una impresionante tasa de reciclaje del 95 % en el tereftalato de polietileno (PET). Sin embargo, este país no se limita solamente al PET, también logra tasas muy altas para el polietileno de alta densidad (HDPE) con una tasa de reciclaje del 80 % y el propileno (PP) con una tasa del 70 %. Debido a estos porcentajes Suiza es sin duda un líder a nivel mundial en cuanto a la economía circular de los plásticos.

Por lo contrario, la situación en Ecuador es muy diferente a la situación en Suiza. La tasa de reciclaje del PET, alcanza una cifra del 44 %, lo cual es aceptable, pero todavía hay mucho por mejorar (INEC , 2023). La falta de datos precisos sobre las tasas de reciclaje de otros plásticos como el HDPE y el LDPE es más preocupante. Se cree que estos polímeros se reciclan en cantidades significativas, aunque inferiores a las del PET.

Para poder elaborar los componentes de la bicicleta se necesita de 8 kg para el marco, 1 kg para la montura y 1 kg para el timón. Siguiendo con los datos proporcionados, se necesita un total de 230 botellas o 10 kg para poder producir estos componentes.

En cuanto a la fabricación de cuadros de bicicleta, la creación de la Muzzicycle por Juan Carlos Calabrese Muzzi es un hito en la intersección del arte, la sostenibilidad y la ingeniería. El marco de una bicicleta se construye con aproximadamente 200 botellas PET, lo que desafía las normas tradicionales de fabricación de bicicletas y aborda directamente el problema mundial de los desechos plásticos. Este método innovador demuestra cómo se pueden convertir los materiales considerados desechables en productos útiles y visualmente atractivos (Ecoinventos , 2022).

El proceso de producción de Muzzicycle implica trocear, triturar y endurecer los desechos antes de inyectarlos en un molde de acero, lo que indica un método de reciclaje sofisticado que podría tener usos además de la fabricación de bicicletas. El plástico PET no solo se recicla, sino que también se vuelve más resistente a la oxidación y a los impactos como resultado de este proceso. El material producido es similar en resistencia a los marcos de bicicleta convencionales, ya que puede soportar un peso entre 60 y 115 kg (Roque, 2018 ).

La resistencia a la oxidación de Muzzicycle es una gran ventaja sobre las bicicletas convencionales, especialmente en ambientes costeros o húmedos donde la corrosión es común. Esta característica puede aumentar la durabilidad y el costo de mantenimiento, lo que podría reducir el costo total de propiedad para los usuarios. La resistencia a los golpes de estas bicicletas sugiere que podrían ser particularmente útiles para uso en ciudades, donde las caídas y los impactos son más comunes (Ecoinventos , 2022).

Desde una perspectiva ambiental, Muzzicycle ofrece una solución innovadora al problema de los residuos plásticos. Cada bicicleta fabricada no solo elimina aproximadamente 200 botellas PET de los desechos, sino que también evita la producción de nuevos materiales para la fabricación de bicicletas. Si se implementara a mayor escala, este enfoque de economía circular podría

reducir significativamente la dependencia de materias primas vírgenes y reducir la huella de carbono asociada con la producción de bicicletas (Roque, 2018 ).

Sin embargo, es importante considerar los desafíos potenciales asociados con este tipo de innovación. La producción a gran escala de bicicletas como la Muzzicycle requeriría un suministro constante y considerable de botellas PET, lo que podría plantear desafíos logísticos. Además, la durabilidad a largo plazo de estos marcos de plástico reciclado en comparación con los materiales tradicionales como el acero o el aluminio aún está por determinarse completamente.

No se debe subestimar el aspecto artístico de la Muzzicycle. Calabrese Muzzi ha creado un producto que cumple un propósito práctico y también sirve como una declaración visual sobre el potencial creativo y la sostenibilidad de los materiales reciclados. Esto podría inspirar a otros artistas y diseñadores a explorar nuevas formas de incorporar materiales reciclados en sus obras, fomentando una mayor conciencia ambiental en las industrias creativas.

La Muzzicycle es un ejemplo fascinante de cómo la creatividad artística y la conciencia ambiental pueden conducir a soluciones que abordan múltiples desafíos al mismo tiempo. Calabrese Muzzi no solo ha creado un producto único, sino que también ha abierto nuevas vías para pensar sobre el reciclaje, el diseño sostenible y la fabricación responsable al convertir los desechos en un medio de transporte funcional y atractivo. El éxito y la adopción de ideas como Muzzicycle podrían tener un impacto significativo en la industria de las bicicletas, la gestión de desechos plásticos y el desarrollo de productos más sostenibles.

La innovación de Calabrese Muzzi con la Muzzicycle sentó las bases para un método de fabricación de bicicletas utilizando plástico reciclado. Aunque la descripción inicial del proyecto Muzzicycle no detallaba exhaustivamente la maquinaria empleada, los proyectos subsecuentes que se basaron en este diseño han proporcionado información más específica sobre la tecnología involucrada en el proceso. Es importante señalar que esta maquinaria, aunque no se mencionó explícitamente en el caso de Muzzi, es fundamentalmente la misma que se utilizó en su proyecto original.

El proceso de fabricación comienza con trituradoras industriales, diseñadas para procesar botellas PET y otros plásticos reciclables. Estas máquinas reducen el plástico a partículas finas de tamaño uniforme, un paso crucial para garantizar la calidad del producto final. Aunque no se mencionó en la descripción original de la Muzzicycle, este paso es esencial para preparar el material para su posterior procesamiento. Después de la trituración, el plástico pasa por sistemas

de lavado y secado. Estos sistemas eliminan contaminantes y preparan el material para el siguiente paso del proceso. La limpieza adecuada del plástico reciclado es fundamental para mantener la integridad estructural del marco de la bicicleta.

La tecnología de extrusión juega un papel crucial en el proceso. Los extrusores utilizados están diseñados para manejar las propiedades específicas del plástico reciclado, incorporando controles de temperatura precisos y sistemas de desgasificación para eliminar impurezas volátiles. Este paso es vital para transformar el plástico triturado en una masa homogénea que pueda moldearse. El moldeo por inyección es otra parte fundamental del proceso. Las máquinas de moldeo por inyección se utilizan para dar forma al marco de la bicicleta, aplicando presión y temperatura controladas para lograr la forma y resistencia deseadas. Aunque no se detalla en la descripción original de Muzzi, este paso es esencial para producir los marcos de las bicicletas.

Es importante destacar que, aunque estos detalles técnicos no se mencionaron explícitamente en la descripción inicial del proyecto Muzzicycle, son componentes esenciales del proceso de fabricación que Muzzi desarrolló. Los proyectos posteriores han arrojado luz sobre estos aspectos técnicos, permitiéndonos comprender mejor la complejidad y sofisticación del proceso original de Muzzi.

El análisis de esta maquinaria y los procesos asociados proporciona una base tecnológica sólida para nuestro propio proyecto, permitiéndonos apreciar plenamente la innovación de Muzzi y considerar cómo podemos aplicar y posiblemente refinar estos métodos en nuestro trabajo.

Por ello, se ha hecho un análisis exhaustivo de la tecnología e insumos necesarios para la fabricación de partes de bicicleta a partir de plástico reciclado, la investigación llevada a cabo por Aguirre et al. (2019) representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones sostenibles para la industria del ciclismo. Los autores se centraron en el aprovechamiento del tereftalato de polietileno (PET) como materia prima principal para la construcción del cuadro de la bicicleta, requiriendo 8 kilogramos de este material reciclado.

A pesar de ello, es importante mencionar que no todos los componentes de la bicicleta fueron fabricados con plástico reciclado. En el caso específico del timón, los investigadores optaron por emplear acero, debido probablemente a las exigencias de resistencia y durabilidad que este componente requiere. Por otra parte, desafortunadamente en este estudio no proporciona detalles acerca del material utilizado en la fabricación de la montura, dejando así una interrogante abierta para una futura investigación.



No obstante, uno de los aspectos más destacables del trabajo de Aguirre et al. (2019) et al. es la capacidad de carga que tiene la bicicleta, pues está diseñada para soportar hasta 90 kg de peso. Esto nos demuestra que los componentes fabricados con plástico reciclado pueden cumplir con los estándares de resistencia necesarios para el uso de la bicicleta, esto sin comprometer la seguridad del ciclista. De igual manera, los autores han considerado que la vida útil de la bicicleta es de 15 años, convirtiéndola en una opción rentable y duradera a largo plazo. Este tiempo de vida útil contribuye a reducir la necesidad de reemplazar continuamente las bicicletas convencionales, disminuyendo de gran manera la generación de desechos y promoviendo un modelo de economía circular.

Tras analizar detenidamente el estudio de Aguirre et al. (2019) acerca de la maquinaria requerida para la elaboración de la bicicleta ReBike a partir de PET reciclado, varios aspectos merecen ser destacados, pues los autores detallan cada una de las cinco máquinas fundamentales para el proceso, desde la trituración inicial hasta la inyectora final, evidenciando un amplio conocimiento técnico.

En este sentido, cada máquina cumple un papel específico, pero conectado con la cadena productiva. Mencionan en el estudio que se necesita de una trituradora, pues esta fragmenta el PET en material manejable, de igual manera se necesita de una lavadora y secadora, pues están eliminando las impurezas y la humedad residual que se encuentre en el plástico triturado. Posteriormente, la mezcladora permite la obtención de materia prima homogeneizada lista para ser moldeada. Finalmente, utilizando esta materia prima homogeneizada, la inyectora da forma final a los componentes de la bicicleta.

Es interesante notar las diferencias de nuestro estudio con respecto al enfoque descrito en la investigación de Aguirre et al. (2019). Pues en nuestro estudio al optar por prescindir de secadoras industriales, se ha optado por soluciones más manuales y accesibles, como el secado natural. Si bien esto puede implicar mayores esfuerzos en términos de mano de obra, también representa un ahorro significativo de recursos económicos y de viabilidad de nuestro proyecto.

Además, agregar una amoladora para plásticos de mayor tamaño antes de triturarlos es una medida útil e inteligente. En esta fase facilita el procesamiento del plástico al triturarlo y optimiza el ciclo productivo al evitar daños innecesarios a la trituradora que se tiene.

La sustitución de la inyectora tradicional por una extrusora acoplada a moldes específicos puede ser el aspecto más notable en el enfoque de nuestro estudio. Esta decisión técnica demuestra

un conocimiento profundo de los principios fundamentales del conformado de plásticos, lo que permite obtener directamente los componentes y piezas deseados para el producto final.

Estas modificaciones y adaptaciones a la línea de maquinaria muestran una innovación económica valiosa en su conjunto. Su estudio demuestra cómo es posible desarrollar procesos de reciclaje y fabricación de productos plásticos a partir de recursos y capacidades locales al priorizar soluciones prácticas, funcionales y económicamente accesibles. Esto resulta crucial, pues la fabricación de productos complejos como las bicicletas a partir de materiales reciclados como PET, implica numerosos retos.

Es importante resaltar que el uso que se le dé al plástico reciclado en la fabricación de bicicletas no solo implica impactos ambientales positivos, sino que también presenta una oportunidad económica y social. Pues al aprovechar los residuos plásticos y transformándolos en productos de alto valor, se generan empleos y se fomentan prácticas sostenibles dentro de la comunidad.

Por otra parte, en el estudio de Aguilar y López (2018) proporciona una descripción detallada y técnica de los procedimientos y equipos necesarios para fabricar el cuadro de bicicleta Muzzicycle hecho de plástico PET reciclado. Este método es un ejemplo innovador y sostenible en la industria del reciclaje y la fabricación de bicicletas, destacando la combinación de tecnología avanzada y conciencia ambiental.

La producción del cuadro de bicicleta Muzzicycle requiere el uso de una variedad de maquinarias específicas que permiten convertir el PET reciclado en un producto de alta calidad. Las trituradoras son cruciales para reciclar el plástico PET utilizado en la fabricación de los cuadros. Estas máquinas descomponen el plástico en pequeñas partículas, lo que lo prepara para el proceso de moldeo por inyección. Para garantizar la calidad del producto final y optimizar el proceso de producción, la eficiencia de las trituradoras es esencial para reducir el tamaño del material.

Para llevar a cabo la inyección del plástico reciclado en el molde, se emplea una Máquina de Inyección Haitian plastics machinery MA 24000 II. Esta maquinaria es esencial para el proceso de moldeo por inyección porque aplica la presión y el calor necesarios para que el PET fundido fluya correctamente dentro del molde, lo que permite la producción de cuadros de bicicleta uniformes y de alta resistencia.

De igual manera, el molde de inyección de acero PHX superclean, que mide 1006 x 430 x 38.1 mm, es uno de los componentes clave de este proceso. Debido a que define la forma y las características estructurales del cuadro, este molde es esencial para asegurar que el material plástico tenga la forma y la resistencia necesarias para su uso en una bicicleta.

Además del moldeo, el proceso de fabricación también requiere un Estibador Hidráulico manual, marca JR, con capacidad de 2 toneladas. Este equipo facilita el manejo y transporte de los materiales y componentes dentro de la planta de producción, garantizando que se mantenga la eficiencia y seguridad en el flujo de trabajo.

Una vez que se ha moldeado el cuadro, se debe ensamblar la bicicleta, lo que requiere un kit de herramientas de ensamblaje para bicicletas. Este kit, que consta de 36 piezas (referencia Point 29267501), brinda las herramientas necesarias para montar y ajustar todos los componentes de la bicicleta, asegurando que el producto final sea funcional y seguro para el usuario.

El estudio de Aguilar & López, (2018) destaca el uso de maquinaria especializada cuando se fabrican cuadros de bicicleta hechos de plástico PET reciclado. Cada una de las máquinas mencionadas juega un papel importante en la transformación del material reciclado en un producto final que no solo cumple con los estándares de calidad, sino que también ayuda a reutilizar los materiales plásticos que de otro modo podrían terminar en los vertederos, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental. Esta investigación examina cómo la tecnología, la sostenibilidad y la producción industrial interactúan, brindando una perspectiva completa del proceso de fabricación de bicicletas en el contexto de la economía circular.

En la tabla 25 se presenta las máquinas usadas en el estudio de Aguirre et al. (2019), Aguilar & López (2018) y las máquinas usadas en nuestro estudio para el procesamiento del plástico hasta obtener piezas de bicicleta de plástico.

**Tabla 25.**

*Máquinas usadas en el estudio de Aguirre et al. (2019), Aguilar y López (2018) y nuestro estudio, para el procesamiento del plástico.*

<b>PROCESO</b>	<b>AGUIRRE ET AL. (2019)</b>	<b>AGUILAR &amp; LÓPEZ (2018)</b>	<b>NUESTRO ESTUDIO</b>
<b>LAVADO</b>	Lavadora	N/A	N/A
<b>SECADO</b>	Secadora	N/A	N/A

<b>TRITURADO</b>	Trituradora Mezcladora	Trituradora	Amoladora Trituradora
<b>INYECCIÓN/EXTRUSIÓN</b>	Inyectora	Máquina de Inyección Haitian plastics machinery MA 24000 II.	Extrusora
<b>MOLDEADO</b>	N/A	Molde de inyección de acero PHX superclean, 1006 x 430 x 38.1 mm	Moldes
<b>ENFRIADO</b>	N/A	N/A	Tanque de Agua

**Fuente:** Elaboración Propia.

Finalmente, con la estimación del costo de fabricación de partes de bicicleta a partir de los tipos de plásticos identificados, se deben considerar varios factores, como el costo de las materias primas, los procesos de fabricación y los costos asociados a la mano de obra, energía y más. Es por ello que se ha implementado el costo basado en actividades (ABC) para estimar los costos de la fabricación de componentes de bicicletas hechos de plástico reciclado. Este enfoque de asignación de costos indirectos que se basa en el seguimiento de actividades es una herramienta analítica poderosa que va mucho más allá de los sistemas de asignación de costos convencionales. El ABC proporciona una visión precisa y completa de la verdadera estructura de costos involucrada al calcular el costo real de cada componente plástico en función de los recursos efectivamente consumidos en su producción.

Después de usar el costeo basado en actividades (ABC) para calcular el costo de fabricación de cada pieza plástica, es lógico que el siguiente paso sea calcular el precio total de una bicicleta completa lista para su uso.

La estrategia de combinar los propios componentes plásticos reciclados con otros componentes disponibles en el mercado es una estrategia práctica e inteligente. Aunque el objetivo final es crear bicicletas completamente hechas de materiales reciclados, es comprensible que en las primeras etapas se requieren componentes comerciales para construir unidades funcionales. Sin embargo, cuando se trata de calcular el precio de venta total de las bicicletas híbridas, es crucial mantenerse alerta. Además de sumar el costo de las partes plásticas recicladas según el ABC, deberán incluir los costos de adquisición de los componentes comerciales, los costos de

ensamblaje, los costos de transporte y el margen de utilidad deseado, entre otros rubros pertinentes.

Es por ello por lo que se ha realizado una búsqueda en el mercado de cada pieza de la bicicleta y posterior ensamblaje para poder tener un precio final de la bicicleta. En la tabla 26 podemos observar los precios de cada uno de los componentes.

**Tabla 26.**

*Costos asociados a cada una de las partes de la bicicleta y su ensamblaje.*

<b>Componente</b>	<b>Marca</b>	<b>Costo</b>
<b>Asiento</b>	N/A	\$ 76,47
<b>Cuadro</b>	N/A	\$ 130,02
<b>Timón</b>	N/A	\$ 76,47
<b>Componentes Varios</b>	N/A	\$ 12,00
<b>Manubrio</b>	BICICUENCA	\$ 5,00
<b>KIT de Frenos</b>	HAWK	\$ 40,00
<b>KIT de Ejes</b>	FAT BIKE	\$ 20,00
<b>KIT de Transmisión</b>	SKILLFULL	\$ 97,00
<b>Suspensión</b>	RAPTOR	\$ 22,00
<b>Pedales</b>	NECO	\$ 4,00
<b>Aro</b>	HAWK	\$ 12,00
<b>Llantas</b>	CHAOYANG	\$ 13,00
<b>Mano de Obra</b>	N/A	\$ 50,00
<b>Ganancia 20 %</b>		\$ 111.59
<b>Total</b>		\$669.55

**Fuente:** Bici Cuenca Shop.

Examinando el precio total de \$669,55 para una bicicleta híbrida con componentes plásticos reciclados, es notable que se haya logrado un precio competitivo para un producto de estas características, especialmente considerando que aún está en una etapa inicial de producción a pequeña escala, cabe destacar que el precio solo es una proyección, por lo que puede variar. Este costo es prometedor porque existe un claro potencial para reducirlo significativamente a medida que pueden optimizar los procesos productivos y aprovechar costos al por mayor en la adquisición de componentes o de igual manera hacer otros componentes de plástico reciclado, así se ahorrarían costos y la bicicleta sería aún más amigable y sostenible con el medio ambiente.

Se ha podido identificar algunos casos de producción de bicicletas a partir de plástico reciclado, el principal y el que todos se han basado, Muzzicycle en Brasil, aunque se distribuye a lo largo del mundo, de igual manera el estudio de Aguirre et al. (2019) en Lima, Perú con su proyecto de ReBike, Eco Muévete Seguro en Medellín, Colombia y la iniciativa de Iqus (2024) en Colonia, Alemania. Estas iniciativas nos ofrecen un panorama fascinante sobre las diversas aproximaciones al desarrollo de bicicletas sostenibles utilizando plásticos reciclados. Cada enfoque presenta sus propias particularidades y enseñanzas valiosas: Por su parte, la empresa Muzzicycles ha desarrollado una gama diversificada de bicicletas, adaptadas a las características físicas específicas de los ciclistas. Esta estrategia de producción se basa en dos parámetros principales: el peso y la altura del usuario.

En cuanto al peso del ciclista, Muzzicycles ofrece dos variantes de cuadros:

- Un modelo con un cuadro de 5,5 kg, diseñado para ciclistas con un peso de hasta 110 kg.
- Un modelo más robusto con un cuadro de 6,5 kg, capaz de soportar ciclistas con un peso de hasta 140 kg.

(Muzzicycles, 2024).

Respecto a la altura del usuario, la empresa ha establecido una correlación entre la estatura del ciclista y el tamaño del aro de la bicicleta, siguiendo estas especificaciones:

- Para ciclistas con una estatura entre 1,40 m y 1,55 m: se recomienda un aro de 24 pulgadas.
- Para ciclistas con una estatura entre 1,55 m y 1,78 m: se recomienda un aro de 26 pulgadas.
- Para ciclistas con una estatura superior a 1,85 m: se recomienda un aro de 29 pulgadas.

(Muzzicycles, 2024)

Esta diversificación en la oferta de productos demuestra el compromiso de Muzzicycles por proporcionar soluciones de movilidad adaptadas a las necesidades específicas de cada usuario, optimizando así el rendimiento y la comodidad del ciclista.

En cuanto a los materiales que esta empresa usa, Muzzicycles demuestra un enfoque innovador y sostenible en la fabricación de sus bicicletas, utilizando una variedad de materiales reciclados

en la composición de sus cuadros. La empresa emplea una gama diversa de polímeros y compuestos, lo que refleja un compromiso con la economía circular y la reducción del impacto ambiental. Los materiales utilizados incluyen:

- Polipropileno: Un termoplástico versátil conocido por su resistencia y durabilidad.
- Poliestireno: Un plástico ligero con buenas propiedades de aislamiento.
- Nylon: Un polímero sintético que aporta fuerza y flexibilidad.
- PET (Politereftalato de etileno): Comúnmente usado en botellas de plástico, ofrece resistencia y ligereza.
- Polietileno: Un plástico común con buena resistencia química y al impacto.
- Polialuminio Tetrapack: Un material compuesto que combina plástico y aluminio, frecuentemente utilizado en envases de bebidas.

(Muzzicycles, 2024)

Además de estos materiales principales, Muzzicycles indica que también incorpora otros tipos de plásticos reciclados en sus diseños. Un aspecto destacable de su proceso de fabricación es la capacidad de variar la cantidad de material reciclado que compone cada cuadro. Esta flexibilidad en la composición permite a la empresa optimizar las propiedades del producto final, equilibrando factores como la resistencia, el peso y la sostenibilidad.

La utilización de una mezcla tan diversa de materiales reciclados no solo contribuye a la reducción de residuos plásticos, sino que también permite a Muzzicycles experimentar con diferentes combinaciones para lograr las características deseadas en sus bicicletas. Este enfoque innovador en la selección y aplicación de materiales reciclados posiciona a Muzzicycles como un pionero en la industria de la fabricación sostenible de bicicletas, demostrando que es posible crear productos de alta calidad y rendimiento utilizando materiales que de otro modo podrían terminar en vertederos o en el medio ambiente.

En cuanto a los costos, la estrategia de precios y distribución de Muzzicycles refleja su posicionamiento como un producto de calidad en el mercado de bicicletas sostenibles. El precio aproximado de \$ 435, sitúa a estas bicicletas en un segmento de mercado medio-alto. Este precio sugiere que Muzzicycles apunta a consumidores conscientes del medio ambiente que están dispuestos a invertir en un producto duradero y sostenible.

La capacidad de producción de Muzzicycles, que alcanza las 140,000 bicicletas al año, indica una operación a escala industrial significativa. Este volumen de producción no solo refleja la

demanda sustancial de sus productos, sino también la eficiencia de sus procesos de fabricación utilizando materiales reciclados.

En cuanto a la distribución, Muzzicycles ha establecido una presencia global impresionante en América Latina, América del Norte y Europa, esto por una fuerte cultura ciclista en muchos países, una creciente conciencia ambiental y preferencia por productos sostenibles. La distribución global de Muzzicycles, con un enfoque particular en el mercado europeo, demuestra la capacidad de la empresa para competir a nivel internacional. Esto es especialmente impresionante considerando que se trata de un producto innovador fabricado con materiales reciclados.

Por otro lado, el estudio de mercado realizado por Eco Muévete Seguro para su proyecto de bicicletas con cuadros RPET, inspirado en la tecnología de Muzzicycles, proporciona información importante sobre la viabilidad y el potencial de este producto en el mercado nacional. Se realizó el estudio en el año 2018 y hoy en día ha sido implementado en Medellín y en San Andrés, Colombia. Este análisis proporcionó una base sólida para la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el lanzamiento del producto que lo hicieron tiempo después (Aguilar & López, 2018).

Un punto importante en el estudio es el precio de lanzamiento propuesto de \$ 250,54. Este precio refleja un posicionamiento en el segmento medio-alto del mercado de bicicletas cuando se toma en cuenta tanto los costos de producción como las referencias de precios nacionales e internacionales. La elección de incluir un margen de utilidad del diez por ciento en los costos y precios de referencia indica una estrategia cautelosa pero potencialmente sostenible en términos financieros (Aguilar & López, 2018).

Un resultado particularmente positivo del estudio es que el 70 % de los participantes del segmento objetivo estarían dispuestos a pagar este precio (Aguilar & López, 2018). Esta alta tasa de aceptación indica que los clientes potenciales ven el producto como valioso. Sugiere que el mercado objetivo comprende y valora las ventajas de una bicicleta hecha con materiales reciclados y está dispuesto a invertir en un producto que combina funcionalidad y sostenibilidad.

La alta disposición de compra al precio propuesto indica que el éxito potencial de este producto podría tener un impacto significativo en el mercado nacional de bicicletas sostenibles. Podría fomentar una mayor innovación en el sector, promover la adopción de prácticas de producción



más sostenibles y posiblemente tener un impacto en las políticas públicas sobre la movilidad urbana y el reciclaje.

El estudio de mercado Eco muévete seguro, que analiza el potencial de su bicicleta basada en cuadros RPET, muestra un futuro prometedor. Con una aceptación del 70% en el segmento objetivo y un precio propuesto de \$250,54, se sugiere que existe un mercado viable para este producto innovador y sostenible (Aguilar & López, 2018).

En contraste, para el estudio de mercado de Aguirre et. Al (2019), han estudiado el precio de bicicletas de diferentes competidores en Lima, Perú. También se ha tomado en cuenta cada uno de los procesos y los materiales en la producción de su bicicleta REBike. Es por ello que han establecido el precio de sus modelos de bicicleta en \$ 120,06 a \$ 133,40. Han hecho diferentes análisis para fijar el precio de su producto con el objetivo de llegar al mercado objetivo con una relación precio/calidad que cumplan con las expectativas del cliente e inclusive sobrepasar dichas expectativas (Aguirre, Camargo, Cceccaño, & Checya, 2019).

Por otro lado, el RCYL By Igus, que cuesta \$1279,42 aproximadamente, es el lado opuesto de estos proyectos. El precio alto se debe a su enfoque en la innovación y el uso de plásticos de alta calidad con un alto porcentaje de contenido reciclado. El peso total de la bicicleta está entre los 17 kg y tiene una capacidad de carga de 150 kg. El hecho de que ya tengan 1500 reservas para la compra de estas bicicletas indica que hay un nicho de mercado dispuesto a pagar más por productos tecnológicamente avanzados y altamente sostenibles (IGUS , 2024).

Por otra parte, en nuestro estudio con un costo estimado de \$669,55 por bicicleta, nuestro proyecto se encuentra en un punto medio. Combinando la fabricación local de componentes plásticos reciclados con componentes adquiridos en el mercado en la ciudad de Cuenca, se logra un balance entre sostenibilidad, innovación y accesibilidad. Este método híbrido puede ser muy atractivo para los consumidores conscientes del medio ambiente y por tal razón sensibles al precio.

Estos cambios tan notables en los precios y las estrategias destacan la complejidad del mercado de productos sostenibles. El precio final y la viabilidad comercial dependen en gran medida de factores como el volumen de producción, la calidad de los materiales, la tecnología empleada, los costos laborales locales y las expectativas de los consumidores.

En la tabla 27 podemos observar los precios de mercado de cada una de las bicicletas hechas a partir de plástico reciclado en distintas partes del mundo.

**Tabla 27.**

Precios de mercado de diferentes proyectos de bicicletas hechas a partir de plástico reciclado.

<b>Proyecto</b>	<b>Ciudad, País</b>	<b>Precio</b>
<i>ReBike</i>	Lima, Perú	\$ 120,06 - \$ 133,40
<i>Eco-muévete Seguro</i>	Medellín, Colombia	\$ 250,20
<i>Muzzicycles</i>	Curitiba, Brasil	\$ 435,00
<i>Nuestro</i>	Cuenca, Ecuador	\$ 669.55
<i>RCYL By Igus</i>	Colonia, Alemania	\$ 1279,42

**Fuente:** Elaboración Propia.

## CAPÍTULO V

### 5. Conclusión y Recomendación

#### 5.1. Conclusión

El estudio realizado ha demostrado que la fabricación de componentes de bicicletas a partir de plástico reciclado en el territorio local ofrece importantes ventajas en términos de sostenibilidad y crecimiento económico local. Esta iniciativa ofrece una solución innovadora al problema de los residuos plásticos y representa un paso significativo hacia la economía circular en el sector del transporte.

Por lo cual, la identificación completa de los diferentes tipos de plásticos que se encuentran en los centros de acopio de Cuenca es sin duda un hito importante en este proyecto innovador. Este inventario detallado de los recursos locales no solo permite el uso más inteligente y sostenible de los materiales que normalmente se destinarían a contaminar los vertederos, sino que también nos da una imagen precisa del potencial productivo de la región en términos de reciclaje y reutilización.

El estudio ha demostrado una gran variedad de polímeros recuperables. El polietileno de alta densidad (HDPE), que es ideal para crear componentes resistentes, y el propileno (PP), que es versátil, son excelentes para componentes que requieren flexibilidad y durabilidad. Además, se han descubierto cantidades significativas de tereftalato de polietileno (PET), que, aunque normalmente se asocia con envases de bebidas, muestra una potencial aplicación en la fabricación de componentes estructurales de bicicletas.

El análisis exhaustivo de los centros de acopio de Cuenca ha revelado información importante sobre la composición de los desechos plásticos en la zona. Es notable que los tres tipos de polímeros más comunes son tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE).

Esta distribución no es casual; refleja los patrones de consumo y desecho de nuestra sociedad actual. El liderazgo de PET en volumen se debe a su amplia utilización en envases de alimentos y botellas de bebidas. Su preponderancia en los centros de acopio indica un alto consumo de productos envasados y una creciente conciencia de la necesidad de reciclar este material.

El plástico versátil llamado polietileno de alta densidad (HDPE), que se encuentra segundo en la lista, es ampliamente utilizado en productos como botellas de leche, detergentes y champús. La

resistencia de este polímero lo convierte en un material ideal para su reutilización en la fabricación de distintas partes de bicicleta que requieran durabilidad.

El LDPE, aunque menos común que el PET y HDPE, sigue siendo importante. Bolsas plásticas y otros envases flexibles lo utilizan porque es flexible y resistente. Aunque su uso directo en componentes de bicicletas puede ser limitado, su presencia permite su uso en mezclas o como material complementario en ciertos procesos de fabricación.

La prevalencia de PET, HDPE y LDPE en los centros de acopio de Cuenca brinda una base sólida para el desarrollo de una industria que fabrica componentes de bicicletas hechos de plástico reciclado. Sin embargo, el éxito de esta iniciativa dependerá de la capacidad de los investigadores y fabricantes para adaptar sus procesos a esta distribución específica de materiales, así como de su capacidad para innovar en el uso de estos plásticos en aplicaciones dentro de la industria ciclista que podrían no ser tradicionales.

Se ha explorado la viabilidad de utilizar plástico reciclado en la fabricación de componentes para bicicletas, arrojando resultados prometedores en términos de resistencia y durabilidad. No obstante, es importante señalar que la investigación ha revelado áreas de oportunidad para futuros desarrollos en este campo. A la luz de nuestros hallazgos, se recomienda enfáticamente la realización de pruebas adicionales con otros tipos de plásticos reciclados, específicamente el polipropileno (PP).

De igual manera, es esencial realizar diversos análisis para determinar la proporción óptima de los diferentes tipos de plástico en la fabricación del marco de la bicicleta. Estos estudios son cruciales para garantizar que el producto final cumpla con todas las normativas técnicas y estándares de calidad, asegurando al mismo tiempo la durabilidad, resistencia y seguridad del marco. Este enfoque nos permitirá optimizar el rendimiento del material y ofrecer bicicletas que satisfagan plenamente las exigencias del mercado.

El PP y el HDPE ofrecen una combinación de ligereza, resistencia al impacto y durabilidad que podría superar las ya notables propiedades del PET en este contexto específico. Además, estos plásticos presentan una mayor facilidad de procesamiento y moldeo, lo que podría traducirse en procesos de fabricación más eficientes y económicos. La exploración de estos materiales alternativos no solo podría mejorar el rendimiento y la longevidad de los componentes de bicicletas, sino que también ampliaría el espectro de plásticos reciclables utilizables en esta aplicación, contribuyendo así a una economía circular más robusta en la industria del ciclismo.

Por otra parte, la evaluación exhaustiva de la tecnología e insumos necesarios para la fabricación de componentes de bicicleta a partir de plásticos reciclados ha revelado un panorama complejo, pero no exento de oportunidades. Este análisis detallado nos ayuda a imaginar un futuro en el que la innovación local y la sostenibilidad se combinan en la industria ciclista.

Es innegable que la creación de componentes funcionales de bicicletas a partir de desechos plásticos requiere una infraestructura tecnológica específica. Por ejemplo, las trituradoras son necesarias para reducir el plástico recolectado a un tamaño que sea manejable para su posterior procesamiento. Las extrusoras son esenciales para homogeneizar el material y generar perfiles que pueden ser moldeados. Claramente, los moldes son el núcleo del proceso de fabricación, ya que dan forma a los componentes.

Aun así, lo verdaderamente fascinante de este estudio es cómo ha demostrado que es posible adaptar y optimizar estos procesos para que sean viables en un lugar como Cuenca. No se trata simplemente de replicar técnicas industriales a gran escala e importar tecnología de punta. Por el contrario, la tecnología aplicada ha sido mucho más adaptable a nuestro espacio y recursos.

La decisión de utilizar métodos más artesanales en ciertas etapas del proceso es un excelente ejemplo de esta adaptabilidad. Por ejemplo, el lavado manual de los plásticos recolectados podría parecer ineficiente a primera vista. Sin embargo, esta decisión demuestra una comprensión profunda de las circunstancias económicas. En esta etapa del proyecto, no solo se aprovecha la mano de obra disponible, creando empleos en el proceso, sino que también se evita la necesidad de invertir en costosos sistemas automatizados de lavado que podrían no ser económicamente viables.

De manera similar, la decisión del secado natural aprovecha las condiciones climáticas que se puede tener en la ciudad, lo que reduce significativamente los costos energéticos asociados con el secado artificial. Este tipo de decisiones no solo hacen el proceso más económico, sino que también reducen la huella de carbono en el ciclo de producción.

Otro aspecto importante del estudio es la necesidad de maquinaria necesaria. En lugar de sugerir la adquisición de equipos industriales de última generación, se ha considerado la posibilidad de buscar alianzas con empresas que ya tengan esta tecnología y así adaptar y modificar la maquinaria existente. Por ejemplo, se ha estudiado cómo se pueden adaptar las extrusoras utilizadas en la industria plástica convencional para trabajar con materiales reciclados, que con frecuencia tienen mayor variabilidad en sus propiedades.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este camino presenta desafíos. La variabilidad de la calidad de los plásticos reciclados sigue siendo un problema importante. Aunque el enfoque manual genera más trabajo, los procesos de clasificación pueden requerir tecnologías más avanzadas para garantizar la consistencia en la calidad del producto final. Además, los componentes fabricados con estos métodos aún deben pasar por rigurosas pruebas de resistencia y rendimiento. Será necesario crear protocolos de control de calidad adaptados a estas nuevas formas de producción, lo que podría requerir la adquisición de equipos adicionales para pruebas y análisis.

La evaluación de la tecnología e insumos requeridos para fabricar partes de bicicletas a partir de plásticos reciclados en Cuenca ha revelado un camino viable, aunque no exento de desafíos. Según el estudio, es posible establecer una cadena de producción que no solo sea económicamente viable, sino también sostenible y adaptada a las circunstancias locales mediante un enfoque creativo y pragmático.

La implementación del método de costeo basado en actividades (ABC) para estimar los costos de fabricación de cada componente plástico de la bicicleta ha revelado la viabilidad económica del proyecto, brindando una perspectiva detallada y realista de su estructura financiera. Este método meticuloso no solo simplifica los costos complejos, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas.

El análisis ABC ha permitido identificar con precisión los principales generadores de costos en cada etapa de la producción al desglosar el proceso de fabricación en actividades específicas. Todos los pasos del proceso, desde la recolección y clasificación inicial de plásticos reciclados hasta los procesos finales de moldeo y acabado, han sido examinados para evaluar su impacto en el costo total.

La variabilidad de los costos entre varios componentes ha sido un hallazgo particularmente interesante. Se ha observado, por ejemplo, que componentes como el timón y la montura, que requieren menos complejidad en su fabricación, presentan una estructura de costos más favorable para la producción local. Por otro lado, componentes más técnicos, como el cuadro de la bicicleta, tienen costos más altos, principalmente debido a los procesos de moldeo más precisos y los controles de calidad más rigurosos.

El estudio también reveló áreas potenciales de optimización. Por ejemplo, se ha descubierto que los procesos de lavado y secado requieren una gran cantidad de tiempo y mano de obra, a pesar

de ser relativamente económicos debido al método manual y natural utilizado. Esto indica que las futuras inversiones en tecnologías de automatización parcial para estos pasos podrían mejorar significativamente la eficiencia y disminuir los costos a largo plazo.

El análisis ABC también ha destacado la importancia de la escala de producción. Se ha observado que cuando los volúmenes de producción son bajos, ciertos costos fijos, como los relacionados con la configuración de maquinaria y el diseño de moldes, tienen un impacto significativo en el costo unitario. Esto indica que aumentar la escala de producción puede reducir significativamente los costos, lo que hace que más componentes sean viables para la fabricación local.

El método de costeo ABC ha demostrado ser una herramienta esencial para abordar la complejidad económica de este proyecto innovador. Ha proporcionado una visión clara de la estructura de costos actual y una hoja de ruta para optimizaciones y decisiones estratégicas en el futuro. Finalmente, este análisis de costos detallado confirma la viabilidad del proyecto y sienta las bases para su escalabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Esto demuestra que es posible crear un modelo de negocio que no solo sea rentable, sino que también contribuya significativamente a la economía circular y al desarrollo sostenible de la región mediante una gestión estratégica y una planificación cuidadosa.

El precio final estimado de una bicicleta completa es de \$669.55, aunque es más alto que algunos modelos convencionales, pero sigue siendo competitivo debido a su ingenio y sostenibilidad. A medida que se escala la producción y se optimizan los procesos, este costo también puede reducirse significativamente.

Aunque el análisis financiero muestra que el proyecto no es rentable, con un VAN de -\$46.071,63 y una TIR de -11%, esto no significa que deba ser descartado de inmediato. Es posible explorar alternativas que mejoren su viabilidad, como la optimización de los procesos productivos para reducir costos, o incrementar la producción de bicicletas, lo que podría generar economías de escala y mayores ingresos. También sería útil revisar la estrategia de marketing o la diversificación de productos para captar nuevos mercados y mejorar los resultados financieros.

En conclusión, este estudio demuestra que la fabricación de componentes de bicicletas a partir de plástico reciclado en Cuenca es técnicamente viable, aunque económicamente no. El proyecto sienta las bases para un modelo de producción circular que podría revolucionar la industria de la movilidad sostenible a nivel local y potencialmente expandirse a otras regiones. Sin embargo,

existen desafíos por superar, especialmente en términos de optimización de costos y escalabilidad. Este método no solo ayuda a reducir el problema de los desechos plásticos, sino que también fomenta la creatividad local, crea puestos de trabajo verdes y fomenta métodos de transporte más ecológicos. El futuro éxito de esta iniciativa dependerá de la innovación constante, la cooperación entre los diversos actores del ecosistema y la habilidad de adaptar el modelo a las demandas del mercado y las circunstancias socioeconómicas locales.

Los resultados obtenidos permiten el desarrollo de investigaciones y proyectos piloto que podrían cambiar la forma en que pensamos y fabricamos los distintos medios de transporte. Esta propuesta exitosa podría servir como modelo para otras áreas, impulsando un cambio significativo en la industria manufacturera hacia prácticas más respetuosas con el medio ambiente y sostenibles. Sin embargo, es fundamental reconocer que todavía hay mucho trabajo por hacer. La transición hacia un modelo de producción basado en materiales reciclados requerirá la cooperación estrecha entre investigadores, fabricantes y autoridades locales. Para asegurar la viabilidad a largo plazo de esta iniciativa, será necesario abordar desafíos técnicos, logísticos y regulatorios.

La producción sostenible de bicicletas con plásticos reciclados está en marcha. Ahora el desafío radica en convertir estos hallazgos en prototipos funcionales y, eventualmente, en productos comercialmente viables que no solo cumplan con los estándares de calidad y seguridad, sino que también contribuyan a reducir el impacto ambiental de la industria del transporte. El siguiente paso será, sin duda, llevar a cabo proyectos piloto para poner a prueba estos descubrimientos en condiciones de producción real. Solo de esta manera podremos confirmar por completo la idoneidad técnica y financiera de este método innovador. La meta de convertir los desechos plásticos en vehículos sostenibles podría impulsar el futuro de la movilidad sostenible en Cuenca y posiblemente en otras ciudades.

## **5.2. Recomendación**

Para desarrollar e implementar sistemas de recolección selectiva más eficientes, se recomienda trabajar en colaboración con las autoridades municipales y los centros de acopio de Cuenca. Esto podría incluir la instalación de contenedores específicos para varios tipos de plástico en lugares estratégicos de la ciudad y la realización de campañas educativas que enseñen a los ciudadanos a clasificar correctamente sus desechos. Se sugiere considerar la posibilidad de establecer incentivos para incentivar la participación ciudadana, como descuentos en servicios municipales o un sistema de puntos de canje por productos sostenibles.



De igual manera se recomienda invertir en investigación y desarrollo continuo para aumentar la eficiencia y reducir los costos en la fabricación de componentes de bicicletas. Esto podría implicar trabajar junto con instituciones académicas locales para investigar nuevas formas de procesar plástico reciclado. Se sugiere también considerar la posibilidad de automatizar algunas etapas del proceso, como el lavado y secado, que actualmente se realizan de forma manual. El uso de tecnologías de monitoreo y control en tiempo real puede ayudar a encontrar fallas y optimizar el flujo de producción.

Por otra parte, se recomienda crear una estrategia de marketing completa que enfatice los beneficios sociales y ambientales de las bicicletas hechas de materiales reciclados. Esto podría incluir colaborar con grupos de ciclistas locales, producir contenido educativo para las redes sociales y exhibir el proceso de fabricación en eventos comunitarios. Además, se recomienda trabajar en asociaciones con empresas y organizaciones gubernamentales para fomentar el uso de estas bicicletas en programas de movilidad sostenible en las ciudades.

Finalmente, establecer un programa para la recuperación y reciclaje de bicicletas después de que se haya terminado su ciclo de vida, lo que cierra el ciclo de los materiales y fortalecerá el compromiso con la sostenibilidad.

Estas recomendaciones podrían fortalecer significativamente el proyecto, aumentando su impacto ambiental, su viabilidad económica y su aceptación en el mercado local e internacional.

## 6. Referencias Bibliográficas

- Adame, R. (2000). *Costeo Basado en Actividades (ABC). Conceptos teóricos y metodología de implementación*. . Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/7673/1/1020130910.PDF>
- Aguilar, D., & López, S. (2018). *BICICLETAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLADO (RPET) EN*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/ab98a3d2-190e-43f2-be7e-47f6338a4e0b/content>
- Aguirre, J., Camargo, D., Cceccaño, L., & Checya, F. &. (2019). *Producción y Comercialización de Bicicletas hechas a base de plástico PET reciclado Rebike*. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2bbf7f97-3b39-49e3-8a00-eae08017139f/content>
- Arce-Bastias, F. (2022). *Beneficios ambientales del reciclaje de residuos plásticos posconsumo para la producción de postes en Mendoza, Argentina*. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/2145/2363>
- Banco de Desarrollo del Ecuador . (2020). *Guía Resumen de Implementación y Gestión del Impuesto 1.5 por mil a los activos totales*. Obtenido de [https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2020/12/6.\\_guia\\_activos\\_totales.pdf](https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2020/12/6._guia_activos_totales.pdf)
- BBVA. (2023). *¿Cómo se recicla el plástico y cuál es su objetivo?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-se-recicla-el-plastico-y-cual-es-su-objetivo/>
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2011). *Principales Técnicas de transformación de plásticos*. Obtenido de Universidad de Alicante: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16895/1/Tema\\_3\\_Bases\\_del\\_procesado\\_de\\_polimeros.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16895/1/Tema_3_Bases_del_procesado_de_polimeros.pdf)
- Bernal, J. (2023). *Termoplásticos: Propiedades y Usos en Diversas Industrias*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/termoplasticos-propiedades-y-usos-en-diversas-industrias>
- Bordón, E. (2012). *Propiedades del plástico*. Obtenido de abc: <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/propiedades-del-plastico-407352.html>
- Castro, Á. (2023). *Moldeo por inyección de plásticos: inyectoras, materiales y tendencias*. Obtenido de <https://www.pt-mexico.com/articulos/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos-principios-y-mejores-practicas>
- Cedillo, A. (2022). *PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA ECO SUSTENTABLES DE INGENIERÍA CIVIL EN EL CIITT*. Obtenido de

<https://www.ucacue.edu.ec/presentacion-de-proyectos-de-investigacion-formativa-eco-sustentables-de-ingenieria-civil-en-el-ciitt/>

CENTROSUR . (2022). *Las tarifas de energía eléctrica no se incrementarán*. Obtenido de <https://www.centrosur.gob.ec/las-tarifas-de-energia-electrica-no-se-incrementaran-en-el-2022/>

Cuenca I. Municipalidad. (2015 ). *Plan de Movilidad y Espacios Públicos*. Obtenido de [https://www.cuenca.gob.ec/system/files/PMEP\\_CUENCA\\_2015\\_tomo\\_I.pdf](https://www.cuenca.gob.ec/system/files/PMEP_CUENCA_2015_tomo_I.pdf)

Departamento Federal de Asuntos Exteriores (DFAE). (2023). *Reciclaje*. Obtenido de <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/es/home/umwelt/natur/recycling.html>

Díaz, C. (2024). *¿Qué es un Inventario ABC?* Obtenido de <https://www.netlogistik.com/es/blog/que-es-un-inventario-abc-ventajas-desventajas-y-ejemplos>

Dirección General de Planificación Territorial. (2022). *Asignación de usos específicos principales en el área urbana y rural de expansión* . Obtenido de <https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/planificacion/dic2022/5.5.%20ASIGNACION%20DE%20USOS%20ESPECIFICOS%20PRINCIPALES%20EN%20EL%20AREA%20URBANA%20Y%20RURAL%20DE%20EXPANSION%20URBANA.pdf>

DKV. (2024). *Tipos de Plásticos: Clasificación y Reciclaje* . Obtenido de <https://dkv.es/corporativo/blog-360/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>

Durán, J. (2010). *Nuevos desarrollos en la modificación y procesamiento del PET con aplicación en envase*. Obtenido de <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/383/1/Jose%20Alberto%20Duran%20Duarte.pdf>

Ecoinventos . (2022). *Muzzicycles: Bicicletas fabricadas con 200 botellas de plástico recicladas*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/muzzicycles-bicicletas-fabricadas-con-200-botellas-de-plastico-recicladas/>

El Universo . (2024). *¿Cuánto sería el valor de la hora de trabajo si se aprueba el contrato por horas en Ecuador?* Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/politica/este-seria-el-valor-de-la-hora-de-trabajo-si-se-aprueba-el-contrato-por-horas-en-ecuador-nota/>

EMAC EP . (2018). *Autores que intervienen actualmente en el servicio de reciclaje*.

EMAC EP. (2022). *Rendición de Cuentas 2022*. Obtenido de <https://emac.gob.ec/wp-content/uploads/2024/05/rendicion-de-cuentas-empresas-2022-VA-REDUCIDO.pdf>

EMAC EP. (2023). *Recolección de Desechos y Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://emac.gob.ec/servicio-de-recoleccion-de-desechos-y-residuos->

solidos/#:~:text=Todos%20los%20d%C3%ADas%2C%20cada%20habitante,la%20EMAC%20EP%20a%202023).

EMOV EP. (2021). *Más de 75.000 vehículos fueron matriculados en Cuenca durante el 2021*. Obtenido de <https://www.emov.gob.ec/2021/10/05/mas-de-75-000-vehiculos-fueron-matriculados-en-cuenca-durante-el-2021/#:~:text=M%C3%A1s%20de%2075.000%20veh%C3%ADculos%20fueron,durante%20el%202021%20%E2%80%93%20EMOV%20EP>

EMOV EP. (2021). *Resumen del Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca año 2021 Cuenca-Ecuador*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/373830159\\_Inventario\\_de\\_Emisiones\\_Atmosfericas\\_del\\_Canton\\_Cuenca\\_2021](https://www.researchgate.net/publication/373830159_Inventario_de_Emisiones_Atmosfericas_del_Canton_Cuenca_2021)

Envaselia . (s.f). *Tipos de Plástico* . Obtenido de Envaselia.

EPA. (2022). *Plastics: Material Specific Data*. Obtenido de <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/plastics-material-specific-data>

Espinoza, A. (2023). *Propiedades de los plásticos*. Obtenido de Gobierno de Canarias: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgoysiv/files/2014/03/3o-ESO-apuntes-de-PLASTICOS.pdf>

ETAPA EP . (2024 ). *Conoce Nuestras Tarifas de Agua Potable y Saneamiento 2024*. Obtenido de <https://www.etapa.net.ec/wp-content/uploads/2024/04/Nuestras-tarifas-de-agua-potable-y-saneamiento-2024.pdf>

Euroinnova . (2022). *Sistema de Transmisión de una Bicicleta* . Obtenido de <https://www.euroinnova.ec/blog/sistema-de-transmision-de-una-bicicleta>

Fernández, A. (2021). *Estudio y Diseño de Cuadros de Bicicleta*. Obtenido de Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/343298/REPORT\\_Alex\\_Esteban.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/343298/REPORT_Alex_Esteban.pdf)

Foundation AQUAE. (2023). *Clasificación de los tipos de plásticos y reciclaje*. Obtenido de Fundacionaquae.

Góngora, J. P. (Octubre de 2014). *Materiales plásticos: Tipos, composición y usos*. Obtenido de Revista Bancomext: [http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la\\_industria\\_del\\_plastico.pdf](http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf)

Guamán, J., Crespo, H., Paltán, C., & Fajardo, J. (2024). *Improvement proposal in the structural system of a 15" R29 rigid mountain bike frame, with fea and geometric optimization*. Obtenido de <https://doi.org/10.17163/ings.n31.2024.09>

- Heinrich Böll. (2023). *Cambio climático y crisis del plástico: no frena, si no acelera*. Obtenido de <https://sv.boell.org/es/2023/10/13/cambio-climatico-y-crisis-del-plastico-no-frena-si-no-acelera>
- House of Switzerland . (2022). *Switzerland leads the way in PET recycling*. Obtenido de <https://houseofswitzerland.org/swissstories/environment/switzerland-leads-way-pet-recycling>
- IGUS . (2024). *Anders Nachhaltig Wartungsarm Recycelt* . Obtenido de [https://rcyl.bike/assets/uploads/broschuere\\_recycelt\\_kunststoff-fahrrad\\_RCYL.pdf](https://rcyl.bike/assets/uploads/broschuere_recycelt_kunststoff-fahrrad_RCYL.pdf)
- INEC . (2023). *Información Ambiental en Hogares 2023*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares/2023/PRIN\\_RESUL\\_INF\\_AMB\\_HOGARES\\_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/2023/PRIN_RESUL_INF_AMB_HOGARES_2023.pdf)
- INFINITIA RESEARCH, S. (14 de Mayo de 2021). *La industria del plástico en México y el mundo*. Obtenido de INFINITIA INDUSTRIAL CONSULTING: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>
- ISO 4210-1:2023. (2023). *Safety requirements for bicycles*.
- ISO-527-1:2019. (2019). *Plastics-Determination of tensile properties*. Obtenido de [https://www.iso.org/obp/ui/?utm\\_source=google&utm\\_medium=ppc\\_paid\\_social&utm\\_campaign=am24-registration&gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjwiOy1BhDCARIsADGvQnCNMXHUK8v4NEWQIKVWks\\_sa5ugxjS9RXZfNFt25i45o1FKdo4KEj8aAhdNEALw\\_wcB#iso:std:iso:527:-1:ed-3:v1:en](https://www.iso.org/obp/ui/?utm_source=google&utm_medium=ppc_paid_social&utm_campaign=am24-registration&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiOy1BhDCARIsADGvQnCNMXHUK8v4NEWQIKVWks_sa5ugxjS9RXZfNFt25i45o1FKdo4KEj8aAhdNEALw_wcB#iso:std:iso:527:-1:ed-3:v1:en)
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., T, T. S., M, M. P., Andrady, A., . . . Lavender, K. (2015 ). *Plastic waste inputs from land into the ocean* . Obtenido de <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 221-232.
- Lau, W., Shiran, Y., Bailey, R., Cook, E., Stuchtey, M., Koskella, J., . . . Linda Godfrey, J. B. (2020). Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science*, 1455-1461.
- Maldonado, S. (2023). *Guía completa del termoformado: funcionamiento, materiales y aplicaciones*. Obtenido de <https://www.plastico.com/es/noticias/guia-completa-del-termoformado-funcionamiento-materiales-y-aplicaciones>
- Mareque, L. (2022). *Partes de la bicicleta ¿Para qué sirven cada una?* Obtenido de <https://blog.segurobici.com.ar/partes-de-la-bicicleta-para-que-sirven-cada-una/>

- Martínez, J. (2023). *Encofrado de plástico reciclado para columnas circulares de hormigón Propiedades mecánicas de plásticos y neumáticos reciclados*. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/items/01ab1d1c-ddb6-4c96-bf00-b9166ff1829d>
- Martins, J. (2024). *¿Cómo aplicar un estudio de viabilidad en la gestión de proyectos?* Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/feasibility-study>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2022). *Manual de ciclo-infraestructura y micromovilidad para Ecuador*. Obtenido de <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/Manual-de-ciclo-infraestructura-y-micromovilidad-en-Ecuador-20220520.pdf>
- Morán, S. (2023). *La Herencia del Impuesto a las botellas PET en Ecuador: Más plástico y menos reciclaje*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/la-herencia-del-impuesto-botellas-pet-ecuador-mas-plastico-y-menos>
- Moreno, A. (2023). *¿Cómo hacer un análisis de viabilidad financiera?* Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-hacer-un-an%C3%A1lisis-de-viabilidad-financiera-alberto-moreno-cortes>
- Muzzicycles . (2024). *Geometría da Muzzicycles Aro 26"*. Obtenido de <https://muzzicycles.com/pages/caracteristicas>
- Muzzicycles. (2024). *Muzzicycles*. Obtenido de <https://muzzicycles.com/>
- Narvaez, M. (2023). *¿Qué es un estudio de viabilidad y cómo se realiza?* Obtenido de QuestionPRO: <https://www.questionpro.com/blog/es/estudio-de-viabilidad/>
- Navarro, J. (2024). *La guía definitiva de cuadros de bicicleta; ¿qué material es mejor?* Obtenido de <https://tuvalum.com/blog/guia-materiales-cuadros-bicicleta/#:~:text=Acero%2C%20aluminio%2C%20fibra%20de%20carbono,sean%20de%20aluminio%20o%20carbono.>
- Ok Diario . (2015). *Una bicicleta fabricada con las botellas de plástico recicladas*. Obtenido de <https://okdiario.com/salud/bicicleta-fabricada-botellas-plastico-recicladas-2760703>
- Pascual, E. (2023). *La Clasificación de los Plásticos* . Obtenido de <https://elblogverde.com/clasificacion-plasticos/>
- Patrick, A. (2022). *Understanding Bike Frame Materials*. Obtenido de <https://www.rei.com/learn/expert-advice/bike-frame-materials.html>
- Pérez, A. (2021). *Estudio de viabilidad de un proyecto: ¿Qué es y cómo hacerlo?* Obtenido de OBS Business School: <https://www.obsbusiness.school/blog/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-estructura-e-importancia>

- Plastics Europe. (2022). *Plastics the Facts 2022*. Obtenido de [https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/12/PE-PLASTICS-THE-FACTS\\_FINAL\\_DIGITAL.pdf](https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2022/12/PE-PLASTICS-THE-FACTS_FINAL_DIGITAL.pdf)
- Ramis, J. (2022). *Características de los Termoestables*. Obtenido de TDX: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6686/06Txrj6de14.pdf?sequence=6>
- READI. (2021). *Diseño y Fabricación de componentes de bicicleta a medida del usuario final*. Obtenido de Readi : <https://readi3dplatform.com/disenyo-y-fabricacion-de-componentes-de-bicicleta-a-medida-del-usuario-final/>
- Receco . (2019 ). *Reciclaje y reutilización de plásticos* . Obtenido de <https://gestorderesiduosmadrid.es/reciclaje-reutilizacion-de-plastico/>
- Rivera, R. (2004). *Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/7401e90e-65f6-40e8-8a92-75ff1f1cabcf/content>
- Rodríguez, P. (2021). *Tipos de Plásticos: Clasificación y Reciclaje*. Obtenido de DKV: <https://dkv.es/corporativo/blog-360/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>
- Roque, C. (2018 ). *Muzzicycle, el futuro de las bicicletas. Resistencia, ligereza y sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/muzzicycle-el-futuro-de-las-bicicletas-resistencia-ligereza-y-sostenibilidad/>
- Rossi, W., & Santos, M. (2014). *El Costeo Basado en Actividades*. Obtenido de [https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas\\_statics/unid6/PDF\\_Espanol/Costeo\\_Basado\\_Actividades.pdf](https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/733/free/ovas_statics/unid6/PDF_Espanol/Costeo_Basado_Actividades.pdf)
- Rubiano, J., Pérez, M., Barrera, O., Franz, W., Diaz, M., & Gaviria, L. (2011). *Manejo de los materiales plásticos reciclados y mejoramiento de sus propiedades*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/236383521.pdf>
- Salazar, E. (2018). *Diferencias entre el Acero, Aluminio y Carbono*. Obtenido de <https://gerbikes.com/blogs/noticias/diferencias-entre-el-acero-aluminio-y-carbono>
- Sánchez, M. E. (2024). *Extrusor de polímeros, ¿Qué es y cómo funciona?* Obtenido de <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Extrusor-de-polimeros-que-es-y-como-funciona#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20proceso%20de,pol%C3%ADmero%20para%20su%20aplicaci%C3%B3n%20final.>
- Sánchez, C. (2024). *Cuenca tendrá 20 kilómetros (km) más de ciclovías para 2025*. Obtenido de <https://www.elmercurio.com.ec/2024/06/24/cuenca-20kilometros-ciclovias-2025/>
- Schott, J. (2011). *Análisis sobre la nueva generación de formulaciones en la manufactura de productos plásticos producidos por rotomoldeo*. Obtenido de

<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/386/1/Jaime%20Amador%20Scchott%20Martinez.pdf>

Servicio de Rentas Internas (SRI) . (s.f.). *Impuesto Redimible a las Botellas Plásticas No Retornables* . Obtenido de <https://www.sri.gob.ec/impuesto-redimible-botellas-plasticas-no-retornables>

Solíz, M., Lema, A., & Enríquez, D. (2022). *Ecuador sigue importando miles de toneladas de desechos plásticos*. Obtenido de <https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>

Sroufe, R. (2022). *Sustainability in the Circular Economy: Insights and Dynamics of Designing Circular Business Models*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/app12031521>

Tayyab, M., Singari, R. M., & Sathikh, P. M. (2024). *Evaluating the Environmental Impact of a Bicycle: A Life*. Obtenido de <https://kuey.net/index.php/kuey/article/download/3539/2292/8247>

The Nature Conservancy . (2020). *Detengamos el Flujo de Residuos Plásticos* . Obtenido de Nature : <https://www.nature.org/es-us/que-hacemos/nuestras-prioridades/ciudades-saludables/detener-residuos-plasticos/>

Torreblanca, F. (2020). *Muzzicycles, bicicletas urbanas fabricadas con botellas de plástico*. Obtenido de <https://franciscotorreblanca.es/muzzicycles-bicicletas-urbanas-botellas-plastico/>

UNEP. (2023). *Todo lo que necesitas saber sobre la contaminación por plásticos*. Obtenido de ONU Programa para el Medio Ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-la-contaminacion-por-plasticos#:~:text=La%20humanidad%20produce%20más%20de,invasión%20de%20alimentos%20humanos>

UNIR. (2021). *¿En qué consiste el modelo de costes ABC?* Obtenido de <https://www.unir.net/empresa/revista/modelo-costes-abc/>

Urquiza, E. F., Ferrando, H. E., Luis, D., & Maspoch, M. (2016). *Reciclado mecánico de residuos plásticos. Caso práctico: Poliestireno de alto impacto para la fabricación de componentes de TV*. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/download/313761/403872>

VQ Ingeniería . (2023). *¿Cómo realizar un estudio de viabilidad técnica?* . Obtenido de VQ Ingeniería: <https://www.vqingenieria.com/estudio-de-viabilidad-tecnica>

Wanatop, S. (2024). *Estudio de viabilidad de un proyecto ¿Cómo realizarlo?* Obtenido de INFINITIA Industrial Consulting : <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-realizarlo/>



World Economic Forum. (2016). *The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics*.  
Obtenido de [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)

Xometry Europe . (2023). *Moldeo por compresión: Descripción de la tecnología*. Obtenido de  
<https://xometry.eu/es/moldeo-por-compresion-descripcion-de-la-tecnologia/>

Youtopia. (2024). *A tres años de vigencia, la Ley de Plásticos aún tiene desafíos para su implementación*. Obtenido de <https://youtopiaecuador.com/cuidado-del-ambiente/ley-plasticos-vigencia-desafios-ecuador/>

Zero Emissions Objective . (2020). *¿CUÁNTO CO2 EMITE EL PLÁSTICO?* Obtenido de  
<https://plataformazeo.com/es/cuanto-co2-emite-el-plastico/>

## 7. Anexos

### Anexo 1.

*Foto del centro de Acopio Recolet Metales (Lateral).*



### Anexo 2.

*Foto del centro de Acopio Recolet Metales (Frontal).*



### Anexo 3.

*Lugar en donde se almacena el plástico reciclado en Recolet Metales.*



### Anexo 4.

*Plástico compactado para su posterior procesamiento.*



### Anexo 5.

*Recicladora Pichincha*



### Anexo 6.

*Lugar donde se almacena el plástico reciclado en la Recicladora Pichincha.*



**Anexo 7.**

*Lugar donde se almacena el plástico reciclado en la Recicladora Pichincha.*

**Anexo 8.**

*Lugar donde se almacena el plástico reciclado en la Recicladora Pichincha.*

**Anexo 9.**

*Lugar donde se almacena el plástico reciclado en la Recicladora Pichincha.*

**Anexo 10.**

*Parte frontal Recicladora Ochoa*

**Anexo 11.**

*Lugar de almacenamiento Recicladora Ochoa*

**Anexo 12.**

*Ingreso Recicladora Metal Austro*



**Anexo 13.**

Lugar de almacenamiento *Recicladora Metal Austro.*

**Anexo 14.**

Ingreso *Corporación ARUC.*

**Anexo 15.**

Lugar de almacenamiento *Corporación ARUC.*

**Anexo 16.**

Bodega de Reciclaje *Fausto Olivo.*



**Anexo 17.**

*Ingreso a la Bodega de Reciclaje Damián Estrada.*

**Anexo 18.**

*Lugar de almacenamiento de la Bodega Damián Estrada.*

**Anexo 19.**

*Ingreso a Ferrotec.*

**Anexo 20.**

*Lugar de almacenamiento de Ferrotec.*



**Anexo 21.**

*Detalle de Costos Variables Anuales y Costos Fijos para la venta y producción de bicicletas.*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Planta y equipo para oficina</b>		
Local Ventas 200 m2	12	\$ 3.000,00
Servicios Básicos	12	\$ 718,80
Escritorio Madera Aglomerada	2	\$ 165,60
Silla de Escritorio	2	\$ 312,80
Portátil HP Envy X360 Core i5	2	\$ 1.052,78
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00
Tinta Impresora Epson L4150	2	\$ 30,00
Licencia Software Office 365 Empresa Premium	2	\$ 528,00
<b>Maquinaria y Herramienta para Elaboración del producto</b>		
Escritorio Madera Aglomerada	1	\$ 156,40
Silla de Escritorio	1	\$ 82,80
Portátil HP Envy X360 Core i5	1	\$ 526,39
Licencia Software Office 365 Empresa Premium	1	\$ 264,00
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00
Tinta Impresora Epson L4150	1	\$ 15,00
Taller/Fabricación 300 m2	12	\$ 3.840,00
Lavadora Industrial	1	\$ 2.300,00
Máquina Extrusora SJ25	1	\$ 1.449,00
Máquina Trituradora Modelo 180	1	\$ 2.573,00
Amoladora	1	\$ 96,00
Kit de Moldes	3	\$ 630,00
Kit de herramientas de Ensamble para bicicleta	3	\$ 369,00
Mesas de Trabajo	3	\$ 869,70
Servicio de Internet	12	\$ 321,60
Servicio Agua Potable y Alcantarillado	12	\$ 168,00
Servicio Electricidad	12	\$ 668,28
<b>Materia Prima</b>		
Plástico reciclado (kg)	3000	\$ 1.650,00
Componentes Varios	240	\$ 2.880,00
Manubrio	240	\$ 1.200,00
KIT de Frenos	240	\$ 9.600,00
KIT de Ejes	240	\$ 4.800,00
KIT de Transmisión	240	\$ 23.280,00
Suspensión	240	\$ 5.280,00
Pedales	240	\$ 960,00

Aro	240	\$ 2.880,00
Llantas	240	\$ 3.120,00
<b>Personal</b>		
Asesor Comercial	12	\$ 7.320,00
Auxiliar de Ventas	12	\$ 6.720,00
Contabilidad	12	\$ 7.200,00
Técnico de Producción	12	\$ 9.216,00
Auxiliar Técnico Producción	12	\$ 7.296,00
Marketing	12	\$ 3.600,00
<b>Otros</b>		
Transporte		\$ 720,00

## Anexo 22.

### Detalle de la Inversión Inicial.

<b>INVERSIÓN INICIAL</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Adecuación local de Venta</b>		
Escritorio Madera Aglomerada	2	\$ 165,60
Silla de Escritorio	2	\$ 312,80
Portátil HP Envy X 360 Core i7	2	\$ 1.052,78
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00
Tinta Impresora Epson L4150	2	\$ 30,00
Licencia Software Office 365 Empresa Premium	2	\$ 528,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2.339,18</b>
<b>Maquinaria y Herramienta para Elaboración del producto</b>		
Escritorio Madera Aglomerada	1	\$ 156,40
Silla de Escritorio	1	\$ 82,80
Portátil HP Envy X 360 Core i5	1	\$ 526,39
Licencia Software Office 365 Empresa Premium	1	\$ 264,00
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00
Tinta Impresora Epson L4150	1	\$ 15,00
Lavadora Industrial	1	\$ 2.300,00
Máquina Extrusora SJ25	1	\$ 1.449,00
Máquina Trituradora Modelo 180	1	\$ 2.573,00
Amoladora	1	\$ 96,00
Kit de Moldes	3	\$ 630,00
Kit de herramientas de Ensamble para bicicleta	3	\$ 369,00

Mesas de Trabajo	3	\$ 869,70
Instalación de máquinas	1	\$ 800,00
TOTAL		\$ 10.381,29
<b>Materia Prima</b>		
Plástico reciclado (kg)	3000	\$ 1.650,00
Componentes Varios (Bujes, Cables, Rodillos, Etc).	240	\$ 2.880,00
Manubrio	240	\$ 1.200,00
KIT de Frenos	240	\$ 9.600,00
KIT de Ejes	240	\$ 4.800,00
KIT de Transmisión	240	\$ 23.280,00
Suspensión	240	\$ 5.280,00
Pedales	240	\$ 960,00
Aro	240	\$ 2.880,00
Llantas	240	\$ 3.120,00
TOTAL		\$ 55.650,00
<b>Otros</b>		
Capital de Trabajo Inicial		\$ 20.000,00
TOTAL		\$ 20.000,00
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	\$	88.370,47



### Anexo 23.

Detalle de los flujos de caja de cada año.

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Total (\$)
Detalle	Canti dad	Costo	Canti dad	Costo	Canti dad	Costo	Canti dad	Costo	Canti dad	Costo	
<b>Planta y equipo para oficina</b>											
Local Ventas 200 m2	12	\$ 3.000,00	12	\$ 3.000,00	12	\$ 3.000,00	12	\$ 3.000,00	12	\$ 3.000,00	\$ 15.000,00
Servicios Básicos	12	\$ 718,80	12	\$ 718,80	12	\$ 718,80	12	\$ 718,80	12	\$ 718,80	\$ 3.594,00
Escritorio Madera Aglomerada	2	\$ 165,60	-		-		-		-		\$ 165,60
Silla de Escritorio	2	\$ 312,80	-		-		-		-		\$ 312,80
Portatil HP Envy X360 Core i5	2	\$ 1.052,78	-		-		-		-		\$ 1.052,78
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00	-		-		-		-		\$ 250,00
Tinta Impresora Epson L4150	2	\$ 30,00	2	\$ 30,00	2	\$ 30,00	2	\$ 30,00	2	\$ 30,00	\$ 150,00
Licencia Software Office 365 Empresa Premium	2	\$ 528,00	2	\$ 528,00	2	\$ 528,00	2	\$ 528,00	2	\$ 528,00	\$ 2.640,00
<b>Maquinaria y Herramienta para Elaboración del producto</b>											
Escritorio Madera Aglomerada	1	\$ 156,40	-		-		-		-		\$ 156,40
Silla de Escritorio	1	\$ 82,80	-		-		-		-		\$ 82,80
Portatil HP Envy X360 Core i5	1	\$ 526,39	-		-		-		-		\$ 526,39

Licencia Software Office 365 Empresa Premium	1	\$ 264,00	1	\$ 264,00	1	\$ 264,00	1	\$ 264,00	1	\$ 264,00	\$ 1.320,00
Impresora multifuncional Epson L4150	1	\$ 250,00									
Tinta Impresora Epson L4150	1	\$ 15,00	1	\$ 15,00	1	\$ 15,00	1	\$ 15,00	1	\$ 15,00	\$ 75,00
Taller/Fabricación 300 m2	12	\$ 3.840,00	12	\$ 3.840,00	12	\$ 3.840,00	12	\$ 3.840,00	12	\$ 3.840,00	\$ 19.200,00
Lavadora Industrial	1	\$ 2.300,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 2.300,00
Máquina Extrusora SJ25	1	\$ 1.449,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 1.449,00
Máquina Trituradora Modelo 180	1	\$ 2.573,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 2.573,00
Amoladora	1	\$ 96,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 96,00
Kit de Moldes	3	\$ 630,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 630,00
Kit de herramientas de Ensamble para bicicleta	3	\$ 369,00	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 369,00
Mesas de Trabajo	3	\$ 869,70	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	\$ 869,70
Servicio de Internet	12	\$ 321,60	12	\$ 321,60	12	\$ 321,60	12	\$ 321,60	12	\$ 321,60	\$ 1.608,00
Servicio Agua Potable y Alcantarillado	12	\$ 168,00	12	\$ 168,00	12	\$ 168,00	12	\$ 168,00	12	\$ 168,00	\$ 840,00
Servicio Electricidad	12	\$ 668,28	12	\$ 668,28	12	\$ 668,28	12	\$ 668,28	12	\$ 668,28	\$ 3.341,40
<b>Materia Prima</b>											
Plástico reciclado (kg)	3000	\$ 1.650,00	3000	\$ 1.650,00	3000	\$ 1.650,00	3000	\$ 1.650,00	3000	\$ 1.650,00	\$ 8.250,00

Componentes Varios (Bujes, Cables, Rodillos, etc)	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	\$ 14.400,00
Manubrio	240	\$ 1.200,00	240	\$ 1.200,00	240	\$ 1.200,00	240	\$ 1.200,00	240	\$ 1.200,00	\$ 6.000,00
KIT de Frenos	240	\$ 9.600,00	240	\$ 9.600,00	240	\$ 9.600,00	240	\$ 9.600,00	240	\$ 9.600,00	\$ 48.000,00
KIT de Ejes	240	\$ 4.800,00	240	\$ 4.800,00	240	\$ 4.800,00	240	\$ 4.800,00	240	\$ 4.800,00	\$ 24.000,00
KIT de Transmisión	240	\$ 23.280,00	240	\$ 23.280,00	240	\$ 23.280,00	240	\$ 23.280,00	240	\$ 23.280,00	\$ 116.400,00
Suspensión	240	\$ 5.280,00	240	\$ 5.280,00	240	\$ 5.280,00	240	\$ 5.280,00	240	\$ 5.280,00	\$ 26.400,00
Pedales	240	\$ 960,00	240	\$ 960,00	240	\$ 960,00	240	\$ 960,00	240	\$ 960,00	\$ 4.800,00
Aro	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	240	\$ 2.880,00	\$ 14.400,00
Llantas	240	\$ 3.120,00	240	\$ 3.120,00	240	\$ 3.120,00	240	\$ 3.120,00	240	\$ 3.120,00	\$ 15.600,00
<b>Personal</b>											
Asesor Comercial	12	\$ 7.320,00	12	\$ 7.320,00	12	\$ 7.320,00	12	\$ 7.320,00	12	\$ 7.320,00	\$ 36.600,00
Auxiliar de Ventas	12	\$ 6.720,00	12	\$ 6.720,00	12	\$ 6.720,00	12	\$ 6.720,00	12	\$ 6.720,00	\$ 33.600,00

Técnico de Producción	12	\$ 9.216,00	12	\$ 9.216,00	12	\$ 9.216,00	12	\$ 9.216,00	12	\$ 9.216,00	\$ 46.080,00
Auxiliar Técnico Producción	12	\$ 7.296,00	12	\$ 7.296,00	12	\$ 7.296,00	12	\$ 7.296,00	12	\$ 7.296,00	\$ 36.480,00
Marketing	12	\$ 3.600,00	12	\$ 3.600,00	12	\$ 3.600,00	12	\$ 3.600,00	12	\$ 3.600,00	\$ 18.000,00
<b>Otros</b>											\$ -
Transporte		\$ 720,00		\$ 720,00		\$ 720,00		\$ 720,00		\$ 720,00	\$ 3.600,00
<b>TOTAL EGRESOS</b>		\$ <b>111.159,15</b>		\$ <b>100.075,68</b>		\$ <b>100.075,68</b>		\$ <b>100.075,68</b>		\$ <b>100.075,68</b>	\$ <b>511.461,87</b>
<b>Ingresos</b>		113.892,00		113.892,00		113.892,00		113.892,00		113.892,00	
<b>Flujo de Caja</b>		\$ <b>2.732,85</b>		\$ <b>13.816,32</b>		\$ <b>13.816,32</b>		\$ <b>13.816,32</b>		\$ <b>13.816,32</b>	

#### Anexo 24.

*Registro de EMAC E.P. de los centros de acopio formales que operan en la ciudad de Cuenca.*



## Empresa Pública Municipal de Aseo de Cuenca, EMAC EP

No.	INTERMEDIARIO	PROPIETARIO	DIRECCIÓN	COORDENADAS		TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO
				X	Y		
1	RECIPEL	Ec. Servio López S	Sara Urco y Paltas	725166 ,00	9680276 ,00	2809190- 0999985227	<a href="mailto:serviolopez11@hotmail.com">serviolopez11@hotmail.com</a>
2	BEBAS	Fernando Castro	Av. Cóndor s/n y los Colorados	725400 ,00	9680471 ,00	4173314- 0991287016	<a href="mailto:castrofernandoj@hotmail.com">castrofernandoj@hotmail.com</a>
3	Juan Aucay	Juan Aucay	1-34 y Hurtado de Mendoza	722750 ,00	9679744 ,00	2863548- 0994038353	<a href="mailto:ingcomjcaz@hotmail.com">ingcomjcaz@hotmail.com</a>
4	RECOLECT METALES RECOTMET S.A	Pilar Valero	Paseo de Milchichig	725090 ,00	9681027 ,00	2869166- 0986511826	<a href="mailto:recolect.metales@hotmail.com">recolect.metales@hotmail.com</a>
5	RECICLADORA DEL AUSTRO	Claudia Jurado	Av. Americas y Paseo Milchichig	725501 ,00	9680863 ,00	2867776- 0992110642	<a href="mailto:recicladoradelaustro@hotmail.com">recicladoradelaustro@hotmail.com</a>
6	CUENCA RECICLAJE	Julio Chacho	Av. De las Américas (Quinta Chica Baja)	725590 ,60	9680786 ,20	2871908- 992610385	<a href="mailto:juliocesar26@hotmail.com">juliocesar26@hotmail.com</a>
7	RECICLADORA JM	Nancy Marlene Chacho	Av. De las Américas (Quinta Chica Baja)	725590 ,60	9680786 ,20	980104967	<a href="mailto:marlenecastro17@hotmail.com">marlenecastro17@hotmail.com</a>
8	METALES Y METALES	Luis Fernando Criollo	Av Americas y Gonzalo Suarez	725811 ,00	9680707 ,00	2866788- 0995434336	<a href="mailto:sorayacriollo41@hotmail.com">sorayacriollo41@hotmail.com</a>
9	RECICLANDO POR UN MUNDO DIFERENTE	Fredy Bravo	Autopista Cuenca Azogues (1.5Km del H. del Río en dirección a Azogues).	727853 ,00	9680739 ,00	969346771	-
10		Fernando Aucay	Bajada de Padrón	721586 .5	9679160 .7		
11	CARTOPEL	Juan Andrade	Cornelio Vintimilla (Parque Industrial)	724792 .1	9681989 .9	2860600 ext 7113/09994214 06	
12	ARUC	ROSA UYAGUARI	Cornelio Vintimilla (Parque Industrial)	724837 .9	9682087 .6	2863872	

13	RECICLADORA PICHINCHA	Claudio Calapaqui	Av. De las Américas y Av. De la Independencia junto al puente Fabián Alarcón	725160 ,00	9681137 ,00	986813912	
14		Fausto Olivo	Isac Albeniz (Sector Narancay frente al GRAN AKÍ)	717511 .9	9676225 .9	2385920/09953 86709	
15	ADELCA	Ing. Marco Durán Carvallo	Panamericana Norte (Km 13)	733840 ,00	9685349 ,00		
16	RECICLADORA OCHOA		Río Palora y Guapondelig	723350 .2	9679670 .9		
17	ETR	Edison Pinos	Ordóñez Lasso	715968 .5	9681120 .8		
18	METAL AUSTRO	Ing. Gustavo Malo	Av. De las Américas junto al Puente Fabián Alarcón	725160 ,00	9681137 ,00	986813912	
19	FERROTEC	Fidelberto Picón	Belisario Andrade	721560 .5	9677867 .8	2815816	<a href="mailto:ferrotec-cuenca@hotmail.com">ferrotec-cuenca@hotmail.com</a>
20		Damián Estrada y Sra	Calle del Tucumán	721560 .5	9677867 .8	991762237	
21		Julio Galarza	Sector Feria Libre diagonoal al centro de rehabilitación de menores CETAD (MARIANO ESTRELLA 41-20 Y MANUEL VALAREZO COBOS)	719172 ,00	9679233 ,00		
22	RECICLADORA PICHINCHA (CAPULISPAMBA)	Claudio Calapaqui	Panamericana Norte (frente al Círculo Militar)	730594 .2	9684480 .6	986813912	
23		Rolando Alvarracín	Ordóñez Lasso	718189 .3	9680593 .4		
24	RECICLADORA VIRGEN DE GUADALUPE	Galo Coronel	Cuenca-Molleturo-Naranjal	716237 .4	9680028 .6		
25	DAVID CÁRDENAS	David Cárdenas	Vía al Cajas - Medio Ejido			990497739	
26	MEGA RECICLAJE	Ana Lazo	NO EXISTE ESTA PLANTA DE RECICLAJE				-
27		Manuel Albarracin	NO EXISTE ESTA PLANTA DE RECICLAJE				

28		Maria Calle	NO EXISTE ESTA PLANTA DE RECICLAJE				
29		Gilberto Alvarracín	NO EXISTE ESTA PLANTA DE RECICLAJE				