

Ciclo de vida del plástico (polipropileno) como residuo domiciliario en el barrio la Bella Estancia, Localidad 19, Bogotá D.C según la NTC ISO 14040

Daniela Mayorga Mora

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Ingeniería Ambiental
Bogotá 2020

Ciclo de vida del plástico (polipropileno) como residuo domiciliario en el barrio la Bella Estancia, Localidad 19, Bogotá D.C según la NTC ISO 14040

Daniela Mayorga Mora

**Trabajo de grado aplicado para obtener el título de
Ingeniera ambiental**

Director proyecto:

Msc. Graciela Garzón Marín

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Bogotá 2020

Nota de advertencia

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de julio de 1946: “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus tesis de grado”

Dedicatoria

El presente proyecto es dedicado a mi familia, a mi hijo Dante que es la motivación de mi vida, a mi esposo quien ha sido el mejor compañero que he podido tener en este proceso, gracias a él por todo el apoyo que me ha brindado. A mi mamá y a mi papá que han sido mi ejemplo de vida, esfuerzo, trabajo y dedicación.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por mi formación profesional y principalmente a mi tutora de proyecto Graciela Garzón Marín, por su compromiso, confianza, dedicación y el constante acompañamiento en el desarrollo de este trabajo.

Tabla de contenido

Índice de figuras	8
Índice de tablas	9
Resumen	10
Abstract	11
Introducción.....	12
Objetivo general	13
Marco teórico.....	14
Generalidades de la ISO	14
ISO 14000	16
ISO 14040	16
Sistema de gestión ambiental y ACV (Análisis de ciclo de vida).....	17
Origen de los ACV	19
Implementación de los ACV en empresas a nivel nacional y regional	21
Matriz de análisis de impactos de Conesa	23
Crecimiento en la producción de los residuos plásticos a nivel mundial.....	25
Crecimiento en la producción y generación de residuos plásticos a nivel nacional y regional	27
Generalidades del material de estudio: Polipropileno (PP).....	28
Determinación de la muestra.....	29
Estrategias de reducción de consumo del polipropileno	30
<i>Ecoeficiencia</i>	30
<i>Economía circular</i>	32
<i>Gestión integral de residuos plásticos (reducir, reciclar y reutilizar)</i>	34
Metodología.....	36
Sitio de estudio	36
<i>Fase 1: Realizar el diagnostico de los residuos plásticos generados en el barrio la Bella Estancia</i>	38
<i>Fase 2: Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos y oportunidad de mejora</i>	43
<i>Fase 3: Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico, enfocado hacia los actores del área de estudio, según ACV</i>	43

Resultados	44
Fase 1: Realizar el diagnostico de los residuos plásticos generados en el barrio la Bella Estancia	44
<i>Diagnóstico de residuos plásticos en las viviendas</i>	46
Fase 2.: Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos oportunidad de mejora	49
<i>Producción del polipropileno a nivel mundial</i>	51
<i>Producción del polipropileno a nivel Nacional</i>	52
<i>Productos</i>	53
<i>Oportunidad ambiental</i>	55
Fase 3: Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico, enfocadas hacia los actores del sitio de estudio, según ACV	56
Discusión de resultados	59
Conclusiones	67
Recomendaciones	69
Referencias bibliográficas	71

Índice de figuras

Figura 1	37
Figura 2	37
Figura 3	39
Figura 4	40
Figura 5	44
Figura 6	45
Figura 7	46
Figura 8	47
Figura 9	47
Figura 10	48
Figura 11	54
Figura 12	54
Figura 14	56
Figura 15	58

Índice de tablas

Tabla 1	25
Tabla 2	41
Tabla 3	45
Tabla 4	57

Resumen

El análisis de ciclo de vida es una herramienta de gestión ambiental que permite determinar, identificar, clasificar y cuantificar los impactos ambientales que genera un proceso para el desarrollo de una actividad o un producto a lo largo de su ciclo de vida, a partir de la técnica ISO 14040 que permite el análisis de un producto y determina los aspectos e impactos ambientales de éste, se realiza un diagnóstico de residuos plásticos domiciliarios en el barrio la Bella Estancia (Bogotá D.C.) que tiene por objetivo analizar el ciclo de vida del polipropileno, identificando los impactos ambientales, y estrategias de oportunidad, que orienta las acciones a promover en la comunidad y articulación con las Entidades Distritales. Así mismo, se generó un estado del arte sobre el polipropileno y alternativas de reúso.

Palabras clave: impactos ambientales, uso, residencial, ecoeficiencia, reutilizar

Abstract

The life Cycle Analysis is an environmental management tool that allows to decide, identify, sort out and quantify the environmental impacts that are related with an activity process or product within it's life cycle, from the ISO 14040 technical standard it allows the products analysis and determines the environmental impacts and aspects related with this, and because of that is done a diagnosis of household plastic waste in the neighborhood "La Bella Estancia (Bogotá, D.C.)". which aims to analyze de life cycle of the polypropylene, identifying its environmental impacts, opportunity strategies, guiding actions to promote in the community and the articulation with major entities. Likewise, it was made a state of the art about the polypropylene and it's reuse alternatives.

Keywords: Environmental impacts, use, residential, eco-efficiency, re-use

Introducción

El plástico es el principal residuo sólido generado a nivel residencial y el que más contamina la Tierra ocasionando daños ambientales debido a que es un producto elaborado a base de petróleo, este incremento en el volumen de los residuos plásticos se debe a los modelos económicos actuales, donde se invita a consumir más de lo que se necesita sin priorizar aspectos ambientales.

Bogotá D.C., es una de las ciudades más pobladas de Colombia y, por ende, aporta significativamente con la generación de plásticos que llegan al relleno sanitario doña Juana, y que a pesar de que se cuenta con procesos educativos dirigidos por las instituciones del Distrito motivando a la población a reducir el consumo de bolsas plásticas, se continúa con el uso excesivo de este producto en cada una de las actividades diarias a nivel residencial.

Este documento se orienta en el análisis de ciclo de vida desde la producción hasta la disposición final del polipropileno en el barrio la Bella Estancia localizado en la localidad (19) Ciudad Bolívar ubicada al sur de Bogotá y en la UPZ 69 Ismael Perdomo, y que busca identificar impactos ambientales y estrategias de oportunidad por medio de la ISO 14040, que es una herramienta de gestión ambiental, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final por medio de un inventario que reúne las entradas y salidas del sistema se evalúan los impactos asociados.

Objetivo general

Analizar el ciclo de vida del polipropileno (plástico) en el barrio la Bella Estancia, Localidad 19, Bogotá D.C de acuerdo con la NTC ISO 14040.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de los residuos plásticos generados en el barrio Bella Estancia.
- Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos y oportunidades de mejora.
- Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico enfocadas hacia los actores del sitio de estudio, según ACV.

Marco teórico

Generalidades de la ISO

En 1947 se creó la Organización Internacional para la Normalización (ISO), que comprende organismos de grupos nacionales de varios países, su objetivo se basa en mejorar la eficiencia en los procesos de las empresas, el desarrollo de la promoción y una herramienta que facilite la comunicación entre las naciones y comercio a nivel mundial. En la actualidad se pretende implementar las normas ISO en todos los países, convirtiéndolas así en normas internacionales.

En 1971, ISO crea sus dos primeros comités técnicos en el campo ambiental: calidad del aire y calidad del agua. Hoy, estos comités se han unido a otros grupos de expertos ambientales que se centran en muchos temas, incluida la calidad del suelo, la gestión ambiental y las energías renovables, (ISO).

En 1992 se llevó a cabo la conferencia de las Naciones Unidas “*La Cumbre de la Tierra*” desarrollada en Río de Janeiro donde se trataron temas medio ambientales, la mayor preocupación fue la información sobre el deterioro de los recursos naturales y sus efectos sobre la vida, pero los intereses de los gobiernos y de las grandes industrias y sus temores en verse sometidos en sus acciones y reglamentados en sus procesos no permitieron que se tomaran medidas drásticas, las cuales podrían haber cambiado notablemente el futuro del planeta.

La constante preocupación por la grave contaminación al ambiente, el deterioro de los recursos naturales y de los diferentes ecosistemas, consecuencias, en gran parte de los residuos generados en las diversas etapas que llevan a cabo grandes y pequeñas industrias, llevaron a la

organización ISO (*Internacional Organization for Standardization*) en 1993 a la creación de normas de carácter obligatorio pero de carácter opcional, cuyo fin es proteger el medio ambiente garantizando, no solo el futuro de la empresa, sino, preservando los recursos naturales y la conservación de la naturaleza.

El objetivo de la familia de las ISO 14000 es permitir a las organizaciones acceder a nuevos mercados por medio de un buen desempeño ambiental, este desempeño se logra mediante herramientas y sistemas que se dirigen a las etapas y procesos de la organización, mitigando los efectos negativos al medio ambiente. (Poblete, Familia de normas ISO 14000, s.f.).

En 1993 la organización ISO constituyó el Comité Técnico ISO/TC207 sobre la Gestión Ambiental, su objetivo fue normalizar internacionalmente el tema sobre la gestión medioambiental, creando normas flexibles y adaptables a cualquier organización y que demostraran que podían continuar con su desarrollo y al mismo tiempo, ser amigables con el medio ambiente. Así finalmente, se constituyeron seis comités especializados:

1. Sistemas de Gestión Medioambiental (ISO 14001)
2. Auditorías Medioambientales y actividades relacionadas (ISO 14010)
3. Ecoetiquetado y declaraciones ambientales (ISO 14021)
4. Evaluación del desempeño medioambiental (ISO 14024)
5. Análisis del ciclo de vida (ISO 14040)
6. Terminología (ISO 14050) – Especificaciones del producto (ISO Guía 64)

ISO 14000

De esta manera la organización ISO en octubre del año 1996 difunde las primeras normas enfocadas a la gestión ambiental, nacen una serie de normas internacionales de certificación voluntaria (la familia de las 14000) enfocadas a la gestión ambiental, al desarrollo y al cumplimiento de la gestión medio ambiental de una empresa demostrada por medio de la certificación, (Clementes, Guía completa de las normas ISO 14000, 1995) que muestra el compromiso de la organización con el medio ambiente y sus consumidores garantizando una responsabilidad ambiental, (Poblete, s.f.).

En Colombia son conocidos organismos como ICONTEC, Bureau Veritas, SGS, Consejo Colombiano de Seguridad, INLAC, Cotecna Certificadora Servicios LTDA, entre otras organizaciones que se encuentran aprobadas por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) para certificar los sistemas de gestión ambiental, de acuerdo con lo establecido en la NTC ISO 14001:2015, (ONAC, s.f.).

ISO 14040

Uno de los aspectos que mayor inquietud e intranquilidad causa a las organizaciones son los posibles efectos negativos (aunque sean involuntarios) e impactos ambientales que pueden generar sus procesos en el medio ambiente, desde la extracción de sus materias primas, su posterior producción, distribución, uso y finalmente su disposición final, por esto, teniendo en cuenta la terminología de la (ISO, 14050) que define un aspecto ambiental “*como un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio*

ambiente” e impacto ambiental “cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización” (ISO, 14050, 2009), se implementa el ACV (Análisis de ciclo de vida) de un producto, esta metodología de índole internacional permite identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes aspectos e impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. Teniendo en cuenta esta caracterización se brindan alternativas que permitan minimizar esos impactos, la cantidad de residuos generados, la energía utilizada y que priorice la conservación de los recursos naturales. Cabe resaltar que el AVC fue propuesto por las Naciones Unidas como una herramienta de producción más limpia, por ser un elemento importante en el desarrollo del concepto de ciclo de vida y la gestión ambiental, (PNUMA, 2004).

Sistema de gestión ambiental y ACV (Análisis de ciclo de vida)

Por medio de un sistema de gestión ambiental definido como (ISO, 14050) *“la estructura organizativa que desarrolla, implementa, revisa y sostiene una política medioambiental”* y teniendo en cuenta su objetivo basado en la Norma Técnica ISO 14001 establecer un sistema que se adapte a los procesos de las organizaciones permitiendo “desarrollar, implementar, realizar, revisar y mantener” se implementa la ISO 14040, su objetivo es que por medio de una evaluación donde se obtienen todos los datos relacionados a entradas, salidas y medio ambiente se realiza el análisis de ciclo de vida del producto, el cual evalúa el sistema productivo, en cuanto a su eficiencia del uso de los recursos y manejo de desperdicios, y el impacto medioambiental. A partir del análisis y sus resultados, generar alternativas de minimización de impactos y reducción en los costos de producción y mejora en los productos, teniendo en cuenta las siguientes etapas:

1. Definición y alcance de los objetivos: Inicia la evaluación del ciclo de vida, se definen los objetivos globales del estudio, el producto implicado, la audiencia a la que se dirige, la magnitud o el alcance del estudio, datos necesarios y el tipo de revisión crítica que se debe realizar.
2. Análisis del inventario: Es la lista de procesos, sistemas, limitaciones y del impacto potencial que llevan a la creación del producto.
3. Evaluación del impacto: Del paso anterior se clasifican y se cuantifican los impactos generados a lo largo del ciclo de vida del producto, (Clementes, 1995).

Al realizar la respectiva evaluación del ciclo de vida de un producto la empresa u organización está mostrando su interés en la gestión ambiental y en su compromiso por un desarrollo sustentable, identificando los impactos ambientales que genera la producción de su producto, interpretando los resultados como una estrategia de solución que conlleve a la implementación de alternativas que contribuyan a la minimización o erradicación de los riesgos ambientales encontrados.

Los análisis de ciclo de vida en los últimos años han tenido un crecimiento, la elaboración de éstos han tenido un incremento notable, siendo herramientas de gestión ambiental en diferentes sectores que van desde los combustibles fósiles, energías renovables, biocombustibles, energía nuclear hasta el sector gastronómico.

Origen de los ACV

Los ACV surgieron simultáneamente en Europa y Estados Unidos, el primer análisis de ciclo de vida se llevó a cabo por el Midwest Research Institute, para Coca Cola, donde su objetivo fue encontrar soluciones para disminuir el consumo de los recursos naturales y las emisiones generadas a la atmósfera y al medio ambiente, (Romero, 2003). Esta evaluación concluyó que los envases plásticos consumían menos materias primas que una botella de vidrio. A este trabajo se le denominó “Análisis del Perfil Ambiental y de Recursos “en inglés (Resources and Environmental Profile Analysis). Desde entonces se empezó a denominar REPA a la metodología para cuantificar los recursos y las descargas ambientales de los productos de un proceso, (Vargas C. , 2008). Es importante resaltar que este estudio nunca fue publicado debido a su contenido confidencial, sin embargo, en el año 1976 la oficina de evaluación de tecnología del congreso de Estados Unidos publicó un resumen del estudio y posteriormente apareció un artículo en abril de 1976 en Science Magazine, (Vargas C. , 2008).

El análisis de ciclo de vida es una herramienta de gestión ambiental que permite determinar, identificar, clasificar y cuantificar los impactos ambientales que genera un proceso para el desarrollo de una actividad o un producto a lo largo de su ciclo de vida , desde la extracción de materias primas hasta su disposición final por medio de un inventario que reúne las entradas y salidas del sistema se evalúan los impactos asociados.

Los primeros trabajos y talleres de análisis de ciclo de vida surgieron a partir del año 1997 cuando se crearon en el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) los Comités Técnicos de Normalización Espejos del ISO/TC-207 con el fin de homologar a normas nacionales la serie de estándares internacionales de la familia ISO 14000, especialmente la ISO

14040, sobre ACV (Vargas, Historia ampliada y comentada del analisis de ciclo de vida (ACV)., 2008). Los comités más activos en ese periodo fueron el Comité 14 de Sistemas de Gestión Ambiental, el Comité 33 de Auditorías Ambientales y el Comité 36 de Análisis de Ciclo de Vida, aun cuando el Comité de ACV tomo mayor ímpetu solo hasta mediados de la década del 2000, (Vargas C. , 2008).

En Colombia las instituciones que impulsaron el conocimiento, el desarrollo y la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), fueron la Universidad de los Andes en Bogotá y la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) en Medellín y hoy se observa cómo el país y sus diferentes industrias se han involucrado y vinculado a la realización del ACV, (Van Hoof, 1999).

Estas dos universidades se encargaron de la promoción y desarrollo del ACV, se enfocaron en proyectos de investigación y de pregrado asociándolo a diferentes sectores. La Escuela Colombiana de Ingeniería también adopto en el año 2008 el ACV en los cursos de producción más limpia en el programa de ingeniería industrial, (Vargas, 2008).

La universidad de los Andes por medio de los cursos de producción más limpia impartidos a los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial, elaboro algunos estudios de ACV y tesis de grados en ACV entre 1998 y 2006 que abarcaron diferentes sectores industriales, como:

- Sector agrícola (azucarero, cafetero y floricultor)
- Fabricación de empaques
- Sector químico
- Sector de polímeros
- Sector de la construcción

Algunos nombres de proyectos y tesis de grados relacionados con el ACV se listan a continuación:

- Análisis ambiental del proceso de fabricación de guantes de látex en Eterna S.A., aplicando la metodología de análisis de ciclo de vida (ACV) (2004).
- estimación del impacto ambiental del cultivo de caña de azúcar utilizando la metodología del análisis de ciclo de vida (ACV) (2006).
- Eco indicador basado en el análisis de ciclo de vida para la industria cafetera (2000).

Por otra parte, la Universidad Pontificia Bolivariana, inicio su camino en el ACV por medio de su participación en el año 2001 en el Comité técnico 33 del Icontec. El profesor Edgar Botero, aplico el ACV, que arrojó las primeras tablas de inventario para procesos en Colombia, donde se adoptó el método de Ecoescasez desarrollado en Suiza para la evaluación de los impactos; estos resultados se obtuvieron con el software Apeironpro, desarrollado por la firma Avansoft y la UPB, y cofinanciado por Colciencias, (Vargas C. , 2008).

Implementación de los ACV en empresas a nivel nacional y regional

Un ejemplo de implementación del ACV en Colombia es la empresa del sector industrial de Cartagena, en el cual se realizó un diagnóstico cuantitativo del impacto ambiental del negro de humo mediante la aplicación de las ISO 14040 y 14044. Para llevar a cabo el diagnóstico se utilizó el software SimaPro 7.3.3 versión académica, al que fueron ingresados los datos proporcionados en la línea de producción respecto a los flujos de entrada y salida del proceso y datos relacionados con las condiciones operativas asociadas a la producción de negro de humo. Para lo anterior, se usó la base de datos Eco-Invent de donde fueron extraídos los factores para realizar la conversión de los impactos ambientales a masa equivalente de CO₂ utilizando el método EDP.

Posteriormente, se definieron las categorías e indicadores ambientales para llevar a cabo la

caracterización y el análisis de ciclo de vida de los flujos correspondientes al proceso. Para la presentación de la información se hizo uso de herramientas informáticas que permiten realizar gráficos y tablas, (Orozco & Salas, 2014).

En la ciudad de Bogotá también se ha implementado los ACV, pues ha presentado alternativas para la gestión ambiental de los residuos de demolición y construcción (RCD) a partir del ciclo de vida y la economía circular. El sector de la construcción es una de las industrias que más consume y deteriora los recursos naturales, por esta razón se hace necesario el ACV de los materiales usados para mejorar la gestión de los residuos de demolición y construcción y de permitir y facilitar la recuperación de materia prima en plantas de tratamiento, minimizando los impactos ambientales, (Riaño & William, 2017).

Uno de los grandes problemas que presenta la implementación de los ACV en los procesos que desarrollan las industrias es el temor de estas por ser multadas o sancionadas, no poseen en ocasiones información correcta y precisa de sus procesos y productos, no se cuenta con el personal capacitado, no creen que es una herramienta útil que requiere tiempo y dinero y finalmente falta de información de la metodología. Es necesario y urgente crear una política que permita implementar los ACV en las empresas, mostrando su eficiencia por medio de una evaluación, permitiéndole mejorar su desempeño ambiental en las diversas etapas y tomando decisiones que brinden oportunidades para proteger el medio ambiente y nuestros recursos naturales y que sea también una herramienta empresarial que permita reducir costos.

Matriz de análisis de impactos de Conesa

Con el fin de determinar el impacto sobre los ecosistemas especialmente en componentes ambientales como el suelo, agua y aire se emplea la matriz de impactos de Vicente Conesa que orienta que *“los recursos ambientales son los bienes o medios de subsistencia naturales disponibles por el hombre, por otro lado, los factores ambientales son los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta, estos son el soporte de toda actividad humana y son susceptibles de ser modificados”*, (Fernández, 2011), estas modificaciones han llegado a ser irreparables ocasionando grandes y graves problemas en los diferentes ecosistemas.

La industrialización y su aumento en la producción ha llevado a modificar y alterar los recursos naturales y ecosistemas en el planeta, el desarrollo industrial siempre ha sido de gran impacto y los gobiernos al ser conscientes del aporte a la economía interna del país de este sector, ocasiona que se tenga flexibilidad en la implementación de las normas que regulan los impactos a los recursos naturales, asociado a un uso excesivo (sobreexplotación), pocas medidas de compensación y estrategias para mantener un equilibrio entre el uso y la conservación de los recursos. Los estudios de impacto ambiental orientan un tecnicismo, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), está enfocado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales, en que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno, (Fernández, 2009).

A continuación, se presentan los atributos de clasificación de la matriz de impacto ambiental y se designa su valor de calificación de Vicente Conesa:

- Naturaleza (NA): Hace referencia a la determinación del impacto, es decir si es negativo hace referencia a algo perjudicial, por el contrario, si es positivo es de carácter beneficioso. Su manera de evaluarlo es por medio de la asignación de un símbolo:

(+) impacto positivo o beneficioso

(-) impacto negativo o perjudicial

- Intensidad (IN): Es la relación con el grado de afectación que puede producir la acción sobre el factor en consideración. Toma valores de 1 a 16.
- Extensión (EX): Hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4), Total (8), Crítica (12).
- Momento (MO): Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto. Largo plazo (1), Medio plazo (2), Inmediato (4), Crítico (8).
- Duración (DU): Se refiere al tiempo que se cree que permanecería el efecto a partir de su aparición. Menos de seis meses se considera Fugaz (1), entre seis meses y un año, Temporal (2), mayor a un año, Permanente (4).
- Reversibilidad (RV): Es la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales, por medio naturales. Reversibilidad inmediata (1), Reversible a mediano plazo (2), Largo plazo (3) e Irrecuperable (4).
- Sinergia (SI): Ese impacto, puede generar otros impactos indirectos. Sin sinergia (1), Sinérgico (2), Muy Sinérgico (4).
- Acumulación (AC): Se evalúa si el impacto existente puede aumentar. Simple (1), Acumulativo (4).
- Efecto (EF): Tipo Indirecto (1), Directo (2)

- Periodicidad (PR): Hace referencia a la regularidad de manifestación del efecto, sean de manera continua o discontinua. Irregular (1), Periódico (2) y Continuo (4)
- Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado. Recuperación inmediata (1), Recuperable (2), Mitigable (4) Irrecuperable (8)
- Importancia del impacto (I): Para esta variable se toman valores entre 10 y 92 y se reemplazan en la ecuación los valores dados para cada variable.

$$Importancia (I) = \pm[3IN + 2EX + MO + DU + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Teniendo en cuenta el resultado para la importancia del impacto se determina el rango de los impactos negativos que pueda presentar la acción.

Tabla 1

Importancia del impacto. (Fernández, 2009)

Importancia	Valor absoluto de la importancia	Color
Irrelevante	<20	
Bajo	21-45	
Moderado	46-70	
Critico	71-92	

Crecimiento en la producción de los residuos plásticos a nivel mundial

Con base en la ISO 14040 y este trabajo se orienta en el polipropileno, como agente altamente contaminante. La acumulación de residuos plásticos a base de petróleo ha crecido rápidamente en el mundo a partir de 2015, donde aproximadamente 6,300 millones de toneladas

métricas fue generada en esta época, de los cuales el 9% fue reciclado, el 12% incinerado y el 79% se había acumulado en vertederos o en la naturaleza, si continúan estas tendencias actuales de producción y gestión de residuos, alrededor de 12,000 millones de toneladas métricas de residuos plásticos estarán en vertederos o en el medio natural para 2050, (Geyer, Jambeck, & Law, 2017).

Con la evolución de la industria, la gestión de los residuos se ha convertido en un factor de gran impacto, que demanda la toma de decisiones gerenciales a nivel operativo y estratégico (Rubio, 2003). Autores como (Marciel & et al, 2016), proponen sistemas de gestión de residuos sólidos que permitan planificar y controlar su reutilización o eliminación, el manejo de los residuos sólidos industriales y domiciliarios han presentado un problema para los gobiernos y organizaciones a nivel mundial, el crecimiento demográfico, el desarrollo tecnológico, comercial e industrial, las actividades diarias y el consumismo han incrementado la generación de residuos sólidos, tanto en pequeñas como en grandes ciudades.

A nivel mundial el aumento en el consumo de diferentes productos procesados elevó la tasa de generación de residuos por habitantes diaria (Ochoa, 2009), según investigadores del Banco Mundial para el año 2025 se espera que la tasa de generación de residuos sólidos se incremente y pasaría a ser de 1,2 a 1,42 kg/habitante, así la producción actual de 1.300 millones Tn/año será de 2.200 millones para el año 2025 (Bhada-Tata, 2012). Para el caso de Latinoamérica la tasa de generación de residuos en los últimos años ha incrementado de 0,5 a 1kg/habitante-día, cifra que resulta inferior en un 25% a 50% respecto a la tasa de generación en países industrializados, (Ripoll, 2003).

Crecimiento en la producción y generación de residuos plásticos a nivel nacional y regional

Un informe de la Superintendencia de Servicios Públicos y el Departamento Nacional de Planeación (Colombiano, 2017), establece que en Colombia se generó en el año 2015, 9.967.844 toneladas de residuos de las cuales solo el 3,2% fueron tratados, y el 96.8% llegó a los rellenos sanitarios sin tener ningún tipo de aprovechamiento ni una disposición adecuada. Bogotá, genera 6.300 toneladas de residuos sólidos al día, esto quiere decir que en promedio un habitante produce 360 kilogramos de residuos al año, de esta cifra solo se recicla el 14 y 15%, (Concejo, 2018).

Los diversos factores que han llevado al aumento en la generación de residuos sólidos han llevado a los gobiernos y entidades encargadas a formular planes de gestión ambiental que contribuyan a la minimización de estos, pero las estrategias no han tenido resultados positivos. Según (Poletto & Da Silva, 2009) se ha generado una tendencia de separación en las fuentes urbanas de residuos sólidos como parte de tratamientos y procesos de reciclaje.

La producción de plásticos se incrementó en los últimos 50 años, pero su crecimiento aumentó en las últimas décadas. Entre el año 2002 y el 2013 la producción aumentó en un 50% aproximadamente, (Greenpeace, 2016). Los residuos plásticos son los que mayor problema presentan para los ecosistemas, por sus propiedades, por su largo tiempo en degradarse y el mal manejo que se les da después de su uso, pero principalmente es que su elaboración deriva del petróleo. Los residuos plásticos son los más generados y se encuentran en diferentes actividades diarias llevadas dentro del hogar por lo que se ha convertido en un material de uso común, el problema radica en que las empresas no cuentan con un modelo circular que permita reincorporar los desechos desde su producción hasta su uso final.

Generalidades del material de estudio: Polipropileno (PP)

El polipropileno es una de las poliolefinas más importantes en el mercado de los plásticos a nivel mundial. Por su bajo costo de fabricación y su alta versatilidad, es usado en una amplia gama de productos, especialmente como sistemas de empaque (Longo, 2011). Por el alto consumo de empaques plásticos y su baja tasa de degradabilidad, son responsables de gran parte de los residuos que se acumulan en la naturaleza, ocasionando un desequilibrio ecológico.

El polipropileno (PP) es uno de los termoplásticos que más ha tenido aumento en su producción y consumo durante los últimos años, alrededor de 55 millones de toneladas al año, (Market, 2013), dejando toneladas de residuos generados. El polipropileno es un polímero versátil que cumple una doble tarea, como plástico y como fibra. El polipropileno fabricado de manera industrial es un polímero lineal, su espina dorsal es una cadena de hidrocarburos saturados y es un termoplástico formado de enlaces simples carbono-carbono y carbono-hidrógeno y pertenece a la familia de las poliolefinas, (Condor, 2017).

Se obtiene mediante la polimerización del polipropileno en presencia de catalizadores alquimetalicos, son parcialmente cristalinos, lo que quiere decir que no alcanzan un orden cristalino completo, la mayoría de éstos no pueden conseguir cristales macroscópicos, sino que forman microcristales de una gran imperfección. Su grado de cristalinidad puede variar desde completamente amorfo hasta enteramente cristalino. Dentro de sus propiedades físicas, la densidad del polipropileno está entre 0.90 y 0.93gr/cm³, esta baja densidad permite la fabricación de productos ligeros. Posee una gran capacidad de recuperación elástica, resiste hasta los 70°C, tiene una alta resistencia al impacto, (Condor, Determinación de perfiles de temperatura para el proceso de extrusion de polipropileno virgen y polipropileno reciclado, 2017).

Por otro lado, sus propiedades químicas tienen naturaleza apolar, por esta razón tienen gran resistencia a agentes químicos, tiene poca absorción de agua por lo que no presenta mucha humedad. Presenta gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales. Al igual que los polietilenos el polipropileno tiene buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV. Su punto de ebullición es de 320°F (160°C). Punto de fusión más de 160°C, estas propiedades les dan una amplia versatilidad en su uso, (Condor, 2017).

El plástico no se recicla a gran escala ni se recupera porque no es “rentable”, y continúa siendo más “económico” fabricarlo a partir de recursos no renovables. Alrededor de 4% del petróleo y de la producción mundial de gas, recursos no renovables, se utilizan como materia prima para plásticos y el 3-4% se gasta para proporcionar energía para su fabricación. Una parte del plástico producido cada año se utiliza para hacer artículos que se descartan al cabo de un año, (Hopewell, 2009). Estas dos percepciones indican que el uso actual de los plásticos no es sostenible.

Con base en la norma ISO 14040 que plantea el ACV, en este caso para el polipropileno y se busca reconocer el impacto generado en una instancia local, logrando identificar la fuente de consumo, uso, y disposición final, para mejorar procesos de recolección, agregar valor a las materias primas, aprovechamiento o su destrucción.

Determinación de la muestra

Teniendo en cuenta el sitio de estudio se procede a determinar la muestra que permite tener datos precisos para la posterior obtención de resultados. A continuación, se relacionan algunos conceptos que aportan a la selección de la muestra.

- **Población:** Corresponde al conjunto de individuos u objetos que poseen una característica que se desea estudiar, (Kleeberg, 2009).
- **Muestra:** Es el subconjunto extraído de la población, es el conjunto de mediciones que han sido realmente recolectadas, (Kleeberg, 2009).
(F. Kleeberg, Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria, 2011)
- **Muestreo aleatorio simple:** Se utiliza cuando se le quiere dar la misma oportunidad de ser elegido a cada elemento de la población. Se puede llevar a cabo por medio de listas de individuos de la población eligiéndolos aleatoriamente con un ordenador, (F. Kleeberg, Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria, 2011).
- **Muestreo aleatorio sistemático:** Tipo de muestreo aleatorio, se usa cuando los datos de la población de estudio están ordenados en forma numérica. La primera observación es elegida al azar entre los primeros elementos de la población y las posteriores son elegidas teniendo en cuenta la misma distancia entre sí, (F. Kleeberg, 2009).
- **Muestreo aleatorio estratificado:** Se usa cuando se conoce que la población está dividida en estratos que son equivalentes a categorías y por lo general no son de igual tamaño. De cada estrato se saca una muestra aleatoria proporcional al tamaño del estrato, (F. Kleeberg, 2009).

Estrategias de reducción de consumo del polipropileno

Ecoeficiencia

Según el Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), una organización u empresa se llega a considerar ecoeficiente “cuando es capaz de ofertar productos y

servicios a un precio competitivo, que satisfacen las necesidades humanas, incrementando su calidad de vida, reduciendo progresivamente el impacto medioambiental y la intensidad del uso de recursos a lo largo de su ciclo de vida, al menos hasta el nivel de capacidad de carga del planeta”, (Aranda, 2010) dicho de otra manera, cuando la empresa está en la capacidad de producir igual o más pero consumiendo y utilizando menos.

La ecoeficiencia de un producto podría definirse analíticamente como el coeficiente entre el valor de este y su impacto ambiental generado a lo largo de su ciclo de vida, (Aranda, Eficiencia Energética. Ecodiseño y análisis de ciclo de vida, 2010). La aplicación de programas de gestión medioambientales le permite a la empresa evaluar su desempeño ambiental dentro de las normas legales, de esta manera es necesario implementar un sistema de gestión en la organización, que permita:

- Mejorar la gestión empresarial y del grado de competitividad de la empresa dentro del sector.
- Disminución de costos por medio del control y reducción de materias primas, recursos y energía, logrando lo anteriormente mencionado se pueden obtener ingresos adicionales por la venta de los subproductos y residuos generados.
- Corrección y diagnóstico de las fallas presentadas en los diferentes equipos y procesos, logrando un óptimo rendimiento energético.
- Optimización de los flujos energéticos y de los diferentes materiales en la empresa que permitan el ahorro de energía y materias primas, logrando disminuir los costos asociados.
- Estrategias de marketing que diferencie el producto por medio del etiquetado ecológico, (Aranda, 2010).

El fin de la ecoeficiencia es encontrar y lograr la eficiencia económica por medio de la eficiencia ecológica, logrando reducir el consumo de los recursos naturales y llegando a disminuir la generación de los residuos, de esta manera conseguir un desarrollo sostenible que asocie tanto criterios ambientales, económicos y sociales, (Aranda, 2010).

Economía circular

El objetivo de este sistema es cambiar la economía lineal (producir, usar y tirar), evitando el agotamiento de los recursos naturales por medio de un modelo circular regenerativo y brindando grandes oportunidades a la organización. Sus aplicaciones van desde los sistemas económicos hasta procesos industriales. Su aplicación se basó en diseñar productos sin desechos (ecodiseño), productos que facilitaron su desmonte y reutilización, así como en definir modelos empresariales socialmente inteligentes, (Goleman, 1999), para que sus productores pudieran económicamente recoger sus productos y volver a fabricarlos y distribuirlos.

Este modelo dividió los componentes de los productos en dos grupos:

- Nutrientes biológicos: Estos son biodegradables y se introducen en la naturaleza después de que su valor de uso ya no sea rentable.
- Componentes técnicos: Los productos son diseñados para poder ser ensamblados y desmontados un gran número de veces y favorecer la reutilización de materiales y el ahorro energético, (Macarthur, 2013).

Principios en los que se basa la economía circular

Principio 1: Preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables.

Principio 2: Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre los productos en su nivel más alto de utilidad, tanto en el ciclo técnico como el biológico.

Principio 3: Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas.

Por medio de esta alternativa, el concepto de economía circular y sus principios se pretende:

- Uso eficiente de los recursos naturales.
- Minimizar el consumo de agua y energía.
- Reemplazar los recursos no renovables por los renovables.
- Posibilidades de utilizar los materiales reciclables y reciclados para nuevas producciones.
- Adquisición de materias primas de una manera más sostenible (restauración ecológica).
- Reducción de emisiones a lo largo del ciclo de vida del producto.
- Minimizar la acumulación de desechos.
- Limitar y reducir la cantidad de residuos vertidos.

De esta manera la economía circular pretende sustituir el modelo de economía lineal, basada en el modelo de usar y desechar por una economía donde los residuos puedan tratarse y transformarse en recursos, siendo una economía sostenible y amigable con el medio ambiente.

Gestión integral de residuos plásticos (reducir, reciclar y reutilizar)

En Colombia, la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), es una política pública establecida por el gobierno Nacional, que busca fomentar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales y comerciales según la ley 1259 de 2008 (se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros), decreto 2981 de 2013 (dentro del cual se aborda la gestión integral de los residuos sólidos, así como el aprovechamiento y tratamiento de los residuos como actividades del servicio de aseo), (MINVIVIENDA, 2015).

El objetivo de implementar un programa de gestión de residuos plásticos es mitigar los impactos ambientales generados al planeta, por medio de:

- Disminución de los residuos generados, a través de la reducción en el origen.
- Recuperación y transformación de materiales reutilizables y reciclables.
- Disposición final

Reducir

Se promueve la reducción del consumo, es decir un consumo consciente y ambientalizado, donde se presentan los costos ambientales y económicos. Este consumismo acelerado genera más producción generando el agotamiento de los recursos naturales causando la pérdida de diversos ecosistemas, (Lara, Reducir, reutilizar, reciclar, 2008).

Reutilizar

Una vez el producto ha cumplido su función primaria, se le debe dar un nuevo uso y eso incluye y requiere de más información, capacitación, habilidades y creatividad, de esta manera transformarlos en diversos productos, (Lara, 2008).

Reciclar

En esta etapa se deben considerar las diferentes características del producto, algunos materiales se pueden reciclar por sus cualidades, pero otros no. También hay que tener en cuenta que se debe contar con el personal capacitado y los medios que permitan llevar a cabo el proceso de reciclaje, (Lara, 2008). Es importante resaltar la vida útil que pueden tener algunos materiales, por esta razón es importante motivar e incentivar la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de otros.

Metodología

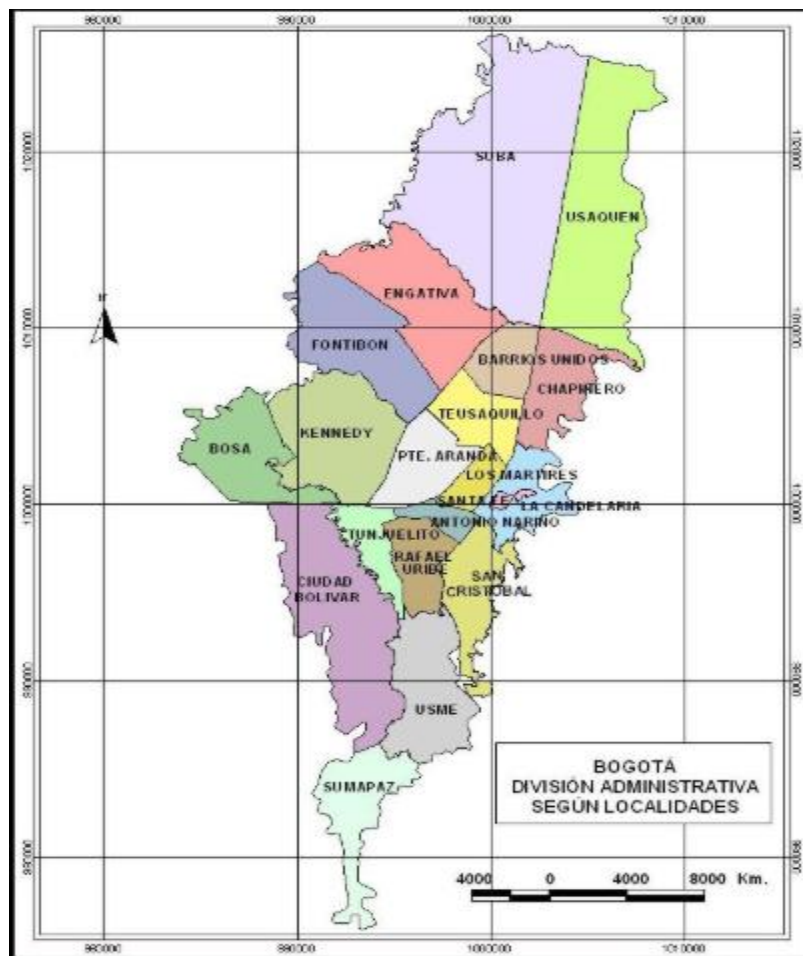
Sitio de estudio

Bogotá D.C., está organizada administrativamente en 20 localidades, la localidad 19 de Ciudad Bolívar está ubicada al sur de la capital, limita al norte con la localidad de Bosa (7), al sur con las localidades de Usme (5) y Sumapaz (20), al este con las localidades de Tunjuelito (6) y Usme (5) y al Oeste con el municipio de Soacha, representa el 27% del área total de la ciudad, su extensión total corresponde a 22.920 ha, tiene 603 mil habitantes (8,8% del total de la ciudad) ubicándola como la cuarta localidad en población y dentro de las localidades con menor densidad, 46 personas por hectárea, superando el promedio de la ciudad (42 p/ha), (Catastro, Dinámica de la construcción por usos. Localidad Ciudad Bolívar, 2012).

La localidad está dividida en 8 UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal) tanto en la parte urbana como en corregimientos en lo rural, nuestro sitio de estudio se encuentra ubicado en la UPZ 69 Ismael Perdomo: Bella Estancia ubicada en el extremo noroccidental de la localidad, tiene una extensión de 559,9 ha, limita al norte con la avenida del sur y las UPZ Apogeo y Bosa central de la localidad de Bosa; por el oriente con la Avenida Ciudad de Villavicencio y la UPZ Arborizadora; por el sur con la UPZ Jerusalén y por el occidente con el municipio de Soacha, (Catastro, 2012).

Figura 1

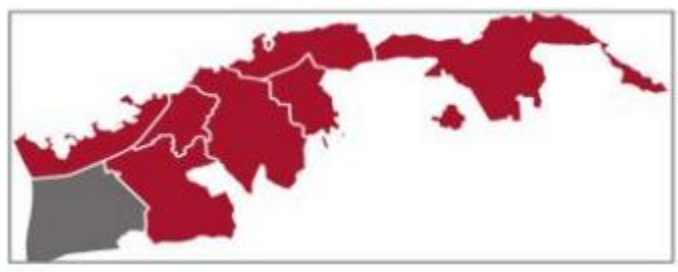
División administrativa de Bogotá según localidades



Nota. Tomado de <http://ciudadbolivarlocal19.blogspot.com/p/upz.html>

Figura 2

UPZ 69.



Nota: Tomado de <http://veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/files/UPZ/ISMAEL%20PERDOMO.pdf>

Por medio de una metodología cuantitativa se realizó la recolección de información que estableció la generación de residuos plásticos por vivienda en el barrio la Bella Estancia y se determinaron los impactos ambientales asociados al problema ambiental por medio de un análisis de ciclo de vida de los plásticos, ejecutando las siguientes fases:

Fase 1: Realizar el diagnóstico de los residuos plásticos generados en el barrio la Bella Estancia.

Fase 2: Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos y oportunidades de mejora.

Fase 3: Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico, enfocada hacia los actores del sitio de estudio, según ACV.

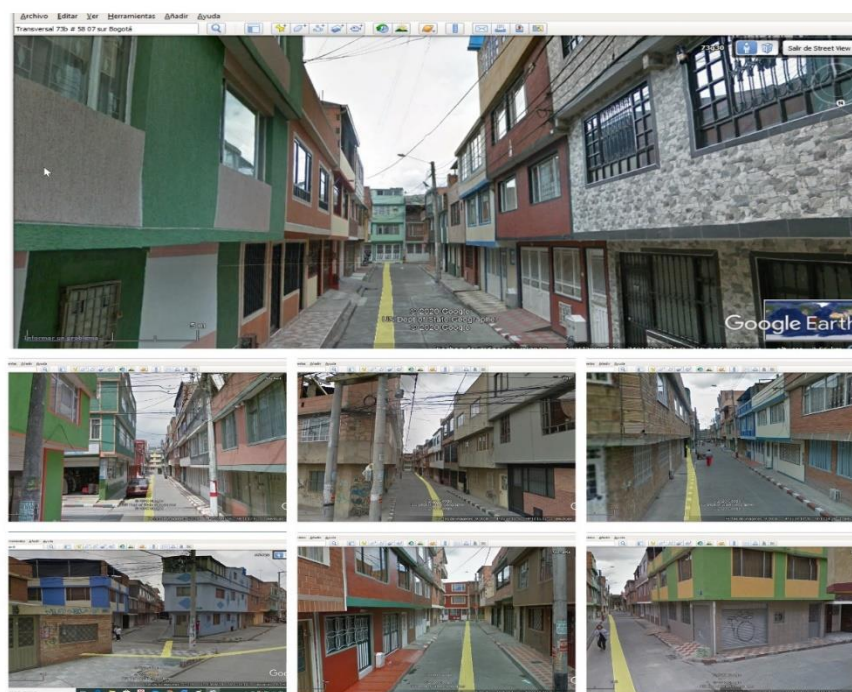
Fase 1: Realizar el diagnóstico de los residuos plásticos generados en el barrio la Bella Estancia

Para tomar la muestra de la población del barrio la Bella Estancia se determinó por el método “*Muestreo aleatorio sistemático*”, ya que conociendo la población (N) y el tamaño total de la muestra (n) se calculó el coeficiente de elevación k ($k=N/n$) y sea h un número al azar entre los k primeros de una lista de todos los elementos (unidades residenciales).

En el barrio la Bella Estancia hay 77 casas, cada casa tiene un respectivo número para identificar de las cuales se eligen 5 para su posterior diagnóstico de residuos plásticos generados.

Figura 3

Manzanas que conforman el barrio la Bella Estancia



Nota: Fuente el autor.

Entonces:

N: 77

n: 15

Aplicamos la fórmula:

$$k = \frac{77}{15} = 5$$

Se elige el punto de partida, escogiendo al azar un numero entre el 1 y el 5.

Obtenemos el **h=2**, los elementos de la muestra serán, 2, 2+5, 2+2x5, 2+3x5, 2+4x5, 2+5x5, 2+6x5, 2+7x5, 2+8x5, 2+9x5, 2+10x5, 2+11x5, 2+12x5, 2+13x5, 2+14x5.

Entonces las casas de la muestra fueron: **2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37, 42, 47, 52, 57, 62, 67, 72.**

Identificación de lugares de almacenamiento.

A través de un trabajo en campo, que conlleva unos recorridos por el área de estudio, se identificaron los contenedores como sitios de disposición final para los residuos sólidos, esta alternativa fue implementada por el esquema de aseo en compañía de la Alcaldía de Bogotá a partir del año 2018. El objetivo de la instalación de los contenedores fue facilitar la recolección y disposición de los residuos, permitiéndole a los recuperadores obtener de manera más fácil y segura los residuos aprovechables, y de esta manera dar un buen manejo a residuos como el plástico, cartón, papel y vidrio, (Espectador, 2018).

Se identificaron dos tipos de contenedores, uno de tapa negra destinado para la recolección de residuos no aprovechables, el segundo de tapa blanca corresponde a los materiales reutilizables y aprovechables.

Figura 4

Contenedores tapa blanca y tapa negra



Nota. Fuente, El autor.

Identificar la disposición de los residuos plásticos domiciliarios.

Por medio de una lista de chequeo se identificó el origen de los plásticos, el tratamiento que se emplea desde la vivienda, los impactos que estos generan, reducción, aprovechamiento, entre otros.

Tabla 2

Lista de chequeo.

Lista de chequeo			
	Si	No	Observaciones
Reducción en la generación de residuos plásticos: Técnica de recolección de datos – observación directa.			
Aprovechamiento: Se mide por el siguiente indicador (residuos aprovechables/residuos totales)*100			
Separación en la fuente de los residuos plásticos: Técnica de recolección de datos – observación directa			
Tratamiento de residuos no aprovechables: En la vivienda se emplea algún tipo de tratamiento para los residuos plásticos			
Disposición final en el relleno sanitario			

Origen de los plásticos: De donde provienen (cocina, aseo, comida, otros)			
¿En dónde adquieren los productos? Encuesta			
¿Para que adquieren los productos? Encuesta			
¿Cuántos adquieren en promedio? Encuesta			
¿Conoce de los daños de los residuos plásticos en el ambiente?			
¿Conoce algún tratamiento que se le puede dar a los residuos plásticos desde su vivienda?			
Usted sabe que es un ACV (Análisis e ciclo de vida de un producto)			
¿Usted sabe de qué materia prima vienen los plásticos?			
Diagnostico vivienda 2			

Nota. Formato utilizado en la recolección de datos y el diagnostico de residuos plásticos en cada vivienda. Fuente: el autor.

Fase 2: Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos y oportunidad de mejora

Se realiza un estado del arte a partir de las fuentes secundarias, que permiten contextualizar desde el proceso hasta la oportunidad de mejora del polipropileno, se apoya la búsqueda de bases de datos y consultas técnico-científica. Las temáticas abordadas son:

- Ciclo de vida del plástico polipropileno
- Producción del polipropileno a nivel mundial
- Producción del polipropileno a nivel nacional
- Productos
- Oportunidad ambiental

Fase 3: Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico, enfocado hacia los actores del área de estudio, según ACV

Inicialmente se caracterizaron los actores principales del sector residencial. Se llevo a cabo un diagnóstico de residuos plásticos en cada vivienda con el fin de determinar el origen y el volumen de estos, e identificar los impactos ambientales que estos generan en el lugar. Finalmente, y teniendo en cuenta el origen y el volumen de los residuos se generan estrategias que permitan una reducción en el consumo y que contribuyan a mejorar la calidad del medio ambiente.

Resultados

Fase 1: Realizar el diagnostico de los residuos plásticos generados en el barrio la Bella Estancia

En las tres manzanas que conforman el barrio, se identifican tres contenedores de tapa negra y no se observan los de tapa blanca. Se encuentran dos contenedores de tapa blanca uno ubicado dos cuadras al sur y el otro 6 cuadras al oriente del barrio, esto quiere decir que los contenedores destinado para el material reutilizable y reciclable son compartidos por más de tres barrios. Por otro lado, en estos contenedores se encuentran residuos de construcción, ropa, madera, orgánicos, cartón, inorgánicos, botellas etc.

Figura 5

Contenedores ubicados en el barrio La Bella Estancia



Nota. Fuente: El autor.

Tabla 3

Puntos, dirección y coordenadas de contenedores tapa blanca

Punto	Dirección	Coordenadas
1	Carrea 74 con calle 58 B sur	4° 35'26.2'' N 74°10'21.3'' W
2	Transversal 73 i # 57 - 04 sur	4°35'43.2''N 74°10'17''5 W
3	Calle 60 A sur con carrera 73 i	4°35'30.4''N 74°10'18''4 W

Nota. Coordenadas tomadas de Google Earth

Figura 6

Localización de puntos de recolección de residuos



Nota. La figura representa las manzanas que constituyen el barrio la Bella Estancia y sus puntos de recolección de residuos. Fuente *Google Earth*.



Contenedores tapa blanca



Manzanas del barrio la Bella Estancia

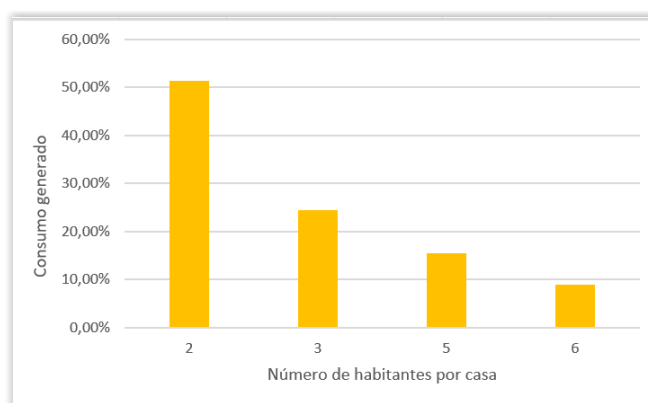
Para llevar a cabo el diagnóstico de los residuos plásticos domiciliarios se tomó una muestra del barrio la Bella Estancia, se logró obtener acceso a las casas con una interacción

previamente con los habitantes hablando del proyecto a realizar. Por medio de una lista de chequeo y dos técnicas de recolección de datos (observación directa y encuesta) se lleva a cabo una valoración de los residuos plásticos generados en cada residencia, posteriormente se separaron los residuos plásticos, por último, se pesaron los residuos plásticos obteniendo el promedio generado en cada vivienda.

Diagnóstico de residuos plásticos en las viviendas

Figura 7

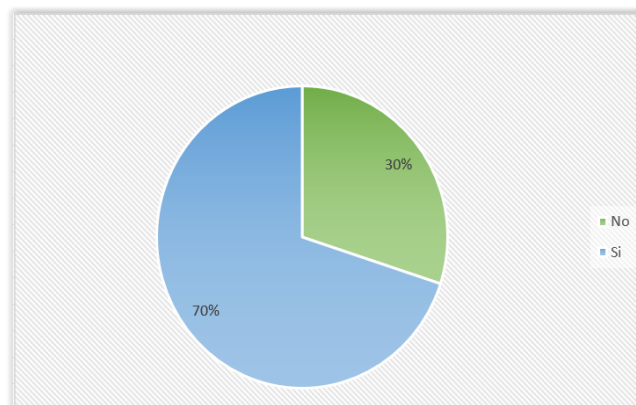
Consumo generado/ número de habitantes por casa.



Nota. La figura 7 muestra la generación de residuos por el número de habitantes. El 51,32% corresponde a dos habitantes por casa, seguido por el 24,33% que corresponde a tres personas por vivienda, el 15,48% donde habitan 5 personas, finalmente el 8,84% pertenece a las casa habitadas por 6 personas.

Figura 8

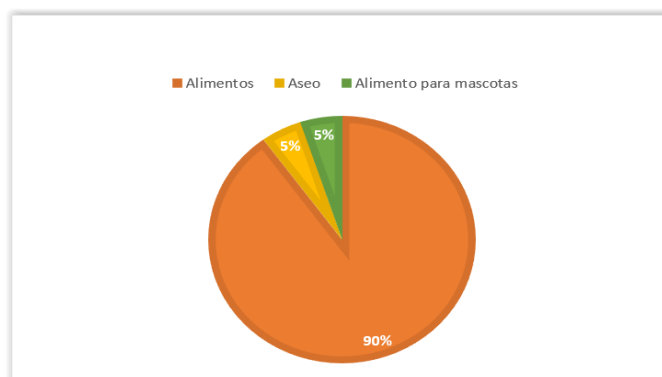
Separación en la fuente.



Nota. La figura 8 se evidencia que el 30% de los residentes de las viviendas no separan los residuos, mientras que el 70% si lo hace.

Figura 9

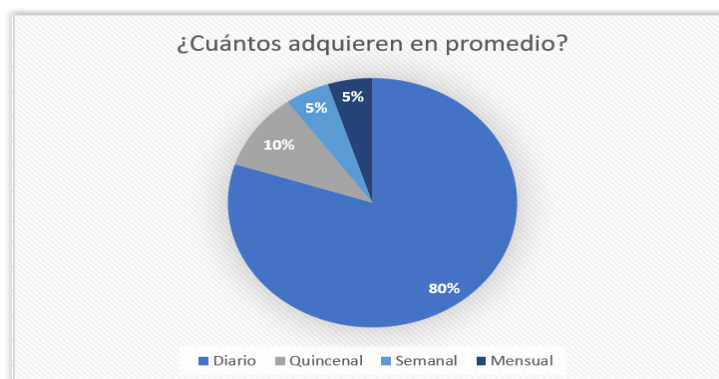
Productos plásticos.



Nota. La figura 9 muestra que los productos que más generan los habitantes se relacionan con empaques plásticos, el 90% corresponde a alimentos, el 5% a productos de aseo y el otro 5% restante se relaciona con productos de alimentos para mascotas.

Figura 10

¿Cuántos productos adquieren en promedio?



Nota. En la figura 12, se muestra que la frecuencia de consumo del plástico por parte de los habitantes del área de estudio, el 80% adquieren los diferentes productos diariamente, la adquisición quincenal se encuentra en un 10%, mensual 5% y semanal 5%.

Las personas adquieren los productos para sus necesidades básicas diarias entre ellas están: principalmente alimentación, aseo y cuidado personal. Adquieren sus productos en los supermercados de grandes superficies y tiendas de barrio.

El 90% de los encuestados conocen los daños que causan los residuos plásticos al medio ambiente. El 70% de las personas tienen conocimientos de los tratamientos que se les puede dar a los RP desde su casa, no tienen conocimiento de que es un análisis de ciclo de vida y el 80% de la población desconocen la materia prima de la que provienen los residuos plásticos.

Considerando los resultados del diagnóstico, la norma NTC-ISO 14040 se realiza una matriz de impactos ambientales (Conesa), donde se identifican y se evalúan los diferentes aspectos e impactos ambientales que generan los residuos plásticos a lo largo de su ciclo de vida (**ver**

Anexo 1)

Se evidencia un gran impacto en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. La deforestación, el aumento de la erosión del suelo, la generación de emisiones de gases de efecto invernadero y otro tipo de emisiones, los derrames y las fugas, la generación de desechos y el mal manejo de estos, la contaminación a fuentes hídricas, el excesivo consumo de recursos naturales, la liberación de diferentes sustancias a la atmósfera, al suelo y al agua y el impacto que genera la mala disposición de los residuos plásticos en su última etapa han generado problemas en diferentes ecosistemas, la matriz refleja el nivel de importancia de estos evaluándolos como críticos.

El primer ecosistema afectado es el lugar donde son arrojados sin ningún tratamiento previo, allí son acumulados generando malos olores, vectores y en muchas ocasiones son arrastrados al alcantarillado, terminando en los ecosistemas acuáticos, donde las especies ingieren estos residuos y quedan atrapados en ellos, los residuos plásticos debido a su baja densidad quedan flotando, reduciendo la luz procedente del sol que termina por afectar la vegetación que encontramos debajo del agua.

Fase 2.: Evaluar el ciclo de vida del plástico en cuanto a procesos, productos oportunidad de mejora

Los plásticos son obtenidos de la extracción y el procesamiento de combustibles fósiles, como el petróleo o el gas natural. El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos, especialmente hidrocarburos, los cuales iniciaron su formación hace 430 millones de años por medio de la transformación de sedimentos y restos de organismos vivos que quedaron enterrados bajo tierra, arena y rocas, originando los yacimientos que se explotan hoy en día, (Vázquez, 2018).

Los diferentes compuestos de los que se compone el petróleo se separan en grupos, esto con el fin de producir combustibles u otro tipo de productos químicos. Para llevar a cabo este proceso son introducidos en torres de destilación, obteniendo varias fracciones de hidrocarburos con base en el tamaño de las moléculas que las conforman. De las mezclas que se generan por este proceso se encuentra la nafta, un líquido muy inflamable que se transforma en la industria petroquímica con el fin de obtener alcanos y alquenos, como el etileno y el propileno, y compuestos aromáticos como el benceno, xileno y toluenos, compuestos usados en la producción de plásticos, (Vázquez, El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente, 2018).

Las poliolefinas, constituyen el grupo de plásticos con mayor uso y su fabricación se realiza a partir de monómeros extraídos de la nafta, estos requieren de una reacción que lleve a su polimerización convirtiéndolos en la materia prima que en forma de pellets es empleada por los diferentes sectores económicos.

Hay que mencionar, además que los plásticos pueden producirse a partir de la fracción gaseosa obtenida de la destilación de petróleo o directamente del gas natural. Entre los componentes del gas natural se encuentra el etano, este separado por condensación, se transforma en etileno u otros compuestos en un proceso de craqueo, originando el monómero que es polimerizado y posteriormente convertido en productos, (Vimeo, 2012).

La extracción de materias primas, su refinación y posterior procesamiento del petróleo y el gas natural generan diferentes impactos al medio ambiente, entre los que se destacan:

1. Deforestación y daños ecológicos
2. Contaminación del suelo, fuentes hídricas y atmosfera
3. Erosión del suelo
4. Generación de gases de efecto invernadero

Como se menciona anteriormente la fabricación de los plásticos con lleva a grandes impactos ambientales, los plásticos se han convertido en materiales irremplazables tanto para las industrias como para la sociedad, su versatilidad y el consumo constante afianzan estos materiales como uno de los de mayor uso y mayor preocupación por sus graves impactos que genera al Planeta.

Entre los productos de mayor consumo se encontraron: empaques de pasabocas, frituras, dulces, chocolates, productos de panadería (pan tajado, tostadas, galletas, ponqué), bolsas plásticas que tienen su origen de los productos adquiridos a diario como: tomates, cebolla, papa, verdura, fruta, pollo y carne sus tamaños varían, pero se en su mayoría se encuentran empaques pequeños.

Producción del polipropileno a nivel mundial

El polipropileno es considerado uno de los plásticos más competitivos de hoy en día y por lo tanto presenta una alta demanda global, alrededor de 55 millones de toneladas al año, (Market, 2013).

Uno de los mayores países consumidores de polipropileno es Estados Unidos el cual no registra disminuciones en su demanda al igual que China e India, por el contrario, sigue en aumento, pronosticando que para el 2021 la demanda global del polipropileno será del 58%, (Ceresana, 2014).

Con relación a las importaciones a nivel global de polipropileno en el año 2016 se importaron 19.019.835 toneladas, en el cual China ocupo el primer lugar con 3.021.333 toneladas

de polipropileno, seguido de Turquía con 1.622.654 toneladas y Alemania con 835.526 toneladas, (Lemos, 2017).

Producción del polipropileno a nivel Nacional

Colombia cuenta con varias empresas productoras y comercializadoras de polipropileno, una de ellas es Esenttia, una empresa colombiana perteneciente al grupo Empresarial Ecopetrol, que se encarga de la producción y la comercialización de materias primas para la industria del plástico como polipropileno y polietileno.

En el 2015 las exportaciones totales de polipropileno en el país fueron de 196.047.790 kilogramos de las cuales el 99,09% correspondieron a Esenttia y el restante se dividieron entre compañías como Biolfim S.A., Plásticos Rimax S.A.S., Ajoover S.A., Granuplas S.A., Multidimensionales S.A y Polyrec S.A.S, (Prieto, 2016).

Respecto al mercado del polipropileno en Colombia creció un 2% en el 2016 en comparación con el año anterior, ese mismo año las importaciones del producto disminuyeron en un 3% y en relación con la distribución del mercado de polipropileno en el sector se evidencio que es el más grande con el 24%, (Esenttia, 2017). El polipropileno (PP) es muy utilizado para la producción de plásticos moldeados por sus propiedades como el peso y su resistencia al impacto, (Harutun, 2003). Es el tercer plástico más importante respecto al área comercial pues es uno de los más económicos ya que pueden sintetizarse de materiales petroquímicos que a su vez son más económicos, por otro lado, gracias a sus propiedades no se oxida, no se deteriora, reduce la permeabilidad y posee una alta resistencia a los ambientes alcalinos y ácidos, (Cáceres, 2010).

Productos

El consumismo se define como “modo de vida que comparten las sociedad relativamente ricas, que promueven la compra constante de bienes de consumo como algo beneficioso para la economía y para la realización personal”, (Giddens, 2015). Este consumismo ha ocasionado un drástico cambio en los hábitos de la población reflejando un crecimiento constante en el volumen de los residuos generados, por otro lado, entre más consumo y producción hay más contaminación al planeta provocando grandes impactos ambientales a los diversos ecosistemas.

Se puede decir que el consumismo es lo que mantiene la economía, pero al aumentar la demanda sin aplicar medidas sostenibles pone en riesgo los recursos naturales y la vida humana, “no existe economía posible sin recursos naturales, agua, energía, materias primas etc. Los ecosistemas no solo proporcionan recursos, sino que absorben y reciclan residuos, por tanto, sin la infraestructura de los ecosistemas, ni la vida humana ni la economía sería posible”, (Vives-Rego, 2010). El informe de Brundtland menciona que, “está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”, (ONU, 1987). Los objetivos de desarrollo sostenible, específicamente el número 12 “producción y consumo sostenible” promueve “garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”.

Considerando lo anterior, es necesario optar un consumo sostenible, responsable y ético, sensibilizando a los consumidores. Tener una producción con menos recursos naturales e implementando el análisis de ciclo de vida a cada producto permitiendo establecer los impactos que genera en cada etapa de su vida. Finalmente, optar por un cambio respecto a las bolsas plásticas por reutilizables.

Figura 11

Productos

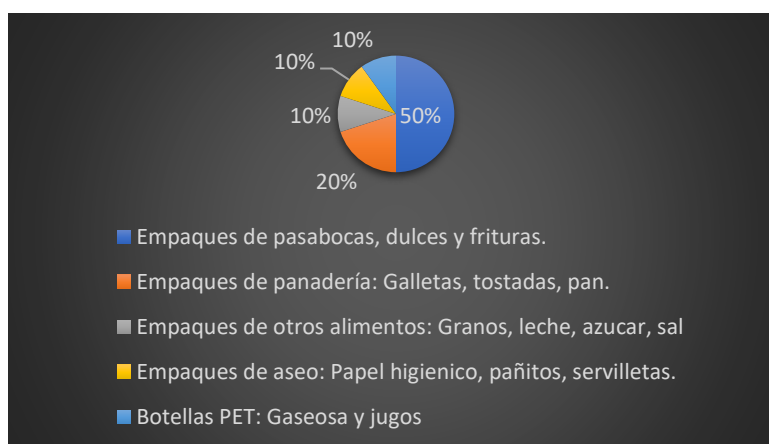


Nota. Empaques de productos obtenidos en el diagnóstico de residuos en una vivienda residencial.

Fuente: Autor.

Figura 12

Distribución de los empaques plásticos encontrados en el diagnóstico residencial

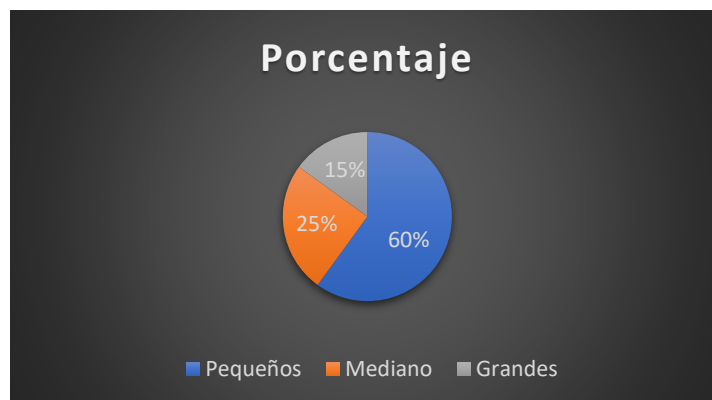


Nota. La figura 12 representa los empaques que se encontraron en el diagnóstico de RP en cada vivienda, la mayor proporción pertenecen a empaque de dulces, chocolates, frituras y pasabocas,

seguidos de empaques de galletas, pan, tostadas, productos de panadería el otro porcentaje está dividido entre los productos de aseo y cuidado personal y las botellas PET.

Figura 13

Tamaño de empaques plásticos encontrados en el diagnóstico residencial



Nota. En la figura 13 se muestra que el tamaño de los empaques plásticos que se encontraron en gran cantidad son empaques pequeños que pertenecen a pasabocas, dulces, yogures y empaques de diversos alimentos, entre los medianos y grandes encontramos los empaques en los que vienen los productos pequeños, por esta razón son más generados empaques pequeños.

Oportunidad ambiental

El proceso de aprovechamiento de los residuos plásticos permite que las materias primas recuperadas se incorporen de nuevo al ciclo productivo y económico por medio de procesos de transformación generando beneficios sanitarios, ambientales, económicos y sociales que contribuyen a un desarrollo sostenible, (Claudio, 2017).

La recuperación de los residuos plásticos brinda una oportunidad ambiental pues mitiga la proliferación de vectores, disminuye el volumen de los residuos que son llevados al relleno sanitario, permitiendo de esta manera la preservación de los recursos naturales, la economía de la energía, reducción de contaminación y la generación de empleos, (Gomez, 2010).

Figura 13

Eco ladrillos



Nota. Botellas PET con empaques PP. Fuente: Autor

Fase 3: Plantear estrategias de reducción del consumo de plástico, enfocadas hacia los actores del sitio de estudio, según ACV

Con base en el diagnóstico de estudio es necesario implementar estrategias que permitan minimizar la generación de residuos plásticos domiciliarios a procesos de comportamiento y de contexto.

Tabla 4

Estrategias de reducción del consumo del polipropileno en el área de estudio

Producto	Estrategias
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Educación ambiental. <p>El objetivo es involucrar a la población en un compromiso que contribuya al mejoramiento de la situación actual ocasionado por la mala disposición de residuos plásticos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad frente al consumismo y programa para una alimentación sana. <p>Por medio de carteleras o charlas informativas se busca informar a la gente del consumo desmedido del cual estamos haciendo parte y el cual está generando impactos ambientales en el lugar. Por otro lado, ese consumismo está afectando nuestra salud, pues se están consumiendo alimentos y bebidas poco saludables para nuestro cuerpo, de esta manera se promueve el programa que contribuya a los cambios alimenticios de la población.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oportunidad ambiental. <p>Se pretende darles un aprovechamiento a los residuos plásticos por medio de un nuevo ciclo productivo. En este caso los empaques y residuos plásticos que no se pueden reciclar ni reutilizar se les brinda una oportunidad ambiental por medio de la realización de eco ladrillos.</p> <p>Brindarle información a la comunidad de cómo hacer un eco ladrillo, para que sirva y en que se convierte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento en el comportamiento de los habitantes. <p>Esta estrategia se genera teniendo en cuenta el buen comportamiento de la mayoría de las personas que hacen gran parte del trabajo desde su casa. Por medio de capacitaciones en asociación con el SENA se pretende afianzar, brindar más información y capacitar a la comunidad, el objetivo es culminar ese proceso de la manera correcta.</p>

<p>Aseo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de métodos para recolección de residuos. <p>Teniendo en cuenta los empaques encontrados en el diagnostico respecto al aseo (jabón, papel higiénico) promover la implementación de un dispensador con estos empaques para la recolección de empaques pequeños como: paquetes de papas, dulces, pasabocas, entre otros.</p>
<p>Comida para mascotas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de métodos para recolección de residuos. <p>Implementar un dispensador de bolsas plásticas provenientes de la comida para mascotas (grandes) en algunos postes para llevar a cabo la recolección de botellas PET. Posteriormente con los empaques recolectados y las botellas PET se procede a realizar el eco ladrillo.</p>

Nota. Fuente: Autor

Figura 14

Diagnóstico de residuos plásticos



Nota: Diagnóstico de residuos plásticos en las viviendas acompañada de la comunidad. Fuente: autor.

Discusión de resultados

Al realizar el diagnóstico de los residuos plásticos generados en las viviendas del barrio la Bella Estancia se evidencia que la comunidad en general tiene conocimiento en su mayoría sobre los impactos generados por el plástico, muchos habitantes han sido partícipes de procesos de educación ambiental y varios han tenido capacitaciones para transformar los productos del plástico, sin embargo, en el marco de políticas que impulsan el adecuado manejo y procesamiento de alimentos exigen el uso de materiales asociados a bandejas de poliestireno expandido y vinipel, y esto hace que la comunidad continúe consumiendo estos productos. Es necesario plantear que no existe una coordinación institucional que propendan por políticas integrales que promuevan elementos más amigables con el medio ambiente.

El diagnóstico también arroja que algunos habitantes no les interesa el tema del cambio cultural y de conciencia, ya que el tema ambiental para ellos no es relevante y no asumen compromisos ni responsabilidades para no consumir productos de plástico o aplicar separación en la fuente. Por esto, el comparendo ambiental debe ser aplicado tratando de sancionar a ciudadanos que continúan con las mismas dinámicas de contaminación y el Distrito debe impulsar campañas pedagógicas inicialmente, pero aplicar sanciones de hecho para lograr que la comunidad en general, cambien comportamientos y realicen consumos más sostenibles.

Existe un gran número de habitantes que reconocen la oportunidad ambiental que se puede lograr pero no son receptivos a procesos de transformación por la debilidad del Estado en apoyar iniciativas emprendedoras con estos productos porque no hay un mercado que les interese estos productos, como el eco ladrillo; así mismo, existe una desmotivación debido a que no hay claridad en la cadena de reutilización, porque los habitantes desconocen que hacen los recuperadores con el

poco material aprovechable y en ocasiones no recogen el material adecuadamente lo que genere negativa en los habitantes por romper las bolsas, debido a que no todo lo que se separa en la fuente tiene una cadena de valor. Se requiere promover sistemas más tecnológicos para que se logre recuperar otros materiales que aporten a la generación energética.

Respecto a los puntos ubicados en el barrio para la disposición final de los residuos se encuentran en mal estado, por otro lado, la disposición se hace de manera incorrecta, en el contenedor de tapa blanca (uso de residuos aprovechables) bolsas de basura con todo tipo de residuos, como: madera, escombros, alimentos, ropa entre otros. Finalmente se observa la basura alrededor de los contenedores generando problemas de vectores como roedores y un problema de salud pública pues también ocasiona enfermedades a la comunidad. Se debe implementar este equipamiento, pero con una comunidad regulada que utilice adecuada y responsablemente estos puntos ecológicos.

Teniendo en cuenta la matriz de impactos ambientales y la NTC-ISO 14040 se logra identificar y evaluar los aspectos e impactos asociados a todas las etapas del ciclo de vida de los residuos plásticos. La extracción de combustibles fósiles es una de las etapas más críticas pues ha dejado impactos muy graves al planeta entre ellos el Calentamiento Global debido a la deforestación y a su generación de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, la quema, el procesamiento y el refinamiento del petróleo contribuye a la contaminación de fuentes hídricas, suelo y atmosfera. En la última etapa correspondiente a la disposición final se hace de manera incorrecta en el sitio de estudio, el componente más crítico es el hídrico, los RP son arrastrados a las redes de alcantarillado contaminando de esta manera las fuentes hídricas. Estos resultados hacen un llamado al cambio, el cambio de materias primas y la implementación de

energías limpias, una transformación en el sector ejecutando políticas y prácticas que motiven e incentiven el uso de energías renovables y de productos que sean sostenibles.

Se cuenta con la política de residuos sólidos de Colombia que determina: 1. Patrones de consumo que determinan patrones de producción insostenible de residuos; 2. Falta de conciencia y cultura ciudadana sobre el manejo de residuos, sin tener en cuenta el impacto generado en el ambiente, a pesar de la creciente sensibilización; 3. Se pierde el potencial de aprovechabilidad de los residuos ya que se mezclan en el origen; 4. Falta de apoyo y fortalecimiento del mercado de los productos, el cual se encuentra limitado a algunos sectores; 5. Siempre se enfoca el manejo de los residuos en la disposición final, como es el relleno sanitario; 6. Igualmente, otras fases como el transporte, tratamiento, aprovechamiento y almacenamiento (Salcedo, 2004).

En Colombia los procesos de gestión integral de residuos sólidos no contemplan la minimización en la producción de residuos como estrategia, por esta razón prevalece la acumulación de residuos sólidos en los rellenos sanitarios y su producción en aumento dado el crecimiento poblacional, (Montoya, 2013). Teniendo en cuenta las causas mencionadas y los procesos de gestión integral de residuos sólidos manejados a nivel regional y local es necesario establecer bases para un manejo adecuado integral de residuos donde se contemple: la minimización de residuos, el reciclaje, la recolección y tratamiento y la disposición final adecuada, (IDEAM, 2005).

Dado a que los residuos plásticos no se les puede brindar una reutilización o un proceso como el reciclaje se opta por darles una oportunidad ambiental y esta consiste en un modelo que permite la recuperación de empaques de plástico PP otorgando beneficios ambientales como sociales.

Por medio de una estrategia donde participen instituciones, empresas y comunidades se promueve el almacenamiento de empaques plásticos en las botellas PET, estos son transformados en madera plástica que es usada para construir parques y viviendas que son donadas a las poblaciones más vulnerables, entre ellos los recolectores. Con esta estrategia se pretende reunir todos los residuos plásticos generados en los hogares y en las diferentes industrias y convertirlos en recursos económicos y materia prima, con el objetivo de reducir el impacto ambiental que generan al ambiente.

El almacenamiento con empaques plásticos PP en las botellas PET es un mecanismo eficiente de recolección, clasificación y procesamiento de un material que no ha contado con oportunidades de reciclaje, (Berrio, 2019). Como se menciona en la fase 1, las personas han optado por brindarle una oportunidad ambiental a los residuos plásticos, pero aún no hay estrategias de información y por esta razón el proceso termina en separar las botellas y después no saber qué hacer con estas. Es necesario la implementación de estrategias que permitan una información clara y eficiente que permitan el desarrollo y la finalización del programa contribuyendo y fomentando la responsabilidad ambiental desde nuestros hogares. Por otra parte, tener un mayor respaldo por parte de las entidades encargadas llevando a cabo el proyecto a nivel regional.

Por las razones mencionadas anteriormente el desarrollo de un programa de ecoeficiencia en empresas productoras de plástico – polipropileno, se convierte en una estrategia adecuada, adaptable, apropiada y conveniente tanto para las organizaciones para el medio ambiente y la población. Al aplicar un proyecto de ecoeficiencia se estarían adaptando los sistemas productivos a las necesidades del medio ambiente y del mercado, es decir, se adecuan las etapas y los procesos de producción del polipropileno, esto quiere decir que se toman medidas de restauración ecológica

después de la adquisición de las materias primas, reducción respecto a los recursos naturales como energía y agua. Por otro lado, la incorporación de métodos más ecoeficientes en la creación de los productos, generando productos más limpios manteniendo su calidad, cumpliendo las normas legales ambientales, incentivando un desarrollo sostenible y minimizando su impacto ambiental al planeta. Por otra parte, le permite a la empresa crear estrategias de logística inversa, permitiendo el retorno del producto, la recuperación y el reciclaje, proporcionando así beneficios económicos y ambientales para la organización.

De esta manera los residuos plásticos (PP) tendrían una vida más útil, no solo serían fabricados, utilizados y tirados, por el contrario, se estarían generando nuevas oportunidades de integración, recuperando materiales que sirven en los procesos de producción u otras etapas. Por otro lado, no se daría el fin de vida del producto sino se darían opciones como la reducción y la reutilización. Esto permite lograr un desarrollo sostenible, que implica crear calidad ambiental, prosperidad económica y la equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras, (Kirchherr, 2017).

Es necesaria una educación ambiental, donde las personas tomen y adopten actitudes, comportamientos y hábitos frente a los problemas ambientales que se viven actualmente, cambiar la concepción de que la naturaleza es un elemento pasivo, que se regenera automáticamente y que está a disposición del ser humano para satisfacer sus necesidades, (Rengifo, La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia, 2012).

Se pretende por medio de la educación ambiental que las personas aprendan a conocer su entorno actual y natural, las limitaciones que estos tienen, los impactos que estos generan, de la

limitada capacidad de regeneración de muchos de sus elementos y la importancia de saber que los recursos naturales se convierten en recursos finitos, (Rengifo, 2012).

El objetivo de esta estrategia es ofrecer información y alternativas sobre la problemática ambiental generada por los residuos plásticos, enfocada en una educación de valores ambientales en relación del ser humano y la naturaleza, orientar a la comunidad por medio de charlas pedagógicas, promover el compromiso ambiental con nuestro planeta incentivándolos con reconocimientos.

El ritmo acelerado de la industrialización ha tenido graves efectos para el medio ambiente y para los recursos naturales, algunos de estos son:

- La concentración de dióxido de carbono en la atmosfera, contribuyente primario al efecto invernadero, ha aumentado durante los últimos años provocando el aceleramiento del calentamiento global.
- La concentración en la atmosfera de clorofluorocarbonos (CFC's) ha aumentado de manera preocupante, siendo una de las causas del "agujero de ozono" lo que ha llevado al incremento de la radiación ultravioleta.
- El incremento de los desechos, especialmente los provenientes de metales pesados y los que incluyen en sus procesos productos químicos tóxicos, que son acumulados o tirados sin ningún tratamiento.

El modelo económico actual ha promovido estilos de vida de consumismo, por esta razón la necesidad de promover y consolidar políticas y estrategias de desarrollo ambiental y económico, y de reducción del consumo del polipropileno contribuyen al desarrollo sostenible. En esta fase es necesario tener un compromiso y responsabilidad tanto de productores como de consumidores. Generar productos más amigables con el medio ambiente que no provengan del procesamiento y

refinamiento de combustibles fósiles y que permitan tener un tratamiento como la reciclabilidad o la biodegradabilidad permite la protección del medio ambiente. De otra parte, ese consumismo está generando problemas en la salud, los empaques encontrados nos muestran la mala alimentación que las personas tienen, por esta razón es de gran importancia implementar un programa que fomente una apropiada alimentación.

En el sector industrial reducir llevará a una disminución y consumo de materias primas y energía. De parte de los hogares se modera el volumen de residuos plásticos que son tirados a la basura y llevados posteriormente al relleno sanitario.

Se opta por incentivar a las personas y a las industrias:

- Industrias: Reducción en impuestos a empresas comprometidas con el medio ambiente y que hallan o estén implementando el uso de energías limpias en sus procesos.
- Domiciliarios y comercio al por menor: Reconocimiento y dotación en elementos para sus tiendas, hechas de la materia prima de los residuos plásticos generados por ellos.
- Incentivar la utilización de productos ecológicos.

Uno de los principales problemas ambientales es el incremento de los residuos plásticos y su inadecuada disposición, esto se debe en parte a la falta de educación y responsabilidad ambiental de separarlos en la fuente, así, poder aprovecharlos nuevamente como materia prima para la fabricación de nuevos productos, por otro lado, la inadecuada disposición de estos residuos ha causado contaminación a fuentes hídricas, a la atmósfera y al suelo. Con base en el plan de gestión integral de residuos sólidos de Colombia, la separación de los residuos se convierte en el programa más importante para los residuos plásticos de polipropileno.

La separación de los residuos en la fuente es la forma en la que los residuos se pueden reciclar o reutilizar, hay que tener en cuenta que estos residuos deben estar limpios de esta manera todo el material será aprovechable. La situación actual respecto a la separación en la fuente es deficiente, pues no existe una concienciación y no existe preocupación por el tema, a pesar de los graves problemas ambientales actuales. Hay que resaltar que la mayor parte de las personas separan los residuos en la fuente, pero ese proceso no se culmina de la manera correcta, así que es importante el fortalecimiento de ese comportamiento, por medio de charlas informativas y capacitaciones. Así que, la estrategia para aprovechar los residuos plásticos es la separación de la fuente va de la mano con un programa de educación y sensibilización ambiental, la comunidad se debe apropiarse del tema junto a las entidades encargadas y adoptar estrategias de cultura y uso eficiente de los puntos de recolección, mediante capacitaciones y anuncios informativos que involucren a las personas, por otro lado, promover la implementación de canecas en los postes del barrio que sean para la recolección de los mismos empaques y de esta manera hacer los eco ladrillos.

Conclusiones

- En el diagnóstico de residuos plásticos en los domicilios se identificaron empaques de tipo alimentario, empaques de golosinas y pasabocas (en su mayoría) papas, galletas, dulces, chocolates, estos productos vienen hasta con 6 a 12 empaques más, lo que genera un mayor volumen de residuos, residuos que en su mayoría son llevados al relleno sanitario.
- El aumento en el consumo de productos ha incrementado de manera exponencial el volumen de residuos plásticos y se evidencia en el diagnóstico. Los productos adquiridos en varias ocasiones no son de primera necesidad, solo se adquieren para estar en las tendencias actuales, siguiendo un modelo económico donde los gobernantes y empresas se basan en incentivar el consumo, sin seguir un modelo sostenible.
- Siguiendo los lineamientos de la norma ISO 14040 y los requisitos del análisis de ciclo de vida se identificaron los impactos ambientales que generan los empaques plásticos desde la extracción de materias primas (petróleo y carbón) producción (uso de diferentes químicos), distribución (transporte), uso y disposición final (relleno sanitario), estos impactos están relacionados con el recurso hídrico, suelo y atmosfera, siendo el hídrico el más crítico. Considerando los impactos ambientales generados se establecieron estrategias y programas que contribuyen a la solución o disminución del problema que afecta a la población del barrio la Bella Estancia.
- El uso de combustibles fósiles representa un problema de sostenibilidad y no ha disminuido por su bajo costo, la generación de emisiones de gases de efecto invernadero que genera en todas sus etapas ha traído un grave problema ambiental y es el Calentamiento Global, el aumento de la temperatura en la Tierra ha generado mas impactos

a los diferentes ecosistemas como el derretimiento a los glaciares causando la desaparición de hábitats de diferentes especies, llevándolas a una posible extinción.

- Una parte de la comunidad tiene conocimientos respecto a la oportunidad ambiental que se le puede brindar a los residuos plásticos, pero la falta de información hace que el proceso no culmine, es más las personas terminan decepcionadas por querer contribuir con la causa, pero al no encontrar respuesta del paso a seguir, sienten que sus esfuerzos no sirven, pues lo que hacen finalmente termina en la basura.
- Los métodos de recolección de residuos implementados no están dando los resultados esperados. Se identifica y se registra la acumulación de residuos en los contenedores, residuos orgánicos con inorgánicos, residuos que pueden tener tratamientos como el reciclaje o la reutilización son arrojados, residuos que no deben estar allí como los de construcción también son llevados a estos sitios de recolección. En ocasiones es tanta la basura generada y arrojada a los contenedores que sobrepasa su capacidad generando la acumulación de basura y por esta razón se encuentra la basura afuera de los contenedores, lo que atrae vectores y perros que rompen las bolsas y crean un problema mayor.
- En Bogotá se llevan a cabo proyectos y programas que promueven el adecuado manejo a los residuos, pero estos se fomentan cuando ya son generados (desde el hogar y los diferentes sectores) no desde el momento de su producción.

Recomendaciones

La gestión desarrollada por parte de las entidades como la Alcaldía y de la EAAB son buenas, pero se requiere de más apoyo y más información, estrategias que involucren a las personas fomentando métodos de reciclaje, separación en la fuente y reutilización de residuos por medio de campañas pedagógicas, en conjunto con otras entidades como la JAC, el SENA y la Alcaldía Local.

Es necesario incluir en el plan de gestión integral de residuos sólidos la minimización de residuos plásticos como una estrategia en la lucha por combatir la acumulación y el volumen de los residuos plásticos de polipropileno.

Es necesario enfocarse en la educación y cultura ambiental, teniendo en cuenta la Constitución y la participación del Estado junto a la comunidad de proteger los recursos naturales y el desarrollo sostenible. Para la educación ambiental se requieren de procesos pedagógicos donde se genere un compromiso por parte de todos, se cree una relación entre hombre y naturaleza y hombre y su entorno actual y comprender y entender ese entorno como un espacio significativo donde prevalezcan todos los elementos y todos ellos tengan el mismo valor.

Las grandes industrias no quieren contribuir a un cambio a pesar de los grandes problemas ambientales que ha ocasionado la extracción de combustibles fósiles. Es urgente una transformación, una nueva visión que contribuya a mitigar estos impactos, energías que sean amigables con el medio ambiente y en donde todos seamos responsables, desde las empresas hasta los consumidores.

Considerando los impactos identificados en la matriz se deben tomar medidas de mitigación ambiental que tienen que ver con la prevención, control, restauración y compensación de los

impactos que ha traído la mala disposición de los residuos plásticos, de esta manera se asegura el uso racional de los recursos naturales y se brinda la protección del medio ambiente.

Se hace urgente la implementación de los análisis de ciclo de vida de los productos en todas las empresas, que sea más obligatorio que voluntario, de esta manera brindarles estrategias a las empresas de las deficiencias en sus procesos y sus productos, generando soluciones que contribuyan al uso de energías limpias, cambio de materias primas reduciendo el consumo de energía y de los recursos naturales.

Finalmente, las empresas que convierten las botellas PET con empaques de polipropileno en madera plástica deben asociarse con los recolectores para que por medio de ellos se desarrolle la recolección de estas botellas y de llevarlas al punto, teniendo beneficios e incentivos por su labor.

Referencias bibliográficas

- Aranda. (2010). *Eficiencia Energética. Ecodiseño y análisis de ciclo de vida*. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xFQgktQ6S8EC&oi=fnd&pg=PA1&dq=análisis+de+ciclo+de+vida+para+el+plástico&ots=JdaizpImuz&sig=kFbTdSwi13ebuEJItqag8FtgX0c#v=onepage&q=análisis%20de%20ciclo%20de%20vida%20para%20el%20plástico&f=false>
- Avila, L. D. (28 de mayo de 2020). *Normas APA - CCAV- Facatativá Semilleros de Investigación. UNAD*. Obtenido de Normas%20APA%207%20edicion.pdf
- Berrio. (06 de agosto de 2019). *Fundación botellas de amor: un modelo de reciclaje que cautiva*. Obtenido de <https://www.mundopmmi.com/empaque/sustentabilidad/article/14037922/fundacion-botellas-de-amor-un-modelo-de-reciclaje-que-cautiva>
- Bhada-Tata, H. y. (2012). *Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos. Análisis del caso Bogotá D.C programa "Basura Cero"*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/3417/79911240.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Botero et al. (2008). *Diagnóstico cuantitativo del impacto ambiental*. Obtenido de bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/2624/1/Diagnóstico%20cuantitativo%20del%20impacto%20ambiental_Luis%20Batista_USBCTG_2014.pdf pagina 24.
- Cáceres, P. &. (2010). *Estudio de factibilidad y puesta en marcha para la elaboración de sacos de polipropileno para la industria agrícola y embalaje de productos a granel*. Obtenido de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/854/digital_18439.pdf?sequence=1
- Catastro. (2012). *Dinámica de la construcción por usos. Localidad Ciudad Bolívar*. Obtenido de <http://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/ciudad%20boliva.pdf>
- Ceresana. (2014). *Packaging. Packaging, Revistas de énfasis*.

- Claudio. (2017). *Plan de negocios para la creación una empresa en la ciudad de Villavicencio, dedicada al aprovechamiento de residuos plásticos (PEAD, PEBD, PP) para la fabricación de cajillas plásticas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12076/2018ladydaza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clementes, R. (1995). *Guía completa de las normas ISO 14000*. Obtenido de http://www.etpcba.com.ar/DocumentosDconsulta/ALIMENTOS-PROCESOS%20Y%20QU%C3%8DMICA/ISO_14000.pdf
- Colombiano, E. (05 de noviembre de 2017). *Basuras, una bomba de tiempo en Colombia*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/colombia/basuras-y-rellenos-sanitarios-problematICA-en-colombia-HB7636867>
- Concejo. (03 de septiembre de 2018). *Bogotá produce 6.300 toneladas de basura al día*. Obtenido de <http://concejodebogota.gov.co/bogota-produce-6-300-toneladas-de-basura-al-dia/cbogota/2018-09-03/134429.php>
- Condor, M. G. (2017). *Determinación de perfiles de temperatura para el proceso de extrusion de polipropileno virgen y polipropileno reciclado*. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6942/1/96T00391.pdf>
- Esenttia. (2017). *Esenttia S.A*. Obtenido de <https://www.esenttia.co/?lang=es&opc=2&sel=1>
- Espectador. (01 de diciembre de 2018). *Así funcionan los contenedores que se están instalando en Bogotá*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/asi-funcionan-los-contenedores-que-se-estan-instalando-en-bogota-articulo-826874>
- F. Kleeberg, J. R. (2009). *Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria*. *Revista de Ingeniería*, 11-40.
- Fernández, V. C. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Obtenido de

https://books.google.es/books?id=wa4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Geyer, R., Jambeck, J., & Law, K. (julio de 2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5517107/>

Giddens. (2015). *Conceptos esenciales de sociología*. En A. y. Giddens. España: Alianza Editorial.

Goleman. (1999). *Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3*. 85.

Gomez. (2010). *Plan de negocios para la creación de una empresa en la ciudad de Villavicencio, dedicada al aprovechamiento de residuos plásticos (PEAD, PEBD, PP) para la fabricación de cajillas plásticas*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12076/2018ladydaza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Greenpeace. (2016). *Plástico en los océanos. Datos, comparativas e impactos*. Obtenido de https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf

Harutun. (2003). *Handbook of polypropylene and polypropylene composites*. En H. G. Karian, *Handbook of polypropylene and polypropylene composites* (págs. 10 - 29). EEUU: Marcel Dekker. Obtenido de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=C0nzeNPUpoIC&oi=fnd&pg=PP1&ots=LKy4EZf37m&sig=yvmCn-9NmZdn4e528cEhX3wt0hA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Hopewell. (2009). *Mar del plástico. Una revisión del plástico en el mar*. *Revista de investigación*, 87.

IDEAM. (2005). *Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*. Obtenido de http://api.ning.com/files/mDIukdquEamNm6u4TfdeP8SxskaWE-G0K2n5CZc3FSulC7Z6XOMVh2pmFjUMmWmKYM6ZPzkCLLvJwmvMbZA8VF*y2Rq04Din/PoliticayNormatividad.pdf

ISO. (2009). *14050*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14050:ed-3:v1:es>

ISO. (s.f.). Obtenido de <https://www.iso.org/about-us.html#14>

JAC. (2019). *Libros de la Junta de Accion Comunal Barrio La Bella Estancia*.

Kirchherr. (diciembre de 2017). *Conceptualizando la economía circular: un análisis de 114 definiciones*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917302835?via%3Dihub>

Lara. (2008). *Reducir, reutilizar, reciclar*. Obtenido de <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000002460.pdf>

Lemos. (2017). *Perfil técnico ambiental para vasos desechables de polipropileno en la empresa consultoría en gestión de riegos Suramericana S.A.S*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3432/PERFIL%20T%c3%89CNICO%20AMBIENTAL%20PARA%20VASOS%20DESECHABLES%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Longo. (01 de noviembre de 2011). *Degradation study of polypropylene (PP) and bioriented polypropylene (BOPP) in the environment*. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-14392011000400003&script=sci_arttext

Macarthur, E. (2013). *Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3*. 88.

Marciel, & et al. (2016). *Management system proposal for planning and controlling construction waste*. *Revista Ingeniería de Construcción*, 105-116.

Market. (2013). *Propiedades termo-mecánicas del polipropileno: Efectos durante el reprocesamiento*. *Revista Ingeniería Investigación y Tecnología. UNAM*, 246.

- Minambiente. (26 de diciembre de 2019). *Resolución 2184*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/res%202184%202019%20colores%20bolsas-41.pdf>
- MINIVIVIENDA. (2015). *Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/PGIRS/PGIRS%20de%20Segunda%20Generaci%C3%B3n/Gu%C3%ADa%20para%20la%20formulaci%C3%B3n,%20implementaci%C3%B3n,%20evaluaci%C3%B3n,%20seguimiento,%20control%20y%20actualizaci%C3%B3n%20de%20los%20PGIR>
- Montoya. (06 de 01 de 2013). *Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad del Bosque*. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1008/1/440-957-1-PB.pdf>
- Naranjo. (2009). *Dianóstico cuantitativo del impacto ambiental del negro de humo de una empresa del sector industrial de Cartagena mediante la aplicación de las ISO 14040 y 14044*. Obtenido de http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co:8080/bitstream/10819/2624/1/Diagn%c3%b3stico%20cuantitativo%20del%20impacto%20ambiental_Luis%20Batista_USBCTG_2014.pdf
- Ochoa. (2009). *Recolección y disposicion final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolivar*.
- ONAC. (s.f.). Obtenido de <http://www.onac.org.co/modulos/contenido/default.asp?idmodulo=186&pagina=2>
- ONU. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de <https://undocs.org/es/A/42/427>
- Orozco, L. F., & Salas, J. R. (2014). *Diagnóstico cuantitativo del impacto ambiental del negro de humo de una empresa del sector industrial de Cartagena mediante la aplicación de las ISO 14040 y 14044*. Obtenido de http://45.5.172.45/bitstream/10819/2624/1/Diagn%c3%b3stico%20cuantitativo%20del%20impacto%20ambiental_Luis%20Batista_USBCTG_2014.pdf

- Poblete. (s.f.). *Familia de normas ISO 14000*. Obtenido de https://www.academia.edu/10371632/FAMILIA_DE_NORMAS_ISO_14000
- PNUMA. (2004). *El análisis de ciclo de vida (ACV) en el desarrollo sostenible: Propuesta metodológica para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11450/905079.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poletto, J., & Da Silva, C. (2009). *Influencia de la separación de residuos sólidos urbanos para reciclaje en el proceso de incineración con generación de energía*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000200013&lng=es
- Prieto. (2016). *Análisis del proyecto de venta del propilco: un estudio ex-ante*. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/507/1/Badillo%20Prieto%2C%20Luisa%20Fernanda-2017.pdf>
- Rengifo. (2012). *La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40371535/LA_EDUCACION_AMBIENTAL_UNA ESTRATEGIA PEDAGOGICA.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLA_EDUCACION_AMBIENTAL_UNA ESTRATEGIA PE.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credentia
- Riaño, B., & William, J. (2017). *Análisis de alternativas para la gestión ambiental de los residuos de demolición y construcción (RCD), en la ciudad de Bogotá a partir del ciclo de vida y la economía circular*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16981/BeltranRia%c3%bl0JorgeWilliam2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ripoll. (2003). *La basura no tiene que ser un problema*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Romero. (2003). *El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*. Obtenido de <https://www.ineel.mx/boletin032003/tend.pdf>

Rubio, S. (2003). *Modelo de programación lineal multiobjeto para la logística inversa en el sector plástico de polipropileno*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642017000500005&script=sci_arttext

Salcedo. (2004). *Plan de gestión de residuos sólidos - PGIRS 2004-2019*. Santiago de Cali: Alcaldía Santiago de Cali. Obtenido de <https://www.cali.gov.co/publico2/documentos/varios/pgris.pdf>

Vargas, C. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería*, 39-40.

Vargas, C. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis del ciclo de vida (ACV). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, 37 -70.

Vázquez. (2018). *El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente*. Obtenido de <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/origendelosplasticos.pdf>

Vimeo. (2012). *El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente*. Obtenido de <https://anipac.com/wp-content/uploads/2018/09/origendelosplasticos.pdf>

Vives-Rego. (2010). *Los dilemas mediomambientales del siglo XXI ante la ecoética: Los grandes retos tecnológicos de los políticos, las empresas y la ciudadanía*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=642892>

