

# CUADERNOS SEMILLEROS • 2020 •

Retórica argumentación y discurso • Babel • Diversa • Human • I-Management  
Marketing sostenible • Ontare • Marketing aplicado a las organizaciones

La generación de valor  
a partir de residuos

3



ean®

Ediciones

Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

Riaño Herrera, Diego Alejandro

La generación de valor a partir de residuos / Diego Alejandro Riaño Herrera, Ingrit Daniela Pardo Mendoza.

Descripción: 1a edición / Bogotá: Universidad Ean, 2021.

Colección: Cuadernos semilleros 2020; No.3

62 páginas.

ISBNe 9789587566604

1. Tratamiento de residuos 2. Gestión ambiental 3. Residuos urbanos 4. Transformación de residuos 5. Tecnología ambiental 6. Residuos sólidos

I. Pardo Mendoza, Ingrit Daniela

628.445 CDD23

#### Edición

Gerencia de Investigación y Transferencia

#### Gerente de Investigación y Transferencia

Leonardo Rodríguez Urrego

#### Coordinadora de Publicaciones

Laura Cediél Fresneda

#### Corrector de estilo

Juan Carlos Velásquez

#### Diseño y diagramación

Mónica Cabiativa Daza

Publicado por Ediciones EAN, 2021.

Todos los derechos reservados.

ISBNe: 978-958-756-660-4

©Universidad EAN, El Nogal: calle 79 n.º 11-45 Bogotá, Colombia, Suramérica, 2019 Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la Universidad EAN©

©UNIVERSIDAD EAN: SNIES 2812 | Personería Jurídica Res. n.º 2898 del Minjusticia - 16/05/69| Vigilada Mineducación. CON ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD, Res. N.º 29499 del Mineducación 29/12/17, vigencia 28/12/21

Producido en Colombia.

## Contenido

### **Cómo valorizar los residuos a través de la formación ambiental de los estudiantes** **4**

Diego Alejandro Riaño Herrera

UNIVERSIDAD EAN, GESTIÓN AMBIENTAL

1. Objetivo	5
2. Objetivos generales	5
3. Introducción	6
4. Contexto actual	7
6. Propuesta	11
7. Ejecución del proyecto	14
8. Retos que surgieron en el camino	39
9. Inicio de actividades 2020	42
10. Retos para un futuro	42
11. Conclusiones	44
Referencias bibliográficas	45

### **Boletín divulgativo tratamiento de residuos de poliestireno expandido usando limoneno y aceite de eucalipto** **46**

UNIVERSIDAD EAN, GESTIÓN AMBIENTAL

1. Resumen	47
2. Abstract	48
3. Introducción	49
4. Revisión literaria	51
5. Metodología	53
6. Resultados	55
7. Conclusiones	60
8. Financiamiento	60
Agradecimientos	60
Referencias bibliográficas	61

The background features a light purple and grey color palette with abstract geometric shapes, including rectangles and circles, some of which are semi-transparent. A prominent white gear icon is centered in the lower half of the page. The title is contained within a dark grey horizontal bar.

# **Cómo valorizar los residuos a través de la formación ambiental de los estudiantes**

Diego Alejandro Riaño Herrera  
UNIVERSIDAD EAN, GESTIÓN AMBIENTAL  
I. E. JUAN LUIS LONDOÑO DE LA CUESTA  
MOSQUERA, CUNDINAMARCA

## 1. Objetivo

Implementar un modelo circular, a partir del manejo y gestión integral de los residuos urbanos producidos en la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta del municipio de Mosquera, Cundinamarca.

## 2. Objetivos generales

- Diagnosticar las condiciones actuales referente a la gestión integral de residuos sólidos, dentro de las instalaciones académicas identificando cada uno de los actores interesados.
- Diseñar una serie de actividades y estrategias que permitan mejorar la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos, la puesta en marcha de huertas escolares y compostaje orgánico.
- Integrar a toda la comunidad educativa (estudiantes, docentes, padres y personal adicional) y entidades públicas o privadas que cuenten con algún tipo de interés para mejorar la gestión integral de los residuos sólidos, huertas escolares y compostaje orgánico dentro de la Institución.

## 3. Metodología

Para la puesta en marcha del proyecto, en primer lugar, se realizará una revisión bibliográfica respecto a la situación actual del municipio de Mosquera, con respecto al manejo integral de los residuos sólidos producidos dentro de su territorio, esto con la finalidad de conocer las principales problemáticas que puedan aquejar a los ciudadanos. En segundo lugar, se realiza el acercamiento a la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta, con el fin de efectuar un diagnóstico respecto a la situación actual que gira en torno al manejo integral de los residuos sólidos aprovechables y no aprovechables generados en sus instalaciones académicas.

El diseño de actividades y estrategias se realizará con el acompañamiento continuo de las docentes y comunidad educativa, finalmente serán ellos los beneficiados con la ejecución del proyecto, conociendo de primera mano las necesidades de los estudiantes y la comunidad. Posteriormente se implementarán las actividades y estrategias apoyadas por estudiantes, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario y líder del proyecto. Cabe resaltar, que a medida que se ejecute el proyecto, se realizarán las adecuaciones que se crean necesarias para la maximización de los resultados.

## 4. Introducción

La producción de residuos sólidos en las grandes ciudades representa uno de los mayores desafíos que tienen las administraciones públicas y partes interesadas. El manejo y gestión que se les brinda han ocasionado una serie de problemas sociales, salubres y ambiental (Martínez, 2015, pp. 2-3).

Por ello muchas organizaciones públicas y privadas, encabezan acciones que buscan contrarrestar los impactos negativos que estos producen. Por tal motivo, ahora se habla de cradle to cradle, lo cual busca generar nuevos productos o servicios a partir de residuos generados en procesos anteriores o diferentes, gracias a este modelo industrial se busca eliminar la palabra residuo o basura generando una transición de un modelo económico lineal a circular. La implementación de estos modelos debe ser comprendido no solo por las industrias y Gobierno, sino, también por las personas del común ya que somos nosotros los que producimos el mayor volumen de residuo aprovechables y no aprovechables que en la mayoría de los casos terminan en un relleno sanitario o en el peor escenario aportando al deterioro ambiental de los ecosistemas.

Por tal motivo, se plantea el proyecto conocido como “Del residuo a la formación ambiental de los estudiantes” que busca beneficiar a la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta, mediante el diseño e implementación de actividades y estrategias que permitan fomentar la separación en la fuente por parte de la comunidad educativa y su posterior aprovechamiento, mediante la puesta en marcha de huertas escolares y

procesos de producción de compost orgánico involucrando a los estudiantes de todos los grados, con el objetivo de mejorar la formación ambiental desde la primera infancia generando una gran repercusión en el futuro. Finalmente, el proyecto no solo busca fomentar la formación ambiental de los estudiantes y docentes, sino, se busca impactar a la sociedad en general, generando una cooperación desde el punto de vista de los generadores hasta los recuperadores de oficio.

## 5. Contexto actual

El crecimiento desaforado de las zonas urbanas está ocasionando una fuerte problemática en torno a la gestión y manejo integral de los residuos sólidos producidos, variables como desigualdad social, escasez económica, alimentaria, energética, el ineficiente uso de los recursos naturales, la linealidad de los procesos y la rigidez de las sociedades, entre otras, ponen al mundo al borde del colapso y la destrucción inminente de los ecosistemas presentes en la tierra (Lett, 2014, pp. 2-3). La inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos, han incrementado el deterioro ambiental de las zonas geográficas directa e indirectamente influenciados por las megaciudades, por ello desde la sostenibilidad se busca dar una solución a lo que se conoce como residuo o en el peor de los casos basura, implantando modelos económicos, sociales y culturales los cuales eliminen esta palabra y se incorporen como materia prima para nuevos procesos industriales (Martínez, 2015, p. 31).

Los principales problemas con la gestión integral de los residuos urbanos son los relacionados con la generación, clasificación, recolección, transporte y riesgos ambientales asociados, ya que estas acciones no se efectúan de la mejor manera y las autoridades gubernamentales centran la gestión y manejo de residuos a solo recolección, transporte y disposición final (Martínez, 2015, pp. 32-33).

Mosquera, Cundinamarca no se queda atrás y por tal motivo para la administración pública es de vital importancia efectuar políticas públicas que permitan mejorar el manejo integral de los residuos sólidos producidos por sus pobladores. Por tal motivo, desde el año 2005 se plantea el primer

plan de gestión integral de residuos sólidos (PGRIS), el cual contaba con un cumplimiento del 70,13 % de los diferentes objetivos e indicadores que se propusieron. Sin embargo, para el año 2015 se realiza una actualización del documento esto con la finalidad de ajustar indicadores y objetivos para los próximos 11 años, el cual es emitido en el año 2016 (Alcaldía de Mosquera, 2016, pp. 24-27).

El municipio cuenta con una cobertura del 100 % del servicio de aseo (recolección y transporte) brindado por la empresa Ecoprocesos Habitación Limpio S. en C.A. ESP. Con una frecuencia de recolección de tres veces en la semana (lunes, miércoles y viernes; martes, jueves y sábados) para los sectores residenciales, comerciales, industriales y oficiales. El servicio se presta mediante el diseño de micro rutas en 11 zonas geográficas identificadas, el municipio no cuenta con estación de transferencia y se identifica 15 puntos críticos (Alcaldía de Mosquera, 2016, pp. 73-74).

Respecto a la generación de residuos sólidos el PGRIS manifiesta que para el año 2018 se espera una producción de 58.822 kg/día de residuos y una tasa de producción per cápita aproximada de 0,55 kg/hab - día. Sin embargo, revisando la última ficha estadística para el año 2018 entregada por la alcaldía municipal se cuenta con un total de 128.895 habitantes censado en el CNPV para una producción aproximada de 70.892 kg/día (Alcaldía de Mosquera, 2019, p. 6) reflejando una discrepancia en los datos adjuntados en el PGRIS, esto se debe a que se realiza con una estimación de crecimiento poblacional con base al Censo del 2005, datos que están alejados de la realidad del municipio, debido a un crecimiento exponencial al que se ha visto expuesto en los últimos años Mosquera.

Para el año de actualización del PGRS se estima una producción de 42.202 kg/día con una tasa de producción per cápita de 0,51 kg/hab, para una producción total aproximada de 1.266 Tn/mes. Sin embargo, al revisar dicho documento existe una diferencia entre la producción total de residuos mensuales, referenciando un total de 2.659 Tn/mes esto se puede ocasionar debido a que en el primer calculo solo se tiene presente la producción domiciliaria mientras en la segunda cifra se tiene en cuenta industria, comercio y entidades oficiales (Alcaldía de Mosquera, 2016, pp. 35-37).

Finalmente, respecto a la generación y aprovechamiento de residuos se tiene la siguiente información:

**Tabla 1.** Producción de residuos sólidos

Material	Tn/mes generadas	Composición %
Papel	118	4,5
Cartón	160	6,0
Vidrio	117	4,4
Plástico	856	32,2
Chatarra ferrosa	47	1,8
Aluminio	37	1,4
Otro (papel higiénico, tela)	309	11,6
Residuos de comida / alimentos	1014	38,1
Total	2659	

Fuente: adaptada PGRIS Mosquera, 2016.

En la tabla 1 se encuentra la cantidad de total de cada tipo de residuos producidos mensualmente en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, donde se puede observar que el principal residuo producido son los orgánicos putrescibles (comida/alimentos) con un 38,1 % de producción respecto al total. A continuación, usted encontrará la cantidad de residuos aprovechados.

**Tabla 2.** Aprovechamiento de residuos sólidos

MATERIAL	UNIDADES	CANTIDAD
Papel	Tn/mes	26,4
Cartón	Tn/mes	82,1
Vidrio	Tn/mes	33,2
Plástico	Tn/mes	65
Chatarra	Tn/mes	31,5
Aluminio	Tn/mes	4,2
Bronce - cobre	Tn/mes	0,05

Fuente: adaptada PGRIS Mosquera, (2016).

En la tabla 2 se encuentra la cantidad total de residuos aprovechados para un total de 242 Tn/mes con una tasa de aprovechamiento del 9,11 %. Como se puede observar, aunque la fracción orgánica putrescible es la de mayor producción, no se tienen datos respecto al posible aprovechamiento de dicha fracción, lo que nos indica que esta llega al relleno sanitario para su disposición final, y se dice que en los centros de acopio se rechaza cerca del 3,1 % del material llevado por no contar con las especificaciones de calidad requeridas para un posible aprovechamiento (Alcaldía de Mosquera, 2016, p. 33).

Dentro de los lineamientos del PGRIS en la actualización se establece una ruta de trabajo fuerte en torno a proyectos de capacitación y sensibilización a los usuarios, impulsando procesos de reducción y separación de los residuos, con el fin de disminuir el volumen dispuesto en el relleno sanitario regional Mondoñedo, se impulsa desde la administración pública la inclusión y regulaciones de los recicladores y el aumento del porcentaje de aprovechamiento de los residuos sólidos producidos.

Una vez identificadas las condiciones actuales respecto a la producción, disposición y aprovechamiento de los residuos sólidos dentro del municipio, se identifica que el proyecto responderá a las necesidades actuales de la población y de la alcaldía municipal, permitiendo aportar desde la institución educativa a la mejora continua que se le pueda brindar al manejo de los residuos sólidos, impulsando procesos de formación ambiental desde la primera infancia y fortaleciéndolo a través del tiempo mediante su formación continua académica (primaria, bachillerato y bachillerato técnico), teniendo como principal objetivo que las buenas prácticas ambientales se vuelvan natas en el comportamiento de los estudiantes y demás comunidad. Con el fin de aportar cifras considerables a la puesta en marcha del PGIRS del municipio de Mosquera y obedeciendo a los lineamientos establecidos en el proyecto de aprovechamiento de este. Finalmente, se busca establecer un modelo circular en la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta que integre a todos los actores desde la generación (hogares) hasta el aprovechamiento y disposición final, siendo este un proyecto replicable sin importar la institución o entidad donde se desee mejorar la gestión integral de residuos sólidos.

## 6. Propuesta

El proyecto “Del residuo a la formación ambiental de los estudiantes”, busca generar un modelo circular a partir de la gestión integral de los residuos sólidos producidos teniendo como principales actores a los estudiantes, donde ellos se verán involucrados en actividades de caracterización, clasificación, aprovechamiento y disposición final mediante el diseño de estrategias que fomenten la formación ambiental, huertas urbanas escolares y producción de compostaje generando un proceso de transversalidad pedagógica de cada una de las prácticas, fomentando la adquisición de conocimientos en las aulas de clases y buscando un lineamiento con el proyecto ambiental educativo PRAE que es liderado por una serie de profesores y estudiantes de la institución.

Para lograr la ejecución correcta del proyecto, este se dividirá en tres fases las cuales contarán con una serie de microactividades para así dar al cumplimiento total o parcial de la propuesta. Las fases son:

### 6.1 I Fase (diagnóstico, capacitación y sensibilización)

En esta primera fase se busca realizar un diagnóstico dentro de las instalaciones de la Institución Educativas Juan Luis Londoño de la Cuesta, que nos permita identificar la tendencia frente a las actividades y estrategias actuales que giran en torno al manejo integral que se pueda brindar a los residuos sólidos producidos. Posteriormente, se diseñarán las actividades y estrategias que permitan mejorar la separación de los residuos sólidos. A continuación, encontrará las microactividades que se deben de diseñar y realizar para cumplir con la fase:

- Diagnóstico: con esta actividad se busca conocer la situación actual correspondiente a la gestión integral de los residuos producidos dentro de las instalaciones educativas, e identificar las principales problemáticas que hoy aquejan al colegio.
- Capacitación: se inicia un proceso de capacitación y sensibilización a profesores, estudiantes y padres de familia donde se busque la ad-

quisición de conocimientos necesarios para una adecuada práctica ambiental. Estas actividades serán diseñadas en función de los estudiantes buscando ser lúdicas y con un alto contenido audiovisual, para así asegurar la retención de la información, sobre todo en los cursos más pequeños, este proceso será constante y buscará integrar a toda la comunidad educativa mediante prácticas vivenciales.

## 6.2 II Fase (clasificación y aprovechamiento)

Una vez capacitada la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta, se ponen en marcha procesos de clasificación y posible aprovechamiento de todos o una fracción de los residuos sólidos producidos.

En esta parte del proyecto se busca evaluar la fase de capacitación y sensibilización mediante el volumen de material separado y aprovechado. Finalmente, el proyecto busca que alrededor del 90 % de los estudiantes, docentes y padres de familia tengan claro el proceso de separación en la fuente según el código de clasificación (color) de los residuos sólidos.

En esta fase se contemplará la reutilización de todos o parte de la fracción de residuos sólidos aprovechables para la puesta en marcha de la huerta escolar y producción de compostaje orgánico. Incentivando a los estudiantes y demás comunidad al cambio de estereotipo que actualmente se tiene sobre los residuos sólidos, permitiendo evidenciar con actividades prácticas que el residuo generado en algún proceso en específico mediante algún tipo de transformación física o química se puede convertir en la materia prima para otro.

## 6.3 III Fase (huertas urbanas escolares y compostaje orgánico)

En la última fase de proyecto se busca dar cumplimiento a la puesta en marcha de un modelo circular, mediante la construcción de huertas urbanas escolares en la institución educativa maximizando las zonas verdes y el aprovechamiento de residuos como botellas plásticas para la elaboración de materas, regaderas y otros posibles insumos o herramientas que se necesi-

ten. Posteriormente, se desea realizar la producción de compost orgánico a partir de una fracción de los residuos orgánicos putrescibles generados en el restaurante escolar esto con la finalidad de abonar la zona destinada para la producción agrícola y así lograr mejorar los resultados de la cosecha.

El proyecto de huertas urbanas escolares está conformado por una serie de actividades dirigidas a la comunidad educativa, estas son:

- **Capacitación:** con esta actividad se busca que la comunidad educativa en general adquiera los conocimientos requeridos para la construcción y puesta en marcha de las huertas escolares urbanas. Esta capacitación será realizada, en primera instancia, a los docentes, los cuales posteriormente fomentarán la adquisición de conocimiento en los estudiantes, al finalizar este proceso se evaluarán los conocimientos y se escogerá de manera conjunta los diseños de huertas escolares adecuadas para los espacios destinados y la especie vegetal que se vaya a sembrar.
- **Construcción:** para aumentar la cantidad de residuos sólidos aprovechados, como se mencionaba anteriormente se busca que parte de las herramientas y materia prima que se requiera para la puesta en marcha de la actividad sea suplida a partir de una fracción de los residuos generados dentro de la misma institución, por ejemplo, con botellas de plástico se puede elaborar las materas o semilleros para la huerta, con la transformación física y química de los residuos de comida se puede producir compost para nutrir el suelo y plantas. Con este proceso se busca minimizar costos y de manera vivencial y lúdica enseñar a los estudiantes, docentes y padres de familia los conceptos de sostenibilidad y circularidad.
- **Cosecha y poscosecha:** esta es la parte final de ejecución de la tercera fase del proyecto de huertas urbanas escolares. En esta fase se incentiva al estudiante a la producción de alimentos con un alto grado de inocuidad y seguridad alimentaria. El programa de huertas urbanas escolares será ejecutado por todos los estudiantes de la institución (transición, primaria y bachillerato) con el objetivo de que desde pequeños se impulse la conciencia ambiental, alimentaria y social.

Respecto a la actividad de poscosecha, debe de ser analizado los tiempos de producción de hortalizas y vegetales, con la finalidad de que los recesos

escolares no afecten la recolección del producto final y se diseñe un proceso de rotación de cultivos, para así dejar descansar el suelo y asegurar la rotación de nutrientes requeridos para las plantas.

## 7. Ejecución del proyecto

Para la ejecución del proyecto, en primera instancia, se realiza el acercamiento a la institución educativa para ello, desde el 13 de marzo al 19 de abril del 2019 se llevan a cabo una serie de reuniones con coordinación y el área de ciencias naturales para brindar el espacio y primeras estrategias para dar inicio al proyecto. En este espacio se acuerda la participación de varios docentes y el posible apoyo desde el proyecto de educación ambiental PRAE, para así ajustar los lineamientos del proyecto y del grupo. Una vez, términos los diferentes encuentros e identificados cada uno de los compromisos por parte de los interesados se inicia la ejecución de cada una de las fases.

### 7.1 I Fase

El día 15 de marzo del 2019 en medio de los encuentros con las áreas encargadas dentro de la Institución Educativa se inicia con la primera fase, la cual constará de un diagnóstico, capacitaciones y sensibilizaciones. Por recomendaciones de la comunidad académica se inician actividades en la sede La Unidad, plantel educativo conformado por 215 estudiantes, 6 profesoras; y en la sede principal jornada tarde conformada por 441 estudiantes y 14 profesores, donde se brinda la formación en transición y primera actualmente.

### 7.2 Diagnóstico

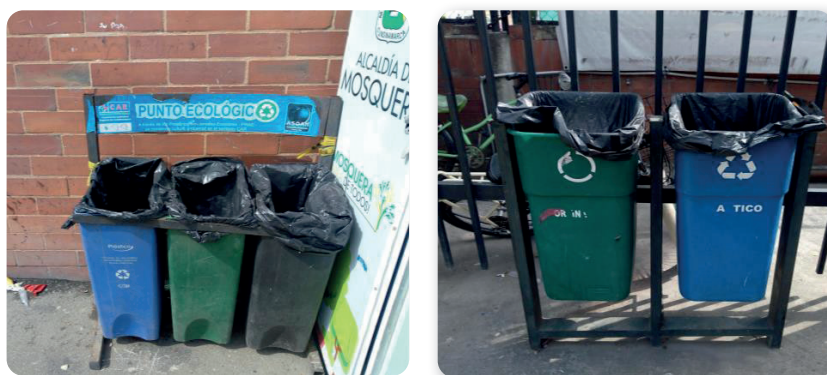
Esta actividad se realiza a partir del 15 de marzo, donde se busca evaluar las condiciones actuales en las que opera la institución educativa respecto a la separación y disposición final de los residuos sólidos producidos. El diagnóstico se realiza en la sede de la Unidad y la sede principal en la jornada de la tarde.

Para la realización de este proceso se efectúan observaciones para identificar las condiciones actuales de las instalaciones académicas, entrevistas

con el personal de servicios generales y acercamiento a los estudiantes y profesores (mediante la realización de preguntas). Este proceso es apoyado por estudiantes de servicio social de grados decimo y once para así poder minimizar el tiempo empleado en dicho proceso. Mediante las actividades de observación se pudieron identificar las siguientes condiciones dentro de las instalaciones de la sede principal Juan Luis Londoño de la Cuesta:

Canecas: actualmente la institución cuenta con una serie de canecas (sencillas, dúo, tripletas y punto ecológico) ubicadas en diferentes puntos del plantel educativo. En general se puede observar el deterioro de estos recipientes, algunos de ellos sin marcar, lo que dificulta la identificación del tipo de residuo que se debe depositar, la falta de capacidad en el patio central para suplir la necesidad de almacenamiento de los residuos producidos, principalmente en la hora de descanso, y la falta de tapas de los diferentes recipientes, ocasiona el deterioro del material e inundamiento de las canecas en épocas de lluvias. Se cuentan con 24 canecas sencillas pequeñas ubicadas en los salones de clase, las cuales se encuentran en buen estado, 3 canecas de gran tamaño ubicadas en los tres pisos del plantel, estas no se encuentran marcadas, lo que impide el desarrollo adecuado del proceso de separación en la fuente y 2 tripletas ubicadas en el patio central. En las siguientes fotografías se muestran parte de las canecas con las que cuenta actualmente la institución.

Figura 1. Canecas



Fuente: elaboración propia, 2019.

La institución educativa cuenta actualmente con un punto ecológico entregado anteriormente por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario, donde se puede efectuar una separación en la fuente más específica. Sin embargo, esta no se efectúa debido a que los estudiantes depositan los residuos en el compartimento que no es deteriorando el posible material aprovechable. A continuación, el registro fotográfico del punto ecológico.

Figura 2. Punto ecológico



Fuente: elaboración propia, 2019.

Servicio de recolección: la recolección de los residuos sólidos se efectúa por la empresa de aseo Hábitat Limpio los lunes, miércoles y viernes sobre el medio día. Las trabajadoras encargadas manifiestan que el proceso de recolección ha mejorado en los últimos años, ya que antes los horarios eran desconocidos y no se generaba una sincronía entre el carro recolector y el personal interno encargado.

El chute de basura está ubicado en la parte trasera de la institución, este espacio está dotado de un gran número de canecas de basuras, en estas se deposita los diferentes residuos sólidos producidos (papel, cartón, botellas, etc.). Adicionalmente, se cuentan con una serie de canecas destina-

das a la disposición de los residuos sólidos putrescibles producidos en el restaurante escolar y los cuales son entregados a un gestor asignado por la administración pública. A continuación, el registro fotográfico correspondiente al chute de basura.

Figura 3. Chute de basura



Fuente: elaboración propia, 2019.

- Recolección interna (despapelado): actualmente la recolección interna de los residuos sólidos producidos en la institución se lleva a cabo por tres empleadas de servicios generales, entre sus deberes se contemplan el limpiar aulas, patios, baños y canecas.
- Baños: la limpieza de los baños es un deber constante que deben de realizar las señoras de servicios generales, ellas hacen la primera limpieza de 10:30 a. m. a 11:00 a. m. Posteriormente realizan 3 limpiezas en el transcurso del día, ellas manifiestan que por cada limpieza sale un promedio de 3 bolsas de residuos no aprovechables.
- Patio: el patio es limpiado antes del cambio de jornada de medio día y al finalizar la jornada, consiste en la actividad de recolección manual de los residuos sólidos producidos que son arrojados al piso por los estudiantes.
- Salones: los salones de clase son limpiados a medio día para asegurar aulas limpias a los estudiantes de la jornada tarde y después en la tarde al finalizar las actividades escolares, cada señora de servicios generales toma un piso y es ella la responsable de la limpieza. Ellas manifiestan

que los tipos de residuos que más se recogen de son papel y botellas de plástico.

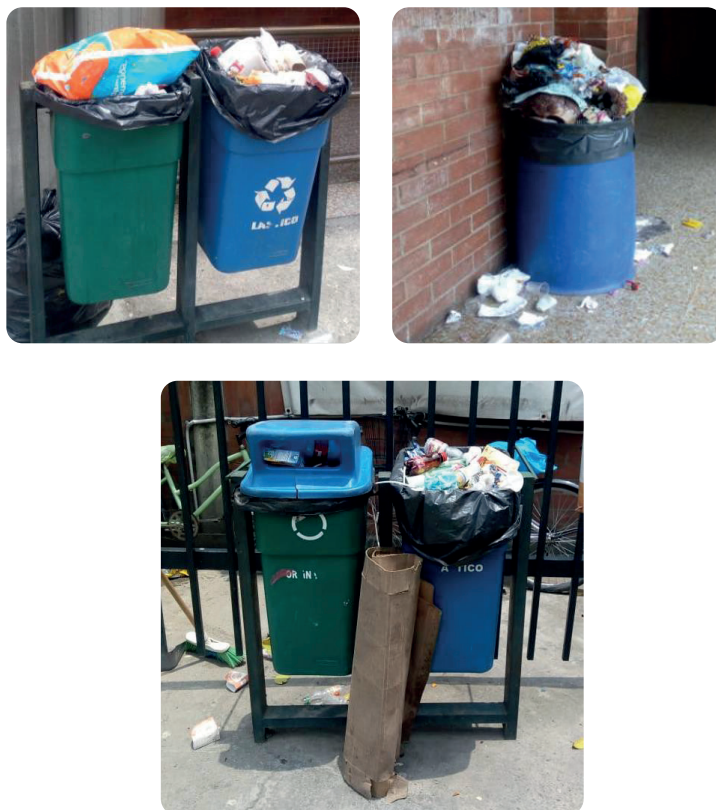
- Canecas: una de las labores más importantes es la limpieza de las diferentes canecas ubicadas en la institución educativa, esta actividad la realizan las tres funcionarias al tiempo. Finalmente, las bolsas recolectadas son llevadas al chute de basura.

Las personas de servicios generales manifiestan que los estudiantes son demasiados sucios y en ocasiones irrespetuosos respecto al manejo de los residuos sólidos, esto debido a que una parte de los estudiantes prefieren arrojarlos al suelo, manifestando que para ello tienen “empleadas” para que los recoja.

Descanso escolar: la jornada de descanso en la mañana es de las 9:50 a. m. a 10:20 a. m. En esta jornada la producción de residuos sólidos se dispara llegando a llenar el volumen total de alguna de las canecas ubicadas pricipiante en el patio central y cafetería. Sin embargo, en la mayoría de los casos las canecas grandes sencillas por su gran tamaño no se llenan, pero se observó que en eventos como compartir estas se saturan y no cuentan con la capacidad suficiente para almacenar el total de residuos producidos.

En jornadas normales las canecas grandes sencillas se llenan hasta la mitad de su capacidad y las canecas dúo ubicadas en el patio central se saturan por la cantidad de residuos producidos. Al finalizar la primera jornada académica las funcionarias encargadas recogieron un total de 4 bolsas de basura industrial grandes, las cuales son depositadas en el chute de basura sin una clasificación previa. A continuación, encontrará el registro fotográfico de dicha situación.

Figura 4. Capacidad máxima de las canecas



Fuente: elaboración propia (2019).

Estas condiciones son similares para la sede La Unidad donde lo que cambia es la cantidad de canecas, estas disminuyen debido a la reducción de estudiantes y tamaño de la institución educativa. En temas de educación hacia la trabajadora encargada de los servicios generales no se manifiesta situaciones de falta de respeto por parte de los estudiantes, pero sí, una pésima separación en la fuente.

Para finalizar el diagnóstico, se efectúa el acercamiento con los estudiantes y docentes de la sede principal jornada tarde y La Unidad con apoyo de los estudiantes de servicio social, donde se le preguntó a la comuni-

dad educativa lo siguiente: ¿En qué color de caneca debo de depositar el siguiente material? Y se utilizó material visual para la contextualización exacta a los niños y docentes, la información obtenida es recopilada en el siguiente formato.

**Tabla 3.** Formato de recopilación de información.

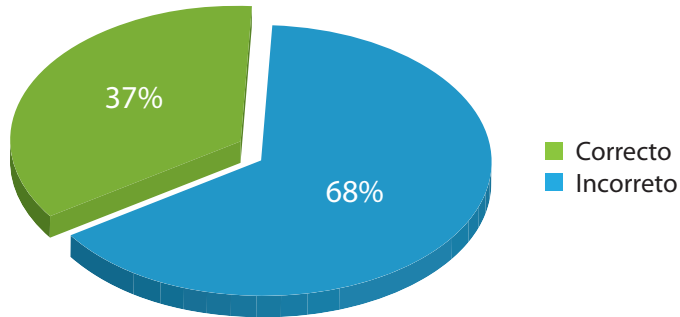
Formato de recolección de datos separación en la fuente											
Juan Luis Londoño de la Cuesta											
Curso	Envolturas de paquete				Orgánico	Papel	Tetrapak				
	Plástico	X		X				X		X	
Primero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Segundo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tercero	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cuarto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Quinto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: elaboración propia, 2019.

Gracias a este mecanismo de recolección de información se puede identificar las condiciones actuales respecto a los procesos de separación en la fuente dentro de las aulas de clases y los diferentes espacios donde se desarrollan actividades académicas.

Para la sede de La Unidad se puede observar que cerca del 65 % de los estudiantes tienen claro los procesos de separación de la fuente en función de los recipientes con los que cuenta actualmente la institución educativa (canecas individuales, dúos y triples), teniendo más claro el proceso de separación para el papel (81,3 %), plástico (81,3 %) y residuos de comida (78,5 %). A continuación, encontrará el promedio de estudiantes que realizan en términos generales el proceso de separación de la fuente.

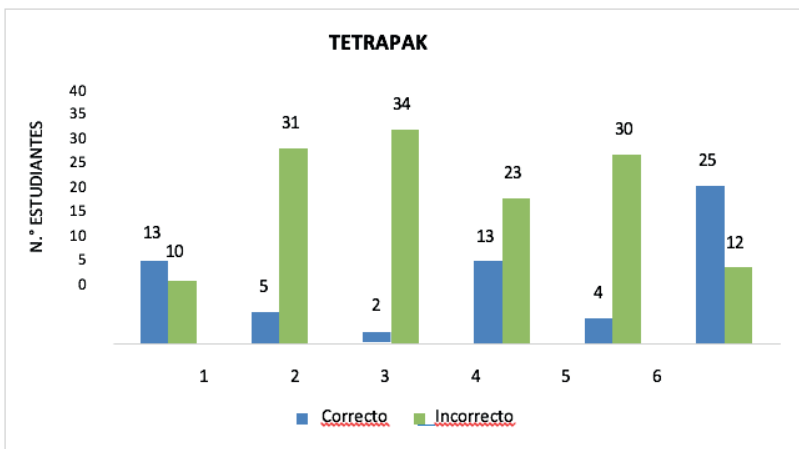
Figura 5. Promedio de estudiantes que realizan separación en la fuente



Fuente: elaboración propia, 2019.

Sin embargo, materiales como el papel chirrión y Tetrapak en su mayoría es desconocido por la comunidad, lo que dificulta la separación en la fuente, obteniendo así resultados por debajo del 30 % de separación correcta. A continuación, se anexan los resultados obtenidos para estos dos tipos de materiales.

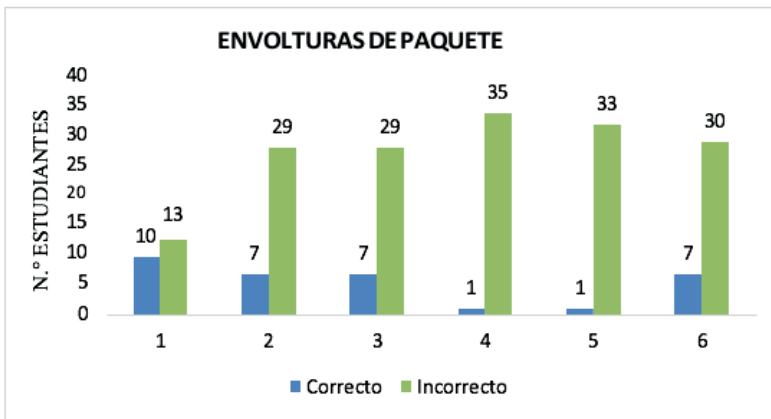
Figura 6. Resultados separación en la fuente para el Tetrapak



Fuente: elaboración propia, 2019.

En la Figura 7 se puede evidenciar que en la mayoría de los salones se contestó de manera incorrecta la pregunta, esto representa que cerca del 65 % de los estudiantes no tiene claro en qué color deben de depositar dicho material lo que dificulta su disposición final.

Figura 7. Resultados separación en la fuente para el papel chirrión



Fuente: elaboración propia, 2019.

En la figura 8, al igual que la anterior, se observa la misma tendencia de desconocimiento del material y por ende la caneca donde se debe de depositar. Para esta pregunta solo el 15,4 % de los estudiantes contestaron de manera acertada. Estos dos materiales representan un reto para el proyecto, debido a que son los que más se producen en cantidad en los descansos escolares, para esta sede en el proceso se les preguntó a 202 estudiantes, lo que representa el 93,5 % del total de niños y niñas que estudian en la sede.

Para la sede principal los resultados obtenidos de dicho proceso se asemejan a los obtenidos en la sede de La Unidad, teniendo como principal problema la identificación y separación correcta del papel chirrión y Tetrapak. En la tabla 4 encontrará el formato diligenciado con los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados obtenidos sede principal.  
Formato de recolección de datos separación en la fuente  
I.E. Juan Luis Londoño de la Cuesta (jornada tarde)

Curso	Plástico	Papel	Envoltura de paquetes	Orgánico	Tetrapack	Total estudiantes
101	22	7	7	14	19	33
102	19	16	17	24	16	36
201	-	-	-	-	-	-
202	26	30	22	33	29	38
301	28	29	18	19	15	38
302	29	28	15	29	25	37
401	33	34	33	33	28	38
402	32	23	20	4	4	37
403	-	-	-	-	-	-
404	30	29	18	19	25	38
501	29	24	8	32	24	37
502	35	30	12	29	6	36
503	22	9	36	33	10	36
504	28	26	26	31	12	37

Fuente: elaboración propia, 2019.

Los procesos de separación en la fuente para el papel (64,3 %), plástico (75,5 %) y orgánico (68%) se realiza de manera correcta y el material es de fácil reconocimiento por parte de los estudiantes. Sin embargo, el papel chirrión y Tetrapak tan solo con un (24,8 %) y (48,2 %) respectivamente del total de estudiantes, reconocen el material o saben en qué caneca depositarlo. En la siguiente figura se evidencian los promedios de correcta separación en la fuente para los materiales mencionados anteriormente.

**Figura 8.** Separación en la fuente sede principal

Juan Luis Londoño de la Cuesta

en la fuente sede principal Juan Luis Londoño de la Cuesta

#### SEPARACIÓN EN LA FUENTE POR TIPO DE MATERIA



propia, 2019. Fuente: elaboración propia, 2019.

En términos generales, el proceso de diagnóstico nos permite identificar que el principal problema de la institución gira en torno a la separación en la fuente del papel chirrión y Tetrapak, material que se produce en altas cantidades debido a que muchos estudiantes llevan onces desde casa y la mayoría de los alimentos son empacados en este material. Adicionalmente, en el proceso de observación y acercamiento se identifica que los estudiantes presentan confusión al momento de depositar los residuos en las canecas, debido a información incorrecta que les brindaron anteriormente y la puesta en marcha de una estrategia, la cual es conocida como caja ecológica, que consiste en depositar papel en una caja de cartón pintada

de color verde dentro de las aulas, en el proceso de divulgación y educación ambiental de la estrategia se brindó información y un material visual erróneo, lo que generó un choque de conocimiento y una disminución del material separado correctamente principalmente en el salón de clase.

## Capacitación y sensibilización

Una vez finalizado el diagnóstico se da inicio al diseño de actividades y estrategias, fomentando procesos de capacitación y sensibilización, permitiendo a toda la comunidad educativa adquirir los conocimientos necesarios para mejorar la separación en la fuente y posible aprovechamiento de los residuos sólidos producidos dentro de las instalaciones académicas donde una fracción será utilizada en las actividades de huertas escolares y producción de compost.

Para iniciar esta etapa se delimitan los colegios que se verán beneficiados con la puesta en marcha del proyecto, y por tal motivo desde la rectoría se escoge que la sede educativa La Unidad, ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, será el piloto del proyecto. Por tal motivo, a partir del segundo semestre académico del 2019 se inicia el acercamiento con los estudiantes, docentes y demás comunidad educativa.

El día 8 de mayo se efectúa la primera reunión con las docentes, donde se les socializa el proyecto, resultados del diagnóstico y se identifican las propuestas que se desarrollan o pueden ser apoyadas y reestructuradas con la puesta en marcha del proyecto. En esta reunión se identifica el proyecto que actualmente es liderado por la docente Marisol Fetecua, que consiste en el desarrollo de una huerta escolar con los estudiantes de grado tercero, dicho proyecto lleva ya 4 años de vida, es apoyado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario y ha llegado a impactar a la comunidad educativa en general. Por tal motivo, la puesta en marcha del proyecto “Del residuo a la formación ambiental de los estudiantes” buscará apoyar dicho proyecto, mejorar los lineamientos y resultados para los dos proyectos.

Ahora bien, el 16 de julio del 2019 se desarrolla la primera capacitación y sensibilización para los estudiantes, como se mencionaba anteriormente

se busca que el material de apoyo al proceso cuente con un alto contenido visual para mejorar los resultados. En esta capacitación se les brinda a los estudiantes la información de cómo se debe de realizar la separación en la fuente en función de los contenedores dispuestos en la sede académica, para ello se les brinda la siguiente información:

- Todo elemento de plástico debe ser depositado en la caneca de color azul, estripado y la tapa debe de guardarse en contenedores elaborados por los mismos estudiantes dentro de las aulas de clase, esto con la finalidad de apoyar proyecto o fundaciones en un futuro.
- Todo elemento de papel, cartón, plegadiza debe de ser depositado limpio y liso en las canecas de color gris. Adicionalmente, dentro de las aulas de clase se dispondrá de una caneca ecológica pintada y marcada como las canecas tradicionales permitiendo el empalme de los conocimientos aun en las aulas.
- Todo elemento orgánico, residuo de comida o algún tipo de empaque (cajas, servilletas, entre otros) que se encuentren untados con residuos de comida o grasa se deben de depositar en la caneca de color verde.
- Para las condiciones actuales de almacenamiento y programas de aprovechamiento se les indica a los estudiantes qué elementos de papel chirrión (envolturas de paquete) y Tetrapak debe de ser depositado en la caneca de color verde. Sin embargo, se tiene claro que se diseñará algún tipo de actividad o estrategia que nos permita mejorar la separación de dicho material y aprovechamiento en un futuro.

El desarrollo de la actividad se realiza con el acompañamiento de las docentes donde, se les suministra un formato de asesoría para consignar comentarios, conclusiones y posibles ideas que permitan mejorar el proceso de capacitación y sensibilización. A continuación, se evidencia el proceso de capacitación y sensibilización.

Figura 9. Capacitación y sensibilización



Fuente: Fuente: elaboración propia.

Como se indicaba anteriormente, se dispuso de un formato donde podía consignar una serie de apreciaciones por parte de las docentes que permitiera mejorar el proyecto y en especial la etapa de capacitación y sensibilización. En la tabla 5 se encuentra la información consignada.

Tabla 5. Apreciaciones docentes proceso de capacitación

Formato de mejora capacitación y sensibilización		
Docente	Comentarios	Conclusiones
Diana Vargas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recomienda buscar algún tipo de actividad que permita separar envases metálicos y vidrio, ya que ella observa que se genera en la institución y en oportunidades no se sabe qué hacer con él.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacita a los estudiantes no solo en temas de separación en la fuente, sino del cuidado del planeta.</li> <li>Se capacita a los estudiantes para mejorar los procesos de separación en la fuente, recordando el código de colores para una excelente separación con material visual que permitió mejorar el proceso.</li> </ul>

Martha Galvis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sugiere entregar a los estudiantes una lista de los materiales que pueden separar, que les permitan socializar la información con los padres de familia en la casa, de manera que se haga un trabajo bien coordinado en las casas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza una capacitación dinámica socializando información para el manejo adecuado de residuos como bombillos, pilas y la forma correcta de disponerlo teniendo en cuenta los puntos de recolección específicos dispuestos en lugares como la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario.</li> </ul>
Paola Bonilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se sugiere entregar a los estudiantes una lista de los materiales que pueden separar, que les permitan socializar la información con los padres de familia en la casa, de manera que se haga un trabajo bien coordinado en las casas.</li> <li>• Los estudiantes identifican los colores de las canecas, aunque se debe de afianzar mejor la ubicación del posible material aprovechable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza una capacitación dinámica socializando información para el manejo adecuado de residuos como bombillos, pilas y la forma correcta de disponerlo teniendo en cuenta los puntos de recolección específicos dispuestos en lugares como la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario.</li> <li>• Se deja la tarea de la caja ecológica.</li> </ul>
Milena Suescun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una estrategia que permita aprovechar el papel chirrion como el desarrollo de ladrillos ecológicos.</li> <li>• Implementación de la caja ecológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es fundamental continuar con la capacitación a los estudiantes y profesores realizando el ejercicio en la hora de descanso.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, 2019.

Para el proyecto es de vital importancia conocer cada una de las apreciaciones de las docentes, esto debido a que se busca en un largo plazo que el proyecto se transforme en un lineamiento institucional y perdure en el tiempo sin importar los líderes, estudiantes o demás comunidad. Para ello, los docentes cumplirán con un papel de suma importancia para lograr

dicho objetivo ya que serán ellos los que incentivarán la puesta en marcha de las actividades y estrategias con los nuevos y antiguos estudiantes.

Finalmente, buscando una integración total de toda la comunidad educativa en la entrega de boletines del tercer periodo, se autoriza por parte de las docentes la capacitación a los padres de familia, al igual que a sus hijos se apoya la campaña con la ayuda de material visual y material real, el cual permitiera entender de manera más clara el tipo y estado del material en que deben de enviar los residuos desde sus hogares los días martes. Fue una gran sorpresa el interés y apoyo por parte de los padres de familia ya que participaron activamente de la capacitación y con el transcurrir de proyecto se acercaban a la institución para resolver dudas sobre el proceso.

## **7.2 II Fase (clasificación y aprovechamiento)**

Para el cumplimiento de esta fase con el apoyo de la docente Marisol Fetecua buscando la integración de las demás docentes y estudiantes, se diseña una actividad que es conocida como Martes Ecológico, que busca incentivar la separación en la fuente integrando a los padres de familia. Donde los estudiantes todos los martes lleven material aprovechable desde los hogares como papel, plástico, latas y Tetrapak, dando solución a los comentarios suministrados por las docentes e indirectamente fortaleciendo los conocimientos de los estudiantes y padres debido a que solo se recibirá material en óptimas condiciones. Una fracción del material será vendido a un centro de acopio para así generar una sostenibilidad económica, permitiendo suplir los gastos del proyecto con dicho dinero, que será manejado por una madre de familia para así dar cumplimiento a todos los requerimientos legales en torno al manejo de recursos por parte de una entidad pública y finalmente, una fracción será entregada a un reciclador de oficio para así mejorar las condiciones de vida de esta persona y aportar un grano de arena al cumplimiento de los indicadores establecidos en el PGRIS, y se aprovechará parte del material para la elaboración de insumos y herramienta que se necesite para la puesta en marcha de la huertas escolares y producción de compost. A continuación, se observa a los estudiantes cargando sus bolsas ecológicas con material aprovechable.

Figura 10. Martes Ecológico



Fuente: Fetecua, 2019.

Gracias a dicha campaña se integró de manera vivencial todos los procesos de capacitación y sensibilización, esto debido a que los estudiantes y docentes eran los encargados de adecuar el material e indirectamente se lograba hacer una nueva jornada de capacitación y retroalimentación

al proceso de separación en la fuente con las condiciones mínimas de calidad requeridas para entregar el material a un gestor. Desde la puesta en marcha de la estrategia se aseguró de que los estudiantes no se vieran expuestos a algún tipo de riesgo en los procesos de clasificación. En la figura 11 se evidencia a los estudiantes clasificando y posteriormente entregando el material al gestor, generando espacios de trabajo en equipo para maximizar los resultados y fomentando una retroalimentación constante para mejorar el proceso en sus hogares y aulas de clase.

Figura 11. Clasificación y adecuación del material





Fuente: Fetecua, 2019.

Mediante la puesta en marcha de la campaña se lograron recuperar más de 650 kg de material aprovechable, el cual fue vendido a un centro de acopio o entregado a un gestor inscrito a alguna de las asociaciones de recicladores reconocidas por el municipio. En la siguiente tabla encontrará la cantidad de material recuperado finalmente.

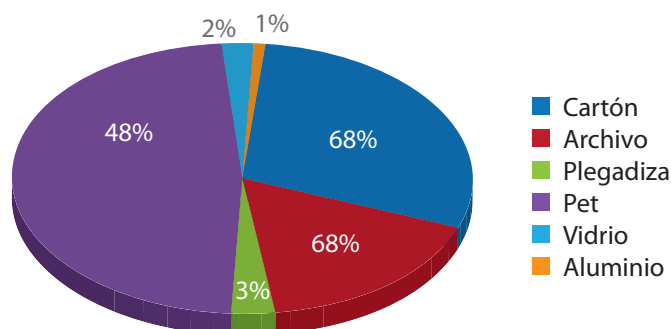
Tabla 6. Material recuperado mediante la campaña

Total, de material recuperado			
Material	Recuperación	Unidad	Tasa (kg/hab)
Cartón	191	Kilos	0,89
Archivo	116	Kilos	0,54
Plegadiza	18	Kilos	0,08
Plástico	324	Kilos	1,51
Vidrio	9	Kilos	0,04
Aluminio	11,5	Kilos	0,05

Fuente: elaboración propia

Actualmente, la sede académica recupera en promedio 5,7 kg/día de residuos aprovechables, pero se debe dejar claro que la mayoría del volumen que es tenido en cuenta para realizar este proceso es llevada desde las casas de los estudiantes, lo que genera un aumento hasta en un 50 % de la cantidad de residuos recuperados. La institución educativa cuenta con una tasa de recuperación *per cápita* de 0,027 kg/hab – día. El material que más se recupera en la institución es el plástico como PET, soplado, tapas, entre otros con una tasa de recuperación promedio de 1,51 kg/hab y cartón, recuperando 191 kg con una tasa de 0,89 kg/hab. A continuación, encontrara la composición por tipo de material total recuperado en los cuatro meses de ejecución de la actividad.

Figura 12. Composición por tipo de material del total recuperado



Fuente: elaboración propia, 2019.

Como se mencionaba anteriormente, el proyecto busca generar un impacto social por tal motivo, parte del material es entregado a un reciclador de oficio inscrito a alguna sociedad y esta a su vez reconocida por la secretaria de ambiente y desarrollo agropecuario. En las siguientes figuras se observa las oportunidades en que el gestor recepciona el material.

Figura 13. Entrega de material al gestor



Fuente: Fetecua, 2019.

Para fomentar el aprovechamiento de todos o una fracción de los residuos sólidos producidos, se pide a los estudiantes de grado transición y quinto la elaboración de materas a partir de botellas plásticas, las cuales serán utilizadas en la etapa de huertas urbanas escolares y en un futuro la posible producción de compost orgánico. Adicionalmente desde rectoría se gestiona un convenio con la fundación tapitas para sanar donde los estudiantes deberán de separar las tapas plásticas para apoyar la labor de esta fundación, los estudiantes son informados en la formación semanal y se invitan a la participación de la actividad.

A medida que se desarrollaba el proyecto y se socializaba con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario el interés por parte de la entidad y liderada por la ingeniera Sonia Martínez, permitió lograr crear un canal de participación para maximizar los resultados obtenidos, dentro del marco de cooperación se gestiona con la Corporación Autónoma Regional (CAR) la donación de un contenedor conocido como PET CAR, que permitirá la separación de botellas, tapas plásticas y pilas, y en un futuro la posible donación de composteras diseñadas para convertirse en una herramienta pedagógica. En la siguiente figura se visualiza la donación del PET CAR y reuniones con los funcionarios buscan estrategias que permitan mejorar los resultados obtenidos en el proyecto.

Figura 14. Donación PET CAR



Fuente: elaboración propia, 2019.

La ejecución del proyecto hasta esta etapa ha logrado cumplir con su objetivo de sostenibilidad, en términos ambientales se logró evitar que más de media tonelada de residuos sólidos terminen en un relleno sanitario, o peor aún, en un cuerpo de agua o la red de alcantarillado y recolección de aguas lluvias, se ha logrado mejorar la componente social integrando a un segmento de población vulnerable dignificando su labor diaria. Finalmente, se logró que el proyecto económicamente se vuelva autosustentable gracias a que los gastos son suplidos por la misma propuesta.

### **7.3 III Fase (huertas urbanas escolares y compostaje orgánico)**

La última fase del proyecto consta de las actividades de huertas urbanas escolares y producción de compostaje. Como se mencionaba anteriormente, la docente Marisol Fetecua actualmente desarrolla la puesta en marcha de huertas escolares con los estudiantes de grado tercero, por tal motivo, se busca es la manera de poder integrar a toda la comunidad educativa y fortalecer el proceso que ella desarrolla maximizando los resultados obtenidos para los dos proyectos.

Por ello, con los grados transición y quinto se dispone a realizar siembras de plántulas de lechuga donadas por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario, para el desarrollo de esta actividad la siembra se realizó en materas elaboradas con botellas de plástico y apoyada por las docentes encargadas. Los estudiantes recibieron capacitación referente al cuidado de las plántulas, siembra y adecuación de las materas para así mejorar los resultados de la siembra. En las siguientes figuras se observa a los estudiantes con sus materas y la siembra de las plántulas.

Figura 15. Siembra de plántulas



Fuente: elaboración propia, 2019.

Gracias a esta modalidad de siembra se puede integrar a más estudiantes de la institución, permitiendo la participación de toda la comunidad educativa. Respecto al proyecto de la docente Marisol Fetecua se apoya un proceso de cosecha, cuidado del terreno y nuevas estrategias para mejorar los resultados del proyecto actual. El registro fotográfico evidencia la participación no solo de estudiantes, sino de padres de familia quien día a día se afianzan más de dichos procesos.

Figura 16. Apoyo proyecto huerta escolar de la docente Marisol Fetecua



Fuente: Fetecua, 2019.

Finalmente, en el proceso de cosecha parte de los productos obtenidos son vendidos a tiendas de la zona por madres de familia que participan activamente del proyecto, y una fracción es entregada a las cocineras del restaurante escolar para la producción de ensaladas, así se asegura la elaboración de alimentos con un alto estándar de calidad e inocuidad, ya que en el proceso de la huerta no se utiliza ningún agente químico. En la última reunión desarrollada con las profesoras de La Unidad se desea realizar la segunda fase de la huerta escolar donde cada una de las docentes cuente con un espacio en el suelo para sembrar, aunque se realizaron los procesos de gestión no fue posible contar con la donación de la tierra para la adecuación del terreno. Por tal motivo, en el segundo semestre solo se

puedo desarrollar siembras en las botellas de plástico y el apoyo al proyecto liderado por la docente.

La actividad de producción de compost no se pudo desarrollar por la falta de tiempo, esto debido a que en oportunidades el calendario escolar no daba para desarrollar la actividad en los tiempos establecidos para las diferentes fases y, por consiguiente, al no cumplimiento de esta actividad.

## 8. Retos que surgieron en el camino

A medida que se desarrollaba el proyecto surgieron una serie de situaciones tanto adversas como enriquecedoras. La primera de ellas hace referencia al interés y participación en un principio por parte de los docentes, en ocasiones mostraban una actitud apática al proyecto y a las actividades, lo que dificultaba el desarrollo y cumplimiento del cronograma establecido por parte de la institución educativa. En muchas de las reuniones que se sostuvieron con la rectora y coordinadora se manifestó que el verdadero reto será el trabajar con los docentes y lograr el acoplamiento de todas las partes interesadas. Sin embargo, se logró superar dicha adversidad y aún más.

En la última semana de octubre el municipio de Mosquera en colaboración conjunta de la Secretaría de Educación y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario, se desarrolló la feria de la ciencia y tecnología, evento donde se brinda un espacio de divulgación de proyectos desarrollados en las instituciones educativas. El proyecto contó con el aval del comité organizador y participamos de dicha feria y espacio.

Fueron dos días de divulgación científica donde los protagonistas eran los niños sin importar el grado o institución. El proyecto contó con el apoyo de estudiantes de grado transición, primero, segundo, tercero, cuarto y quinto, la Universidad EAN, la docente Marisol Fetecua, y demás docentes y padres de familia, los cuales se encargaron de socializar cada uno de los resultados obtenidos y en especial el último día se encargaron de divulgar la propuesta al alcalde Emilio Casallas. En las siguientes figuras se eviden-

cia a los estudiantes y a los líderes de proyectos participando activamente del evento.

Figura 17. Feria de la ciencia y la tecnología



Fuente: Alcaldía de Mosquera y Marisol Fetecua, 2019.

En esta semana de ciencia y tecnología se participó en actividades como el reciclaje, el cual consistió en recuperar el mayor volumen posible de material aprovechable, que sería a su vez recepcionado por un gestor y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Agropecuario, actividad que ya desarrollábamos y en la que participamos. También se llevó a cabo el match ambiental, donde los estudiantes se enfrentaron a preguntas que giraban en torno a prácticas ambientales y ecosistemas del municipio.

Gracias al trabajo conjunto de estudiantes, docentes y padres de familia que participaron de manera activa en cada una de las actividades propuestas por las secretarías en el mes de noviembre, somos notificados como los ganadores de la feria de ciencia y tecnología, lo que permitió evidenciar la importancia de desarrollar este tipo de propuesta y la puesta en marcha de nuevas actividades y estrategias que permitan mejorar aún más los resultados obtenidos. Por tal motivo, una parte de los estudiantes son llevados a una granja temática en el municipio de Tenjo por parte de la Secretaría de Ambiente. El siguiente registro fotográfico permite al lector visualizar parte de los resultados y actividades.

Figura 18. Feria de la ciencia y la tecnología actividades adicionales



Fuente: Alcaldía de Mosquera y Marisol Fetecua, 2019.

## 9. Inicio de actividades 2020

Para el año 2020 se establecen una serie de actividades iniciales enfocadas a la evaluación de resultados del segundo semestre del 2019, para así identificar falencias y fortalezas del proyecto. A continuación, en la tabla 7 se encuentra el tipo de actividad que se desarrolló y el responsable.

Tabla 7. Tipo de actividad

Fecha	Responsables	Descripción
24/01/2020	Diego Riaño Secretaría de Ambiente y Desarrollo agropecuario	En esta primera reunión se plantea el apoyo de la secretaría al proyecto, buscando impactar desde la gestión integral de residuos y educación ambiental. Dejar claro este tipo de acciones permite que el gobierno actual tenga presente el apoyo de proyectos e iniciativas ambientales en el nuevo plan de desarrollo 2020-2023.
28/01/2020	Diego Riaño Rectora Claudia Campos	Esta reunión se desarrolla en la Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta para iniciar las actividades que se desarrollen en el marco del proyecto. En esta reunión participa la docente Marisol Fetecua, líder del proyecto huerta escolar, grado tercero.
Febrero	Diego Riaño Institución Educativa Juan Luis Londoño de la Cuesta	En el mes de febrero se realiza el acompañamiento con las docentes participes del proyecto esto para concertar cada una de las actividades que se vayan a desarrollar en todas las sedes de la institución.

Fuente: elaboración propia

## 10. Retos para un futuro

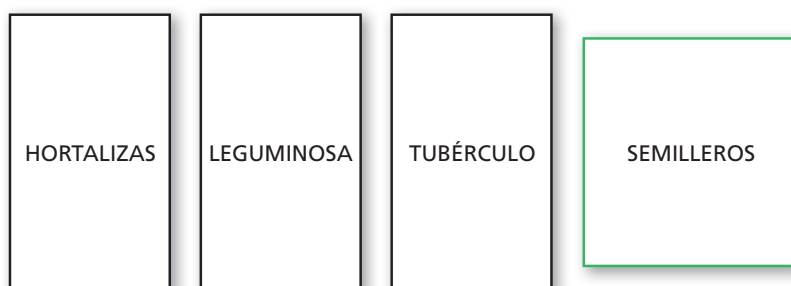
El impacto generado por el proyecto motivó a la participación de toda la comunidad educativa sin importar la sede, el día 22 de noviembre se

realizó una reunión con las docentes de las tres sedes académicas para identificar los objetivos del proyecto para el año 2020.

En dicha reunión se llegó a una serie de acuerdos iniciales, los cuales serán especificados el próximo año al iniciar calendario académico, los compromisos son:

- Para la sede La Unidad se establece el desarrollo de la segunda fase de la huerta escolar, donde se pueda generar un trabajo en equipo con todos los grados. En la figura encontrará la distribución del terreno que se propone para la segunda fase.

Figura 19. Distribución del terreno



Fuente: elaboración propia

- Se desea tecnificar las prácticas agrícolas, para así mejorar los resultados obtenidos en la cosecha como diseñar un sistema de rotación de cultivo.
- Fortalecimiento de los procesos de capacitación y sensibilización para mejorar los resultados obtenidos en los procesos de separación en la fuente.
- Producción de compost orgánico, actividad que no se pudo desarrollar en este semestre, debido al calendario académico.
- Para la sede principal se busca la mejora de los espacios verdes actuales (jardines y materas), antes de iniciar con un proceso de huerta escolar.
- El apoyo continuo de docentes para el desarrollo de actividades y estrategias que permitan mejorar el volumen de material recuperado.


- La puesta en marcha de grupos de investigación que brindaran soluciones a las posibles problemáticas a las cuales se pueda enfrentar el proyecto.
- Finalmente, para todas las sedes se busca mejorar el proceso de entrega de material a empresas o personas por ello en apoyo con la Secretaría de Ambiente y Desarrollo se buscarán canales de comunicación los cuales nos permitan generar un acercamiento a la organización interesada y así seguir aportando al desarrollo social del proyecto.

## 11. Conclusiones

- La ejecución actual del proyecto demostró el interés de organizaciones y personas en la puesta en marcha de estrategias que permitan fomentar la conservación del medio ambiente, y en este caso a partir de la gestión integral de los residuos sólidos.
- Aunque no se efectuaron todas las actividades propuestas para el desarrollo del proyecto, se logró dar respuesta a los principales requerimientos establecidos para la ejecución de la propuesta.
- La importancia de desarrollar actualmente este proyecto está dada a que no solo genera un impacto positivo en la conservación ambiental, sino que fomenta la mejora social y económica permitiendo hablar de proyectos sostenibles que era el principal objetivo.
- Se logró enseñar a los estudiantes, docentes y padres de familia que los residuos sólidos o basura, como ellos los conocían, a partir de procesos de transformación física o química se pueden convertir en la materia prima de otro, generando un cambio de percepción y permitiendo una transición de un modelo lineal a circular basado en los principios de “la cuna a la cuna”.

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Mosquera. (2016). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS 2016 - 2027)*. Mosquera.
- Alcaldía Municipal de Mosquera. (2019). *Ficha básica estadística 2018*. Mosquera, Cundinamarca: Alcaldía de Mosquera.
- CorpolCA. (2016). *Aprendiendo y construyendo nuestras huertas urbanas escolares*. Bogotá.
- Lett, L. (2014). *Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto*. Buenos Aires.
- Martínez, N. M. (2015). *La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México*. México.
- Naciones Unidas. (30 de enero del 2018). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. 17 objetivos para transformar el mundo*, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>.

The background of the page features a light purple and white grid pattern. A large, semi-transparent gear icon is centered in the middle of the page. The title text is contained within a grey rectangular box at the top.

# **Boletín divulgativo tratamiento de residuos de poliestireno expandido usando limoneno y aceite de eucalipto**

Ingrit Daniela Pardo Mendoza  
UNIVERSIDAD EAN, GESTIÓN AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C, COLOMBIA

## 1. Resumen

### Introducción

El poliestireno expandido es un material plástico usado especialmente para la conservación, empaque y distribución de distintos productos debido a sus propiedades de aislamiento térmico y acústico, ligereza, baja absorción de agua, alta resistencia a impactos, higiene, fácil producción y bajo costo, lo que lo ha posicionado como uno de los polímeros con mayor demanda. Sin embargo, es un plástico de un solo uso y poco reciclado debido a la baja densidad y la lenta degradación de sus residuos, los cuales terminan en su gran mayoría acumulados en rellenos sanitarios o incinerados generando un impacto directo al medio ambiente.

### Objetivo

Proporcionar una alternativa sostenible para la reducción de los desechos de poliestireno expandido y la creación de un subproducto a base de estos.

### Metodología

El proceso inicio con el pretratamiento de los residuos, estos se limpiaron mediante lavado y se trituraron, para pasar a hacer las disoluciones a distintas proporciones con agitación constante, finalmente se llevó a cabo un proceso de secado.

### Resultados

El potencial de disolución para alcanzar el punto de saturación a una presión de 74660,5 pascales y de temperatura 294,15 °K para la degradación

de EPS en D-Limoneno y aceite de eucalipto se da en las proporciones 1,25:1 y 1:1 respectivamente.

## Conclusiones

La propuesta de reciclaje de EPS a través del uso de solventes naturales es una ruta viable para reducir estos residuos y una oportunidad de negocio sostenible. En relación a los solventes, resulta más rentable el uso de D-Limoneno ya que se obtienen mejores resultados a un menor costo.

**Palabras clave:** sostenibilidad, poliestireno expandido, disolución, solventes orgánicos, economía circular.

## 2. Abstract

### Introduction

The expanded polystyrene is a plastic material used especially for the conservation, packaging and distribution of different products due to its thermal and acoustic insulation properties, lightness, low water absorption, high impact resistance, hygiene, easy production and low cost, which has positioned it as one of the polymers with the highest demand. However, it is a single-use and little recycled plastic due to the low density and slow degradation of its waste, which mostly accumulates in sanitary landfills or incinerated generating a direct impact on the environment.

### Objective

Provide a sustainable alternative for the reduction of expanded polystyrene wastes and the creation of a by-product based on these.

### Method

The process started with the pretreatment of the residues, these were cleaned by washing and crushed, to make the solutions at different proportions with constant agitation, finally a drying process was carried out.

## Results

The dissolution potential to reach the saturation point at a pressure of 74660.5 pascals and 294.15 °K for the degradation of EPS in d-limonene and eucalyptus oil is given in the proportions 1.25: 1 and 1: 1 respectively.

## Conclusions

The EPS recycling proposal through the use of natural solvents is a viable route to reduce this waste and a sustainable business opportunity. In relation to solvents, the use of D-limonene is more profitable since better results are obtained at a lower cost.

**Keywords:** Sustainability, Expanded Polystyrene, Dissolution, Organic solvents, Circular Economy.

## 3. Introducción

Los plásticos son materiales orgánicos artificiales no biodegradables, el segundo plástico comercial más común es el poliestireno expandido (EPS) un polímero de estructura celular cerrada, que ha incrementado su demanda en los últimos años, ya que se adapta a distintas necesidades, por ejemplo en la industria de la construcción se usa como aislante térmico, acústico y como material de aligeramiento para estructuras, también es usado, para el envasado y embalado de diversos productos, entre otras aplicaciones que pueden ir desde los cascos para bicicletas hasta envases especiales para el transporte de órganos destinados al trasplante (ANAPE, 2020).

La versatilidad de este material se debe a su composición (98 % de aire y 2 % poliestireno) lo que le brinda características como baja densidad, aislamiento térmico, aislamiento acústico, alta resistencia a impactos, baja absorción de agua, higiene además de tener una fácil y económica producción, en Colombia se consumen alrededor de 75600 ton/año de EPS (Acoplásticos, 2017).

Sin embargo este material causa importantes daños al medio ambiente, el problema radica en que los productos hechos de EPS tienen un corto

tiempo de vida útil convirtiéndose en residuos de gran volumen, la mayor parte de estos residuos terminan acumulándose en los rellenos sanitarios debido a la lenta tasa de degradación de este material y las pocas iniciativas viables para aprovecharlos, entre las alternativas más comunes tenemos el reciclaje mecánico, el cual consiste en reintegrar a procesos de producción los residuos de EPS tratados mediante procesos físicos como compactación o molienda; otra metodo es la incineración, sin embargo, de esta manera se generan emisiones tóxicas que para ser controladas requieren un alto costo de inversión, y la alternativa más reciente es el reciclaje químico, este se basa en el uso de solventes, el problema es que la gran mayoría de solventes estudiados son nocivos para el hombre y/o el medio ambiente entre ellos encontramos el thinner, acetona, tolueno entre otros.

Promover el consumo y producción sostenibles (CPS) es imprescindible para alcanzar los planes de desarrollo sostenible, minimizando los costos económicos, ambientales y sociales. La alternativa que planteamos es el uso de dos solventes biodegradables que no son nocivos para los seres vivos, el limoneno y el aceite de eucalipto.

El d- limoneno es un terpeno en forma líquida e incolora a temperatura ambiente con un agradable olor a limón, es el componente principal del aceite extraído de las cáscaras de cítricos, se obtiene a través de separación centrífuga o arrastre con vapor, en la industria es usado en la manufactura de productos farmacéuticos, de limpieza y perfumes también es usado como insecticida y disolvente biodegradable, en la tabla x se resumen algunas de sus principales propiedades.

Tabla 1. Propiedades D-Limoneno

<b>Peso molecular</b>	136,23 g / mol
<b>Punto ebullición</b>	449.15 °K a 101325 pascales
<b>Punto inflamación</b>	321.15 °K
<b>Solubilidad</b>	Miscible en etanol, tetracloruro de carbono y aceites fijos
<b>Densidad</b>	0.8411g/mL a 293.15 °K

Fuente: PubChem, 2020.

El aceite de eucalipto es un líquido incoloro a temperatura ambiente con agradable olor a alcanfor, el principal componente de este aceite es el cineol (62.4 % peso/peso) también contiene pineno, cimeno, terpineol y linalool, este aceite es obtenido de la destilación de las hojas de eucalipto y es usado en la industria cosmética y farmacéutica, en la tabla se resumen algunas de sus principales propiedades.

Tabla 2. Propiedades aceite de eucalipto

<b>Peso molecular</b>	154,25 g / mol
<b>Punto ebullición</b>	449.55 °K a 101325 pascales
<b>Punto inflamación</b>	322.15 °K
<b>Solubilidad</b>	Miscible en etanol, tetracloruro de carbono y aceites fijos
<b>Densidad</b>	0.887 g/mL a 293.15 °K

Fuente: PubChem, 2020.

## 4. Revisión literaria

El EPS es bastante liviano y muy voluminoso, por eso el espacio que ocupa es inconveniente para el sistema de basuras, Según Alexander Durán, el director de la Fundación Verde Natura, que es la única en el país que se dedica a reciclar el EPS; el material les llena muy rápido la carreta a los recicladores, y al final, como no pesa, las plantas de reciclaje les dan muy poco dinero por él. “En un carrito les caben cuatro kilos de EPS, por el que les pagan 400 pesos. Por eso no les interesa, prefieren otras cosas” (ESPUSATO, 2017). Colombia no está incluida en el INEPSA (acuerdo internacional de reciclaje de EPS) (EPS Recycling, 2020). Los procesos de recuperación de residuos de EPS más usados son:

Vertido: es la forma menos apropiada, pero más usada en nuestro país para tratar los desechos de EPS, en el cual estos no son separados, en cambio son mezclados con todos los demás residuos y llevados a rellenos sanitarios ocupando grandes espacios.

Reciclaje mecánico: se basa en distintos procesos físicos para disminuir el volumen ocupado por los residuos como la compactación para hacer fácil su transporte y procesos de trituración y molienda para ser mezclados con otras sustancias.

Incineración: mediante la combustión de los residuos se genera energía, ya que los valores de calentamiento de los plásticos son comparables a los de la gasolina y superiores a los de la mayoría de los tipos de carbón. Sin embargo, la combustión de poliestireno en llamas de difusión en cualquier relación de equivalencia global, sin importar cuán rico en combustible o pobre en combustible, genera grandes cantidades de hollín e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP). Tanto el hollín como la HAP son potencialmente peligrosos para la salud (Ergut, 2007). El control de estas emisiones por medio de depuradores, precipitadores y filtros sofisticados es costoso, razón por la que a algunos expertos les preocupa que los países que carecen de leyes ambientales, o de una aplicación estricta, puedan intentar ahorrar dinero en los controles de emisiones. En el año 2016, los incineradores de desechos de EE. UU. lanzaron el equivalente a 12 millones de toneladas de dióxido de carbono, más de la mitad de los cuales provenían de plásticos (National Geographic, 2019),

Otra de opción es el reciclaje químico en donde se realiza un reprocesamiento por medio de solventes, los solventes más usados son thinner, benceno, tolueno, xileno, tetrahidrofurano, cloroformo, 1,3-butanodiol, 2-butanol, acetona, nitrobenceno, y N- dimetilformamida, estos pueden ser perjudiciales, mientras el uso solventes amigables con el medio ambiente se ha estudiado ligeramente, por ejemplo la disolución de EPS en limoneno se ha estudiado para la producción de pegamento (López, 2014).

Según la teoría de Hildebrand un polímero es probablemente soluble en un solvente si los parámetros de Hansen para el solvente están dentro de la esfera de solubilidad del polímero; los parámetros de Hansen son parámetros de solubilidad que representa las densidades totales de energía cohesiva que resultan de los efectos aditivos de varios tipos de contribu-

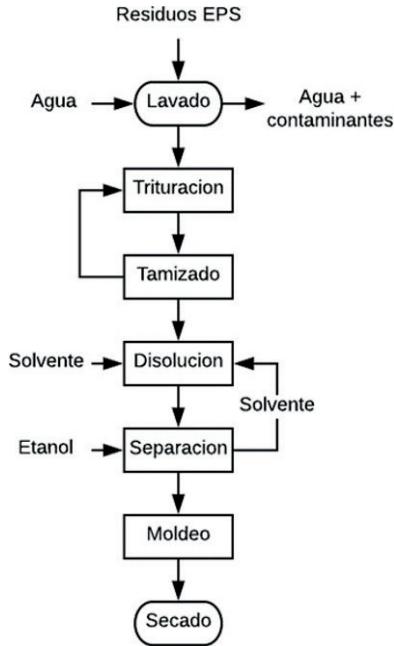
ciones: enlaces no polares, enlaces dipolo-dipolo y enlaces de hidrógeno. Este fenómeno explica porque el EPS no se disuelve en 1,3-butanodiol y agua, pero sí en benceno, tolueno, xileno, THF, cloroformo, d-limoneno, cimeno, eucaliptol, nitrobenceno y N-dimetilformamida (García, 2009).

## 5. Metodología

Este proyecto se llevó a cabo por medio del estudio experimental y la investigación científica, para ello se indagó el estado del arte de esta problemática ambiental, con esta información se planteó una alternativa sostenible que se llevó a cabo a través de prácticas de laboratorio.

En la figura 1 se describe el proceso de recuperación del EPS, el cual inicia con el lavado de los residuos para eliminar las distintas impurezas provenientes de cada sector, luego se hace un proceso de trituración para aumentar la superficie de contacto y así mejorar los fenómenos de transferencia de masa, del proceso de trituración se obtienen muestras de 1 cm<sup>3</sup> ya que muestras más grandes son difíciles de disolver y muestras más pequeñas requieren gran gasto energético por el proceso adicional de molienda, además supone pérdidas de material debido a las características de este, posterior al proceso de trituración se hace un tamizado, las muestras que sobrepasan el tamaño estándar se recircularan, el siguiente proceso es la disolución de las muestras trituradas en el solvente natural a condiciones de 74660,5 pascales de presión, 294,15 °K de temperatura y agitación constante, luego se puede hacer un proceso de separación por medio de la destilación en un rota evaporador, para recuperar parte del solvent, de acuerdo con las proporciones usadas, este proceso se logra mediante la adición de etanol, ya que ambos solventes son solubles a este alcohol, el poliestireno recuperado se lleva a moldes de acuerdo con el uso final que se le quiera dar y estos se llevan a un proceso de secado para eliminar el resto de alcohol o agua que puedan haber quedado.

Figura 1. Diagrama proceso de recuperación EPS



Fuente: elaboración propia.

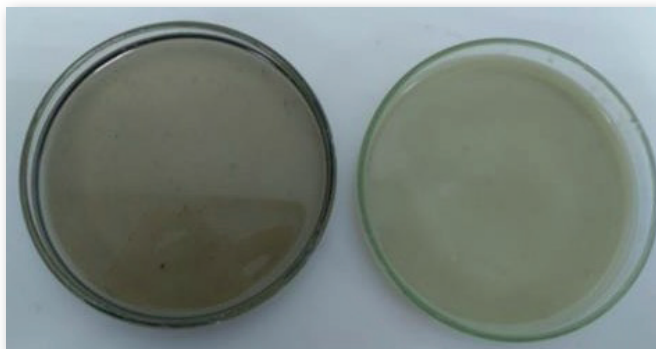
En la figura 2 se observa el proceso de separación del EPS, el cual se precipita al fondo de *Beaker* luego de añadir el etanol en la misma proporción que el solvente y mezclar durante 10 minutos. En la figura 3 y 4 se observa el proceso de moldeo, que se realizó en cajas de Petri.

Figura 2. Mezcla EPS, Limoneno y etanol



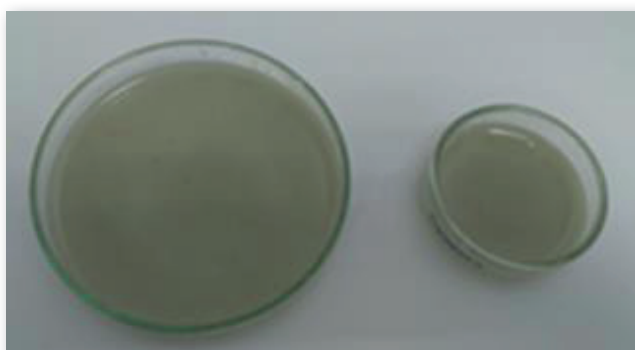
Fuente: elaboración propia.

Figura 3: Moldeo de la resina obtenida a



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Moldeo de la resina obtenida b



Fuente: elaboración propia.

## 6. Resultados

### Aceite de eucalipto

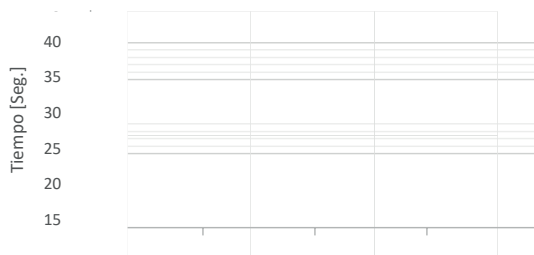
En la figura 5 se representa el comportamiento inverso del tiempo de disolución con respecto a la temperatura de trabajo en la disolución EPS/ aceite de eucalipto, y en la tabla 3 se describe los resultados obtenidos a distintas proporciones en condiciones de 74660,5 pascales y 294,15 °K.

Tabla 3. Proporción EPS/Aceite de eucalipto

Muestra	Proporción EPS: A. eucalipto	Observación
1	1:10	Logra disolverse por completo en 2.20 minutos
2	3:10	Logra disolverse por completo en 6,10 minutos
3	1:2	Logra disolverse por completo luego de 6.30 minutos
4	3:4	Logra disolverse por completo luego de 6.30 minutos
5	1:1	Logra disolverse por completo luego de 9.31 minutos, formando resina de consistencia muy viscosa y pegajosa
6	1.25:1	Luego de 10 minutos no logra disolverse completamente

Fuente: elaboración propia

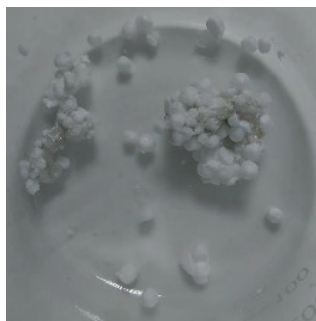
Figura 5. Diagrama temperatura vs. tiempo, disolución EPS en aceite de eucalipto



Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se observa cómo la muestra n.º 6 de la tabla 3 no logra disolver completamente los residuos de EPS, solamente una parte que se aglomera.

Figura 6. Muestra 6 a

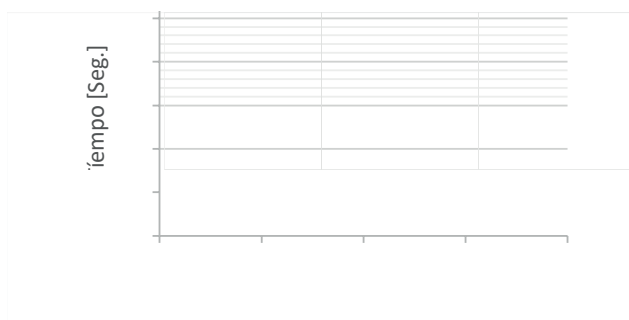


Fuente: elaboración propia.

## D-Limoneno

En la figura 7 se representa el comportamiento inverso del tiempo de disolución con respecto a la temperatura de trabajo en la disolución EPS/ Limoneno y en la tabla 7 se describe los resultados obtenidos a distintas proporciones en condiciones de 74660,5 pascales y 294,15 °K.

Figura 7. Diagrama temperatura vs. tiempo, disolución EPS en D-Limoneno



Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Proporción EPS/ D-Limoneno

Muestra	Proporción EPS: limoneno	Observación
1	1:10	Logra disolverse por completo en 32.97 segundos
2	3:10	Logra disolverse por complete en 1,30 minutos
3	1:2	Logra disolverse por completo en de 3,40 minutos
4	1:1	Logra disolverse por completo luego de 5.30 minutos, formando resina de consistencia muy viscosa y pegajosa
5	1.25:1	Logra disolverse por completo en 6.06 minutos, formando resina de consistencia muy viscosa y pegajosa
6	1.5:1	Luego de 10 minutos no logra disolverse Completamente

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8 se puede comprobar que la muestra n.º 6 de la tabla 4, luego de 10 minutos no logró disolver completamente los residuos de EPS, aunque sí en su gran mayoría.

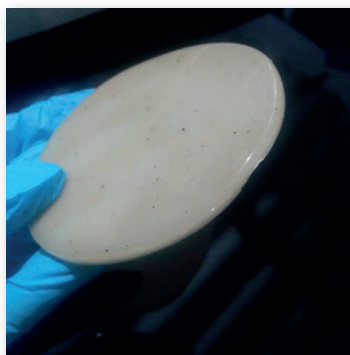
Figura 8. Muestras 6 b



Fuente: elaboración propia.

La disolución completa del poliestireno expandido en D-Limoneno se logró con una relación máxima de 1.25: 1 % en peso, mientras para el aceite de eucalipto se logró con una relación máxima de 1: 1 % en peso.

Figura 9. Producto obtenido a



Fuente: elaboración propia.

Figura| 10. Producto obtenido b



Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 y 10 se muestra uno de los productos poliméricos obtenidos en la disolución EPS-Limoneno, en forma de placa redonda con características como impermeabilidad, aislamiento térmico, flexibilidad y olor a cítricos, cuya aplicabilidad se puede llevar a distintos sectores para la fabricación de productos termoplásticos, Este producto se elaboró a 74660.5 pascales de

presión y 294.15°K en proporción 1:1 EPS-Limoneno, logrando reducir el 96.6 % de el volumen inicialmente ocupado por lo residuos de EPS para su fabricación. Un producto idéntico se obtiene con el aceite de eucalipto.

## 7. Conclusiones

En Colombia es indispensable generar cambios en la manera en que las sociedades consumen y producen para lograr la reducción de desechos y el desarrollo sostenible a nivel global. Este proyecto ofrece una alternativa de producción de polímeros a base de recursos naturales y desechos plásticos, como idea de negocio sostenible que promueve el cumplimiento de las metas 12.2, 12.4, 12.5, 12.8 y 12.a del duodécimo ODS.

En el tratamiento de los residuos de EPS se empleó aceite de eucalipto y limoneno, solventes biodegradables que ofrecen una ruta alternativa a los procesos convencionales tóxicos o con altas demandas energética. A condiciones de 74660,5 pascales y 294,15 °K el aceite de eucalipto disuelve más rápido el EPS, sin embargo, el D-Limoneno logró disolver 25 % más de cantidad que el aceite de eucalipto. En la parte de costos mientras 500 mL de D- Limoneno en concentración del 90 % cuestan USD 8.67, la misma cantidad de aceite de eucalipto a concentración 65 % cuesta USD 23.12. Teniendo en cuenta estos factores es más conveniente el uso de D-Limoneno para reducir costos en la recuperación de los residuos de EPS.

## 8. Financiamiento

Artículo de investigación científica derivado del proyecto de investigación aprovechamiento de residuos de poliestireno expandido del semillero Gestión ambiental financiado por la Universidad EAN. Año de inicio: 2019, año de finalización: 2020.

## Agradecimientos

Agradezco al ingeniero Jeffrey León Pulido por su labor como tutor durante el desarrollo de proyecto y a la Universidad EAN por brindarme los recursos y espacios para llevar este trabajo.

## Referencias bibliográficas

- Acoplásticos. (2017, octubre). *En el congreso se discutirá proyecto para acabar con las neveras de icopor*. <https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-noti/154-ns-171023>
- ANAPE. (2020, febrero). *Reciclado de envases y embalajes de poliestireno expandido usados*. <http://www.anape.es/pdf/eco-eps.pdf>
- EPS Recycling. (2020, febrero). *EPS Recycling international*. <https://epsrecycling.org/>
- Ergut, A., (2007, agosto). Emissions from the combustion of polystyrene, styrene and ethylbenzene under diverse conditions. *Fuel*, 86(12-13), 1789-1799.
- ESPUSATO. (2017, septiembre). *¿Por qué el icopor es un material NO aprovechable?* <http://espusato.gov.co/co/inicio/blog/33-porque-el-icopor-es-un-material-no-aprovechable>
- García. M., (2009, junio). Study of the solubility and stability of polystyrene wastes in a dissolution recycling process. *Waste Management*, (29), 1814-1818. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.01.001>
- López, D., (2014, junio). Tratamiento de residuos de poliestireno expandido utilizando solventes verdes. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8(1), 1-9. [https://www.researchgate.net/publication/299775057\\_TRATAMIENTO\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_POLIESTIRENO\\_EXPANDIDO\\_UTILIZANDO\\_SOLVENTES\\_VERDES\\_WASTE\\_TREATMENT\\_OF\\_EXPANDED\\_POLYSTYRENE\\_USING\\_SOLVENT\\_GREEN#pf7](https://www.researchgate.net/publication/299775057_TRATAMIENTO_DE_RESIDUOS_DE_POLIESTIRENO_EXPANDIDO_UTILIZANDO_SOLVENTES_VERDES_WASTE_TREATMENT_OF_EXPANDED_POLYSTYRENE_USING_SOLVENT_GREEN#pf7)
- National Geographic. (2019, marzo). *¿Es una buena idea quemar los residuos plásticos?* <https://www.nationalgeographic.com/planeta-o-plastico/2019/03/es-una-buena-idea-quemar-los-residuos-plasticos>  
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.01.009>
- National Center for Biotechnology Information. PubChem Database. (2020, febrero). *D-Limonene*, CID=440917. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/D-Limonene>
- National Center for Biotechnology Information. PubChem Database. (2020, febrero). *Eucalyptol*, CID=2758. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eucalyptol>



 ean<sup>®</sup> | Ediciones