

**CORTADORA DE CINTAS DE BOTELLAS PET PARA LA ELABORACIÓN DE
FILAMENTOS DE IMPRESIÓN 3D PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
FILIBERTO RESTREPO DEL MUNICIPIO DE MACEO**

**CHRISTIAN ANDREY FORONDA ACEVEDO
LUISA FERNANDA GUZMÁN BOJACÁ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DIGITALES
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECATRÓNICOS
MACEO
2025-1**

**CORTADORA DE CINTAS DE BOTELLAS PET PARA LA ELABORACIÓN DE
FILAMENTOS DE IMPRESIÓN 3D PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
FILIBERTO RESTREPO DEL MUNICIPIO DE MACEO COMO ENTREGABLE DEL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE ECOCODE.**

**CHRISTIAN ANDREY FORONDA ACEVEDO
LUISA FERNANDA GUZMÁN BOJACÁ**

Proyecto grado investigativo para optar al título de Tecnólogo@ en sistemas mecatrónicos

Asesora metodológica

Rosalba Ríos Galvis

Doctora en Estudios Organizacionales

Asesor Técnico

Edgar Alberto Betancur Cataño

Especialista en administración de la informática educativa

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DIGITALES

TECNOLOGÍA EN SISTEMAS MECATRÓNICOS

MACEO

2025-1

Contenido

	Pág.
Lista de figuras.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	8
Introducción	10
1. Planteamiento del problema	12
1.1. Descripción.....	12
1.2. Formulación	24
2. Justificación.....	25
3. Objetivos.....	27
3.1. Objetivo general.....	27
3.2. Objetivos específicos	27
4. Marco teórico.....	28
4.1 Características de las botellas PET	28
4.2. Tecnologías de corte para botellas PET	30
4.3. Diagrama de bloques.....	31
4.4. Sistema de control del proyecto	35
4.5. Sensores y actuadores	36
4.7. Marco legal	39
4.8. Marco conceptual.....	41
5. Metodología.....	46
5.1 Tipo de proyecto	46
5.2 Método	46
5.3 Instrumentos de recolección de información	46
5.3.1 Fuentes primarias.	47
5.3.2 Fuentes secundarias.	47
6. Resultados.....	48
7. Conclusiones.....	54

8. Recomendaciones	55
9. Referencias Bibliográficas	57

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1:</i> Cortadora de botella PET	30
<i>Figura 2:</i> Diagrama de bloques	32
<i>Figura 3:</i> Arduino Uno	35
<i>Figura 4:</i> Motor DC 12V, 30 Watios	36
<i>Figura 5:</i> Recauda PET	38
<i>Figura 6:</i> Cortadora y sistema de tracción	52
<i>Figura 7:</i> Sistemas de tracción y guía de botella	53
<i>Figura 8:</i> Guía de botella y de tracción	53

Resumen

CORTADORA DE CINTAS DE BOTELLAS PET PARA LA ELABORACIÓN DE FILAMENTOS DE IMPRESIÓN 3D PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FILIBERTO RESTREPO DEL MUNICIPIO DE MACEO COMO ENTREGABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE ECOCODE.

CHRISTIAN ANDREY FORONDA ACEVEDO

LUISA FERNANDA GUZMÁN BOJACÁ

Este proyecto presenta el diseño y construcción de una cortadora de botellas PET para la producción de filamentos reutilizables utilizados en impresoras 3D. Surge como una solución innovadora a la problemática ambiental causada por los residuos plásticos en la Institución Educativa Filiberto Restrepo del municipio de Maceo. El objetivo principal es transformar botellas recicladas en cintas plásticas uniformes mediante un sistema de tracción, cuchillas y control automatizado.

La metodología aplicada incluyó una fase de investigación teórica, selección de materiales, diseño mecánico, implementación de sistemas de seguridad y evaluación técnica del prototipo. Se elaboró un dispositivo de bajo costo y fácil manejo, con materiales accesibles, integrando sensores y un sistema electrónico basado en Arduino para mejorar el proceso de corte y garantizar la seguridad del usuario.

Se espera que esta máquina contribuya no solo a la gestión sostenible de residuos, sino también a promover la conciencia ambiental, la formación técnica y la economía circular en entornos educativos. A futuro, se plantea optimizar el diseño para facilitar su réplica en otras

instituciones del país, fortaleciendo iniciativas de reciclaje y aprovechamiento de residuos plásticos en comunidades escolares.

Palabras claves: Reciclaje, PET, impresión 3D, sostenibilidad, cortadora

Abstract

PET BOTTLE TAPE CUTTER FOR THE PRODUCTION OF 3D PRINTING FILAMENTS FOR THE FILIBERTO RESTREPO EDUCATIONAL INSTITUTION OF THE MUNICIPALITY OF MACEO AS A DELIVERABLE OF THE ECOCODE RESEARCH PROJECT

**CHRISTIAN ANDREY FORONDA ACEVEDO
LUISA FERNANDA GUZMÁN BOJACÁ**

This project presents the design and construction of a PET bottle cutter for the production of reusable filaments used in 3D printers. It emerges as an innovative solution to the environmental issue caused by plastic waste at the Filiberto Restrepo Educational Institution in the municipality of Maceo. The main objective is to transform recycled bottles into plastic strips of suitable dimensions through a system that integrates traction, cutting blades, and automated control.

The methodology used includes theoretical research, careful material selection, mechanical design, implementation of safety mechanisms, and technical evaluation of the prototype. A low-cost, user-friendly device was built, incorporating Arduino-based electronic components and safety features to ensure efficient and secure operation.

This machine is expected to contribute not only to sustainable waste management but also to promote environmental awareness, technical training, and circular economy practices in educational environments. Future improvements aim to optimize the design for replication in other institutions, enhancing recycling initiatives and plastic reuse in academic communities.

Keywords: Recycling, PET, 3D printing, sustainability, cutter

Glosario

Arduino: plataforma de hardware libre utilizada para el control de sistemas electrónicos mediante programación.

Corte por cizallamiento: esfuerzo mecánico que se produce cuando dos fuerzas opuestas actúan sobre un objeto hasta cortarlo.

Economía circular: modelo que busca reducir, reutilizar y reciclar los materiales para prolongar su vida útil.

Filamento 3D: hilo continuo utilizado como material base para impresoras 3D.

PET (Polietilentereftalato): tipo de plástico reciclable comúnmente usado en botellas, resistente y transparente.

Sensor de fin de carrera: dispositivo que detecta el final del recorrido de una pieza móvil, común en sistemas automatizados

Introducción

El proyecto “Cortadora de cintas de botellas PET para la elaboración de filamentos de impresión 3d para la institución educativa Filiberto Restrepo del municipio de Maceo como entregable del proyecto de investigación de Ecocode”, se enfoca en el desarrollo de una cortadora de botellas PET que permitirá transformar envases plásticos en tiras reutilizables, con el fin de promover el reciclaje y la reducción de residuos plásticos. El trabajo ha sido diseñado para ser accesible, seguro y eficiente, y está basado en un enfoque experimental que incluye investigación teórica y pruebas prácticas para optimizar el dispositivo. Entre las limitaciones se encuentran los recursos disponibles y el tiempo limitado para la finalización del proyecto

El proyecto de la cortadora de botellas, se realiza con el fin de abordar el problema ambiental que representa el excesivo uso de botellas de plástico, específicamente de PET, las cuales tardan muchos años en degradarse y generan una gran cantidad de desechos. Este proyecto tiene como objetivo ofrecer una solución práctica y accesible al permitir la reutilización de las botellas, transformándolas en tiras que pueden emplearse en diversas aplicaciones, contribuyendo así a la reducción de residuos plásticos y fomentando una cultura de reciclaje responsable

La calidad y disponibilidad de los materiales para construir la cortadora pueden afectar su desempeño. Si se utilizan materiales de baja calidad, la durabilidad y eficacia del dispositivo pueden verse comprometidas.

La habilidad técnica de los usuarios para operar y mantener la cortadora puede ser una limitación. Es posible que algunos usuarios requieran capacitación para utilizar el dispositivo de manera segura y efectiva.

No todas las botellas PET son iguales; su grosor, forma y condición (sucias, dañadas) pueden influir en la eficacia de la cortadora. Botellas con etiquetas o residuos difíciles de quitar pueden obstruir el funcionamiento.

El proyecto tiene un plazo limitado para su desarrollo, lo que puede restringir la investigación, las pruebas y los ajustes necesarios. Además, el presupuesto asignado puede limitar la compra de materiales y herramientas de alta calidad.

El diseño de la cortadora puede presentar restricciones en cuanto a su capacidad para procesar diferentes tipos de botellas o el volumen de material que puede cortar en un periodo determinado.

Aunque el proyecto busca reducir residuos plásticos, la fabricación de la cortadora y su uso también pueden generar un impacto ambiental, especialmente si no se manejan adecuadamente los residuos generados durante el proceso de corte

1. Planteamiento del problema

1.1. Descripción

Millones de botellas PET, terminan en las basuras diariamente, ya que representan una amenaza grave para el medio ambiente, también existen máquinas industriales de reciclaje PET, ya que muchas personas carecen de no poder manejar la tecnología a la perfección, el poder de desarrollar soluciones simples y complejas para transformar botellas en materiales reutilizables que puede reducir el volumen de residuos plásticos (Adrian Dario Ticona Ugarte, 2024)

La problemática ambiental generada por los residuos plásticos ha alcanzado dimensiones críticas a nivel global. Las botellas de tereftalato de polietileno (PET), comúnmente utilizadas para el envasado de bebidas, representan una fracción significativa de los desechos plásticos. Según datos de organizaciones ambientales, cada año se producen millones de toneladas de botellas PET, de las cuales solo una pequeña parte es reciclada de manera efectiva. La mayoría de estas botellas termina en vertederos, incineradores o, peor aún, en ecosistemas naturales como océanos y ríos, contribuyendo a la contaminación y afectando la vida marina. (Sintac Recycling,S.L., 2022)

En este contexto, la reutilización y el reciclaje de las botellas PET se presentan como estrategias indispensables para mitigar el impacto ambiental. La transformación de estas botellas en cintas de PET es una solución innovadora que permite no solo reducir el volumen de residuos, sino también crear un producto útil con múltiples aplicaciones. Las cintas de PET pueden ser utilizadas en una variedad de campos, desde la agricultura hasta la industria textil, pasando por el embalaje y las artesanías.

El plástico PET tiene un impacto ambiental significativo debido a su lenta degradación, que puede tardar entre 100 y 1,000 años. Esto contribuye a la acumulación de residuos en el medio ambiente, especialmente en océanos y ríos, donde afecta gravemente a la vida marina. Los animales pueden ingerir estos plásticos, causando daños en su salud e incluso la muerte. Además, durante su descomposición, el PET puede liberar sustancias químicas tóxicas que contaminan

suelos y cuerpos de agua, afectando la biodiversidad y la calidad de los ecosistemas.

Por otro lado, la producción de PET implica un alto consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero, lo que agrava el cambio climático. También genera un impacto visual negativo en entornos naturales y urbanos, afectando el turismo y la calidad de vida. Aunque el PET es reciclable, su tasa de reciclaje sigue siendo baja debido a la falta de infraestructura adecuada, lo que incrementa la acumulación de residuos plásticos en el planeta

La acumulación de residuos de PET en océanos y ríos afecta gravemente a la vida marina. Los animales pueden ingerir estos plásticos, lo que puede resultar en lesiones, enfermedades o incluso la muerte

Cuando el PET se descompone, puede liberar compuestos químicos peligrosos al suelo y al agua, afectando la calidad de estos recursos y poniendo en riesgo la salud de los ecosistemas.

La fabricación de plástico PET implica un alto consumo de energía, lo que contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero. Esto agrava el cambio climático y sus efectos en el medio ambiente.

La presencia de plásticos PET en paisajes naturales y urbanos afecta la estética de los entornos, lo que puede disminuir la calidad de vida y el turismo en áreas afectadas.

Aunque el PET es reciclable, solo una fracción de los productos de PET se recicla efectivamente. La falta de infraestructura adecuada y la baja tasa de reciclaje contribuyen a la acumulación de residuos plásticos. (Amanda Keton, 2021)

Desde los Objetivos de Desarrollo sostenibles (ODS) se encuentra que se propone trabajar en como mitigar esta problemática en los siguientes :

ODS 12: Producción y Consumo Responsables

Este ODS promueve la reducción del desperdicio y la mejora en la eficiencia de los recursos, que es directamente aplicable al proceso de reciclaje de botellas PET. Reciclar PET y convertirlo en material para impresión 3D ayuda a reducir el impacto ambiental y a aprovechar los recursos de manera más eficiente.

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

Este ODS fomenta la innovación en tecnologías y procesos industriales. El reciclaje de PET para producir hilos de impresión 3D implica una mejora en los procesos industriales y puede considerarse como una innovación en el manejo y reutilización de materiales plásticos.

ODS 13: Acción por el Clima

El reciclaje de plásticos y la reutilización de materiales para reducir la necesidad de producir nuevos plásticos contribuye directamente a la mitigación del cambio climático, ya que se disminuye la huella de carbono asociada con la fabricación de plásticos nuevos.

ODS 14: Vida Submarina

Dado que el plástico PET es un material que a menudo termina en los océanos, reciclarlo reduce la cantidad de desechos plásticos en los ecosistemas marinos. Aunque este ODS se centra más en los océanos, cualquier esfuerzo por reducir el uso de plásticos de un solo uso y promover su reciclaje es una contribución indirecta a la preservación marina.

ODS 15: Vida de Ecosistemas Terrestres

Similar al ODS 14, el reciclaje de PET ayuda a reducir la acumulación de desechos plásticos en la naturaleza, contribuyendo a la protección de los ecosistemas terrestres y reduciendo la contaminación en hábitats naturales.

ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico

Al generar un nuevo mercado para los productos reciclados, como los hilos de PET para impresión 3D, se puede fomentar la creación de empleos verdes, contribuyendo a la economía circular y promoviendo el empleo en sectores relacionados con la sostenibilidad.

Estos ODS pueden integrarse en la justificación del impacto ambiental y social de la propuesta de reciclaje de PET, mostrando cómo esta innovación contribuye a objetivos globales más amplios de sostenibilidad y desarrollo económico.

De igual manera la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha manifestado una profunda preocupación por la creciente contaminación por plásticos a nivel mundial. Según datos de la ONU, los plásticos constituyen al menos el 85% de los residuos marinos, y se proyecta que para 2040, la cantidad de plásticos que ingresan a los océanos podría casi triplicarse, alcanzando entre 23 y 37 millones de toneladas anuales. Esta situación representa una amenaza significativa para los ecosistemas marinos y la biodiversidad.

En respuesta a esta crisis, en marzo de 2022, la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA) adoptó una resolución titulada "Fin de la contaminación por plásticos: hacia un instrumento internacional jurídicamente vinculante". Esta resolución busca desarrollar un tratado global que aborde todo el ciclo de vida de los plásticos, desde su producción hasta su eliminación, con el objetivo de reducir significativamente la contaminación plástica. Se espera que las negociaciones concluyan para finales de 2024, permitiendo la implementación de medidas concretas a nivel global.

Sin embargo, las negociaciones han enfrentado desafíos. En la cumbre de la ONU celebrada en diciembre de 2024 en Busan, Corea del Sur, los representantes de 177 países no lograron alcanzar un acuerdo final sobre el tratado internacional contra la contaminación por plásticos. Las discrepancias se centraron en aspectos clave como el alcance del tratado, la financiación y las reglas para resolver disputas. A pesar de estos obstáculos, la mayoría de las naciones apoyan la implementación de medidas ambiciosas y vinculantes para abordar la crisis de contaminación por plásticos, y se espera que las negociaciones continúen en 2025.

La ONU enfatiza la urgencia de una acción global coordinada para enfrentar la contaminación por plásticos, destacando que cada día se vierten aproximadamente 30,000 toneladas de plástico en los océanos. Esta crisis ambiental requiere respuestas inmediatas y efectivas para proteger los ecosistemas y la salud humana. (Andrea Corzo, 2021)

La contaminación por plásticos ha alcanzado niveles alarmantes, representando uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI. Los plásticos constituyen una gran parte de los residuos en océanos y cuerpos de agua, afectando tanto los ecosistemas como la salud humana.

Los microplásticos y productos químicos asociados pueden ingresar a la cadena alimentaria, lo que supone un riesgo para la salud pública. Esta crisis se debe principalmente al aumento en la producción y el consumo de plásticos de un solo uso, junto con la falta de sistemas de gestión de residuos eficaces.

Para mitigar este problema, se necesita un enfoque integral que incluya la reducción del uso de plásticos, la promoción de alternativas sostenibles y la implementación de políticas efectivas de gestión de residuos. La lucha contra la contaminación por plásticos requiere un compromiso global por parte de gobiernos, empresas y ciudadanos. Además, la transición hacia una economía circular y la educación sobre el uso responsable del plástico son fundamentales para garantizar un futuro sostenible y la protección del planeta.

Impactos en la salud: Los microplásticos y productos químicos asociados a los plásticos pueden ingresar a la cadena alimentaria, afectando la salud humana a través de la ingestión de alimentos contaminados.

El aumento en la producción y el consumo de plásticos de un solo uso, junto con la falta de sistemas de gestión de residuos eficaces, han contribuido significativamente a esta crisis.

La lucha contra la contaminación por plásticos necesita la colaboración de gobiernos, empresas y ciudadanos para desarrollar soluciones sostenibles y crear conciencia sobre el

problema. (Víctor Viñuales, 2024)

Desde 2019, Colombia ha enfrentado grandes desafíos debido a la contaminación por plásticos, especialmente los de un solo uso. Se estima que cada colombiano desecha alrededor de 24 kilogramos de plástico al año, lo que ha generado una acumulación significativa de residuos en ecosistemas terrestres y acuáticos. Esta situación ha impactado gravemente la biodiversidad, ya que muchas especies marinas y terrestres ingieren o quedan atrapadas en desechos plásticos. Además, la producción y descomposición de estos materiales liberan sustancias químicas que contaminan suelos y cuerpos de agua, afectando tanto la salud de los ecosistemas como la de las comunidades humanas.

Para hacer frente a esta problemática, el gobierno colombiano ha adoptado diversas medidas. En 2016, se aprobó una resolución que prohibía las bolsas de plástico pequeñas, y en 2017 se introdujo un impuesto por su uso. Más recientemente, en julio de 2024, se prohibieron ocho productos plásticos de un solo uso con el objetivo de reducir su consumo y fomentar alternativas sostenibles. Paralelamente, se han fortalecido iniciativas de reciclaje y economía circular, logrando aprovechar más de 350.000 toneladas de residuos plásticos al año. Ciudades como Bogotá y Medellín transforman aproximadamente 13.000 toneladas mensuales de estos residuos, gracias a una red de industrias recicladoras. Sin embargo, persisten desafíos en la gestión de los residuos plásticos y la transición a soluciones más sostenibles, por lo que es clave la implementación efectiva de políticas, la educación ambiental y la cooperación entre el sector público y privado. (Andrea Corzo., 2021)

La Ley 2232 de 2022 en Colombia prohíbe el uso de plásticos de un solo uso a partir del 7 de julio de 2024, con el fin de reducir la contaminación ambiental y promover una economía circular. La norma contempla la eliminación de productos como pitillos, mezcladores y bolsas de empaque, estableciendo la meta de que todos los plásticos producidos en el país sean reutilizables o reciclables para 2030. Sin embargo, existen excepciones, como las bolsas para productos de origen animal y algunos insumos médicos que requieren protección.

Para garantizar su cumplimiento, la ley impone sanciones a las empresas que no se ajusten a

la normativa, con multas que van desde 100 hasta 50,000 salarios mínimos, además de decomisos y clausuras. Asimismo, se promueve la participación de la ciudadanía y los sectores productivos en la búsqueda de alternativas sostenibles y en la gestión de residuos. Se espera que la eliminación de estos plásticos tenga un impacto positivo en la vida marina y en la reducción de la contaminación ambiental en Colombia

A partir del 7 de julio de 2024, en Colombia comenzara a eliminar ocho productos plásticos de un solo uso, como son los pitillos, mezcladores y bolsas de empaque.

La ley busca reducir la contaminación por plásticos y promover la economía circular, con la meta de que todos los plásticos producidos en el país sean reutilizables o reciclables para el año 2030, solo se le permite algunas excepciones, como lo son las bolsa para productos de origen animal y productos médicos que requiere protección, las empresas que no cumplan con la normativa enfrentaran una multas que van de 100 hasta 50,000 salarios mínimos, además de posibles decomiso y clausuras.

Se espera que la eliminación de estos plásticos tenga un efecto positivo en la vida marina y en la reducción de la contaminación ambiental en el país. (Susana Muhamad., 2024)

Los residuos que más se originan en las escuelas son:

Los residuos orgánicos (restos de comida: son como las cascaras de fruta, sobras de almuerzos, restos de vegetales, servilletas papeles sucios con alimentos)

Los residuos inorgánicos reciclables (botellas y envases plásticos, bolsas plásticas, pet, papel y cartón: las hojas de los cuadernos usadas, cajas cuadernos viejos, latas de aluminio: refresco y jugos, vidrios: frascos y botellas) (LEONARDO GARCIA, 2022)

Los residuos inorgánicos no reciclables (servilletas usadas y papel higiénico, alimentos contaminados con grasa: envolturas de frituras, plásticos de un solo uso: estos podrían ser como los cubiertos desechables, envolturas de los dulces) (Horacio Rodríguez Larreta, 2025)

Los residuos peligrosos (baterías y pilas, productos químicos del laboratorio, cartuchos de tintas de impresora)

Para poder reducir el impacto ambiental en los colegios es clave hablar de la importancia del reciclaje, y la separación de los residuos para sí poder cuidar el medio ambiente y el planeta. (Gustavo Adolfo Carrión B, 2006)

En Antioquia, la acumulación de residuos plásticos ha afectado diversos ecosistemas. Por ejemplo, los embalses de la región reciben anualmente alrededor de 12 toneladas de desechos plásticos, lo que deteriora la calidad del agua y afecta la fauna acuática. Además, la zona costera del Urabá Antioqueño enfrenta altos niveles de contaminación por plásticos, comprometiendo la salud de los ecosistemas marinos y la biodiversidad local.

El río Magdalena, que atraviesa la región del Magdalena Medio, es uno de los principales colectores de residuos plásticos en Colombia. Se estima que entre 350.000 y 450.000 toneladas de desechos son arrastradas por el río anualmente, incluyendo una cantidad significativa de plásticos. Esta contaminación afecta no solo la calidad del agua, sino también a las comunidades ribereñas que dependen del río para sus actividades diarias y económicas.

Para abordar esta problemática, se han implementado diversas iniciativas. En julio de 2024, entró en vigor en Colombia la Ley 2232 de 2022, que prohíbe el uso de ocho productos plásticos de un solo uso, buscando reducir la generación de residuos plásticos y promover alternativas sostenibles.

Además, la Gobernación de Antioquia ha lanzado campañas de concienciación, como "Tú tienes el poder de cuidar el planeta", que promueven la reducción del uso de plásticos y la correcta separación de residuos. La contaminación por plásticos en Antioquia y el Magdalena Medio representa un desafío ambiental considerable. La implementación de políticas públicas, sumada a la educación y concienciación ciudadana, es esencial para mitigar los efectos negativos de los residuos plásticos en estos ecosistemas. (Greenpeace Colombia, 2020)

La contaminación por plásticos en Colombia representa un problema ambiental y de salud pública crítico. Cada año, el país consume aproximadamente 1.250.000 toneladas de plástico, de las cuales el 74% son de un solo uso. Una gran parte de estos residuos termina en los océanos, afectando la biodiversidad y contribuyendo a la crisis climática. En Bogotá, se generan 25.000 toneladas de residuos sólidos diariamente, pero solo se recupera el 13%, lo que evidencia la necesidad de mejorar la gestión de desechos y fomentar el reciclaje. La Asociación de Recicladores de Bogotá ha logrado evitar la emisión de 407.750 toneladas de CO₂ eq, demostrando el impacto positivo de la inclusión de recicladores en el proceso.

Organizaciones como GreenPeace han instado al gobierno y a las empresas a reducir el uso de plásticos, fortalecer el reciclaje y promover la economía circular. Esto implica la formalización y capacitación de recicladores, además de incentivar la segregación de residuos entre los ciudadanos. En 2021, Bogotá declaró una Emergencia Climática, reconociendo la urgencia de abordar la crisis ambiental y mejorar la gestión de residuos para proteger tanto el medio ambiente como la salud pública.

Cada año, se estima que 14 millones de toneladas de desechos plásticos invaden océanos y ecosistemas, contribuyen a la crisis climática y la pérdida de biodiversidad. En Bogotá, se generan alrededor de 25.000 toneladas de residuos sólidos diariamente, los cuales solo se recupera un 13%

La asociación de recicladores de Bogotá ha logrado evitar la emisión de 407.750 toneladas de CO₂, lo que subraya la importancia de la inclusión de recicladores en la gestión de residuos. Sin embargo, solo el 17% de los residuos en la ciudad se reciclan efectivamente. (Ciberactivista, 2012)

El Gobierno nacional, las empresas y los trabajadores colaborarán en la creación de pequeñas y medianas empresas que mitiguen los posibles impactos socioeconómicos derivados de la ley.

Las empresas que comercialicen productos plásticos de un solo uso deberán obtener una

certificación que demuestre el porcentaje de aprovechamiento de estos residuos, garantizando el cierre del ciclo de vida del producto, conforme a las metas establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se prohíbe a los operadores de transporte aéreo descargar residuos plásticos de un solo uso en regiones como la Amazonía, Orinoquía y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

La prohibición de producción o fabricación de productos plásticos de un solo uso no aplicará cuando su destino sea la exportación.

Se priorizará el respaldo económico y la promoción de pequeños y medianos productores que incorporen envases biodegradables en condiciones ambientales naturales.

Se brindará apoyo técnico a organizaciones campesinas que desarrollen alternativas biodegradables a partir de residuos agrícolas para reemplazar los plásticos de un solo uso.

Se fomentará la formalización de actores en la cadena de valor del plástico, incluyendo recicladores de oficio y sus asociaciones, promoviendo la participación ciudadana y la colaboración con entidades privadas para valorizar los residuos plásticos.

Se implementarán incentivos y líneas de crédito a bajo interés para la industria de la madera plástica y otros productos elaborados a partir de materiales reciclados, así como para la producción de ecodiseño que utilice empaques y envases sostenibles.

Alternativas sostenibles recomendadas:

Uso de bolsas de tela.

Compra de productos a granel.

Utilización de utensilios fabricados con materiales biodegradables.

Empleo de botellas y envases de vidrio.

Además, se destaca la importancia de mejorar la infraestructura para el reciclaje y promover prácticas como la reutilización y el coprocesamiento, implementando tecnologías que permitan la reincorporación de materiales al ciclo productivo.

Los establecimientos del sector hotelero y turístico deberán ofrecer a sus clientes la opción de consumir agua no envasada de manera gratuita, complementando su oferta de servicios.

La implementación de la Ley 2232 de 2022 representa un desafío y una oportunidad para el sector empresarial colombiano, incentivando la adopción de prácticas más sostenibles y la innovación en el desarrollo de productos y servicios que contribuyan a la protección del medio ambiente. (Cristina Henao, 2017)

La implementación de una cortadora de cintas de botellas PET tiene un doble beneficio. Por un lado, contribuye a la economía circular, promoviendo el reciclaje y la reutilización de materiales que de otro modo serían desechados. Por otro lado, ofrece una solución práctica y accesible para comunidades y pequeñas empresas que deseen involucrarse en prácticas sostenibles.

El proyecto de la cortadora de botellas, no solo busca desarrollar una máquina funcional y eficiente, sino también fomentar una mayor conciencia ambiental y una cultura de reciclaje en la sociedad. Al proporcionar una herramienta que permite la reutilización directa de botellas PET, se incentiva a las personas y a las organizaciones a ver los residuos como recursos potenciales, en lugar de como basura. El plástico tuvo sus inicios en 1860 en Estados Unidos, este se comienza a usar por todo el mundo y como respuesta conllevó al aumento de fabricación por parte de las empresas y el uso del polietileno (uno de los materiales más resistentes). Este material nos trajo consecuencias trágicas ya que el plástico de ser una ayuda para la humanidad paso a ser una problemática por ser un material poco reciclable y de componentes muy

contaminantes al medio ambiente además, su difícil descomposición lleva a que se acumule más en la tierra, según (Quesada Rojas, 2019): puede llegar hasta 8.3 mil millones de toneladas de plástico en el mundo donde solo el 9% de todo ese material contaminante se recicla para un bien de la humanidad y el resto llega a zonas como la selva, ríos, y el océano. (Ibarra, Falla, & Rodríguez, 2019)

En la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra, con 60 años de experiencia en formación, se encuentra ubicada en el municipio de Maceo Antioquia en la subregión del Magdalena Medio antioqueño y este municipio cuenta con una población de 8,221 habitantes, de los cuales 841 son estudiantes de dicha institución que ofrece varios niveles de educación, como preescolar, primaria, secundaria, media y CLEI (Ciclos Lectivos Especiales Integrados, es la educación media para adultos), en esta institución se ha creado un semillero de robótica conformado por 28 niños del grado 5^o; fueron ellos los que comenzaron una valiosa iniciativa sobre el reciclaje en febrero de 2023.

En la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra se ha identificado una problemática con las prácticas relacionadas con la separación y recolección de basuras, donde se evidencia la falta de conciencia ambiental y el bajo nivel de participación de la comunidad educativa en la separación y disposición adecuada de los residuos. No obstante, de las campañas de sensibilización y proyectos realizados para generar un cambio en las prácticas de separación de basura. Adicionalmente no se ha contado con los recursos económicos y estrategias necesarias para promover e instruir a la comunidad educativa sobre la importancia de este proceso y su impacto en el medio ambiente. (Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra, 2023)

De igual manera algunos de los estudiantes observan la falta de disposición por parte de la comunidad académica para realizar la separación y clasificación de los diferentes materiales reciclables, que, como consecuencia, ha resultado en una mezcla inadecuada de los mismos, dificultando así el proceso de reciclaje y aumentando la cantidad de residuos que terminan en vertederos de botellas PET, implementando un sistema de fileteado uniforme a través de un sistema de cuchillas que permita un ancho constante de la tira PET, para ser utilizada como materia para las impresoras 3D?

1.2. Formulación

¿De qué manera el diseño y la construcción de una máquina cortadora de cintas a partir de botellas PET, que integre un sistema de tracción y corte controlado mediante un sistema digital programable, puede permitir la elaboración de filamentos reciclables en la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra?

2. Justificación

El presente proyecto surge como respuesta a la creciente problemática de contaminación ambiental generada por residuos de botellas de plástico en el municipio de Maceo y a nivel nacional. Enfocándose específicamente en la Institución Educativa Filiberto Restrepo, que genera una cantidad significativa de residuos de botellas de plástico semanalmente. El objetivo principal de este proyecto es fomentar el interés por el reciclaje desde una edad temprana, con el fin de contribuir a mitigar la crisis ambiental actual.

El proyecto se enmarca dentro de los requisitos del proyecto de grado para estudiantes, con el propósito de desarrollar una solución innovadora y sostenible que promueva la conciencia ambiental y el reciclaje en la comunidad educativa.

La creciente preocupación por la contaminación plástica ha llevado a la búsqueda de métodos innovadores para reciclar y reutilizar plásticos, especialmente las botellas de tereftalato de polietileno (PET). Este proyecto se centra en la creación de una cortadora de cintas de botellas PET, una solución práctica y sostenible que transforma desechos plásticos en materiales útiles.

La máquina consiste en un proceso de automatización que posicione la botella PET reciclada en la base con cuchilla integrada ubicando el eje al interior de la botella, en donde el sistema de tracción guiará la botella hacia el sistema de corte, y a la vez permite almacenar en un rodillo. La cinta obtenida del corte servirá como materia prima para la elaboración de filamentos para impresión 3D.

El problema de la gran cantidad de plástico generado por los envases de un solo uso en la industria alimentaria en Colombia, la falta de alternativas para reciclar o innovar en materiales biodegradables, demanda un análisis exhaustivo a nivel nacional. Esto implica evaluar la situación legal, la investigación en las industrias alimentarias y las universidades relacionadas con nuevos materiales biodegradables y estrategias de economía circular. (Juan Sebastian Holguin Chaux, 2024)

El desarrollo de la cortadora tiene un impacto económico positivo. Al convertir botellas PET en cintas recicladas que se utilizarán para la producción de filamento para impresión 3D, se generan nuevas oportunidades de negocio y empleo en sectores relacionados con el reciclaje y la manufactura. Este enfoque no solo contribuye a la protección del medio ambiente, también apoya el desarrollo económico sostenible. Lo cual aumentará la iniciativa de los estudiantes en la institución educativa generando en ellos nuevas ideas para formas de ingreso en la comunidad.

En resumen, la creación de una cortadora de cintas de botellas PET es un proyecto con un fuerte fundamento ambiental y social. Su implementación contribuirá significativamente a la reducción de residuos plásticos, fomentará la economía circular, y generará conciencia sobre la importancia del reciclaje y la sostenibilidad. Es un paso hacia un futuro más verde y responsable, donde los recursos se utilizan de manera más eficiente y el impacto ambiental se minimiza.

El proyecto aporta beneficios en campos como: la comunidad, los estudiantes y la institución. Para la comunidad, ayuda a preservar los recursos naturales al reutilizar materiales plásticos. Para los estudiantes, desarrolla una mayor conciencia ambiental y también promueve el desarrollo tecnológico moderno. Y para la Institución, mejora la gestión ambiental mediante la implementación del proyecto de reciclaje.

Tiene múltiples beneficios y aplicaciones a nivel social, promueve la conciencia ambiental y el trabajo en equipo para lograr objetivos comunes, e introduce técnicamente a los estudiantes en el uso de tecnologías innovadoras, mejorando sus habilidades y adaptabilidad al cambiante entorno tecnológico. A nivel teórico, dará la oportunidad de aplicar conocimientos teóricos y una rica experiencia educativa en gestión ambiental, de modo que el componente ambiental también ayuda a monitorear y controlar de manera más efectiva los materiales reciclados, promoviendo así la reducción del impacto ambiental.

El proyecto es un apoyo al proyecto “ecocode: programando un futuro sostenible con makecode, y recolección y separación de basuras” presentado por los niños del semillero de robótica de la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra ante el programa ONDAS.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar una cortadora de cintas de botellas PET para la elaboración de filamentos, mediante el diseño y la construcción de una máquina utilizando un sistema de tracción y de corte, controlado por un sistema digital programable para la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra

3.2. Objetivos específicos

Generar un diseño de un mecanismo mediante un sistema de corte y tracción para botellas PET, que transforme la botella en tiras de plástico de diferentes tamaños .

Seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la cortadora, utilizando los que generen seguridad, eficiencia y durabilidad en el dispositivo.

Ensamblar el sistema de corte y tracción para la cortadora de botellas, mediante la utilización de componentes en impresión 3D, eléctricos, electrónicos y el uso de herrajes.

Implementar un sistema de seguridad para el usuario, colocando una cubierta en impresión 3D

4.Marco teórico

4.1 Características de las botellas PET

En la tesis de grado titulado “*Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con PET*”, Las botellas PET son un polímero no renovable derivado del petróleo, obtenido mediante la reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol, siendo un material duro de degradar con una demora de alrededor de 700 años.

Este material presenta varias propiedades como peso ligero, resistencia química, resistencia al paso de agentes exteriores como el CO₂, humedad y O₂, es inerte y no toxico, como desventaja no se degrada naturalmente y puede desprender sustancias toxicas a temperaturas superiores a 230°C (Astorayme Salazar & Ramón Diaz, 2021). <http://hdl.handle.net/10757/654973>

En el proceso de reciclaje es una actividad que busca recuperar los desechos sólidos, a fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos.

Dentro de este proceso de reciclaje se detallan tres tipos de reciclaje del PET:

Reciclaje mecánico, siendo el más común, de menor costo,

Reciclaje químico, permite descomponer el PET es sus componentes básicos para producir nuevos materiales, pero es costoso y complejo, y

Reciclaje energético, utiliza residuos plásticos como fuente de energía mediante incineración, pero aporta a la emisión de CO₂.

<https://repositorio.ucsp.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4c9ed418-f907-4257-9c53-6046d5696c8f/content>

El PET o tereftalato de polietileno tiene muchas propiedades idóneas:

Resistencia química: El PET tiene una gran resistencia al agua, a los alimentos y a las causas naturales como bacterias, hongos, etc. Eso lo hace compatible con las aplicaciones de envasado de alimentos.

Transmitancia: Es naturalmente transparente. Sin embargo, su aspecto no es tan atractivo como el de otros polímeros de gran transparencia, como el policarbonato y el acrílico. Si se requiere una alta transparencia, deberían utilizarse estos polímeros en lugar del PET.

A prueba de golpes: El plástico PET es sólido y fuerte, es prácticamente inastillable, por lo que se utiliza como alternativa al vidrio.

El tereftalato de polietileno es originalmente un termoplástico, y se decide por la forma en que reacciona al calor. Sin embargo, hay muchas variantes de poliésteres que se consideran termoestables.

La principal diferencia entre los termoplásticos y los termoestables puede atribuirse a la forma en que reaccionan al calor. Los termoplásticos se funden en su punto de 260°C para el poliéster.

La mayor ventaja de cualquier termoplástico cuando debe ser procesado en el moldeo por inyección es que cuando se funde, la forma líquida puede ser enfriada y recalentada sin gran degradación.

Por el contrario, los termoestables sólo pueden quemarse una vez, ya que el primer calentamiento cambia su naturaleza química, que no puede revertirse.

Una vez cambiada su naturaleza química, cualquier calentamiento adicional quemará el polímero. Ésta es una de las principales razones por las que los termoestables son malos candidatos para el reciclaje.

Ventajas de la resina PET

Mayor resistencia y rigidez

Peso ligero para su uso en el transporte.

Actúa como barrera contra la humedad.

Aislamiento eléctrico

Alta estabilidad térmica con uso de -60 a 130 grados.

Adecuado para aplicaciones transparentes y no se rompe fácilmente.

Reciclable y utilizable en la radiación de microondas.

Seguro para alimentos y bebidas con la aprobación de la FDA y otras agencias sanitarias.

(recycling, 2022)

4.2. Tecnologías de corte para botellas PET

El cortador de cuerda de botellas de plástico proporciona una manera fácil de ayudarlo a tratar cualquier tipo y forma de botellas de plástico, como botellas de cola, jugo, agua de soda haciéndolas en cuerda de plástico.



Figura 1: Cortadora de botella PET

Fuente: tomado de: https://m.media-amazon.com/images/I/51cplekWoBL._AC_SL1100_.jpg

Las máquinas para cortar las botellas plásticas en forma de cintas largas y delgadas de la actualidad son más bien herramientas manuales que constan de una base con cuchilla integra que se sujeta con la mano o a un poste rígido, posteriormente se ubica la botella en la parte superior de la base para iniciar el corte girando la botella en su propio eje con la mano, luego de tener suficiente cinta como para tomarla con una mano se procede a tirar de esta haciendo girar nuevamente la botella hasta convertirla en un cuerda de plástico lo suficientemente larga para enrollar y almacenarla.

Actualmente se encuentran muchos de uso manual con un sistema similar entre sí.

Este consiste en sostener una base con cuchilla integra que se sostiene con la mano o se ata a un poste para en este poner la botella y “desenrollarla” gradualmente hasta obtener una cinta larga y resistente.

Para entender los principios de corte que la cortadora de cintas emplea, debemos recordar los esfuerzos mecánicos. Cuando nos referimos a los esfuerzos mecánicos hacemos referencia a las fuerzas que actúan sobre una pieza u objeto; estas fuerzas o tensiones pueden ser variadas como lo son la compresión, tensión, torque, cizalla entre otros. El principio a utilizar es el esfuerzo mecánico del cizallamiento. El esfuerzo cortante o también llamado cizalladura: es el esfuerzo que soporta una pieza cuando actúan sobre ella dos fuerzas contrarias.

4.3. Diagrama de bloques

La selección de materiales adecuados para la construcción de una cortadora de botellas PET es fundamental para garantizar la durabilidad, seguridad y eficiencia del dispositivo. Los materiales clave para la cortadora incluirán:

1. Estructura o marco: Puede ser de acero inoxidable, aluminio, o madera resistente.
2. Cuchillas o filo de corte: Lo ideal es usar acero templado o acero inoxidable, ya que son duraderos y resistentes al desgaste.

3. Rodillos o sistema de soporte: Plástico ABS o acero, dependiendo de la resistencia y suavidad que se desee.
4. Tornillos y sujetadores: De acero inoxidable para evitar la corrosión.
5. Mecanismo de manivela o motor: Si es manual, una manivela de plástico robusto o acero; si es motorizado, un motor eléctrico de bajo consumo.
6. Base antideslizante: Caucho o plástico resistente para asegurar que el dispositivo no se mueva durante su uso.

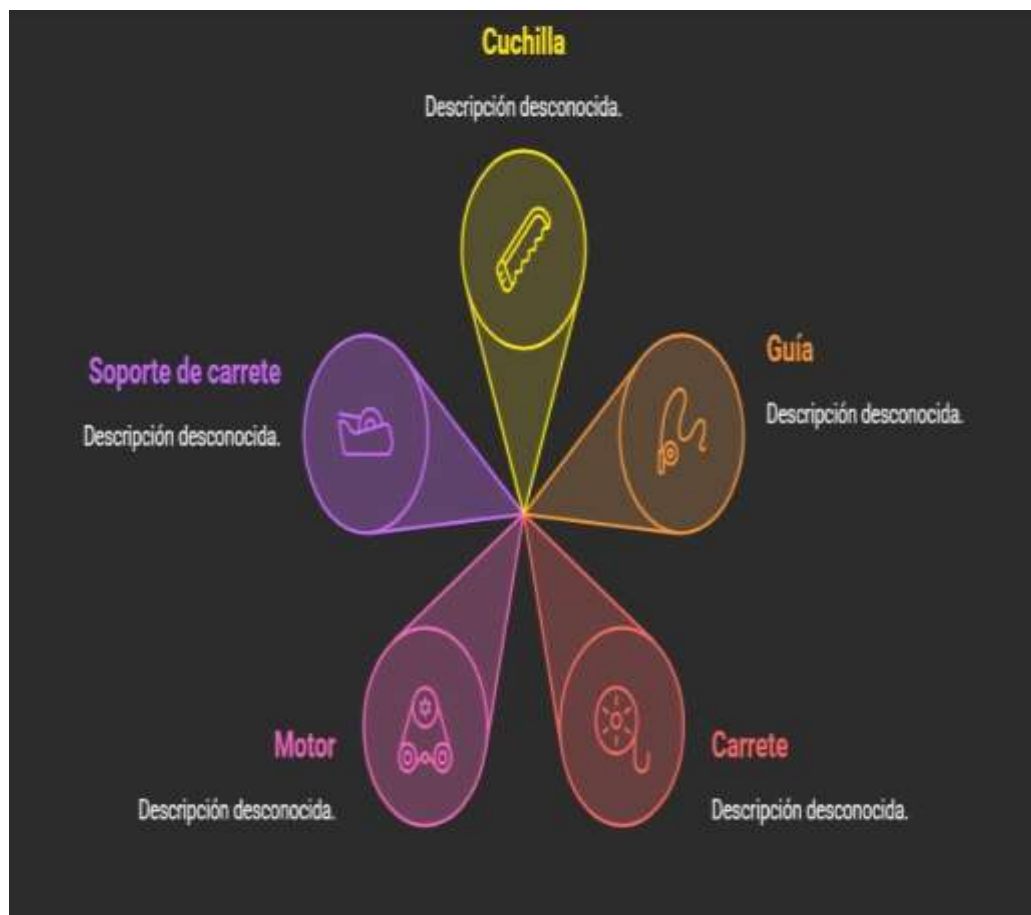


Figura 2: Diagrama de bloques
Fuente de: <https://app.napkin.ai/signout>

Estructura o marco: Se utilizará acero inoxidable o aluminio por su resistencia, ligereza y resistencia a la corrosión. Estos materiales asegurarán que el mecanismo soporte la presión aplicada durante el proceso de corte y ofrezca una larga vida útil.

Cuchillas: Las cuchillas de acero templado o acero inoxidable se fabricarán para ser lo suficientemente afiladas como para cortar el plástico PET sin perder el filo rápidamente. Además, estos materiales son fáciles de afilar y mantener.

Rodillos: Usar rodillos de plástico ABS o acero con un acabado suave para facilitar el movimiento de las botellas. El ABS es ideal por su ligereza y resistencia al desgaste

Manivela/motor: En caso de optar por una manivela manual, se utilizará plástico resistente o acero, con un diseño ergonómico. Para la versión motorizada, se seleccionará un motor eléctrico de bajo consumo que sea accesible y eficiente.

Base antideslizante: Para evitar accidentes, la base estará hecha de caucho o plástico resistente para proporcionar estabilidad durante el uso.

Estructura o marco: Proporcionar una base robusta y duradera que soporte el peso y la tensión del corte. El uso de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable o el aluminio garantiza que el dispositivo dure en condiciones de uso prolongado y en diferentes entornos.

Cuchillas: Cortar el PET de manera eficiente, manteniendo un filo duradero. El acero templado es ideal para evitar que las cuchillas se desafilan rápidamente y ofrecer cortes precisos y limpios.

Rodillos o sistema de soporte: Facilitar el movimiento de la botella dentro del dispositivo, asegurando un proceso de corte suave y continuo.

Manivela o motor: Ofrecer al usuario la opción de cortar las botellas manualmente o de forma automatizada, según la necesidad. La manivela permite un control preciso del proceso, mientras

que el motor incrementa la eficiencia.

Base antideslizante: Asegurar que el dispositivo permanezca en su lugar durante el proceso de corte, reduciendo el riesgo de accidentes.

El sistema de seguridad es importante para proteger al usuario mientras usa la cortadora de botellas. Este sistema incluirá varios elementos como protectores para las manos, cubiertas que tapen las cuchillas, y un mecanismo que apague el dispositivo automáticamente (si es motorizado). También se usarán materiales antideslizantes para que la cortadora no se mueva mientras se utiliza.

1. **Protección para las manos:** Se pueden poner mangos cómodos y escudos alrededor de las áreas donde el usuario manipula la cortadora, para que las manos no se acerquen a las cuchillas.

2. **Cubiertas para las cuchillas:** Las cuchillas estarán parcialmente cubiertas, dejando expuesta solo la parte necesaria para cortar, reduciendo así el riesgo de que el usuario toque accidentalmente la hoja.

3. **Sistema de apagado automático (si es motorizada):** En una cortadora eléctrica, es buena idea que se apague automáticamente si detecta algo que no debería estar ahí, como una mano o algún objeto.

4. **Base antideslizante:** Se pueden usar ventosas o una base de goma para asegurar que la cortadora no se mueva mientras está en uso, manteniéndola firme sobre la mesa o superficie.

5. **Bloqueo de seguridad:** Es un sistema que evita que la cortadora funcione cuando no está en uso, ideal para evitar que alguien la active por error, especialmente si hay niños cerca.

1. **Protección para las manos:** Para evitar que las manos del usuario entren en contacto con las cuchillas y prevenir cortes accidentales.

2. Cubiertas para las cuchillas: Esto ayuda a que solo el plástico de la botella esté en contacto con la cuchilla, lo que hace que sea más seguro para el usuario.
3. Sistema de apagado automático: Este mecanismo es útil para prevenir accidentes si algo sale mal, como si el usuario coloca su mano demasiado cerca o si se atasca la cortadora.
4. Base antideslizante: Mantener la cortadora fija en su lugar mientras se usa evita movimientos bruscos que podrían causar accidentes.
5. Bloqueo de seguridad: Este bloqueo asegura que la cortadora no funcione si alguien la toca accidentalmente, lo que es muy útil para evitar incidentes cuando hay niños o personas inexpertas.

4.4. Sistema de control del proyecto

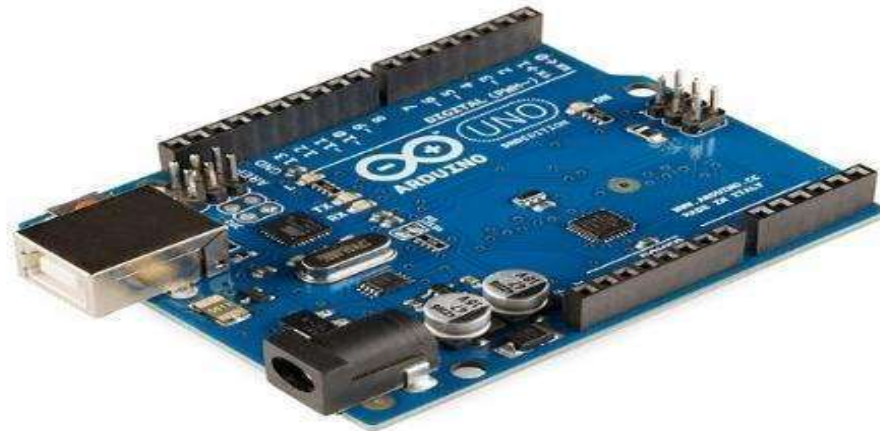


Figura 3: Arduino Uno

Fuente: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

El Arduino “es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source), basada en hardware y software, nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que

fuera de bajo coste. La placa se puede ensamblar a mano o preensamblarlas; el software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source”. (Enríquez Herrador, 2009)

4.5. Sensores y actuadores

Para el movimiento de la base de la botella y también para halar la cinta obtenida del corte, se tendrá un motor eléctrico, el cual es un dispositivo que tiene la capacidad de transformar la energía eléctrica en energía mecánica y así pueden impulsar el funcionamiento de una máquina.

Para sensar el inicio y fin de corte, se dispondrá de sensores ópticos o fines de carrera que entregarán la señal digital al control programable, para comandar el movimiento.



Figura 4: Motor DC 12V, 30 Watos

Fuente: <https://naylampmechatronics.com/motores-dc/816-motor-dc-37d-12v-1000rpm.html>

Para el proyecto de corte de botellas PET, se usará un motor DC de 12v, 30 watos de imán permanente, soportado en una base de soporte de aluminio. (un disco de 30 cm de diámetro 3cm de espesor y una varilla de 50 cm de largo y 1cm de diámetro)

¿Cómo se define el plástico PET y qué implica? El PET es un tipo de plástico muy empleado en el sector textil, así como en el de embalajes para bebidas y contenedores. Es un polímero obtenido a partir de una mezcla química. Así pues, es un material artificial de poliéster. Es un plástico altamente cristalino, puede ser tratado a través de diversos procedimientos (inyección, termoformado...) y si se realiza un rápido enfriamiento del material, lograremos dicha cristalinidad que se puede apreciar posteriormente en los recipientes. ¿Interfiere con el plástico PET? El sector del plástico es uno de los que más está experimentando un control riguroso del efecto de su fabricación en el entorno natural. Siempre surgen disputas sobre la auténtica contaminación de los distintos tipos de plásticos disponibles en el mercado. Primera vez

¿A qué temperatura se funde el plástico PET?

El punto de fusión del Tereftalato de polietileno se alcanza a las 260°. A partir de los 60° la flexibilidad del material que utiliza plástico PET se puede ver ya deformada. La fundición aparece a una temperatura 4 veces superior.

¿Cuánto tiempo tarda en degradarse el plástico PET?

El plástico es uno de los materiales que más tarda en degradarse. Por ello es tan importante las labores de reciclaje y de reutilización. Tarda entre 500 y 600 en degradarse por completo **Juypal**. (s.f.).2021/03/01

4.6. Marco histórico

El hallazgo del polietilentereftalato, más conocido como PET, fue patentado por J. R. Whinfield y J. T. Dickson como un polímero de fibra. Los poliésteres termoplásticos fueron objeto de estudio en los laboratorios de la Asociación de Impresores Calico. en la etapa de 1939 a 1941.

La fabricación comercial de fibra de poliéster se inició en 1955; desde ese momento, el PET ha experimentado un constante progreso tecnológico hasta alcanzar un elevado grado de

sofisticación, fundamentado en el impresionante aumento del producto a escala global y la ampliación de sus opciones. Desde 1976, se emplea en la producción de recipientes livianos, transparentes y duraderos, principalmente destinados a bebidas. No obstante, el PET ha experimentado un avance notable en el sector de los empaques. En México, se inició su uso para este propósito a mediados de la década de los ochenta. RecaudaPET.(2013, 30 de noviembre)



Figura 5: Recauda PET

Fuente: Historia del reciclaje https://recaudapet.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/11/un_poc2.gif

Se considera que, tal como lo entendemos hoy en día, el reciclaje surgió en Japón, donde aproximadamente en el año 1031 se inició la primera reutilización de papel desechado de la que se tenga registro. Hasta entonces, los únicos recursos para su producción eran de plantas como la mora, el gampi y el cáñamo. Sin embargo, tal como señala Dard Hunter en *Papermaking: Es incuestionable que, en The History and Technique of an Ancient Craft (1957), los chinos ya habían empleado anteriormente la recuperación de papel.*

En Japón, el papel reciclado se transformó en el único producto de las tiendas de papel (kamiya), y se le denominaba kamiya-gami, que significa literalmente "papel de la tienda de papel". Al ser un material previamente utilizado con tinta y pigmentos, el producto final adoptó un tono gris.

En la era victoriana, en Inglaterra surgieron los primeros profesionales de reciclaje, responsables de recoger el polvo y las cenizas producidas por incendios en viviendas. Se calcula que, durante los años 1850, el índice de carbón quemado por cada vivienda en Londres llegaba a 11 toneladas anuales. La amplia expansión de la ciudad causó una elevada necesidad de cenizas de carbón por la industria para la producción de ladrillos. Además, la industria de alimentos y agricultura empleaba estos residuos como abono para las cosechas. WWF Colombia (2019, 17 de mayo)

4.7. Marco legal

En Colombia la disposición de los residuos sólidos está normatizada por la constitución política del 1991 para manejar de forma adecuada todos los residuos sólidos y químicos generados por las empresas

Normativas colombianas para el manejo de desechos Para asegurar la protección del medio ambiente, la salud de la población y la utilización sustentable de los recursos, en nuestro país se encuentra un conjunto de regulaciones específicas que incluye varias disposiciones en relación al reciclaje. A continuación, presentamos algunas de las más significativas: Ley 9 de 1979 de 1979. Esta ley, conocida como el Código Sanitario Nacional, establece los cimientos para salvaguardar la salud humana a través de la aplicación de regulaciones sanitarias vinculadas al tratamiento correcto de desechos. Dentro de sus normativas, controla la recolección y traslado de residuos sólidos y líquidos, con el objetivo de prevenir su efecto perjudicial en el entorno y en la salud de las comunidades. Es un marco general que ha funcionado como base para regulaciones más detalladas posteriores.

Normativa 838 de 2005

Este decreto dicta pautas precisas sobre la eliminación final de desechos sólidos, subrayando la importancia de su correcta gestión desde su producción hasta su disposición. Incorpora directrices para la edificación y funcionamiento de rellenos sanitarios, además de la puesta en

marcha de sistemas de control que reduzcan los peligros vinculados a la gestión incorrecta de estos residuos. Esta normativa sobre los desechos sólidos es especialmente relevante para asegurar la correcta disposición final de los materiales.

Ley 253 de 1996

Mediante esta norma, Colombia ratificó el Convenio de Basilea, un acuerdo internacional diseñado para controlar el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación. Este convenio prohíbe el envío de este tipo de residuos a países que no cuenten con la capacidad técnica y de infraestructura para manejarlos adecuadamente. La ley garantiza que las operaciones relacionadas con estos desechos se realicen de manera responsable, evitando daños al medio ambiente y a la salud pública

Resolución 541 de 1994

Regula específicamente el transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, un tipo de residuo que resulta de actividades de construcción y demolición. La resolución establece los requisitos técnicos y operativos que deben cumplir los responsables de manejar estos residuos, promoviendo su reutilización y reciclaje cuando sea posible para minimizar su impacto ambiental.

Guía Técnica Colombiana (GTC) 24 de 2009

Esta guía técnica establece criterios para la separación de residuos en la fuente, fomentando una gestión más eficiente y sostenible. Aunque no tiene carácter de obligatoriedad, sirve como referencia para diseñar y ejecutar programas de manejo de residuos sólidos en hogares, empresas e instituciones. Su aplicación facilita el reciclaje y la recuperación de materiales aprovechables, reduciendo la cantidad de desechos que llegan a los rellenos sanitarios. CJS canecas

Canecas.com.co 2025 08 01 de enero

4.8. Marco conceptual

Estructura o marco: Puede ser de acero inoxidable, aluminio, o madera resistente.

¿Como?

1. Cuchillas o filo de corte: Lo ideal es usar acero templado o acero inoxidable, ya que son duraderos y resistentes al desgaste.
2. Rodillos o sistema de soporte: Plástico ABS o acero, dependiendo de la resistencia y suavidad que se desee.
3. Tornillos y sujetadores: De acero inoxidable para evitar la corrosión.
4. Mecanismo de manivela o motor: Si es manual, una manivela de plástico robusto o acero; si es motorizado, un motor eléctrico de bajo consumo.

5. Base antideslizante: Caucho o plástico resistente para asegurar que el dispositivo no se mueva durante su uso.

1. Estructura o marco: Se utilizará acero inoxidable o aluminio por su resistencia, ligereza y resistencia a la corrosión. Estos materiales asegurarán que el mecanismo soporte la presión aplicada durante el proceso de corte y ofrezca una larga vida útil.

2. Cuchillas: Las cuchillas de acero templado o acero inoxidable se fabricarán para ser lo suficientemente afiladas como para cortar el plástico PET sin perder el filo rápidamente. Además, estos materiales son fáciles de afilar y mantener.

3. Rodillos: Usar rodillos de plástico ABS o acero con un acabado suave para facilitar el movimiento de las botellas. El ABS es ideal por su ligereza y resistencia al desgaste.

4. Manivela/motor: En caso de optar por una manivela manual, se utilizará plástico

resistente o acero, con un diseño ergonómico. Para la versión motorizada, se seleccionará un motor eléctrico de bajo consumo que sea accesible y eficiente.

5. Base antideslizante: Para evitar accidentes, la base estará hecha de caucho o plástico resistente para proporcionar estabilidad durante el uso.

¿Para qué?

1. Estructura o marco: Proporcionar una base robusta y duradera que soporte el peso y la tensión del corte. El uso de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable o el aluminio garantiza que el dispositivo dure en condiciones de uso prolongado y en diferentes entornos.

2. Cuchillas: Cortar el PET de manera eficiente, manteniendo un filo duradero. El acero templado es ideal para evitar que las cuchillas se desafilen rápidamente y ofrecer cortes precisos y limpios.

3. Rodillos o sistema de soporte: Facilitar el movimiento de la botella dentro del dispositivo, asegurando un proceso de corte suave y continuo

4. Manivela o motor: Ofrecer al usuario la opción de cortar las botellas manualmente o de forma automatizada, según la necesidad. La manivela permite un control preciso del proceso, mientras que el motor incrementa la eficiencia.

5. Base antideslizante: Asegurar que el dispositivo permanezca en su lugar durante el proceso de corte, reduciendo el riesgo de accidentes.

Implementar un sistema de seguridad para proteger al usuario mientras usa la cortadora de botellas.

¿Qué?

Este sistema incluirá varios elementos como protectores para las manos, cubiertas que tapen las cuchillas, y un mecanismo que apague el dispositivo automáticamente (si es motorizado). También se usarán materiales antideslizantes para que la cortadora no se mueva mientras se utiliza.

¿Cómo?

1. Protección para las manos: Se pueden poner mangos cómodos y escudos alrededor de las áreas donde el usuario manipula la cortadora, para que las manos no se acerquen a las cuchillas.
2. Cubiertas para las cuchillas: Las cuchillas estarán parcialmente cubiertas, dejando expuesta solo la parte necesaria para cortar, reduciendo así el riesgo de que el usuario toque accidentalmente la hoja.
3. Sistema de apagado automático (si es motorizada): En una cortadora eléctrica, es buena idea que se apague automáticamente si detecta algo que no debería estar ahí, como una mano o algún objeto.
4. Base antideslizante: Se pueden usar ventosas o una base de goma para asegurar que la cortadora no se mueva mientras está en uso, manteniéndola firme sobre la mesa o superficie.
5. Bloqueo de seguridad: Es un sistema que evita que la cortadora funcione cuando no está en uso, ideal para evitar que alguien la active por error, especialmente si hay niños cerca.

¿Para qué?

1. Protección para las manos: Para evitar que las manos del usuario entren en contacto con las cuchillas y prevenir cortes accidentales.
2. Cubiertas para las cuchillas: Esto ayuda a que solo el plástico de la botella esté en

contacto con la cuchilla, lo que hace que sea más seguro para el usuario.

3. Sistema de apagado automático: Este mecanismo es útil para prevenir accidentes si algo sale mal, como si el usuario coloca su mano demasiado cerca o si se atasca la cortadora.

4. Base antideslizante: Mantener la cortadora fija en su lugar mientras se usa evita movimientos bruscos que podrían causar accidentes.

5. Bloqueo de seguridad: Este bloqueo asegura que la cortadora no funcione si alguien la toca accidentalmente, lo que es muy útil para evitar incidentes cuando hay niños o personas inexpertas.

Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas.

¿Qué?

Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas implica analizar cómo funciona la cortadora y la calidad de las cintas cortadas, considerando su tamaño, grosor y limpieza del corte.

¿Cómo?

1. Tamaño y grosor: Medir las cintas para asegurarse de que tengan dimensiones consistentes y adecuadas.

2. Calidad del corte: Observar si las cintas están bien cortadas o si hay desgarros, lo que indica el estado de las cuchillas.

3. Velocidad de producción: Medir cuánto tiempo se tarda en procesar un número determinado de botellas para evaluar la eficiencia.

4. Desperdicio: Revisar cuántas cintas se producen de cada botella y minimizar el material

desperdiciado

¿Para qué?

1. Mejorar el proceso: Identificar problemas en la cortadora para hacer ajustes y optimizar su funcionamiento.
2. Asegurar calidad: Garantizar que las cintas sean útiles y uniformes para los usuarios finales.
3. Aumentar sostenibilidad: Maximizar el reciclaje y reducir el desperdicio, contribuyendo a un proceso más ecológico.
4. Evaluar viabilidad comercial: Asegurarse de que el producto cumpla con estándares de calidad para aumentar su competitividad en el mercado.

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

El tipo de investigación es descriptiva ya que se van a detallar el proceso de diseño y construcción del prototipo cortadoras de cintas de botellas PET.

5.2 Método

El proyecto de investigación empleo un enfoque exploratorio y descriptivo para observar la problemática del reciclaje de las botellas PET en la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra, analizando el impacto de las tecnologías en el desarrollo de las practicas sostenibles.

Se plantea el diseño de la máquina cortadora de cinta de botellas PET, como materia prima para la elaboración de filamento de impresoras 3D.

El método consiste en las siguientes etapas:

Etapas 1: Diseñar un mecanismo de corte para botellas PET.

Etapas 2: Seleccionar los materiales adecuados para la construcción de la cortadora.

Etapas 3: Implementar un sistema de seguridad para el usuario.

Etapas 4: Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas.

5.3 Instrumentos de recolección de información

En el proceso de investigación se utilizaron varios instrumentos para la recolección de información, como: Revisión de documentos, videos con información del proceso.

5.3.1 Fuentes primarias. Revisión de documentos y procesos de la Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra. “(Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra, 2023)”.

5.3.2 Fuentes secundarias. Consulta en diferentes documentos como: Revistas Científicas, Documentos Oficiales de instituciones públicas e Informes Técnicos y de Investigación de Instituciones Públicas.

6. Resultados

Estructura o marco: Puede ser de acero inoxidable, aluminio, o madera resistente.

Cuchillas o filo de corte: Lo ideal es usar acero templado o acero inoxidable, ya que son duraderos y resistentes al desgaste.

Rodillos o sistema de soporte: Plástico ABS o acero, dependiendo de la resistencia y suavidad que se desee.

Tornillos y sujetadores: De acero inoxidable para evitar la corrosión.

Mecanismo de manivela o motor: Si es manual, una manivela de plástico robusto o acero; si es motorizado, un motor eléctrico de bajo consumo.

Base antideslizante: Caucho o plástico resistente para asegurar que el dispositivo no se mueva durante su uso.

¿Cómo?

Estructura o marco: Se utilizará acero inoxidable o aluminio por su resistencia, ligereza y resistencia a la corrosión. Estos materiales asegurarán que el mecanismo soporte la presión aplicada durante el proceso de corte y ofrezca una larga vida útil.

Cuchillas: Las cuchillas de acero templado o acero inoxidable se fabricarán para ser lo suficientemente afiladas como para cortar el plástico PET sin perder el filo rápidamente. Además, estos materiales son fáciles de afilar y mantener.

Rodillos: Usar rodillos de plástico ABS o acero con un acabado suave para facilitar el movimiento de las botellas. El ABS es ideal por su ligereza y resistencia al desgaste.

Manivela/motor: En caso de optar por una manivela manual, se utilizará plástico resistente o acero, con un diseño ergonómico. Para la versión motorizada, se seleccionará un motor eléctrico de bajo consumo que sea accesible y eficiente.

Base antideslizante: Para evitar accidentes, la base estará hecha de caucho o plástico resistente para proporcionar estabilidad durante el uso.

¿Para qué?

Estructura o marco: Proporcionar una base robusta y duradera que soporte el peso y la tensión del corte. El uso de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable o el aluminio garantiza que el dispositivo dure en condiciones de uso prolongado y en diferentes entornos.

Cuchillas: Cortar el PET de manera eficiente, manteniendo un filo duradero. El acero templado es ideal para evitar que las cuchillas se desafilen rápidamente y ofrecer cortes precisos y limpios.

Rodillos o sistema de soporte: Facilitar el movimiento de la botella dentro del dispositivo, asegurando un proceso de corte suave y continuo.

Manivela o motor: Ofrecer al usuario la opción de cortar las botellas manualmente o de forma automatizada, según la necesidad. La manivela permite un control preciso del proceso, mientras que el motor incrementa la eficiencia.

Base antideslizante: Asegurar que el dispositivo permanezca en su lugar durante el proceso de corte, reduciendo el riesgo de accidentes.

Implementar un sistema de seguridad para proteger al usuario mientras usa la cortadora de botellas.

¿Qué?

.Este sistema incluirá varios elementos como protectores para las manos, cubiertas que tapen las cuchillas, y un mecanismo que apague el dispositivo automáticamente (si es motorizado). También se usarán materiales antideslizantes para que la cortadora no se mueva mientras se utiliza.

¿Cómo?

Protección para las manos: Se pueden poner mangos cómodos y escudos alrededor de las áreas donde el usuario manipula la cortadora, para que las manos no se acerquen a las cuchillas.

Cubiertas para las cuchillas: Las cuchillas estarán parcialmente cubiertas, dejando expuesta solo la parte necesaria para cortar, reduciendo así el riesgo de que el usuario toque accidentalmente la hoja.

Sistema de apagado automático (si es motorizada): En una cortadora eléctrica, es buena idea que se apague automáticamente si detecta algo que no debería estar ahí, como una mano o algún objeto.

Base antideslizante: Se pueden usar ventosas o una base de goma para asegurar que la cortadora no se mueva mientras está en uso, manteniéndola firme sobre la mesa o superficie.

Bloqueo de seguridad: Es un sistema que evita que la cortadora funcione cuando no está en uso, ideal para evitar que alguien la active por error, especialmente si hay niños cerca.

¿Para qué?

Protección para las manos: Para evitar que las manos del usuario entren en contacto con las cuchillas y prevenir cortes accidentales.

Cubiertas para las cuchillas: Esto ayuda a que solo el plástico de la botella esté en contacto con la cuchilla, lo que hace que sea más seguro para el usuario.

Sistema de apagado automático: Este mecanismo es útil para prevenir accidentes si algo sale mal, como si el usuario coloca su mano demasiado cerca o si se atasca la cortadora.

Base antideslizante: Mantener la cortadora fija en su lugar mientras se usa evita movimientos bruscos que podrían causar accidentes.

Bloqueo de seguridad: Este bloqueo asegura que la cortadora no funcione si alguien la toca accidentalmente, lo que es muy útil para evitar incidentes cuando hay niños o personas inexpertas.

Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas.

¿Qué?

Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas implica analizar cómo funciona la cortadora y la calidad de las cintas cortadas, considerando su tamaño, grosor y limpieza del corte.

¿Cómo?

Tamaño y grosor: Medir las cintas para asegurarse de que tengan dimensiones consistentes y adecuadas.

Calidad del corte: Observar si las cintas están bien cortadas o si hay desgarros, lo que indica el estado de las cuchillas.

Velocidad de producción: Medir cuánto tiempo se tarda en procesar un número determinado de botellas para evaluar la eficiencia.

Desperdicio: Revisar cuántas cintas se producen de cada botella y minimizar el material desperdiciado.

¿Para qué?

Mejorar el proceso: Identificar problemas en la cortadora para hacer ajustes y optimizar su funcionamiento.

Asegurar calidad: Garantizar que las cintas sean útiles y uniformes para los usuarios finales.

Aumentar sostenibilidad: Maximizar el reciclaje y reducir el desperdicio, contribuyendo a un proceso más ecológico.

Evaluar viabilidad comercial: Asegurarse de que el producto cumpla con estándares de calidad para aumentar su competitividad en el mercado.



Figura 6: Cortadora y sistema de tracción

Fuente:Propia

Soporte de sistema de tracción y base de botella con cuchilla y soporte, vista frontal y traseras.



Figura 7: Sistemas de tracción y guía de botella
Fuente: Propia



Figura 8: Guía de botella y de tracción
Fuente: Propia

7. Conclusiones

Análisis bajo el criterio SMART:

- S (Específico): El objetivo describe de manera clara la creación de una cortadora de botellas PET que genera tiras reutilizables, promoviendo el reciclaje y el aprovechamiento de desechos plásticos.
- M (Medible): El éxito del proyecto se medirá según la capacidad de la cortadora para producir tiras de PET en cantidad y calidad específicas, así como por su contribución a la reducción de residuos plásticos.
- A (Alcanzable): El objetivo es realizable, considerando que los materiales y herramientas necesarias para construir la cortadora están disponibles y que existen procesos bien documentados para este tipo de proyectos.
- R (Realista): El proyecto es factible dentro del tiempo y los recursos disponibles. Además, la tecnología y habilidades requeridas están al alcance, y es viable su implementación en el plazo determinado.
- T (Temporal): El proyecto tiene un plazo definido de seis meses para su desarrollo, lo que permite un tiempo suficiente para el diseño, pruebas y ajustes necesarios.

8. Recomendaciones

- Se recomienda implementar un sistema de alimentación automático a la cortadora
 - Se recomienda aumentar la tolerancia que tiene la cortadora para recibir botellas de distintos tamaños
 - Recomendamos utilizar una mejor cuchilla para disminuir su cambio
 - Optimizar el sistema de tracción para mejorar la velocidad de corte.
 - Incluir un sensor de grosor de botella para ajustar automáticamente la presión del corte.
- Evaluar la eficiencia y calidad de las cintas producidas implica analizar cómo funciona la cortadora y la calidad de las cintas cortadas, considerando su tamaño, grosor y limpieza del corte.
1. Tamaño y grosor: Medir las cintas para asegurarse de que tengan dimensiones consistentes y adecuadas.
 2. Calidad del corte: Observar si las cintas están bien cortadas o si hay desgarros, lo que indica el estado de las cuchillas.
 3. Velocidad de producción: Medir cuánto tiempo se tarda en procesar un número determinado de botellas para evaluar la eficiencia.
 4. Desperdicio: Revisar cuántas cintas se producen de cada botella y minimizar el material desperdiciado.
1. Mejorar el proceso: Identificar problemas en la cortadora para hacer ajustes y optimizar su funcionamiento.

2. Asegurar calidad: Garantizar que las cintas sean útiles y uniformes para los usuarios finales.
3. Aumentar sostenibilidad: Maximizar el reciclaje y reducir el desperdicio, contribuyendo a un proceso más ecológico.
4. Evaluar viabilidad comercial: Asegurarse de que el producto cumpla con estándares de calidad para aumentar su competitividad en el mercado.

9 Referencias Bibliográficas

Amanda Keton. (7 de junio de 2021). *WIKIPEDIA- la enciclopedia libre*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de WIKIPEDIA- la enciclopedia libre:

https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno?utm_source=chatgpt.com

Andrea Corzo. (16 de junio de 2021). *AMBIENTAL*. Recuperado el 9 de marzo de 2025, de AMBIENTAL: https://www.minambiente.gov.co/colombia-aspira-a-que-en-2030-el-100-de-los-plasticos-de-un-solo-uso-del-mercado-sean-reutilizables-o-compostables/?utm_source=chatgpt.com

Andrea Corzo. (16 de junio de 2021). Colombia aspira a que en 2030 el 100 % de los plásticos de un solo uso del mercado sean reutilizables o compostables. *AMBIENTAL*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de https://www.minambiente.gov.co/colombia-aspira-a-que-en-2030-el-100-de-los-plasticos-de-un-solo-uso-del-mercado-sean-reutilizables-o-compostables/?utm_source=chatgpt.com

Ciberactivista. (25 de noviembre de 2012). *GREENPEACE*. Obtenido de GREENPEACE: <https://www.greenpeace.org/colombia/politica-privacidad/>

Cristina Henao. (17 de julio de 2017). *CTA - centro de ciencia y tecnologia de antioquia*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de CTA - centro de ciencia y tecnologia de antioquia: <https://cta.org.co/consumo-del-plastico-en-colombia-y-sus-implicaciones-en-el-sector-empresarial/>

Greenpeace Colombia. (3 de julio de 2020). contaminación con plásticos embalses de antioquia. *NOTICIAS CARACOL*, pág. 1. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de https://www.noticiascaracol.com/colombia/impactantes-imagenes-de-la-contaminacion-con-plasticos-en-embalses-de-antioquia?utm_source=chatgpt.com

Gustavo Adolfo Carrión B. (2006). Plan Institucional de Gestión Ambiental -PIGA- de la Secretaría. En PIGA, *Guía Para el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios en Colegios Oficiales y Sedes Administrativas* (pág. 19). BOGOTÁ. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de <https://sig.educacionbogota.edu.co/isolucion/BancoConocimiento4SEDPro/B/BC821EB5-1F25-4E4B-A814-165A53C5E058/GuaParaElManejoDeLosResiduosSlidosEnLosColegiosOficialesySedesAdministrativasd>

[elaSED_VFinal.pdf?utm_source=chatgpt.com](#)

Horacio Rodríguez Larreta. (2025). PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS. En H. R. Larreta, *PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS* (pág. 28). Buenos Aires. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de [file:///C:/Users/HP/Downloads/7437c3-guia-directivos-privada%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/7437c3-guia-directivos-privada%20(1).pdf)

LEONARDO GARCIA. (16 de noviembre de 2022). *LEONARDO el arte de gestionar residuos*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de LEONARDO el arte de gestionar residuos: https://www.leonardo-gr.com/es/blog/los-residuos-en-la-escuela-cu-les-son-y-c-mo-gestionarlos/?utm_source=chatgpt.com

Sintac Recycling,S.L.. (18 de Julio de 2022). *SINTAC- Recycling*. Recuperado el 15 de Enero de 2025, de SINTAC- Recycling: <https://sintac.es/los-principales-usos-y-caracteristicas-del-polietileno-de-tereftalato/#:~:text=El%20PET%20o%20tereftalato%20de,aplicaciones%20de%20envasado%20de%20alimentos>

Susana Muhamad. (6 de junio de 2024). Minambiente.co. *AMBIENTAL*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de <https://www.minambiente.gov.co/les-quedan-12-horas-a-ocho-plasticos-de-un-solo-uso-en-colombia/#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%206%20de%20julio%20de,en%20su%20totalidad%20en%202030>

Víctor Viñuales. (27 de febrero de 2024). *ecodes- tiempo de actuar*. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de *ecodes- tiempo de actuar*: <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/salud-y-medioambiente/observatorio-de-salud-y-medio-ambiente/contaminacion-por-plasticos-uno-de-los-mayores-desafios-ambientales-del-siglo-xxi>

Vincent Rezzouk-Hammachi. (8 de febrero de 2024). *WIKIPEDIA-la enciclopedia libre*. Recuperado el 6 de marzo de 2025, de WIKIPEDIA-la enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/wiki/5_Gyres?utm_source=chatgpt.com

ECODES. (2023). *Contaminación por plásticos. Uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI*. Fundación Ecología y Desarrollo. <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/salud-y-medioambiente/observatorio-de-salud-y-medio-ambiente/contaminacion-por-plasticos-uno-de-los-mayores-desafios-ambientales-del-siglo-xxi>

Duran, M. (2023, junio 5). *En Colombia, el consumo de plástico alcanza la cifra de 1.250.000 toneladas anuales*. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/en-colombia-el-consumo-de-plastico-alcanza-la-cifra-de-1-250-000-toneladas-anuales-775090>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024, julio 6). *Les quedan 12 horas a ocho plásticos de un solo uso en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co/les-quedan-12-horas-a-ocho-plasticos-de-un-solo-uso-en-colombia/>

Greenpeace Colombia. (s.f.). *Los Plásticos*. Recuperado de <https://www.greenpeace.org/colombia/los-plasticos>

Noticias Caracol. (2020, 3 de julio). *Impactantes imágenes de la contaminación con plásticos en embalses de Antioquia*. Recuperado de <https://www.noticiascaracol.com/colombia/impactantes-imagenes-de-la-contaminacion-con-plasticos-en-embalses-de-antioquia>

Noticias Caracol. (2020, 3 de julio). *Impactantes imágenes de la contaminación con plásticos en embalses de Antioquia*. Recuperado de <https://www.noticiascaracol.com/colombia/impactantes-imagenes-de-la-contaminacion-con-plasticos-en-embalses-de-antioquia>

Institución Educativa Filiberto Restrepo Sierra. Recuperado el 21 de mayo de 2025, de <https://www.infoescuelas.com/colombia/antioquia/institucion-educativa-filiberto-restrepo-sierra/>

Juypal. (s.f.). *Todo sobre el plástico PET*. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://juypal.es/todo-sobre-el-plastico-pet/>

RecaudaPET. (2013, 30 de noviembre). *Historia del PET*. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://recaudapet.wordpress.com/2013/11/30/historia-del-pet/>

RecaudaPET. (2013, 30 de noviembre). *Historia del PET* [Imagen GIF]. Recuperado el 2 de junio de 2025, de https://recaudapet.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/11/un_poc2.gif

WWF Colombia. (2019, 17 de mayo). *Reciclaje: breve historia de un eterno retorno*. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.wwf.org.co/?347192/Reciclaje-breve-historia-de-un-eterno-retorno>

CJS Canecas. (2025, 8 de enero). *Marco normativo en Colombia para la disposición adecuada de residuos*. Recuperado el 2 de junio de 2025, de <https://www.canecas.com.co/marco-normativo-para-gestion-de-residuos-en-colombia>

Rezzouk-Hammachi, V. (2024). *Contaminación plástica y salud humana*. Revista de Medio Ambiente.

Salazar, A., & Díaz, R. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con PET*. Universidad Católica San Pablo