

Planteamiento de una metodología que permita el aprovechamiento de residuos de plásticos PET en el sector de San Andresito de la 38 en la localidad de Puente Aranda.

Proyecto de grado

**Presentado por
María Fernanda Gómez
Juan Camilo Pinto**

**Docente
Hamilton David Carrillo Meriño**

**Universidad EAN
Faculta de Estudios en Ambientes Virtuales
2022**

Tabla de contenido

TABLA DE CONTENIDO.....	2
1. RESUMEN EJECUTIVO	6
2.INTRODUCCIÓN.....	7
3.OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	9
3.1 OBJETIVO GENERAL	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
5. JUSTIFICACIÓN	11
5.1 BENEFICIOS Y MOTIVACIÓN:.....	11
5.2 IMPORTANCIA	11
5.3FACTIBILIDAD.....	12
6. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	13
6.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTORES Y NECESIDAD	13
6.2 DEFINICIÓN DEL ALCANCE	13
7. MARCO TEÓRICO.....	14
7.1 ESTUDIOS DEL PROCESAMIENTO PLÁSTICO PET	16
7.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
8. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES.....	21
8.1 SOCIOCULTURALES	21
8.2 AMBIENTALES	21
8.3 LEGALES.....	22
8.4 SALUD EN EL TRABAJO	23
8.5 ECONÓMICAS.....	23
9. METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	24
9.1 PROCESOS TRANSFORMACIÓN RESIDUOS PLÁSTICO PET.....	24
9.1.1 RECICLAJE.....	25
9.1.2 MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	27
9.1.3 ¿CÓMO SE TRANSFORMA EL PLÁSTICO EN ROPA?	27
9.2 SITUACIÓN ACTUAL USO PLÁSTICO PET EN SAN ANDRESITO DE LA 38	28

9.2.1 INICIATIVAS PRIVADAS	29
9.2.2 RECICLAJE EMPÍRICO Y ESPONTANEO	30
9.3 PROCESO 1 – EL RECICLAJE DE UNA BOTELLA PET.....	30
9.3.1 PROCESO 2 – RECICLADO DE PLÁSTICO PET	31
<u>11. FASES DEL PROYECTO, PLANTEAMIENTO METODOLOGÍA</u>	<u>32</u>
11. 1 INSTALACIÓN DE PUNTOS DE ACOPIO (RECEPCIÓN DE DESECHOS PET)	33
11.1.1 LOCALIZACIÓN:.....	34
11.1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:	35
11.1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:.....	36
11.1.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL:	37
11.2 CAMPAÑA DE EDUCACIÓN PARA EL RECICLAJE DE PLÁSTICO PET	37
11.3 RECUPERACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	38
<u>10. COSTOS</u>	<u>39</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>43</u>

Tabla de figuras

Ilustración 1 Cuatro fases del reciclaje	26
Ilustración 2 Modelo Economía Circular	27
Ilustración 3 Diagrama de Flujo Para la Producción de PET	31
Ilustración 4 Ciclo de reciclaje de desechos sólidos plásticos PET	32
Ilustración 5 Propuesta diseño punto de acopio.....	34
Ilustración 6 Mapa de Bogotá.....	34
Ilustración 7 Localización San Andrésito de la	35

Tabla de tablas

Tabla 1. Normas ambientales	22
Tabla 2 Gastos fijos	39
Tabla 3 Materiales punto de acopio	39
Tabla 4 Personal administrativo	40
Tabla 5 Personal operacional	40
Tabla 6 Equipo	40
Tabla 7. Diagrama del proceso	38

1. Resumen ejecutivo

El plástico se ha convertido en algo tan fundamental que nos hemos olvidado del impacto que causa en el ambiente. Actualmente es uno de los grandes problemas que enfrenta la humanidad como consecuencia de su generación desmedida, especialmente plásticos PET. Esto ha llevado a que se estudien y propongan diferentes procesos de transformación que ayuden a minimizar la acumulación de estos residuos en el planeta.

En consecuencia, este proyecto se basa en la localidad de Puente Aranda uno de los sectores con mayor presencia de comercio actividades y de actividad industrial en la ciudad de Bogotá. Por otro lado, San Andresito de la 38 representa uno de los epicentros de comercio y de desarrollo económico de la localidad. Según datos tomados de una ficha de estadística básica de inversión local de la alcaldía mayor de Bogotá, se menciona la necesidad que existe en la localidad frente a la creación de soluciones que ayuden al problema generalizado a causa de la contaminación ambiental como consecuencia de los altos volúmenes de residuos plásticos PET (Alcaldía Mayor de Bogotá 2021).

Por tanto, en primer lugar, se realizó un análisis del estado actual en el manejo de residuos plásticos PET en San Andresito de la 38 en la localidad de Puente Aranda, posteriormente se estudia el estado del arte de los diferentes procesos para el aprovechamiento de residuos de plástico PET, se elige uno de estos, y finalmente se plantea una metodología de transformación de estos desechos. En otras palabras, este proyecto busca demostrar como un desecho (en este caso el plástico PET) puede ampliar su ciclo de vida, y convertirse en un objeto nuevo reutilizable, de igual manera, los beneficios que existen al implementar un modelo de economía circular.

2.Introducción

Los efectos ambientales por la contaminación a causa del gran volumen de generación de residuos sólidos (Plástico PET) a nivel mundial se han convertido en un problema afectando a cada individuo en el mundo. El mal manejo de estos desechos está contaminando océanos, obstruyendo desagües, incrementando el riesgo de enfermedades respiratorias, al igual que la muerte de muchos animales, entre otros efectos.

Más del 90% de los plásticos producidos provienen de combustibles fósiles. La fabricación de todo tipo de plásticos (no solo para el envasado) representa aproximadamente el 6% del consumo mundial de petróleo, que es equivalente al consumo mundial del sector de la aviación. Si el fuerte crecimiento actual del uso de plásticos continúa como se esperaba, el sector de los plásticos representará el 20% del consumo total de petróleo y el 15% del presupuesto anual mundial de carbono para 2050, según establecen las metas establecidas en el Acuerdo climático de París.

Por otra parte, el Banco Mundial por medio de informe titulado What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 , se prevé que en el curso de los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial, impulsada por la rápida urbanización y el crecimiento de las poblaciones, aumentará de 2010 millones de toneladas registradas en 2016 a 3400 millones. El informe presenta la siguiente conclusión “Si no se adoptan medidas urgentes, para 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70% con respecto a los niveles actuales”.

Así mismo, este informe menciona que la gestión de residuos sólidos (Plástico PET), a pesar de constituir un elemento esencial en ciudades sostenibles, sanas e inclusivas, se pasa por alto, en países con economías emergentes y en desarrollo como es el caso de Colombia, país en el cual existe una alta penetración del plástico PET en el mercado. Según la Unidad Administrativa de Servicios Públicos (UAESP), "el 78% de los hogares en Colombia no recicla, ni separa los residuos adecuadamente". Los rellenos sanitarios en el proceso de descomposición o degradación de los residuos orgánicos y biodegradables generan el 8% de las emisiones de efecto

invernadero. En Colombia solo el 15% de los residuos son aprovechados el restante se entierran en rellenos sanitarios o en botaderos.

Consideremos ahora el caso de Bogotá D.C. la ciudad genera 7.500 toneladas de residuos sólidos cada día y, gracias a la conciencia ciudadana y la labor de más de 22 mil recicladores de oficio, se logran aprovechar cerca de 1.200 toneladas, que equivalen al 16%. (Alcaldía Mayor de Bogotá 2017).

Partiendo de lo anterior y teniendo claridad de la importancia de la concienciación ambiental desde el buen manejo de los plásticos PET, por parte de todos, y en especial de esos que en su día a día son la vitrina para la venta de miles de productos que luego de ser usados terminan convirtiéndose en residuos peligrosos. Se presenta el siguiente proyecto, el cual está dirigido para la localidad de Puente Aranda en la ciudad de Bogotá.

Puente Aranda es la localidad 16 de Bogotá y está ubicada en el Centro Occidente de la capital colombiana, haciendo parte de las 10 de mayor tamaño en la ciudad. En cuanto a población esta cercana a los 220.000 habitantes distribuidos con un porcentaje muy similar entre hombres y mujeres, en diferentes barrios o unidades de planeación zonal –UPZ, donde se reúnen diferentes actividades de tipo industrial, comercial, residencial e institucional las cuales a su vez representan un alto nivel de contaminación para la localidad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2017).

Este proyecto busca plantear una metodología que permita el aprovechamiento de los residuos Plásticos PET en el sector de San Andresito de la 38 de la localidad de Puente Aranda, hacia una transición en pro del medio ambiente y de una economía circular.

3.Objetivos del proyecto

3.1 Objetivo general

Plantear una metodología que permita el aprovechamiento de residuos de plástico PET en el sector de San Andresito de la 38 de la localidad de Puente Aranda.

3.2 Objetivos específicos

- Evidenciar mediante el estado del arte y marco teórico como los residuos de plástico PET pueden convertirse en un objeto nuevo reutilizable mediante un proceso de transformación.
- Analizar el estado actual del manejo de residuos plásticos PET en San Andresito de la 38 en la localidad de Puente Aranda, al igual que la información obtenida sobre los procesos de transformación de plástico PET.
- Elegir el proceso de aprovechamiento de residuos de plástico PET que se adapte a las necesidades del proyecto.
- Plantear una metodología para el aprovechamiento de residuos plásticos PET en San Andresito de la 38 de la localidad de Puente Aranda.

4. Planteamiento del problema.

Debido al aumento en la generación de residuos plásticos PET en las ciudades, acompañado de la expansión comercial, se ha venido presentando una problemática entre el crecimiento económico, los residuos generados por el comercio y el medio ambiente, ya que, existen varios productos que son utilizados de manera regular por comerciantes y empresarios que al no ser desechados correctamente se convierten en residuos sólidos contaminantes.

En una investigación presentada en rueda de prensa en la Universidad de los Andes por la Clínica Jurídica de Medio Ambiente y Salud Pública (MASP) y Greenpeace Colombia, se

entregaron las siguientes cifras que dejan en evidencia la gravedad de los altos niveles de contaminación y producción de plásticos en Colombia:

Cada hogar colombiano genera casi 4.5 kilos de basura al día y, cada 24 horas, solo en Bogotá, se eliminan casi 6.300 toneladas de residuos. “De ese total de basura que diariamente se genera en Bogotá, el 56 % corresponde a plásticos de distinto tipo. Es decir, casi el 60 % de la basura diaria de Bogotá es desecho plástico PET. No hay componente más mayoritario en nuestra basura que el plástico”, dijo Silvia Gómez, directora de Greenpeace Colombia.

De igual modo, se debe mencionar el papel tan importante que juegan las empresas productoras y generadoras de plásticos PET quienes carecen de responsabilidad frente al manejo de este tipo de desechos. De ahí, nace la necesidad de tomar conciencia por parte de los comerciantes, empresarios, y dueños de negocios (supermercados, tiendas de ropa, papelerías etc...) quienes pueden actuar en pro de disminuir el uso de plástico en sus vitrinas o por medio del aprovechamiento de este residuo.

El siguiente proyecto se plantea en base a la problemática anterior, tomando como punto de partida la oportunidad existente de generar un impacto positivo que contribuya al desarrollo urbano sostenible de la localidad de Puente Aranda, buscando incentivar la concienciación ambiental mediante el aprovechamiento de los residuos plásticos PET.

Puente Aranda es considerada una de las localidades con mayor presencia de empresas, establecimientos, y entidades comerciales en la ciudad de Bogotá. El 5% del tejido empresarial de Bogotá se concentra en este sector de la ciudad, el 93% del universo empresarial de la localidad lo conforman las microempresas. El trabajo informal está situado en lugares muy definidos como lo es San Andresito de la 38. (Alcaldía Local de Puente Aranda Bogotá, 2020).

Partiendo de lo anterior, ha surgido el interrogante sobre el manejo que se da a los desechos de plástico PET y el adecuado actuar por parte del sector comercial de San Andresito de la 38, generándose la siguiente pregunta, ¿Es viable plantear una metodología que permita el

aprovechamiento de residuos de plástico PET en el sector de San Andresito de la 38 de la localidad de Puente Aranda?

5. Justificación

5.1 Beneficios y motivación:

No hace falta dar muchas explicaciones acerca de la situación actual que vive el mundo a nivel ambiental. Estamos llegando al punto de no retorno y es un deber de todos contribuir desde las bases de la sociedad. Las razones o análisis expuestas a continuación profundizan la intención de una contribución tangible hacia un objetivo mucho más grande.

Los beneficios de este proyecto son innumerables y permean los pilares de la sostenibilidad y de la economía circular. Se tendrán beneficios sociales, como lo es el embellecimiento y recuperación de un sector que claramente es afectado por el gran volumen de residuos plásticos PET, obteniendo una mejora en la calidad de vida de sus habitantes. Igualmente, algunos beneficios serán económicos, como parte de un modelo innovador que permita el aprovechamiento de los residuos plástico PET, generando crecimiento económico, y incrementando las posibilidades de generación de modelos de negocios más verdes, innovadores y respetuosos con el medio ambiente.

Por último, se lograrán sin duda beneficios ambientales, como la disminución de los impactos ambientales que son la razón principal de toda la iniciativa.

5.2 Importancia

Realizar este proyecto sobre una zona comercial densa como la zona objetivo, ayuda a tipificar la situación y la posible solución para el manejo y disposición de los residuos con el fin de replicar el proyecto en zonas comerciales similares de la ciudad de Bogotá. (San Andresito del norte, San Andresito de San José, San Victorino, San Francisco).

Otro factor que ataca el proyecto es que las empresas y grandes superficies generalmente tienen dentro de sus procesos misionales o estratégicos la innovación con modelos de economía circular, así como una estrategia o práctica de disposición de residuos, bien sea por reglamentación o estándares, estrategia de marketing o por convicción. Por esto, este proyecto busca enfocar los esfuerzos en una población objetivo diferente. Tomar las zonas comerciales densas de estrato medio es una manera de impactar a muchas más personas para que apliquen las mejores prácticas en sus pequeños negocios y adicionalmente lleven estos conocimientos a sus hogares y el impacto positivo escale.

En cuanto a consecuencias ambientales, uno de los principales efectos que enfrentan las ciudades en el mundo son las inundaciones por el taponamiento de alcantarillas, y de desagües. La mejora de la gestión de desechos plásticos PET ayudara a la localidad y como consecuencia a la ciudad en la resiliencia frente a las condiciones climáticas extremas.

5.3 Factibilidad

El planteamiento de la metodología para el aprovechamiento de residuos de plástico PET se desarrollará en un periodo de 4 meses iniciando en el mes de marzo y finalizando en junio de 2022. Se inicia con un análisis del estado actual del manejo de residuos plásticos PET en el sector de San Andresito de la 38. El conocimiento de la situación actual de la localidad es imprescindible, teniendo en cuenta los cambios profundos de los últimos dos años en materia social y económica. Derivados de la pandemia del COVID-19 impactando algunos aspectos como el crecimiento de la informalidad comercial, el aumento de la producción de desechos para el manejo de la pandemia entre otros.

Posteriormente, se estudiarán varios procesos de transformación de plástico PET, con el fin de evidenciar como estos residuos pueden convertirse en un objeto nuevo reutilizable.

Finalmente, se planteará una metodología para el aprovechamiento de los residuos plásticos PET en San Andresito de la 38 de la localidad de Puente Aranda. En consecuencia, se busca probar como los residuos de plástico PET pueden convertirse en un objeto nuevo reutilizable

mediante un proceso de transformación. Dando a conocer las fortalezas, debilidades y retos del presente proyecto, de manera que, se evidencia la viabilidad de este.

6. Análisis de requerimientos

6.1 Identificación de actores y necesidad

Se hará la identificación de cada uno de los actores, tanto internos como externos, que van a estar involucrados con la metodología propuesta en este proyecto de aprovechamiento de plástico PET.

Investigador: Encargado de hacer una investigación detallada del manejo que se le está dando en el día a día a los residuos plásticos PET (casas, negocios, industrias u oficinas) en San Andresito de la 38.

Consumidores: Generadores de residuos (plásticos PET) desde casas, negocios, industrias u oficinas. La principal necesidad de los generadores de residuos es tener la facilidad de tener lugares donde puedan depositar el plástico.

Recuperadores: Encargados de recoger el plástico PET y de separar, si es necesario, el plástico PET de los otros tipos de residuos.

Transportadores: Encargados del transporte por el cuál va a ser trasladado el plástico PET, Carros, camiones, costales, carretillas etc. Dependiendo de la cantidad de plástico PET a recoger y de las herramientas con las que se pueda contar.

Pre-transformadores: Encargados de hacer la respectiva limpieza al plástico PET recogido y de su respectiva molienda.

Almacenadores: Encargados de separar el plástico PET y de almacenarlo.

Transformadores: Encargados de la etapa final del proceso de aprovechamiento a través del proceso elegido para la transformación del plástico PET.

6.2 Definición del alcance

El público objetivo al que se le debe satisfacer la necesidad de una buena metodología para un adecuado aprovechamiento de desechos de plástico PET.

Requerimientos

Los requerimientos que se mostrarán a continuación permitirán a la metodología satisfacer las características y necesidades planteadas con anterioridad.

La metodología no debe exigir una gran demanda de energía del consumidor al momento de implementar la metodología de un adecuado aprovechamiento de desechos de plástico PET.

La metodología debe mostrar evidencia del resultado final del aprovechamiento de plástico PET hecho en los lugares designados, para que las personas que formen parte sientan que lo que está haciendo es importante y aporta a la mitigación de desechos en su localidad. La metodología debe ser fácil de entender y de realizar.

Cuando se esté empezando a implementar la metodología en San Andresito de la 38, se debe ver un cambio positivo en el sector, que aporte al medio ambiente y que mitigue la contaminación generada por los plásticos PET.

En necesario tener cada uno de los procesos de la metodología bien definidos, ya que se debe saber cuántos individuos deben ser parte del proceso de inicio a fin para que la metodología pueda ser implementada sin ningún inconveniente.

7. Marco Teórico

En 1941 el PET, también conocido como tereftalato de polietileno fue patentado por Whinfield y Dickson como un polímero para fibra. La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1995, desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el crecimiento de la demanda del producto a escala mundial y a la diversificación de sus posibilidades de uso. Esta diversificación tan

importante ha originado que el PET haya experimentado un gran crecimiento en su consumo y que siga siendo el material de embalaje que actualmente presenta las mayores expectativas de crecimiento a nivel mundial. (Whinfield, 1941).

“El poli-etilentereftalato (PET), es uno de los materiales plásticos de envasado que mas ha incrementado su consumo en las últimas décadas, El abaratamiento en los costes de fabricación y el desarrollo de tecnologías que mejoran substancialmente las propiedades de las botellas PET, han permitido un crecimiento notable del número de sus aplicaciones, entre ellas cabe destacar el envasado de agua mineral, aceite, zumos, bebidas, detergentes, productos de higiene corporal y productos farmacéuticos entre otros”. (Ferro Nieto, A. (2008)).

A pesar de que el plástico PET ha sido parte del crecimiento económico, del desarrollo de la industria a nivel mundial, y de su incremental importancia a través de los años, existen gran variedad de posiciones frente a su uso. A continuación, se plantean algunas de ellas:

De acuerdo con Nieto (2008) este material sobresale entre otros materiales plásticos, por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, reciclable 100% y con posibilidad de producir envases reutilizables, lo cual ha llevado a desplazar a otros materiales. Sin embargo, debido a su versatilidad su uso a incrementado de manera exponencial, generando un número considerable de desechos post consumo, los cuales, a pesar de no causar daños directos al medio ambiente, incrementan notablemente la fracción de residuos sólidos urbanos.

Por otra parte, es importante mencionar que no se encuentra mucha información de estudios de este tema exacto, existen diferentes autores sobre plásticos, que plantean puntos de vista respetables sobre el manejo de plástico PET. (Montaño; 2007) “transformación de envases plásticos en poliéster para ser utilizado en 12 diferentes prendas de vestir”; otros como. (Álvarez et al; 2003) “reutilizan para dar vida a frascos de medicamentos y partes para automóviles. Frente a este uso del plástico PET, científicos aseguran que se llegará a encontrar un polímero que sea más fuerte que el acero, capaz de llegar hacer una carrocería para la industria

automotriz”; otros (Perdomo; 2002), “aseguran que los plásticos PET, si afectan al medio ambiente y los ecosistemas de diferentes zonas, pero de acuerdo con los referentes consultados, aún no se cuenta con un estudio que permita conocer el impacto que causa los plásticos PET en el medio ambiente”. (José Gómez. 2016 (P.12))

En la actualidad nadie cuestiona la importancia de la gestión eficiente del plástico PET al final de su vida útil, siendo un factor clave en el avance hacia una economía circular. Pero, para poder reutilizar el plástico PET de forma responsable y sostenible, resulta imprescindible aprender a tratar sus residuos mediante el reciclaje. (Joan Valls, 27 de diciembre,2021).

7.1 Estudios del Procesamiento Plástico PET

Frente a esta situación mundial, algunos expertos han presentado sus experiencias en la búsqueda de un polímero que contenga cualidades más amigables con el medio ambiente. Por ejemplo, (Méndez y sus compañeros, 2007) presentaron en la revista peruana de biología lo siguiente:

*“La biodegradación del polietileno por microorganismos es una solución para la reducción de la contaminación por plásticos. En el presente trabajo se muestran los resultados del aislamiento y caracterización de cepas de hongos capaces de degradar el polietileno, así como la determinación de las condiciones de pH y temperatura en las que se logran la mayor actividad. Los hongos fueron aislados de productos elaborados con polietileno obtenidos de relleno sanitario, la identificación taxonómica en base a características macroscópicas del crecimiento en placa Petri (recipiente redondo plástico) y el estudio microscópico empleando la técnica de micro cultivo en lámina. La actividad biodegradable se determinó con la técnica de Kavelman y Kendrick, a temperaturas entre 20 y 30 °C y a pH 4,5 8,0. Veinte cepas de micromicetos fueron aisladas e identificadas, en 5 (25%) se evidenció la capacidad de biodegradar el polietileno a 20 °C, siendo el pH 6,5 el óptimo, la cepa de mayor rendimiento pertenece a la especie de *Aspergillus flavus*. A temperatura de 30 °C, 6 (30%) cepas evidenciaron actividad degradadora, siendo pH 6,5 el óptimo, la cepa de mayor rendimiento fue la misma del caso anterior. (p. 203 – 206). Los esfuerzos para hacer que estos plásticos PET se descompongan bajo los efectos de hongos, control de temperatura y pH, han demostrado ser*

además de costoso, muy poco efectivo en la práctica diaria, debido a que la tecnología y los elementos necesarios para lograr estos plásticos biodegradables cien por ciento requieren de mucho dinero y hectáreas para ser cultivadas las especies de hongos, mientras que los plásticos derivados del petróleo son mucho más económicos.” (José Gómez. 2016 (P.23))

De igual manera, ECOCE una asociación civil ambiental sin fines de lucro, creada para el manejo adecuado de residuos y envases y empaques en la ciudad de México diseño La Guía de Diseño de APR para Reciclabilidad de Plásticos (APR Design):

“La Guía De Diseño de APR para Reciclabilidad de Plásticos (APR Design) es el recurso más completo y fácil de usar que describe las recomendaciones de la industria del reciclado de plásticos en el mercado hoy en día. El contenido se ha actualizado para presentar un cuadro más claro y accesible de las Categorías de Reciclabilidad de APR que representan la infraestructura norteamericana de reciclado de plásticos de hoy en día. Aunque está diseñado como un recurso en línea, con enlaces a toda la información relevante, también se puede descargar un PDF del documento completo.

La Guía de Diseño de APR (APR Design®) se refiere específicamente a embalaje de plástico, pero los principios pueden aplicarse a todos los artículos de plástico potencialmente reciclados.

La APR promueve que los diseñadores de envases utilicen sus programas Champions for Change® e Innovación Responsable, así como la Guía de Diseño de APR (APR Design®) para crear el empaque más reciclable. Existe ayuda disponible a través de la APR, miembros de APR y laboratorios independientes que se encuentran en el directorio de miembros.

Además, esta guía tiene como objetivo identificar áreas potenciales de mejora y fomentar la innovación tanto en el diseño de envases como en el equipo de proceso de reciclado”. (ECOCE.2020)

Gracias a sus esfuerzos ECOCE entre los años 2002 a 2018 contribuyo en la disminución de casi 20 millones de toneladas de CO2, lo que podría significar haber plantado 523 millones de árboles. Esto fue posible gracias al acopio de más de 6 millones de toneladas de residuos PET, es

decir, “seguimos combatiendo el cambio climático al acopiar y reciclar en Economía Circular en México (Convertir un envase usado entre otro nuevo)”. (National Geographic.2019)

Por otra parte, la Revista Ingeniería Industrial en 2009 (Perú), muestra otra forma de como transformar estos plásticos y botellas PET por medio de reciclaje y luego ser convertido en fibras de poliéster. Allí, (Mansilla, 2009) afirma:

“Los poliésteres deben estirarse en caliente para que la alineación molecular sea efectiva. Las cadenas moleculares se mantienen unidas entre sí por enlaces cruzados o por fuerzas intermoleculares (llamadas enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals). El rizado de la fibra se refiere a las ondas, quiebres, rizos o dobleces a lo largo de su longitud. Este tipo de ondulación aumenta la cohesión, resistencia a la abrasión, elasticidad, volumen y conservación del calor. El rizado también aumenta la absorbencia, y si bien favorece la comodidad al contacto con la piel, puede reducir el lustre. Una forma común de rizado es el mecánico, que se imparte a la fibra haciéndola pasar a través de rodillos gravados, torciéndolas o aplanando uno de sus lados [...] La atención puesta en el presente artículo en la fibra corta de poliéster, radica en que es la fibra sintética de uso más extendido en la fabricación de tejidos de diferentes características, ya sea como componente único o mezclado con otras fibras naturales, como el algodón. Entre los productos fabricados a partir de esta fibra tenemos casacas, suéteres, frazadas, alfombras, telas para decoración (cortinas y tapicería), ropa de cama, tejidos anchos (cinturones de seguridad, cintas de transmisión, mangueras, etc.)” (p. 133 – 136).

Sin embargo, a pesar de los estudios sobre el tema de los polímeros o plásticos PET degradables se ha demostrado que el problema hasta ahora no tiene una solución de raíz. La creencia que es ecológico es una idea que deja mucho para pensar, ya que para su elaboración se necesitan grandes extensiones de tierra para poder criar a las materias primas que son entre algunos la caña de azúcar o el maíz, puesto que están basados en el almidón; para mantener estos cultivos, el consumo de agua es gigantesco puesto que las extensiones de tierra utilizadas son 28 gigantes, se necesita combustible, mano de obra y elementos químicos, como fungicidas, herbicidas, abono etc. Así mismo los polímeros producidos por bacterias presentan el mismo problema económico y espacio para ser cultivados. Los resultados de las anteriores publicaciones demuestran el problema latente que se presenta con los plásticos PET. Es una realidad que los

plásticos y botellas PET tienen un lugar muy arraigado en las diferentes sociedades del mundo por los usos que prestan, así mismo estos polímeros llevan décadas brindando descubrimientos para el beneficio de la economía mundial, pero es el abuso de consumo desmedido del mismo el cual está causando los impactos al medio ambiente y hasta el momento no se ha encontrado un sistema de manejo eficiente para después de su uso. (José Gómez. 2016 (P.36))

7.2 Marco conceptual

PET: es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático. Su denominación técnica es Polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno. Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas (Álvarez et al, 2003)

Plástico: son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y puede mediar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura. (Álvarez et al., 2003)

Impacto ambiental: es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente, puede tener consecuencias sobre la salud de la población, la calidad del aire y la belleza paisajística (Gómez & Gómez, 2013, p. 29).

Medio ambiente: El ambiente físico es el que proporciona los recursos necesarios para la supervivencia del hombre. Todas las empresas trabajan dentro del ambiente y reacción a él. El ambiente provee los recursos para la vida y la producción (alimentos, energía, aire, agua, materiales, tierra); también proporciona el “sumidero” o lugar de eliminación de los productos de desecho. (R.G. 2001, p.21).

Cambio climático: Variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantienen durante un periodo prolongado (Generalmente durante decenios o por más tiempo). (Ávila, 2014).

Economía circular: Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos. Tal como fue previsto por sus creadores, una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables. Funciona de manera efectiva a cualquier escala. (Cerdá, 2016)

Residuos sólidos. En función de la actividad en que son producidos, se clasifican en agropecuarios (agrícolas y ganaderos), forestales, mineros, industriales y urbanos. A excepción de los mineros, por sus características de localización, cantidades, composición, etc., los demás poseen numerosos aspectos comunes desde el punto de vista de la recuperación y reciclaje. (Val, 1997).

Recuperación. Sustracción de un residuo a su abandono definitivo. Un residuo recuperado pierde en este proceso su carácter de "material destinado a su abandono", por lo que deja de ser un residuo propiamente dicho, y mediante su nueva valoración adquiere el carácter de "materia prima secundaria". (Val, 1997)

Tratamiento. Conjunto de operaciones por las que se alteran las propiedades físicas o químicas de los residuos. (Val, 1997)

Reutilizar. Volver a usar un producto o material varias veces sin "tratamiento", equivale a un "reciclaje directo". El relleno de envases retornables, la utilización de paleas ("paillets") de madera en el transporte, etc., son algunos ejemplos. (Val, 1997)

Clasificación de los residuos. Atendiendo al estado y al soporte en que se presentan, se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. La referencia al soporte se debe a la existencia de numerosos residuos aparentemente de un tipo, pero que están integrados por varios (gaseosos formados por partículas sólidas y líquidas, líquidos con partículas sólidas, etc.) por lo que se

determina que su estado es el que presenta el soporte principal del residuo (gaseoso en el primer ejemplo, líquido en el segundo). (Val, 1997)

Reciclaje: Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo. (Val, 1997)

8. Análisis de restricciones

En esta etapa del anteproyecto se estudian las restricciones que se deben tener en cuenta en el planteamiento de una metodología que permita el aprovechamiento de residuos de plásticos PET en el sector de San Andresito de la 38 en la localidad de Puente Aranda, de igual manera y de ser necesario la solución de ingeniería que mejor se adapte al problema.

8.1 Socioculturales

Como restricción Sociocultural se debe tener en cuenta que Colombia es un país con un bajo nivel de educación ambiental, y esto aplica también para los empresarios de San Andresito de la 38, convirtiéndose en una de las grandes restricciones de este proyecto. A nivel cultural los empresarios de la localidad no cuentan con conocimientos en temas ambientales que les permitan tomar decisiones que contribuyan a la disminución del impacto ambiental, al igual que la toma de decisiones con conocimiento de causa y concienciación ambiental.

8.2 Ambientales

A nivel ambiental se busca contribuir a la disminución de los altos niveles de contaminación ambiental que la localidad enfrenta, al igual que mitigar la baja calidad ambiental de ríos, parques y zonas verdes como consecuencia de las actividades industriales, sociales y comerciales en la localidad. Esta última es el foco del presente proyecto.

Hoy en día, las principales ciudades de Colombia estiman semanalmente 88.000 toneladas de residuos plásticos, las cuales solo un 70% son reutilizadas (Álvarez. R, e.t 2016). Por lo cual es necesario aclarar que el planteamiento de esta metodología no representa una solución absoluta al problema ambiental que enfrenta la localidad de Puente Aranda, sin embargo, se espera que mediante esta se logre un impacto positivo mediante la reutilización de los residuos sólidos plástico PET, de igual manera la contribución al desarrollo de una economía circular.

8.3 Legales

En el campo legal, existen varios decretos dentro de las leyes colombianas que estipulan la importancia de la responsabilidad a nivel ambiental por parte de todos los individuos. Al ser este un proyecto que nace de una necesidad ambiental, y que busca a través de la transformación de lo que se considera un desecho sólido contaminante, de igual manera se considera un proyecto con enfoque de desarrollo sostenible estas restricciones hacen parte del proceso de ejecución de este, en pro de estar alineado con las políticas publicas del país.

Desarrollo Sostenible: *“Definido como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, la CN en desarrollo de este principio consagró en su Art80”.* (Alfonzo Ávila, 2014).

En la tabla.1 se encuentran las normas para tener en cuenta en el planteamiento de la metodología de transformación de plásticos PET.

Tabla 1. Normas ambientales

Norma	Generalidad
Ley 09 del 1979 del Ministerio de Salud	Medidas sanitarias sobre el manejo de residuos sólidos.
Decreto 2104 de 1983. Ministerio de	Reglamenta parcialmente – Decreto Ley

salud	2811de 1974 y la Ley 09 de 1979 en cuanto a los residuos sólidos.
Decreto 838 de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Elaboración propia

8.4 Salud en el trabajo

La metodología para plantear no representa una amenaza para la seguridad y salud de quienes la ejecuten. Lo anterior bajo la premisa de dotar a cada empleado con elementos de protección personal para el desarrollo de sus actividades, como, guantes, tapabocas, botas, y overol.

En términos legales la constitución colombiana establece en la Ley 9 de 1979 en el Artículo 122 que “Todos los empleadores están obligados a proporcionar a cada trabajador, sin costo para éste, elementos de protección personal en cantidad y calidad acordes con los riesgos reales o potenciales existentes en los lugares de trabajo”.

8.5 Económicas

El aprovechamiento de residuos plásticos PET podría traer grandes beneficios económicos, además de los beneficios ambientales ya mencionados en los que implementen la metodología aquí mostrada, por lo que se deben tener en cuentas las restricciones económicas que podrían presentar en cada una de las etapas de la metodología ya propuesta. Al tener en cuenta las restricciones económicas, se generarán varias soluciones y así se llegaría a la solución más adecuada e idónea para la solución económica a las restricciones económicas que se mostrarán a continuación.

Lo primero que hay que definir es el costo de la recolección de los residuos plásticos PET comercio ubicado en San Andresito de la 38, como el número de contenedores de plástico que se van a colocar en el sector o ya sea también contratando mano de obra para poder recolectar

directamente en los establecimientos. Esto es bastante importante ya que va a ser la manera en cómo las personas que circulan normalmente por el sector van a tomar la iniciativa de reciclar, esto va a mostrar la inversión inicial necesaria en número de contenedores que den comodidad a los comerciantes de San Andresito de la 38.

Lo segundo que hay que tener en cuenta en las restricciones económicas, es el proceso de recolección, tanto mano de obra como medio de transporte que se utilizará para recoger los residuos plásticos PET. Es necesario definir los días de recolección y el tipo de transporte necesario para su recolección, donde se debe tomar la solución más acertada para la metodología cuanto al medio de transporte necesario para la recolección. El medio de transporte podría ser arrendado, se puede contratar una empresa que se encargue de la recolección o podría ser la adquisición de vehículos que formen parte de los activos de la empresa.

Algo sumamente importante en esta metodología es saber el número de colaboradores necesarios para poder llevar a cabo este proyecto, como, los recolectores, las transportistas, los transformadores, etc. Para que esta metodología tenga un adecuado proceso y pueda ser una mejora para el sector de San Andresito de la 38 y además pueda traer beneficios económicos.

9. Metodología para selección y desarrollo de la solución

9.1 Procesos Transformación Residuos Plástico PET

Se estudia el estado del arte con el fin de evidenciar como los residuos de plástico PET pueden convertirse en un objeto nuevo reutilizable.

Es claro el impacto ambiental que genera el uso del plástico PET como consecuencia del alto uso y consumo que se le da a este. La tierra ha dado a la humanidad todo lo necesario para vivir en ella, como lo es el agua, aire, y un suelo para sembrar alimentos, y de esta forma alcanzar el desarrollo del ser humano. Sin embargo, durante décadas se ha abusado de estos recursos, y cada vez el consumo es más alto, las comodidades han sobrepasado los límites, pero, esto no es un tema de ahora todo lo contrario es una situación que el ser humano conoce, pero no a tomado

consciencia. El hombre ha dedicado su existencia a consumir los recursos que la tierra le ofrece sin pensar en generaciones futuras.

El plástico PET es 100% degradable, existen un sin número de estudios que muestran como los polímeros son biodegradables, al igual que estudios basados en la reducción en la generación de residuos plásticos PET, a través de la fabricación de productos menos contaminantes y que representen un menor impacto ambiental. (Gómez, 2016)

En la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento de los residuos de plástico PET

Se estudian diferentes artículos disponibles en la red, los cuales hacen referencia a la disposición que se le da al plástico PET luego de ser desechados, en donde se plantean diferentes formas de recuperación de estos residuos, algunos de estos métodos son:

9.1.1 Reciclaje

Mediante este se busca no solo la reducción de los residuos que se arrojan al medio ambiente, también se convierte en una fuente de ingresos para los recicladores de oficio.

Ilustración 1 Cuatro fases del reciclaje



Fuente: BBVA. (2022, 20 enero). *¿Cómo se recicla el plástico y cuál es su objetivo?* BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/como-se-recicla-el-plastico-y-cual-es-su-objetivo/>

9.1.2 Modelo de economía circular

La solución definitiva radica en desarrollar modelos de consumo circulares que se asemejan a los ciclos naturales de la tierra. Nuestro actuar debe ir en concordancia con el resto de los procesos biológicos que ocurren a nuestro alrededor. Sin embargo, llegar a ese punto requerirá cambios drásticos en todos los ámbitos de nuestras vidas. (Greenpeace, 2018).

Ilustración 2 Modelo Economía Circular



Fuente: M. (2021, 21 enero). *Qué es la economía circular*. RESIDUOS MORLO.

<https://residuosmorlo.com/medio-ambiente/que-es-la-economia-circular/>

9.1.3 ¿Cómo se transforma el plástico en ropa?

Los envases de este material se componen de tereftalato de polietileno (PET), que se puede procesar con tratamientos de filtrado de impurezas, limpieza y polimerización para convertirlo en fibra e hilo de poliamida y poliéster de buena calidad. Estas fibras sintéticas garantizan una calidad y durabilidad como mínimo equivalente a las de fibras naturales como lana, lino, seda o

algodón (estas últimas cuentan con el inconveniente de que acortan su longitud con cada proceso de reciclado) (Barba, 2019).

Otros aseguran que el plástico PET se deben mezclar con otros componentes para crear tuberías, fibras de poliéster, materiales duros como los de los computadores, mesas plásticas, esferos, tapas de conexiones eléctricas, pelotas e infinidad de elementos que a diario se utilizan (Álvarez,2003).

En Panamá se realizó una Conferencia de seguimiento y demanda del plástico PET en América Central y el Caribe, el cual tuvo como tema principal tomar el plástico PET y ser convertidos en poliéster para reducir los costos de materias primas y ayudar a la recuperación de fuentes de energía (Anónimo2012). Como crear lámparas de estas botellas para poblaciones que no cuentan con energía eléctrica, costos de reciclaje en la basura del plástico (Anónimo 2011). Manejo de materiales con plástico PET reciclado y mejoramiento de sus propiedades, plástico PET y su futuro, posibilidades de valoración del plástico PET (Rubiano et 63al. 2011). Reciclar botellas PET tiene futuro en Colombia, reciclaje de botellas PET para obtener fibras de poliéster (Mansilla 2009). Nueva aleación de PET hace mono capa (Una mono capa es una sola capa de átomos o moléculas estrechamente empaquetados. En algunos casos es referido también a una capa mono molecular auto ensamblada.) Botella de cerveza etc. (Anónimo, 2005)”. (Gómez, 2016 P.62)

9.2 Situación actual uso plástico PET en San Andresito de la 38

La ciudad de Bogota cuenta actualmente con uno de los planes de ordenamiento territorial más ambiciosos en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. Dentro de las principales prioridades del POT se encuentran, el mejoramiento de la calidad del aire, la recuperación y ampliación de los humedales, la protección de reservas naturales como la reserva Thomas van der Hammen, la creación de conectores ecosistémicos a través del transporte sostenible con buses eléctricos y la creación de bosques urbanos con el reverdecimiento de la ciudad.

Estas prioridades se traducen en disponibilidad presupuestal para ejecutar proyectos que contribuyan a conseguir este objetivo del POT (Bogotá reverdece 2022 - 2034) en toda la ciudad y sus respectivas localidades.

Puente Aranda no es la excepción y cuenta con presupuesto asignado para la ejecución de proyectos de esta índole. En el 2021 Puente Aranda asignó 1.292.256.000 Millones a proyectos asociados al propósito “Cambiar nuestros hábitos de vida para reverdecer a Bogotá y adaptarnos y mitigar la crisis climática” de los 26,255,236,000 pesos de presupuesto. Esto corresponde a un poco más del 4.5% del presupuesto anual de la localidad de acuerdo con el plan operativo anual de inversiones publicado en el sitio web de la alcaldía local. La alcaldía local destinó de los 1.292.256.000 pesos, 235’537.000 pesos al programa general “Ecoeficiencia, reciclaje, manejo de residuos e inclusión de la población recicladora” y 222’970.000 para “Educación ambiental y ecourbanismo”.

Por otro lado, apartándose de la política pública en la localidad de puente Aranda existen dos grandes grupos de iniciativas de recolección de desechos sólidos y aprovechamiento de los mismos. Ambos tienen motivaciones económicas más que ambientales. A continuación, se muestra con un poco más de detalle estas dos categorías.

9.2.1 Iniciativas privadas

Existen algunas iniciativas destacables para establecer métodos de reciclaje de residuos sólidos PET que impactan la localidad, sin embargo, son iniciativas de carácter distrital. Una de ellas es Reciclaje quienes cuentan con rutas de recolección de reciclaje que incluyen a la localidad de puente Aranda un aspecto a tener en cuenta de esta privada es que no cuentan con mayor información y claridad de la metodología y no cuentan con procesos educativos en medio ambiente.

Otra compañía importante es la multinacional peruana Apropet se dedican al acopio de PET para el tratamiento y la reutilización industrial de resinas reciclables.

Los gigantes productores y consumidores de PET como Coca cola también cuentan con iniciativas que impactan todas las localidades de Bogota. “Reciclaje” es la iniciativa liderada por

el Sistema Coca-Cola para potenciar la economía circular y la recolección de residuos en la capital colombiana.

9.2.2 Reciclaje empírico y espontaneo

Puente Aranda cuenta con el 4% de los recicladores de Bogotá con aproximadamente 850 de acuerdo con el reporte de “CARACTERIZACIÓN POBLACIÓN RECICLADORA 2020”.

Este grupo poblacional que cumple con una labor vital para establecer iniciativas de economía circular en su mayoría no cuentan con una cadena de valor completa y algunos de ellos no cuentan con la educación suficiente y la conexión con empresas, entidades del distrito para completar el ciclo de vida del producto y garantizar el aprovechamiento de estos.

9.3 Proceso 1 – El reciclaje de una botella PET.

El primer proceso se tomó de un video en YouTube del canal “The Coca-Cola Co.”, esta muestra el proceso de aprovechamiento de plástico PET que utiliza la fábrica de Coca-Cola en Chile. [TheCoca-ColaCompany].

“Al terminar la vida útil, los envases PET desechables y retornables puede ser reciclados” (Company, 2018). “Las botellas de Coca-Cola tienen la capacidad de ser transformadas en otros empaques” (Company, 2018).

El inicio del video nos muestra la importancia del reciclable en donde el gerente de operaciones recipet y typack, Alejandro Gutiérrez, dice que la materia prima con la que trabaja Coca-Cola Company en Chile está compuesta por un 50% de recolección nacional y un 50% de importación y que aun así sigue siendo bastante bajo.

El proceso parte por la recepción de las botellas que pueden venir a granel o compactadas en fardos.

Después tiene un proceso de desarme de los fardos, en donde con un equipo especial se seleccionan las botellas PET y desechan los materiales extraños.

Después de la selección viene la molienda, en donde esto queda transformado en “hojuelas” de PET y estos pasan a procesos de lavado en donde una cantidad de papel es retirado en un tiempo especial. Después del lavado del material es necesario sacar la humedad con procesos de estrujamiento y secado.

Después se hace una selección óptica donde se separa el material de color para que solo queden las “hojuelas” transparentes. El producto de color se utiliza en otras aplicaciones.

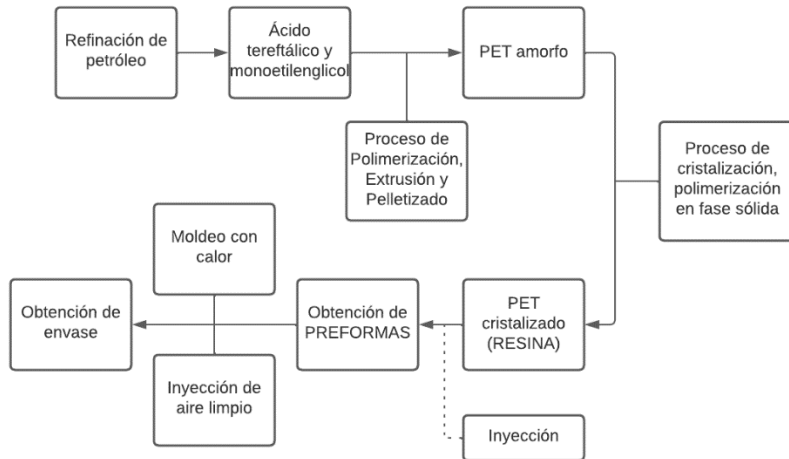
Se toma todo el PET reciclado y se introduce en una máquina expulsora donde se regenera el PET para convertirlo en una lámina transparente.

Después de ese proceso se empieza a usar el PET reciclado para la elaboración de bandejas, envases para tortas, envases para frutos secos etc. Hay una gran variedad de envases en estas aplicaciones, pero son más que todo enfocadas en la industria de alimentos.

9.3.1 Proceso 2 – Reciclado de plástico PET

Este proceso se saca de una tesis universitaria sobre el reciclaje del plástico PET, en donde presenta el proceso de producción el PET que sacó a través de la página web Quiminet.com (Quiminet, 2005), en donde nos muestra un diagrama de flujo que explica este proceso de aprovechamiento.

Ilustración 3 Diagrama de Flujo Para la Producción de PET



Fuente: Elaboración propia tomando como base QuimiNet (2005). Historia del PET. Recuperado el 24 de setiembre del 2017 de <https://www.quiminet.com/articulos/historia-del-pet-2561181.htm>

Selección proceso de reciclaje del plástico PET:

Partiendo de lo mencionado anteriormente definimos que el **Proceso 1** es el indicado para el planteamiento de la metodología que permita el aprovechamiento y la transformación de los residuos sólidos de plástico PET. Teniendo en cuenta que este proceso va desde la etapa de recolección hasta la etapa final de transformación de estos.

11. Fases del proyecto, planteamiento metodología

Como parte de los objetivos específicos de este proyecto se establece la necesidad de plantear una metodología que permita el aprovechamiento de residuos plásticos PET en San Andresito de las 38, en la localidad de puente Aranda. A continuación, se establecen las etapas de la misma iniciando desde la fuente de generación de dichos desechos (Plástico PET) hasta el proceso de disposición y transformación de estos residuos. Esta última, es importante mencionar no se verá especificada dentro del siguiente planteamiento, sin embargo, durante el desarrollo de esta propuesta se han mencionado opciones de reutilización para el plástico PET luego de su uso.

Ilustración 4 Ciclo de reciclaje de desechos sólidos plásticos PET



Fuente: Elaboración propia

11. 1 Instalación de puntos de acopio (Recepción de desechos PET)

Descripción fase:

Esta primera etapa busca fomentar la separación de desechos plásticos PET, adicionalmente, la extensión de la vida útil de los mismos.

La recolección de los desechos plástico PET es la primera etapa del planteamiento de esta metodología. Mediante la instalación de los puntos de acopio en el sector de San Andresito de la 38 se busca recolectar las botellas post consumo, la correcta recolección de estas es crucial. Los puntos de recolección estarán ubicados cerca a los principales puntos de la localidad, teniendo en cuenta su nivel de presencia comercial, tiendas, centros comerciales, supermercados, y con gran tráfico de consumidores.

Se entiende la necesidad existente de la implementación de más de un punto de acopio del desecho PET, sin embargo, es importante mencionar que no se cuenta con una alta capacidad de inversión por lo que se plantean las siguientes necesidades básicas existentes para el cumplimiento de esta fase:

- Área de recolección de residuos

- Área de acceso para vehículos

Ilustración 5 Propuesta diseño punto de acopio

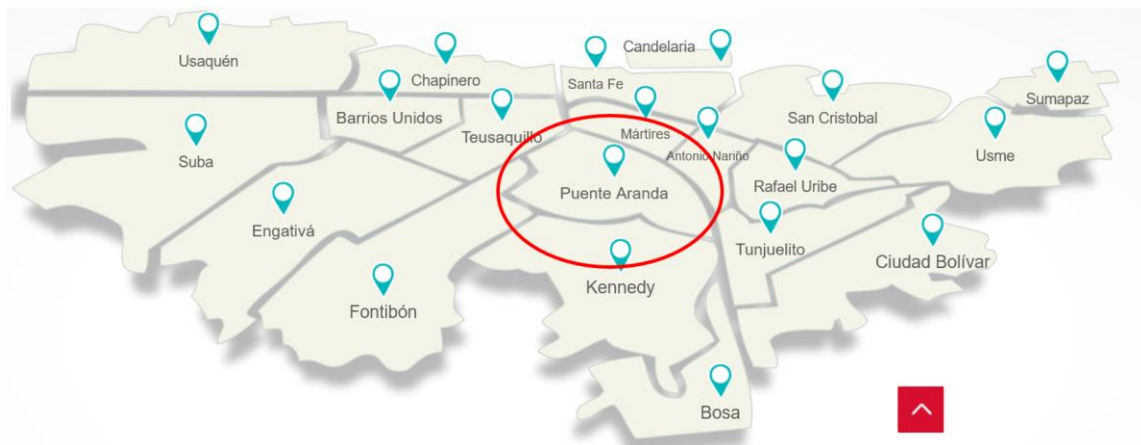


Fuente: Elaboración propia

11.1.1 Localización:

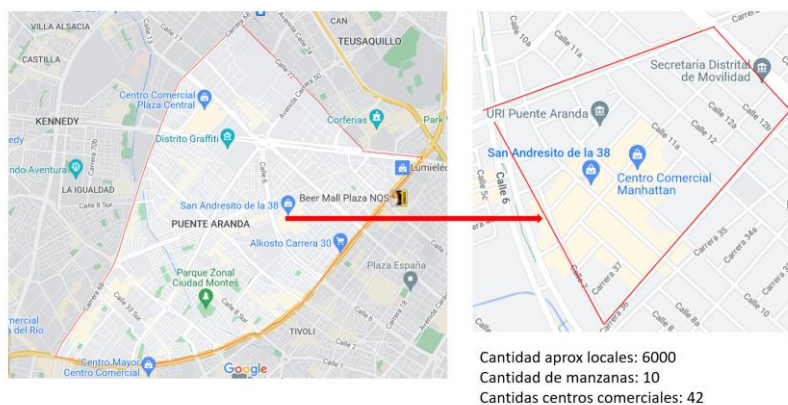
Sanandresito de la 38 es uno de los centros con mayor presencia de comercio en el país, está ubicado en la localidad 16 de Bogotá, como se muestra en las siguientes imágenes:

Ilustración 6 Mapa de Bogotá



Fuente: *ALCALDÍA LOCAL DE PUENTE ARANDA*. (2022). <http://www.puentearanda.gov.co/>.
<http://www.puentearanda.gov.co/>

Ilustración 7 Localización San andresito de la 38



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la densidad comercial del sector, se concluye que un solo centro de acopio no es suficiente para la recolección de los desechos plásticos PET es necesario definir varias ubicaciones estratégicas para lograr la cobertura total del sector, de igual manera los centro de recolección deben instalarse en las zonas donde se generan en gran mayoría estos desechos, generalmente son espacios con alta presencia comercial, tiendas, centros comerciales, supermercados, y un alto trafico de consumidores, con esto se buscará evitar que estos desechos sean arrojados en lugares no apropiados todo lo contrario estos centros de acopio serán los nuevos botes de basura del San Andresito contribuyendo así a la mitigación del impacto ambiental.

Adicionalmente, es necesario que el terreno tenga vías de acceso con el fin de garantizar que vehículos livianos y pesados puedan cargar y recolectar los desechos solidos PET.

11.1.2 Diseño y construcción:

Para el diseño y construcción del centro de recolección y acopio de los desechos plásticos PET se debe realizar un estudio previo de impacto ambiental, al igual que contar con los respectivos permisos y licencias de construcción. Dentro de las áreas con las que debe contar el centro son las siguientes:

- Área de recolección de residuos no menor a 8.00 m².
- Canales de acceso no menor a 42.00 m²
- Área de almacenamiento no menor a 28.00 m²
- Área de recogida no menor a 40m²

11.1.3 Especificaciones técnicas:

- Las paredes deben ser construidas de malla de metálica, resistentes al agua y al sol.
- Los pisos deben ser construidos con material impermeable esto con el fin de evitar filtraciones y facilitar la limpieza de estos.
- El área de almacenamiento deberá estar contemplada para albergar material durante 4 a 5 días máximo.
- Debe contar con señalización ambiental.
- Los materiales usados en su fabricación deben ser resistentes y a su vez facilitar su limpieza y desinfección.
- El techo debe ser de lámina acero resistente al agua y sol, al igual que contar como altura que permita su ventilación.
- Las áreas de recolección deben ser adecuada para facilitar el acceso de los operarios quienes manipularan el material.
- El centro de acopio debe estar dotado con agua para facilitar su limpieza, al igual que contar con punto eléctrico este debe contar con la iluminación adecuada.

11.1.4 Seguridad Industrial:

El centro de acopio debe contar con las siguientes especificaciones básicas en seguridad industrial:

- Seguridad e higiene industrial
- Limpieza, orden y aseo
- Un manual de emergencia que incluya un plan de vulnerabilidad con un plan de evacuación y de paso a seguir en caso de emergencias.
- Los recicladores encargados del mantenimiento, la recolección y clasificación de los desechos debe contar con ropa de trabajo, zapatos de seguridad, mascarillas y guantes.

11.2 Campaña de educación para el reciclaje de plástico PET

Durante esta etapa se busca incentivar el proceso de reciclaje por parte de los habitantes, y empresarios de San Andresito de la 38 mediante el uso de puntos de acopio. Posterior a la instalación de los centros de acopio se debe crear una campaña, y por medio de comunicados alrededor del sector transmitir un mensaje que incentive a todos a hacer uso de los mismos.

Esta fase es necesaria, ya que en todo proceso de adopción se requiere de tiempo y trabajo colaborativo para lograr los objetivos establecidos. Algunas propuestas o conceptos generales para afrontar esta fase son las siguientes:

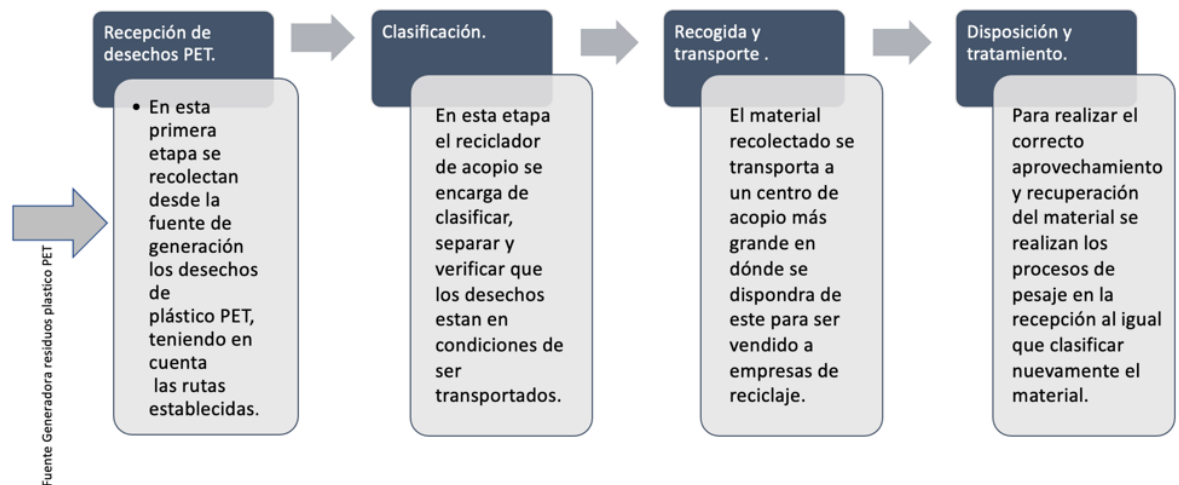
- Hacer uso de la pedagogía, es claro que la educación es el mejor camino en cualquier proceso de adopción.
- Hacer una evaluación con la población objetivo sobre sus cuestionamientos sobre el nuevo modelo de reciclaje.
- Mostrar los beneficios de la metodología a través de campañas visuales, digitales.
- Crear un equipo de líderes empresarios que tengan influencia en el sector y que sean un canal de masificación del mensaje.

11.3 Recuperación de los residuos

Descripción fase: básicamente esta etapa se divide en cuatro procesos:

1. Recepción de los desechos PET
2. Clasificación
3. Recogida y transporte
4. Disposición y tratamiento

Tabla 2. Diagrama del proceso



Fuente: Elaboración propia

- **Disposición y tratamiento**

Como parte del planteamiento de esta metodología de recuperación y transformación de desechos de plástico PET se plantea un último proceso dentro del ciclo, y es la disposición y el tratamiento de estos.

Durante el desarrollo de este proyecto se estudiaron los diferentes procesos existentes para la recuperación de desechos plásticos PET. Dentro de la fase final de disposición de estos se debe buscar alianzas con terceros quienes se harán cargo de tratar el material reciclado.

El proceso de tratamiento de los residuos dependerá en cada caso del aliado o tercero y su objetivo comercial y el producto final que buscan realizar. Esto quiere decir que no es competencia del planteamiento de la metodología definir los detalles del tratamiento. Sin embargo, durante el planteamiento del proyecto se mostraron las diferentes alternativas de producto final para generar modelos de economía circular y de esta manera contribuir a la extensión de la vida útil del plástico PET.

10. COSTOS

Los datos tomados de los costos para este proyecto mostrarán los recursos necesarios para llevar a cabo la metodología presentada en este proyecto de reciclable de plástico PET.

Se tomarán en cuenta los costos directos, costos indirectos y el capital de trabajo necesario para que la metodología propuesta sea un éxito.

Tabla 3 Gastos fijos

Gastos fijos	Precio x mes
Mantenimiento sitio de acopio	\$ 600.000,00
Servicios de aseo	\$ 1.200.000,00
Mantenimiento mototroco	\$ 300.000,00
Otros	\$ 500.000,00
Total	\$ 2.600.000,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 Materiales punto de acopio

Descripción	Unidad de medida	Medida	Precio
Teja metálica aluzinc Pintada	Centímetros	305	\$ 3.190.000,00
Malla metal eslabonada	Metros	1.8 x 10	\$ 299.900,00
Manto afáltico impermeabilizable	Metros	10	\$ 370.900,00
Tubo rectangular	Metros, milímetros y cantidad	76 x 38 x 1.1mm x 6 x 15 unidades	\$ 1.515.900,00
Otros	N/A	N/A	\$ 1.000.000,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 Personal administrativo

Administración	Valor
Gerentes del proceso	\$ 7.000.000,00
Gerente logístico	\$ 5.000.000,00
Total	\$ 12.000.000,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 Personal operacional

Operatividad	Número	Valor por mes
Recolectores	2	\$ 2.400.000,00
Transportadores	1	\$ 1.300.000,00
Total		\$ 3.700.000,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Equipo

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Computadores gerentes	2	\$ 2.499.000,00	\$ 4.998.000,00
Contenedores de plástico PET	2	\$ 1.899.000,00	\$ 3.798.000,00
Básculas	1	\$ 1.785.000,00	\$ 1.785.000,00
Mototroco	1	\$ 7.000.000,00	\$ 7.000.000,00
Total			\$ 12.583.000,00

Fuente: Elaboración propia

Conclusión costos:

La primera tabla muestra que los gastos fijos por mes no son muy elevados, ya que lo único que hay que tener en cuenta en estos son el constante mantenimiento que hay que hacerle al sitio de acopio.

Los materiales del punto de acopio dan un promedio de cuanto podría valer cada uno de los materiales, aunque esto sea dependiente de los proveedores con los que se consiga los materiales.

Hablando del personal tanto administrativo como operacional, esto podría variar, dependiendo del trabajo necesario que tome recoger el material PET de los sitios de acopio, igual en la tabla se muestra un promedio de cuánto podría estar valiendo la contratación de personal en Colombia y cuánto podría ser su justa remuneración.

Hablando de la tabla del equipo, se muestra lo indispensable para poder empezar a recoger el material y para hacerle su respectivo audito al momento de mandar el material a los sitios de reciclaje.

CONCLUSIONES

La principal razón del desarrollo de este proyecto es la necesidad ambiental existente en el sector de San Andresito de la 38, de Puente Aranda. Luego del estudio de la situación actual del sector y de entender la importancia a nivel comercial que este tiene en la ciudad de Bogotá, se define el planteamiento de una metodología que permita el aprovechamiento y la transformación de los desechos sólidos plástico PET. Es claro que la implementación de esta permitirá mitigar los altos niveles de contaminación que la localidad enfrenta, al mismo tiempo que se logrará el involucramiento por parte de los empresarios del sector.

Como parte del desarrollo de este proyecto tuvimos la oportunidad de conocer el estado actual del manejo de los residuos plásticos PET, no solo en Colombia sino también a nivel mundial. De lo cual se concluye que la falta de concienciación ambiental no solo es un problema que vive la localidad de San Andresito de la 38, todo lo contrario, es un problema que enfrenta el mundo entero.

La metodología planteada a través de centros de acopio es una solución escalable, costo efectivo y fácil de implementar a través de la pedagogía.

Debido a la densidad comercial de la zona de San Andresito de la 38 se evidencia la necesidad de plantear una metodología que es replicable en zonas comerciales similares, concentrándose en zonas foco de la problemática.

A través de los costos y procesos mostrados, se evidencia cuánto se debería invertir para poder hacer una adecuada implementación en la metodología de inicio a fin, se mostraron los materiales necesarios para construir el sitio de acopio, herramientas, personal etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Whinfield, J. R., & Dickson, J. T. (1941). Improvements relating to the manufacture of highly polymeric substances. British Patent, 578, 79.
2. Del Val, A. (1997). El libro del reciclaje. Manual para la recuperación y el aprovechamiento de la basura. Agpograf.
3. (Junca Latorre (2016), Distrito comercial Integral San Andresito De La 38, Pontificia Bolivariana, Bogotá, Colombia.) Recuperado de <file:///C:/Users/mafegomez/Downloads/JuncaLatorreMariaAlejandra2016.pdf>
4. Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. Economía industrial, 401(3), 11-20. Recuperado de: <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
5. Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development, Washington, DC: World Bank. © World Bank. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
6. López Alfonso, 2020. En Puente Aranda, la economía comienza a reactivarse. Portafolio. Recuperado de <https://www.portafolio.co/mas-contenido/en-puente-aranda-la-economia-comienza-a-reactivarse-544862>
7. Malaver Aguilar, 2018. Reciclaje, el primer paso responsable para aprovechar la basura que generamos. Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de <https://bogota.gov.co/yo-participo/blogs/basura-en-bogota-una-responsabilidad-de-todos-los-ciudadanos>
8. Secretaria Distrital de Planeación, 2018. Diagnóstico de los principales aspectos territoriales, de infraestructura, demográficos y socioeconómicos de Puente Aranda. Recuperado de [file:///C:/Users/mafegomez/Downloads/dice078-monografiapuentearanda-2017_vf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/mafegomez/Downloads/dice078-monografiapuentearanda-2017_vf%20(1).pdf)
9. Ortiz, I. (2015). La importancia de desarrollar una cultura ambiental en la ciudad de Bogotá en relación con la producción y manejo eficiente de los desechos sólidos. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/7260>.

10. Industry Agenda The New Plastics Economy Rethinking the ... (n.d.). Retrieved from <http://www3.weforum.org/>
11. Ferro Nieto, A. (2008). *El envase de polietilentereftalato: su impacto medioambiental y los métodos para su reciclado (P.5)*. Editorial Universitaria.
<https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/71370>
12. José Gómez, (2016). *Diagnóstico del impacto del plástico – Botellas sobre el medio ambiente*. Tesis de grado obtenida:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10047/Gomez2016.pdf>
13. National Geographic. (2019). PET: el mejor aliado del medio ambiente, ¿lo sabías? Recuperado de: <https://www.ngenespanol.com/ecologia/pet-el-mejor-aliado-del-ambiente-ecoce/>
14. ECOCE. (2020). Guías de diseño para la reciclabilidad. Recuperado de: <https://www.ecoce.mx/guias-para-la-reciclabilidad>
15. (2018, noviembre 23). *El paso a paso en el reciclaje de una botella de pet*. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=eDD9sO8SkOY>.
16. QuimiNet (2005). Historia del PET. Recuperado el 24 de setiembre del 2017 de <https://www.quiminet.com/articulos/historia-del-pet-2561181.htm>
17. Gobierno de Colombia. Ley 9 de 1979. Recuperado de:
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1177>
18. Think Big (2019). Ropa hecha de plástico, la sostenibilidad llega al retail. Recuperado de: <https://blogthinkbig.com/ropa-plastico/>