

2019

Propuesta técnica y ambiental para el óptimo aprovechamiento del Poliestireno expandido pos consumo en Colombia, a partir de las empresas localizadas en Bogotá. D.C

Karen Tatiana Guzmán Pico
Universidad de La Salle, Bogotá

Harrison Prado Restrepo
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Guzmán Pico, K. T., & Prado Restrepo, H. (2019). Propuesta técnica y ambiental para el óptimo aprovechamiento del Poliestireno expandido pos consumo en Colombia, a partir de las empresas localizadas en Bogotá. D.C. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1145

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**PROPUESTA TÉCNICA Y AMBIENTAL PARA EL ÓPTIMO APROVECHAMIENTO
DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO POS CONSUMO EN COLOMBIA, A PARTIR DE
LAS EMPRESAS LOCALIZADAS EN BOGOTA. D.C.**

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

BOGOTA D.C

2019.

**PROPUESTA TÉCNICA Y AMBIENTAL PARA EL ÓPTIMO
APROVECHAMIENTO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO POS CONSUMO EN
COLOMBIA, A PARTIR DE LAS EMPRESAS LOCALIZADAS EN BOGOTA. D.C.**

KAREN TATIANA GUZMAN PICO

HARRISON PRADO RESTREPO

Trabajo de grado para obtener el título en

Ingeniero Ambiental y Sanitario.

DIRECTORA

BEATRIZ ELENA ORTÍZ GUTIÉRREZ

ABOGADA

ESP. Y MSC. EN DERECHO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

BOGOTÁ D.C

2019.

Agradecimientos y Dedicatorias

Dedico este proyecto a Dios por permitirme disfrutar a mi familia y mostrarme el camino hacia la superación de adversidades, a mi familia por ser los principales motores de mis sueños, y por permitirme cumplir este proyecto, agradezco a la profesora Beatriz Ortiz que con su apoyo, paciencia y comprensión configuraron esta investigación, que de forma consciente o inconsciente han formado mi carácter, conocimiento y experiencia, gracias a mi compañero Harrison Prado porque sin su ayuda no habría logrado culminar con éxito este proyecto, a mi amiga Andrea González que ha estado siempre apoyándome y compartiendo conocimientos, alegrías, tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado, para que este proyecto de vida se hiciera realidad.

Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Karen Guzman Pico

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por permitirme lograr esta nueva meta, la cual no fue fácil, pues en esos momentos en los que me sentía caer, siempre me aferré a él y en silencio solo decía “Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”, y así era como retomaba fuerzas para seguir adelante, acordándome del gran esfuerzo que realizó mi madre e imaginándome la alegría que ella sentiría al momento de verme lograr este objetivo. Esa era mi motivación, y hoy que lo he logrado quiero dedicarle este trabajo a ella, a mi familia, a la directora de tesis y a mi compañera de trabajo, puesto que todo esto también fue posible gracias al apoyo, colaboración y paciencia de cada uno de ellos.

Harrison Prado Restrepo.

Abreviaturas y Siglas.

ABS Acrilonitrilo butadieno estireno

ACOPLASTICOS Asociación Colombiana de plásticos.

ANAPE Asociación nacional de poliestireno expandido.

BOPS Poliestireno Biorientado

CEFEDER Centro franciscano de estudios y desarrollo regional.

CFCs clorofluorocarbonos

CEMPRE Compromiso empresarial para el reciclaje.

CONPES Consejo nacional de política económica y social.

DANE Departamento administrativo nacional de estadísticas

DNP Departamento Nacional de Planeación

EPS Poliestireno expandido pos consumo.

GPPS Poliestireno Cristal

HCFCs Hidroclorofluorocarbonados

HFCs Hidrofluorocarburos.

HIPS Poliestireno de alto impacto.

MADS Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

PA Poliamida

PC Policarbonato

PEAD Polietileno de alta densidad.

PEBD Polietileno de baja densidad

PET Tereftalato de polietileno

PP Polipropileno.

PS Poliestireno

PVC Poli cloruro de vinilo

RSDJ Relleno sanitario Doña Juana.

SAN Estireno acrilonitrilo

SSPD Superintendencia de servicios publicos domiciliarios.

TGA Termogravimetria

XPS Poliestireno extruido

Tabla de contenido

Resumen	- 1 -
Abstract	- 2 -
Introducción y Justificación	- 3 -
1. Objetivos	- 4 -
1.1. General	- 4 -
1.2. Objetivos Específicos.	- 4 -
2. Marco de referencia	- 5 -
2.1. Marco conceptual.	- 5 -
2.2. Marco Teórico	- 11 -
2.3. Obtención del Poliestireno expandido.	- 12 -
2.4. Tipos de Poliestireno.	- 16 -
2.5. Aplicaciones del Poliestireno expandido.	- 18 -
2.6. Ciclo de vida del poliestireno expandido.	- 19 -
2.7. Procesos para el reciclado de Poliestireno expandido.	- 21 -
2.8. Plásticos.	- 24 -
2.9. Tipos de plásticos.	- 25 -
2.10. Aplicaciones de los Plásticos.	- 26 -

2.11. Alistamiento.	- 27 -
3. Marco Legal.	- 28 -
4. Antecedentes.	- 30 -
5. FASE I: Identificación de la cantidad de poliestireno expandido pos consumo susceptible a ser aprovechado en el área de estudio.	- 34 -
5.1. Recopilación de Información.	- 34 -
5.2. Análisis de la información para el Balance de masa	- 38 -
5.3. Entradas al Balance de Masa	- 41 -
5.4. Salidas del Balance de Masa	- 42 -
6. FASE II: Identificación de la viabilidad de los diferentes procesos actuales de aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo en el área de estudio.	- 44 -
6.2. Indagación Preliminar.	- 46 -
6.2.1. Identificación de las empresas agremiadas a Acoplásticos.	- 53 -
6.2.2. Empresas no agremiadas a Acoplásticos.	- 75 -
6.3. Trabajo de campo	- 79 -
6.3.1. Análisis de los resultados de la aplicación de las encuestas	- 83 -
6.3.2. Información general	- 84 -
6.3.2. Información Preliminar.	- 89 -

6.3.3. Recolección y Transporte.....	- 101 -
6.3.4. Almacenamiento.	- 103 -
6.3.5. Transformacion y Producto Final.....	- 104 -
6.3.6. Demanda y Utilidad.....	- 108 -
6.4. Definición de análisis de Barreras y oportunidades.....	- 109 -
6.4.1. Aplicación de la Encuesta.....	- 111 -
7. FASE III <i>Análisis de barreras y oportunidades del aprovechamiento del poliestireno</i> <i>expandido pos consumo en Bogotá D.C.....</i>	- 112 -
7.1. Utilidad	- 112 -
7.1.2. Punto de Equilibrio.....	- 114 -
7.1.3. Margen de contribución	- 116 -
7.2. Aplicación del Análisis de Barreras y Oportunidades.....	- 121 -
8. Propuesta Ambiental y Técnica para el aprovechamiento de poliestireno expandido pos consumo en Bogotá.....	- 129 -
8.1. Propuesta Ambiental.....	- 129 -
9. Conclusiones.....	- 139 -
10. Recomendaciones.....	- 142 -
11. Referencias	- 144 -

12. Anexos.....	- 152 -
12.1 Anexo 1 Actas de reunión organizaciones.....	- 152 -
12.2. Anexo 2. Resultados Encuestas Cuantitativas a organizaciones.....	- 157 -
2.1. Equipos de producción.....	- 160 -
2.2. Insumos.....	- 168 -
2.3. Calculo de la varianza.....	- 169 -
2.4. Desviación estándar.....	- 179 -
12.3. Anexo 3. Diagramas de procesos.....	- 181 -
Anexo 3.1. Diagrama de procesos de la organización Plastiprateco.....	- 181 -
Anexo 3.2. Diagrama de procesos de la organización Planet Panel.....	- 182 -
Anexo 3.3 Diagrama de procesos de la organización Promaplast.....	- 183 -
Anexo 3.4 Diagrama de procesos de la organización Dr. Calderon Labs.....	- 184 -
12.4. Anexo 4. Matrices de impacto de las organizaciones.....	- 185 -
Anexo 4.1 Matriz de impacto de la organización Plastiprateco.....	188
Anexo 4.2 Matriz de impacto de la organización Planet Panel.....	189
Anexo 4.3 Matriz de impacto de la organización Promaplast.....	191
Anexo 4.4 Matriz de impacto de la organización Dr. Calderón Labs.....	193
12.5. Anexo 5. Encuestas Cualitativas a las organizaciones.....	1

Índice de tablas

Tabla 1. Propiedades Físicas del poliestireno expandido.	- 15 -
Tabla 2 Tipos de plásticos utilizados.....	- 25 -
Tabla 3 Aplicaciones de las resinas más utilizadas.	- 26 -
Tabla 4. Tipo de alistamiento de los plásticos según su rigidez y flexibilidad.	- 28 -
Tabla 5. Marco legal.	- 29 -
Tabla 6. Empresas que recolectan, clasifican, transporta o comercializan residuos de poliestireno.	- 54 -
Tabla 7. Empresas que recolectan, clasifican,, transporta o comercializan residuos de poliestireno pos consumo.	- 56 -
Tabla 8. Empresas que recolectan, seleccionan, clasifican, transporta o comercializan residuos de poliestireno en Bogotá.....	- 59 -
Tabla 8. Empresas que recolectan, seleccionan, clasifican, transporta o comercializan residuos de poliestireno en Bogotá D.C	Error! Bookmark not defined.
<i>Tabla 9. Organizaciones que adquieren residuos de poliestireno seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado a partir de poliestireno.</i>	- 65 -

Tabla 10. Organizaciones que adquieren residuos de poliestireno seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado a partir de poliestireno pos consumo..... - 67 -

Tabla 11. Empresas que adquieren residuos de poliestireno pos consumo y prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado en Bogotá D.C..... - 68 -

Tabla 12. Empresas Transformadoras de residuos de poliestireno. - 72 -

Tabla 13. Transformadoras de residuos de poliestireno pos consumo. - 73 -

Tabla 14. Empresas transformadoras de residuos de poliestireno pos consumo en Bogotá. D.C-
74 -

Tabla 15. Organizaciones aprovechadoras de Poliestireno expandido posconsumo que no se encuentran agremiadas a Acoplásticos..... - 76 -

Tabla 16. Información general del trabajo de campo - 79 -

Tabla 17. Parámetros específicos de análisis en la encuesta - 83 -

Tabla 18. Información preliminar de las organizaciones. - 89 -

Tabla 19. Frecuencia de las dificultades y facilidades en las etapas del proceso..... - 94 -

Tabla 20. Aspectos e impactos ambientales de la organización Plastiprateco. - 97 -

Tabla 21. Aspectos e impactos ambientales de la organización Planet Panel..... - 98 -

Tabla 22. Aspectos e impactos ambientales de la organización Promaplast..... - 99 -

Tabla 23. Aspectos e impactos ambientales de la organización Dr. Calderón Labs	- 100 -
Tabla 24. Información de recolección y transporte de las organizaciones.	- 101 -
Tabla 25. Información de almacenamiento de los residuos de poliestireno pos consumo de las organizaciones.	- 103 -
<i>Tabla 26. Cantidad aprovechada de residuos de poliestireno expandido pos consumo por producto de la organización Planet Panel.</i>	<i>- 106 -</i>
Tabla 27. Cantidad aprovechada de residuos de poliestireno expandido pos consumo por producto de la organización Dr. Calderón labs.	- 107 -
Tabla 28. Demanda y utilidad de las organizaciones.	- 108 -
Tabla 29. Punto de equilibrio de las organizaciones.	- 115 -
Tabla 30. Margen de Contribución de las organizaciones.	- 117 -
Tabla 31. Competitividad del producto en el mercado.	- 121 -
Tabla 32. Consolidación de la organización.	- 124 -
Tabla 33. Ajuste Normativo	- 125 -
Tabla 34. Ubicación.	- 127 -
Tabla 35. Impactos ambientales.	- 127 -
Tabla 36 Barreras y oportunidades identificadas.	- 128 -
Tabla 37 Información General de las Organizaciones.	- 157 -

Tabla 38 Información preliminar de las organizaciones.	- 157 -
Tabla 39. Información de recolección y transporte de las organizaciones.	- 158 -
Tabla 40. Información de almacenamiento de los residuos de poliestireno pos consumo de las organizaciones.	- 159 -
<i>Tabla 41. Transformación y producto final de las organizaciones.</i>	<i>- 160 -</i>
Tabla 42. Especificaciones técnicas de Trituradora de los procesos.	- 161 -
Tabla 43. Especificaciones técnicas de lavadora-Secadora de los procesos.	- 161 -
<i>Tabla 44. Especificaciones técnicas de Preexpansor del proceso.</i>	<i>- 162 -</i>
Tabla 45. Especificaciones técnicas de la compactadora-Bloquera de los procesos.	- 163 -
Tabla 46. Especificaciones técnicas de la extrusora de los procesos.	- 163 -
Tabla 47. Especificaciones técnicas de peletizadora de proceso.	- 164 -
Tabla 48. Especificaciones técnicas de la prensa hidráulica de los procesos.	- 164 -
Tabla 49. Especificaciones técnicas del horno de pirolisis de los procesos.	- 165 -
Tabla 50. Especificaciones técnicas de las torres de desparafinado de los procesos.	- 166 -
Tabla 51. Especificaciones técnicas de la torre de condensación de crudo de los procesos.	- 167 -
-	
Tabla 52. Especificaciones técnicas del bombo de destilación de los procesos.	- 168 -
Tabla 53. Número de productos.	- 171 -

Tabla 54. Tenencia de Infraestructura	- 171 -
Tabla 55. Suficiencia de áreas de procesos	- 171 -
Tabla 56. Actividad propia de recolección	- 172 -
Tabla 57. Recepción del material	- 172 -
Tabla 58. Forma de recolección	- 172 -
Tabla 59. Suficiencia del Área de acopio	- 173 -
Tabla 60. Proceso de reducción	- 173 -
Tabla 61. Equipos de producción	- 173 -
Tabla 62. Personal en el área de operación	- 174 -
Tabla 63. Operación de la organización	- 174 -
Tabla 64. Financiación de Entidades	- 175 -
Tabla 65. Calculo de la Varianza para cada variable.	- 177 -
Tabla 66. Desviación estándar de cada variable	- 179 -
Tabla 67. Criterios de valoración de impactos ambientales.	- 185 -

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Código SPI del poliestireno.....	- 16 -
Ilustración 2. Etapas del ciclo de vida un vaso de poliestireno expandido.	- 20 -
Ilustración 3.areas de actividad de la ciudad de Bogota D.C	- 48 -
<i>Ilustración 3.areas de actividad de la ciudad de Bogota D.C</i>	- 49 -
Ilustración 4. Modelo de ordenamiento y ocupacion supramunicipal.....	- 51 -
Ilustración 4. Modelo de ordenamiento y ocupacion supramunicipal.....	- 52 -
Ilustración 5. Ubicación de las Organizaciones.....	- 84 -
Ilustración 6. Leyendas de mapa de áreas de actividad del POT de Bogotá	- 85 -
Ilustración 7. Ubicación de la Organización Planet Panel SAS	- 86 -
Ilustración 8. Ubicación de la Organización Promaplast.	- 87 -
Ilustración 9. Convenciones y leyendas del mapa de modelo de ordenamiento y ocupación supramunicipal.	- 88 -
Ilustración 10. Ubicación Organización Plastiprateco y Dr. Calderón Labs.....	- 88 -
Ilustración 11.Transformacion y producto final de las organizaciones.....	- 104 -
Ilustración 13. Metodología de la UNTACD	- 134 -
Ilustración 14. Relación Factores técnicos y ambientales de la propuesta.	- 137 -

Índice de ecuaciones.

Ecuación 1 Ecuación general de la cantidad de poliestireno expandido posconsumo en la ciudad de Bogota.	- 39 -
Ecuación 2 Consumo aproximado de materias plasticas en Bogota D.C	- 41 -
Ecuación 3 Consumo de poliestireno expandido en la ciudad de Bogotá D.C	- 42 -
Ecuación 4. Ecuación de Utilidad.	- 113 -
Ecuación 5. Ecuación de Ingresos y costos totales.....	- 113 -
Ecuación 6 Ecuación de punto de equilibrio.	- 114 -
Ecuación 7. Ecuación de Margen de contribución.	- 116 -
Ecuación 8. Ecuación de ingresos totales.	- 117 -
Ecuación 9 Ecuación de costo Variable total.	- 117 -
<i>Ecuación 10. Ecuación de rentabilidad.</i>	<i>- 119 -</i>
<i>Ecuación 11. Rentabilidad para Planet Panel S.A.S.....</i>	<i>- 120 -</i>
Ecuación 12. Proporción de Éxitos.....	- 175 -
Ecuación 13. Proporción de fracasos.....	- 175 -
Ecuación 14. Proporción de éxitos.	- 176 -
Ecuación 15. Proporción de Fracasos.....	- 176 -

Ecuación 16. Varianza..... - 177 -

Ecuación 17. Desviación estándar..... - 179 -

Resumen

De acuerdo a la política nacional de residuos sólidos CONPES 3874 del 21 de noviembre del 2016 y con el fin de fortalecer la economía circular, el presente proyecto se desarrolló como estrategia para potencializar el aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo en la ciudad de Bogotá D.C, planteando una propuesta técnica y ambiental que permita fortalecer la cadena de valor del residuo, incrementando los niveles de separación en la fuente y de aprovechamiento, mediante alianzas estratégicas, dando cumplimiento a lo estipulado en la resolución 1407 de 2018.

Para lograr lo anterior, como primera medida se cuantificó la cantidad aproximada de poliestireno expandido pos consumo generado en el área de estudio y el porcentaje que es aprovechado anualmente. Por consiguiente también se identificaron cuatro empresas que valorizan este residuo y mediante encuestas se analizaron sus diferentes procesos, características técnicas y económicas de cada uno de ellos. Finalmente se estableció un análisis de barreras y oportunidades para identificar las ventajas y desventajas que han presentado las empresas durante su trayectoria para posteriormente proponer soluciones.

En conclusión, se determinó que para poder aumentar el porcentaje de aprovechamiento respecto a las 12246 toneladas /año de poliestireno expandido pos consumo que llegan al relleno sanitario, o ecosistemas, es necesario fortalecer el proceso de recolección regulando las tarifas en las cuales el acondicionador o recuperador se beneficie económicamente por el volumen de material recolectado y no por el peso, además que aumente la participación y responsabilidad de todos los actores de la cadena de valor, en forma conjunta que permita gestionar ambientalmente este residuo.

Abstract

In accordance with the CONPES 3874 national solid waste policy of November 21, 2016 and to strengthen the circular economy, this project was developed as a strategy to maximize the use of expanded polystyrene after consumption in the city of Bogotá DC, proposing a technical and environmental proposal that allows Strengthening the value chain of waste, increasing levels of separation at source and use, through strategic alliances, in accordance with the provisions of resolution 1407 of 2018.

To achieve the above, as a first measure the approximate amount of expanded polystyrene after consumption generated in the study area was quantified and the percentage that is used annually. Therefore, four companies that value this waste were also identified and, through surveys, their different processes, technical and economic characteristics of each of them were analyzed. Finally, an analysis of barriers and opportunities was established to identify the advantages and disadvantages that companies have presented during their trajectory to later propose solutions.

In conclusion, it was determined that in order to increase the percentage of utilization with respect to the 12,246 tons / year of expanded polystyrene after consumption that reach the sanitary landfill, or ecosystems, it is necessary to strengthen the collection process by regulating the rates at which the conditioner or recuperator is economically benefited by the volume of material collected and not by the weight, in addition to increasing the participation and responsibility of all actors in the value chain, in a joint manner that allows environmentally manage this waste.

Introducción y Justificación

Colombia ingresó a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), gracias a la expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos CONPES 3874 de 2016 (MADS, 2017); Sin embargo las dinámicas económicas y sociales del país han llevado a que la problemática vaya cada día en aumento, partiendo de que a la fecha, Colombia ha desarrollado un modelo de gestión de residuos sólidos acorde con el modelo económico de producción y consumo lineal.

Hasta el momento no existen suficientes incentivos económicos, normativos y regulatorios para minimizar la generación de residuos sólidos y aumentar los niveles de aprovechamiento, lo cual hace insostenible el modelo lineal de manejo de residuos. (DNP, 2016). Por esta razón es importante fortalecer la transición hacia una economía circular, como lo planea el CONPES 3874 del 2016 encaminando a las entidades y al país hacia acciones que permitan disminuir los residuos que finalicen en los rellenos sanitarios y que puedan reducir su vida útil.

Por lo descrito anteriormente, el presente proyecto busca brindar una propuesta como herramienta de apoyo para la gestión integral del poliestireno expandido pos consumo en la ciudad de Bogotá D.C., fomentando la economía circular de forma que se potencialice su aprovechamiento, en virtud de reducir las toneladas que se disponen en el relleno sanitario y planteando un trabajo conjunto entre todos los actores de la cadena de valor para la gestión eficiente de este residuo.

1. Objetivos

1.1.General

Establecer una propuesta técnica y ambiental factible para potencializar el aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo.

1.2.Objetivos Específicos.

- Identificar la cantidad de poliestireno expandido pos consumo posible a ser aprovechado.
- Analizar las características técnicas y procesos de aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo existente en las principales empresas (representativas) recuperadoras agremiadas a Acoplásticos.
- Realizar un análisis de barreras y oportunidades a partir de la información obtenida para potencializar el aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo.

2. Marco de referencia

2.1. Marco conceptual.

- Aglutinado: Residuo plástico seleccionado, clasificado y molido que se somete a un proceso mecánico de compactación, antes de someterlo a otros procesos mecánicos o venderlo como materia prima recuperada. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Acondicionamiento: Actividad mediante la cual los residuos plásticos son sometidos a operaciones de selección, reducción de tamaño, limpieza y/o control de calidad, para su posterior transformación. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Centro de acopio: Lugar donde los residuos sólidos son adecuadamente almacenados y/o separados y clasificados según su potencial de uso o transformación, sin afectar el entorno ambiental (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Ciclo de vida Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto, desde la extracción de las materias primas, pasando por la producción de los materiales y productos intermedios, desde las partes hasta los productos, a lo largo del uso del producto o la operación del servicio, hasta el reciclaje y eliminación final (Ministerio federal de Cooperacion Economica y Desarrollo, 2016)

- Economía circular En el sentido de prevenir residuos y de usarlos, ahora también dentro de un ciclo cerrado. (Ministerio federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 2016)
- Escamas: Resultado del proceso de molido de un residuo plástico que ha pasado por distintos procesos. (Alvarez, 2015)
- Extrusión: Para esta etapa se requiere una máquina compuesta por una tolva de carga, un cilindro, y un husillo extrusor, en forma de tornillo, que gira. El material pequeño se carga en una tolva y desciende por gravedad a la cámara de extrusión, donde el husillo se encarga de introducirlo, transportarlo y comprimirlo. Mediante este proceso se fabrican láminas, películas, tubos y otros perfiles con secciones transversales de diferente geometría que incluso pueden usarse como materia prima para otros procesos. (Escobar, 2013).
- FOB (Free On Board): es decir, todo costo hasta el embarque o envío de las mercancías ya sea mediante, barco, avión o por carretera (empaquetar y transporte hasta el punto de envío), son asumidos por el vendedor, el resto de todos los gastos que existan para llevar la mercancía a destino, son a cuenta del comprador, (Enciclopedia financiera, 2018)
- Granza plástica: Producto obtenido del proceso de peletizado, este puede tener forma de bolitas, gránulos o polvos, que después se pueden procesar o moldear. (Saramago, 2011)

- **Inyección:** Es el proceso cíclico en el cual el polímero se procesa en diferentes etapas que conforman el ciclo de inyección. La conversión se lleva a cabo al plastificar el polímero termoplástico (mediante el suministro de energía proveniente de una fuente de calor y el trabajo mecánico aportado por el husillo) e inyectarlo y hacerlo fluir por medio de alta presión dentro de la cavidad de un molde, donde nuevamente el polímero es llevado al estado sólido (mediante el retiro de energía a través del intercambio con un refrigerante) tomando la forma de la cavidad en que se solidificó. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Importación:** Introducción legal de mercancía para su uso o consumo en un territorio aduanero, en este caso aplica para los residuos plásticos originarios del exterior e introducidos a Colombia. (Gobierno de Argentina, 2015)
- **Material virgen:** Materiales de nueva producción que van a procesarse por primera vez. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Materia prima recuperada:** : Corresponde a la materia prima que en un proceso se recupera para sí mismo, y que es reutilizada en la fabricación de nuevos productos (Procolombia , 2019)
- **Plásticos espumados:** Polímeros en los que se han introducido o generado gases durante el procesamiento por un agente espumante. En los procesos de moldeo o extrusión para hacerlos más ligeros y con mejores propiedades como por ejemplo,

aislante térmico y/o acústico. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)

- Plásticos mezclados: Producto o material de residuos plásticos constituidos por diferentes tipos de resinas plásticas. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Plástico reciclado: Material plástico proveniente de los residuos, que después de ser recuperado y acondicionado, se transforma, solo o mezclado con resina virgen y otros aditivos, en un nuevo producto. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Plástico remolido: Material plástico resultante de la molienda de los residuos plásticos pos-industria, para su uso interno. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Plástico reconstituido: Plástico obtenido por síntesis química de los compuestos provenientes de la descomposición química o térmica de los residuos plásticos. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- Peletizado: Proceso consistente en la formación de granulado de material plástico. Para lograr esto, se utiliza una extrusora, la cual emplea como material de consumo, el previamente aglutinado. Aplicando presión y calor, se funde el material plástico en una cámara diseñada para tal fin dentro de la cual se encuentra un tornillo, el cual facilita la fundición y el transporte del plástico fundido hasta una boquilla donde se da forma cilíndrica al material que sale de la boquilla, se

enfría en un tanque de refrigeración, se hala el material por medio de un halador rotatorio y se parte en trozos pequeños con una máquina picadora (Perez, 2011)

- **Reciclador:** Persona que de manera informal desarrolla procesos de aprovechamiento de los residuos reciclables. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Reciclaje de plásticos:** Proceso por el cual los residuos plásticos provenientes de la pos- industria o el pos consumo son separados en la fuente, recolectados selectivamente, acondicionados y/o transformados en nuevas materias plásticas, en nuevos productos plásticos, en productos químicos o en energía. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Resina virgen:** Material plástico que no ha sido sometido a alguna transformación. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Residuos de procesos industriales:** Aquellos materiales, sustancias u objetos sobrantes de cualquier operación, actividad o proceso productivo tanto en sus procesos intermedios de producción o en su procesamiento final. (Gomez, 2010)
- **Residuos Pos Consumo:** Residuos originados en las diferentes actividades de consumo cuando los productos, ya sean plásticos únicos o mezclas de plásticos entre sí o con otros materiales, terminan el periodo de vida útil o pierden su utilidad lámina (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)

- **Recuperación de materiales Restauración de materiales** que se encuentran en el flujo de residuos para un uso beneficioso que puede tener fines distintos del uso original (Ministerio federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 2016)
- **Soplado:** Es un proceso de fabricación continuo o discontinuo de producción de una pieza hueca con paredes delgadas a partir de materiales termoplásticos. Hay dos principales métodos de soplado, por inyección o por extrusión (Archbold, 2018)
- **Termo formado:** Es un proceso en el cual se usa una lámina plana extruída de material termoplástico para darle la forma deseada. El termo formado consta de dos pasos principales: calentamiento y formado. La duración del ciclo de calentamiento necesita ser suficiente para ablandar la lámina (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)
- **Trituración:** Proceso de reducción de materiales comprendido entre los tamaños de entrada de un metro a un centímetro (0,01m), diferenciándose en trituración primaria (de 1 m a 10 cm) y trituración secundaria (de 10 cm a 1 cm). La trituración implica sólo una transformación física de la materia sin alterar su naturaleza. Industrialmente se utilizan diferentes tipos de máquinas de trituración y suelen clasificarse de acuerdo a la etapa en que se utilizan y el tamaño de material tratado. (Escobar, 2013).
- **Valorización:** Cualquier operación cuyo resultado principal es, ya que se le dé una función útil a un desecho, al sustituir otros materiales que habrían servido para

cumplir con una función específica, ya que se prepare el desecho para que cumpla con esa función en la planta industrial o en la economía en general. (Ministerio federal de Cooperación Económica y Desarrollo, 2016).

2.2. Marco Teórico

La cultura consumista se ha ido expandiendo por causa de la globalización y a su vez conlleva una serie de repercusiones en los diferentes ecosistemas naturales; una de ellas es

la generación de residuos, los cuales muchos de estos se pueden reincorporar a su ciclo de vida, otros se degradan en periodos cortos de tiempo; también existen los peligrosos que pueden presentar riesgos para el ambiente o la salud humana y los residuos que “no se re incorporan en el medio a través de los ciclos biogeoquímicos de la materia” (Peña, 2013) es decir, los residuos de difícil aprovechamiento. En este último, se va a enfocar el presente proyecto, específicamente en el poliestireno expandido.

Debido a lo anterior y a la escasa gestión del residuo es evidente como el poliestireno expandido se ha acumulado en los diferentes ecosistemas naturales. Por ejemplo, en la principal arteria fluvial del país, “el río Magdalena , en el área costera del departamento del Atlántico, específicamente en sector de Puerto Colombia en la zona litoral del Bajo Ostión, donde sus playas soportan la más alta actividad turística popular y desordenada, que se manifiesta en una alta acumulación de residuos sólidos, principalmente de plásticos e icopor, que es frecuente observar a lo largo del recorrido” (GUTIÉRREZ, BORJA ACUÑA, & TRONCOSO OLIVO, 2011) .

3.2.1. El poliestireno expandido (icopor).

En 1831 un líquido incoloro, el estireno, fue aislado por primera vez de una corteza de árbol. Hoy día se obtiene mayormente a partir del petróleo, luego en 1839 Eduard Simón, destilo resina de ambar con una solución de carbonato de sodio, a la que la llamo Estirol, tiempo después el químico Alemán Staudinger caracterizo al poliestireno, insumo que sirvió durante la segunda guerra mundial para la firma BASF (Alemania) y Dow Chemical (Estados unidos) que inician investigaciones que conllevan a Poliestireno expandible. (Chavez, 2014).

El Poliestireno expandido, se origina a partir del polímero estireno y se puntualiza como un material rígido de celda cerrada rellena de aire, el cual se polimeriza con agua y un agente expansión (el pentano), es decir a partir de la transformación del Poliestireno no expandible. (Chavez, 2014).

2.3.Obtención del Poliestireno expandido.

La materia prima es el Poliestireno expandible, este material se trasforma principalmente por medio de dos procesos, la polimerización suspendida del estireno en perlas esféricas que contienen al agente detonador, lo que lleva a un proceso de varias etapas y el de incorporación del agente detonante en la extrusión de Poliestireno común; este último proceso es más comúnmente usado para la producción de EPS para embalaje. El primer proceso de producción permite el transporte de las perlas preformadas hasta un sitio de expansión final, donde se expandirán dentro de un molde a través de vapor. (Chavez, 2014)

- **Polimerización por suspensión:** En este proceso de polimerización, el monómero en fase dispersa se polimeriza en un medio acuoso en el cual se añade un agente iniciador, el cual es soluble en aceite. El monómero se dispersa debido a la acción de un agitador dentro del reactor y por la acción de algún estabilizador soluble en agua formando pequeñas gotas sólidas de polímero (Chavez, 2014).
- **Preparación del Reactor:** Para la manufactura de EPS, la polimerización por suspensión es llevada a cabo en un reactor batch de camisa, junto con un mezclador y comúnmente dos deflectores¹⁹. El reactor es llenado con monómero de estireno y agua, así como los aditivos necesarios, El reactor se calienta gradualmente para iniciar la reacción de polimerización (Chavez, 2014).
- **Polimerización e Impregnación:** Se divide en dos etapas, la primera es la formación de las partículas de EPS y la segunda es la impregnación del agente detonante. En estas dos etapas se usan diferentes iniciadores, para la primera dibenzol peróxido en una temperatura aproximada de 90°C y para la segunda Ter-butyl peroxibenzoato en un rango de temperaturas de entre 115 a 130°C. (Chavez, 2014).
- **Formación de partículas y estabilización:** En general la formación de perlas de EPS inicia en el reactor debido a la energía cinética que se genera debido a la agitación de las moléculas. A medida que el proceso continúa, las perlas aumentan de tamaño hasta llegar a una fase de inestabilidad debida a la falta de un estabilizador en la suspensión, llamada fase pegajosa. (Chavez, 2014).

- **Formado y Maduración:** En esta etapa las partículas de EPS son calentadas mediante vapor saturado por arriba de la temperatura de transición vítrea en una preforma. El agente detonador alojado en la matriz de Poliestireno se expande formando un sistema de celdas esférico, se presenta un vacío dentro de la perla de EPS, debido al pentano remanente del preformado. En la maduración, la perla de Poliestireno Expansible se enfría por un periodo dado, de tal forma que penetre aire dentro de las celdas de la perla igualando la presión atmosférica. (Chavez, 2014).

- **Espumado Final:** La versatilidad del Poliestireno Expandido es su facilidad de manejo, ya que la perla pre expandida puede tomar cualquier forma dentro de un molde donde se expande hasta su volumen fina. (Chavez, 2014).

Tabla 1. Propiedades Físicas del poliestireno expandido.

Resumen propiedades físicas		
Propiedad	Unidades	Valores margen de oscilación
Densidad nominal	Kg/m ³	10-35
Densidad mínima	Kg/m ³	9-31.5
Espesor mínima	mm	50-20
Conductividad térmica a 10°C	mW/(mK)	46-33
Tensión por compresión con deformación del 10%	Kpa	30-250
Resistencia permanente a la compresión con una deformación del 2%	Kpa	15-70
Resistencia a la flexión	Kpa	50-375
Resistencia al Cizallamiento	Kpa	25-184
Resistencia a la tracción	Kpa	<100-580
Módulo de elasticidad	Mpa	<1.5-10.8
Indeformabilidad al calor duradera con 20.000 N/m ²	°C	80
Indeformabilidad al calor instantánea	°C	100
Coefficiente de dilatación térmica lineal	1/K(xE-5)	5-7
Capacidad de reacción al fuego	J/(kgK)	1210
Clase de reacción al fuego	-	M1-M4
Absorción de agua en condiciones de inmersión al cabo de 7 días	% (Vol)	0.5-1.5

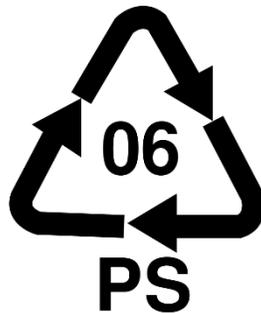
Fuente: (Escobar, 2013)

El poliestireno es un producto convencionalmente atáctico y amorfo, y por lo tanto transparente. Al igual que otras resinas, el PS es relativamente inerte a los productos químicos inorgánicos. Químicamente, es un polímero de adición obtenido a partir de una adición rápida de una molécula de estireno (del doble enlace) a una cadena del polímero en crecimiento, es resistente a los álcalis, ácidos y agentes oxidantes y reductores (Lopez, 2016).

En 1988, la Society of the plástico Industry (SPI), de EE.UU, desarrollo un sistema de códigos para la identificación de los distintos tipos de plástico que se utilizan en la fabricación

de productos. Este sistema se lo denomina código SPI y facilita la clasificación para su posterior reciclado, Los productos plásticos se identifican mediante un símbolo compuesto de tres flechas que forman un triángulo con su número en el centro y letras en la base. Este ha sido simbología universal del reciclaje, (Centro de informacion tecnica CIT, 2013), en este caso el número 6 en el código SPI lo ocupa el poliestireno y todas sus tipologías.

Ilustración 1. Código SPI del poliestireno.



Fuente: (Centro de informacion tecnica CIT, 2013)

2.4. Tipos de Poliestireno.

Existen diferentes tipos de poliestirenos que son utilizados en diferentes aplicaciones. Los principales tipos de poliestireno se describen a continuación:

- **Poliestireno de propósito general (GPPS):** Es llamado también poliestireno cristal, y se trata del polímero puro. Se caracteriza por su transparencia y fragilidad. A estas resinas se le pueden adicionar fácilmente color. Es fácil de moldear, tiene buenas propiedades eléctricas y excelente resistencia a la radiación gamma. Tienen baja resistencia química, es susceptible a la radiación UV y es inflamable. (Lopez, 2016)

- **Poliestireno de alto impacto (HIPS):** Este poliestireno fue desarrollado para superar la desventaja del GPPS; su fragilidad. El HIPS es una mezcla entre poliestireno y un elastómero. La presencia del elastómero mejora su resistencia al impacto (Harper, 2003) , Un método de producción es mezclar 94% p/p de PS con 6% de estireno-1,3-butadieno, el cual tiene un 30% de estireno. La mezcla se produce disolviendo 4% de polibutadieno en estireno, y enseguida hacer la polimerización en solución. El HIPS es una matriz de poliestireno conteniendo partículas esféricas de polibutadieno de 0,1 a 10 μm , dependiendo del método de polimerización, (Bower, 2002), Entre sus propiedades generales se encuentra que pueden tener siete veces más resistencia al impacto que el poliestireno ordinario, pero aproximadamente la mitad de la resistencia a la tracción, una menor dureza y un punto de reblandecimiento alrededor de 15 ° C más baja. (Lopez, 2016)

- **Poliestireno expandido (PSE):** Este poliestireno es utilizado como aislante y se caracteriza por tener densidades bajas (16 kg/m^3). Es fabricado por diferentes métodos, en los que es utilizado un agente de expansión, como un hidrocarburo de bajo punto de ebullición (n-pentano). El proceso de polimerización es llevado principalmente por suspensión en el que se producen perlas pre-espumadas impregnadas por el agente de expansión. Estas perlas son sometidas a un proceso de post-polimerización: por moldeo por vapor o por moldeo por inyección o extrusión, en los cuales se incrementa la temperatura y se da la expansión por la volatilización del hidrocarburo y por procesos de osmosis del vapor de agua, que logra una mayor expansión del polímero. El proceso global tiene dos etapas más, refrigeración y calentamiento, que acondicionan el producto y evitan el colapso de las burbujas creadas. (Lopez, 2016)

- **Copolimero en bloque estireno-butadieno-estireno:** Uno de estos copolímeros es estireno-butadieno-estireno, que tiene como nombre comercial: Styrolux KR, En su producción, las condiciones de polimerización son muy controladas. Este copolímero tiene combinación de propiedades deseables para algunas aplicaciones: son claros, duros y flexibles (Priddy, 2003), Adicionalmente a esta clasificación, diferentes grados de poliestireno son definidos de acuerdo a propiedades de resistencia al calor, resistencia al impacto y a su fluidez. De esta forma, se define el “grado de poliestireno de propósito general”, que presentan una alta resistencia al impacto (pesos moleculares entre 50000 y 100000), “grados resistentes al calor”, esos grados tienen reducida la cantidad de material volátil, lo cual hace que su punto de ablandamiento se incremente. Por último, se encuentran los “grados de fácil fluidez”, a los cuales le incorporan lubricantes como butil estearato, estearato de zinc, parafina líquida o aceite mineral (3-4%) al poliestireno de bajo peso molecular (Lopez, 2016).

2.5. Aplicaciones del Poliestireno expandido.

El poliestireno expandido tiene actualmente múltiples aplicaciones, como son la preparación de cubiertas, el aislamiento térmico, el embalaje de equipos, transportación, almacenamiento de alimentos, entre otras, (Bracarense, 2012), Una de sus principales aplicaciones son la fabricación de envases y empaques de un solo uso (desechables), como también permanentes. Así mismo se describen otras aplicaciones:

- **Aplicaciones industriales:** Como elementos para equipos eléctricos y electrodomésticos; carcasas; gabinetes interiores; contrapuestas de neveras; estuches para casetes de audio y video. Aplicaciones en la industria farmacéutica y accesorios médicos.

Juguetería y recipientes de cosméticos. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)

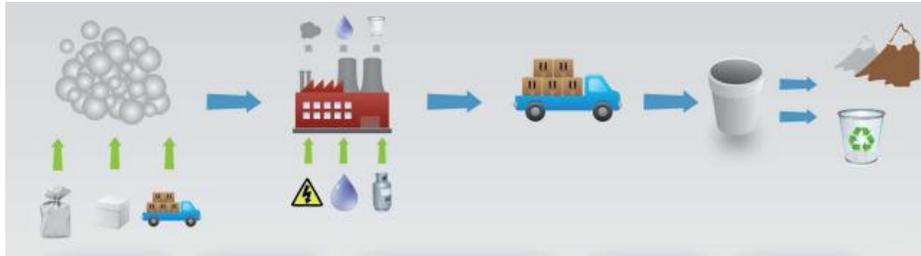
- **Industria de la construcción:** encofrados; concretos aligerados: difusores de luz; divisiones de baño; cielorrasos; rejillas arquitectónicas. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)

- **Industria Automotriz:** artículos escolares y de oficina. Elementos decorativos para el hogar; publicidad y promocionales (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004).

2.6.Ciclo de vida del poliestireno expandido.

Dado el desarrollo que ha surgido en Colombia, por los avances tecnológicos en cuanto a elementos para el embalaje y empaques basados en el Poliestireno Expandido (EPS), se presenta un problema porque el ciclo de vida de estos materiales es corto, su descomposición en el ambiente es muy lenta, cumplen su función industrial muy rápido y terminan formando rápidamente parte de la acumulación de los residuos sólidos generados a diario por la humanidad (Peña, 2013).

Ilustración 2. Etapas del ciclo de vida un vaso de poliestireno expandido.



Fuente: (Amador, 2013)

El ciclo de vida de un material o de un producto se conceptúa teniendo en cuenta las diversas fases por las que transcurre. En el caso del EPS este proceso va desde la obtención de la materia prima y su posterior transformación, pasando por la utilización de los productos acabados de poliestireno expandido, y tras su utilización la gestión realizada con los residuos generados. (CETMAR, 2009), es por eso que se toma como ejemplo y se describe en la Ilustración 1, las etapas de ciclo de vida consideradas para el análisis de vasos de poliestireno expandido.

- **Obtención de materias primas:** Producción de las perlas de EPS que conlleva distintos consumos de sustancias químicas, consumos de agua y energía, así como generación de emisiones, posterior a esto, el material de empaque (Bolsas, de Polietileno y cajas de cartón corrugado así, como su transporte a la planta productiva. (Amador, 2013)
- **Producción:** Generación y consumo de energía eléctrica y gas natural, emisiones y residuos correspondientes a la fabricación del vaso.

- **Distribución:** Transporte de los vasos desde las plantas productivas hacia los sitios donde el consumidor, en esta etapa existe consumo de energía y combustible así como generación de emisiones.
- **Uso:** En la etapa de uso no se consideran entradas de materia y energía ni emisiones asociados. El vaso se utiliza una vez.
- **Fin de Vida:** Se considera que después de un único uso, la mayoría de los vasos se llevan al relleno sanitario, y un mínimo restante a reciclaje, de acuerdo a esto se plantea un problema que trae consigo la necesidad de buscar soluciones que favorezcan un mejor manejo y aprovechamiento de éstos, ya sea a través de su reducción, reutilización o reciclaje, debido a que se acumulan rápidamente en los lugares utilizados para su recolección, favoreciendo algunos inconvenientes en el área de la salubridad e higiene, a lo que se suma la destrucción del ambiente (Peña, 2013)

2.7. Procesos para el reciclado de Poliestireno expandido.

Las tecnologías utilizadas para el reciclado de los materiales plásticos, se definen a partir de los siguientes tratamientos: Primario, secundario, terciario y cuaternario.

- **El tratamiento primario:** Consiste en operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original. Este reciclado se aplica para el aprovechamiento de recortes de las plantas de producción y transformación, y corresponde a un porcentaje muy reducido de los denominados residuos plásticos, porque este residuo no sale de las empresas, por que corresponde a desperdicios que deben controlar y reusar en el mismo proceso de transformación, pero el artículo generado y usado como bien de consumo, cuando

termina su vida útil, ya se denomina residuo sólido urbano y debe contemplarse para un reciclaje. (Peña, 2013)

- **El tratamiento secundario:** Consiste en la fusión, los desechos son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original, en un proceso evolutivo “en cascada” hacia prestaciones inferiores. Esta es la tecnología más usada hasta ahora, particularmente en la industria del automóvil, y se estima en sólo el 20% los plásticos que pueden ser reciclados de esta forma. (Peña, 2013)
- **El reciclado terciario, o “reciclado químico”:** Persiguen el aprovechamiento integral de los elementos constitutivos del plástico, por transformación del mismo en hidrocarburos, los cuales pueden ser materias primas integrables bien nuevamente en la ruta de obtención de plásticos o en otras rutas de la industria petroquímica. Los métodos pueden ser químicos o térmicos, dependiendo del tipo de polímero. En este se usa la solvólisis o descomposición química, que se puede realizar por la vía de la metanólisis, glicólisis, hidrólisis y aminólisis. (Peña, 2013).
- **El reciclado cuaternario:** Este tratamiento, acoge los residuos plásticos mediante la incineración para recuperar energía. Hoy en día es muy criticado socialmente por los problemas medioambientales.

Este método es atractivo desde el punto de vista de recuperación de energía de los materiales plásticos, los cuales poseen un elevado poder calorífico (PE, 43 MJ/kg; PP, 44 MJ/kg; PS, 40 MJ/kg; PVC, 20 MJ/KG, etc.). Sin embargo, la combustión debe estar condicionada a fuertes

controles medioambientales, para neutralizar los residuos sólidos, las emisiones (como cloruro de hidrógeno de la combustión del PVC) (Arandes, 2004).

En Colombia se están utilizando los siguientes métodos (Ferrándiz, 2008) para el reciclado del Poliestireno Expandido:

- **Reciclaje Químico:** El reciclaje químico se basa en la solubilidad del material en diferentes solventes de acuerdo a su característica de polaridad usando un solvente (Peña, 2013) con la misma característica, según (Garcia, 2009), el poliestireno es un compuesto no polar, con lo cual se debe usar un solvente no polar para llegar a formar soluciones, dando buenas características y llegando a soluciones saturadas, para garantizar la solubilidad total del material.
- **Reciclaje Mecánico y Trituración:** En la gestión y tratamiento de residuos urbanos se tiene el reciclado mecánico. De acuerdo a esto existen numerosas unidades de trituración teniendo cada equipo sus propias características idóneas para aplicaciones específicas. En el mercado existe una amplia variedad de fabricantes, sistemas de trituración y molienda según el tipo de material a tratar y las necesidades de reducción de tamaño. Pueden adaptar diversas configuraciones: Trituradora de rodillos, Molino de cuchillas, Molino de martillos. (Peña, 2013)
- **Reciclaje por Aglutinamiento:** Proceso que consiste en precalentar las partículas de plástico en una cesta rotativa, para que al girar a altas velocidades se precalienten las partículas y estas se unen para unirse y formar un solo bloque de material, minimizando volumen, pero consumiendo mucha energía (Peña, 2013).

2.8. Plásticos.

La palabra plástico debe entenderse como un término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por su estructura, propiedades y composición. Las propiedades de los plásticos son tantas y tan variadas que a menudo pueden suplir a los materiales convencionales como la madera y los metales o complementarlos. Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros. Estos conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno.

Principalmente se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural, dependiendo de la estructura que forma el carbono al asociarse con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cambian las propiedades físicas y su estructura molecular.

(Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004)

Los plásticos se dividen en termoplásticos (materiales que se ablandan al ser calentados y se endurecen al enfriarse), y termoestables (que adoptan una forma permanente al aplicarles calor y presión). La producción de plásticos entra en pequeños rasgos en 1869 cuando se creó el celuloide que en 1884 dio origen a la película fotográfica. Sin embargo, la industria de los plásticos es del siglo XX. Su crecimiento, desarrollo, aplicaciones e impactos en la sociedad y la economía han tenido lugar en los últimos cien años, y alcanza aproximadamente 100 millones de toneladas anuales lo que convierte a la industria del plástico en un considerable aporte a la historia de la civilización y a la fabricación de productos esenciales. Al comienzo de la década de los 60 se produjo un marcado crecimiento en la industria de los plásticos.

La principal materia prima para la producción de plásticos, además del gas natural, es el petróleo, sólo el 5% del petróleo extraído se utiliza para la fabricación de plásticos, lo que representa una mínima cantidad de recursos no renovables, comparada con las ventajas y beneficios que se derivan de su transformación en incontables productos útiles. Adicionalmente, comparados con los materiales inorgánicos, los plásticos requieren un menor consumo energético durante su transformación porque se procesan a temperaturas de operación más bajas. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004).

2.9. Tipos de plásticos.

Los plásticos son los monómeros y las piezas fundamentales de la estructura de los plásticos, son moléculas sencillas (carbono e hidrógeno). La unión de muchos monómeros constituye un polímero, (Escuela colombiana de ingeniería, 2007), de lo anterior se infiere los distintos tipos de plásticos.

Tabla 2 Tipos de plásticos utilizados

(PVC)	Compuesto por etileno y cloro, mediante la combinación del etileno y cloro se produce el monómero cloruro de vinilo y este se polimeriza a partir de procesos de suspensión, emulsión o masa y se obtiene el PVC, estos pueden ser totalmente rígidos, flexibles, transparente u opacos, así como textura y color.
(PET).	El PET es la poli condensación de ácido tereftálico y etilenglicol, Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres
(PEAD-PEBD).	El polietileno se produce, a partir del etileno, este se somete en un reactor a un proceso de polimerización junto a un catalizador, posibilitando la formación de gránulos. Existen varios tipos de Polietileno (Polietileno de alta y baja densidad), respecto a los de baja densidad se subdividen en PEBD convencional y PEBD lineal.

(PP) Es un hidrocarburo perteneciente a las poliolefinas, su estructura molecular básica consiste en un grupo metilo unido a un grupo vinilo (molécula de propileno o propeno). Por medio del arreglo molecular del grupo metilo, se logran obtener diferentes configuraciones estereoquímicas.

Fuente: (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004).

2.10. Aplicaciones de los Plásticos.

Los plásticos tienen distintos tipos de aplicaciones que facilitan distintos procesos en diferentes sectores como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3 Aplicaciones de las resinas más utilizadas.

Plásticos.	Código.	Aplicaciones típicas.
(PET)		Envases y empaques (Botellas de gaseosas), aplicaciones farmacéuticas (e industriales (Tejas, fibras)
(PEAD)		Aplicaciones industriales (Tuberías; embalajes y láminas industriales) , envases y empaques (canastas para leche, cerveza, frutas refrescos), Aplicación en la construcción (cuñetes para pintura; bañeras; cerramientos)
(PVC suspensión rígido, Flexible y emulsion)		Aplicaciones en la construcción (Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado) Aplicaciones industriales (partes de electrodomésticos y computadores) Envases de alimentos, empaques de dispositivos de uso hospitalario y cueros sintéticos.

(PEBD,PELBD)		Láminas adhesivas; botellas y recipientes varios; tuberías de irrigación; bolsas y sacos, tapas, juguetes; revestimientos; contenedores flexibles.
(PP)		Envases y empaques (vasos plásticos, empaques para detergentes), Aplicaciones industriales (, fibra textil, muebles plásticos, utensilios domésticos, geo textiles) y aplicaciones en la construcción (Tuberías).
Otros		Aplicaciones industriales (Discos compactos Carcazas para computadores y equipos de tecnología) envases y empaques (Botellones para agua).
* (PC)		
* (ABS).		
* (SAN).		
* (PA)		
*(Nylon)		
* (POM)		

Fuente: (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo teritorial, 2004)

2.11. Alistamiento.

Las resinas plásticas pueden ser recuperadas, representadas en distintos productos que conllevan una clasificación y un alistamiento previo de los materiales, los cuales se comercializan respecto a la cantidad y volumen, tienen un tratamiento, (Corredor, 2010), así se describen los procesos de alistamiento dependiendo del tipo de plástico como se sigue en la tabla 4.

Tabla 4. Tipo de alistamiento de los plásticos según su rigidez y flexibilidad.

Tipo de Plásticos.	Clasificación.	Tipo de alistamiento.
Rígidos	PET transparente, PET azul, PET Verde, PET Aceite, PEAD Natural, PEAD lechoso, PEAD Negro, PP Natural, PP Blanco, PP negro, PVC Transparente y PVC negro.	Molido Peletizado
Flexibles	PEAD Transparentes, PEAD negro, PEBD transparente, PEBD negro, Polietileno de media densidad transparente, polietileno de media densidad negro, PP extruido transparente, PP extruido negro, PP Coextruido transparente, PP Coextruido negro, PVC bolsa de suero, PVC tubería, PVC blando, PS expandido, PSHD, PS cristal.	Picado Lavado Aglutinado Peletizado.

Fuente: (Corredor, 2010)

3. Marco Legal.

En este aspecto se destaca la inexistencia de una norma de alcance nacional que integralmente regule la gestión de los residuos de Poliestireno expandido (Icopor). Lo anterior genera incertidumbre acerca la actuación de los productores, comercializadores, usuarios o consumidores de Poliestireno expandido y los gestores de poliestireno, así como, a las autoridades involucradas en la gestión integral de los productos de Poliestireno y sus residuos.

Tabla 5. Marco legal.

Norma	Descriptiva	Enfoque
Decreto 596 de 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la Formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.	El enfoque de esta norma está relacionado con al esquema operativo de la actividad de recuperación de materiales de los flujos de residuos sólidos, la Formalización laboral de los agentes vinculados con esta actividad y al método tarifario establecido. (García, 2017)
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores. (García, 2017)
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.	En esta norma se tratan temáticas sobre la financiación de viviendas por medio de Subsidios a los trabajadores de la actividad del reciclaje. Además de compilación de los propósitos de la actividad de recuperación de materiales, de la gestión Integral de Residuos Sólidos y los PGIRS. (García, 2017)
CONPES 3874 de 2016	Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos.	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos encaminada hacia la prevención en la generación de residuos, la Minimización de aquellos que van a sitios de disposición final, la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos.
Resolución 1407 de 2018	Expedido por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.	Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones.

Fuente: Los autores.

4. Antecedentes

Respecto a los antecedentes, existen diversas investigaciones académicas, organizaciones, guías técnicas sobre el tratamiento y aprovechamiento para facilitar la gestión integral de los residuos plásticos, se mencionan algunas investigaciones relevantes:

- **Investigaciones académicas.**

- **Diseño y construcción de un panel absorbente con materiales de residuo**

sólido: El objetivo principal de este proyecto es el diseño y construcción de un panel absorbente con materiales (Icopor) de residuo sólido que ofrecen propiedades acústicas al sector de la construcción, entendiendo esta opción como una alternativa para la elaboración y/o desarrollo de nuevos materiales que aporten soluciones a los diferentes acondicionamientos en el campo de la acústica. (Infante Salamanca & Pontañó Navas, 2012).

- **Reciclaje termo - mecánico del Poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios** (Peña, 2013) El poliestireno se recicla mediante el método termo-mecánico, con el fin de obtener y recuperar una resina termoplástica que reduzca el volumen de dicho material, con miras ecológicas en la mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios, como a su vez la incorporación a nivel industrial siendo sustituto y/o mejorador de propiedades de otros materiales puros o reciclados.

- **Planta móvil para la recolección y transformación de residuos de Poliestireno expandido.** La problemática ambiental que se ha acrecentado con el pasar de los años, ha logrado que se busquen soluciones para alargar la vida útil de los diferentes materiales, uno de

ellos es el Poliestireno Expandido, el cuál por su gran volumen y baja densidad no resulta atractivo para los recicladores y es llevado directamente a los rellenos sanitarios. Se evidencia entonces la necesidad de crear un modelo que permita no solo recolectar los residuos de poliestireno, sino también transformarlos en el sitio a través de una planta móvil y llevarlos a posibles clientes que los puedan utilizar como materia prima para sus procesos; contribuyendo a reducir el impacto nocivo sobre el ambiente y optimizar la vida útil del material. (Escobar, 2013).

- **Análisis desde la ingeniería ambiental sobre la problemática de recuperar plásticos desechados los cuales son incorporados a materiales o elementos constructivos en una vivienda económica como respuesta socio-ambiental.** Los investigadores hicieron trabajos teóricos y de campo para relevar información sobre posibilidades de incorporar materiales alternativos en la construcción a partir del reciclado. Ello fue posible mediante la encuesta facilitada por el CEFEDER que localiza a trabajadores, emprendedores, artesanos, personas comunes que puedan realizar actividades relacionadas con la recolección, acopio y transformación de distintos plásticos y su re-uso en distintos productos. Se relevaron experiencias que aplicaron distintas estrategias para avanzar en la concreción de nuevas producciones que favorezcan a toda la sociedad a través de la incorporación de valor por recuperación de residuos aplicados como materia prima para la elaboración de materiales y/o elementos constructivos. (Espinosa, 2015).

Organizaciones.

- **ECODEK:** El poliestireno expandido, es la materia prima de la resina con la que se espera tener una pintura más sostenible en Colombia, a través de un modelo de economía circular, Pintuco y Ecodek buscan impactar positivamente el sector de la construcción en Medellín, mediante convenio con esta empresa dedicada al desarrollo de productos para la construcción sostenible y cuidado del medio ambiente, con el fin de fabricar una pintura elaborada con la resina producto del poliestireno expandido (Icopor) reciclado y que se recolecta de más de 150 empresas constructoras.

Para el desarrollo de la resina ecológica, esta organización aprovechará inicialmente 500 metros cúbicos mensuales de poliestireno expandido recuperado que se recolecta de diferentes construcciones que se realizan en el departamento de Antioquia. Esto equivale a recuperar 50 volquetas llenas de este producto al mes. La aspiración es pasar rápidamente a 500 metros cúbicos semanales aprovechando también el excedente de este material de la industria manufacturera beneficiando también a este sector de la economía (Pintuco., 2019).

- **Fundación Verde Natura-KIBOKHA** Es una organización creada bajo el modelo de gestión basado en la innovación, la sostenibilidad y la búsqueda de la eficiencia medioambiental y económica.; suministrando dos servicios, venta y alquiler de maquinaria para transformación de residuos de poliestireno de distintos rendimientos y tamaños (REPS1, REPS2, REPS2X1, REPS3X1, REPS4X1) y productos escolares como kit de reglas y tablas

para anotaciones. Actualmente solo se presta el servicio de venta y alquiler de maquinaria.

(Verde Natura., 2012).

Guías Técnicas.

- **Sector plásticos *principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo (guías ambientales)***. Presenta una visión general sobre los diferentes procesos de transformación de la industria plástica haciendo énfasis en los aspectos ambientales relevantes, y en la situación de los residuos plásticos, donde proporciona una serie de alternativas económicas, sociales y ambientalmente viables para su aprovechamiento. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2004).

- **Manual del Reciclador de Residuos Plásticos**, su primera edición se realizó en 1999, y facilita la capacitación de los diferentes actores que intervienen en la cadena del reciclaje de los plásticos, brindando información sobre las ventajas de estos materiales, la forma de identificar los diferentes tipos de resinas plásticas y la importancia de realizar el reciclaje de los residuos plásticos de manera selectiva, es decir, por tipo de resina.

También resalta la importancia que se derivan de la actividad del reciclaje y la relevancia de mejorar la calidad de los materiales plásticos recuperados mediante operaciones tales como clasificación, reducción de tamaño, limpieza, secado, granulación, peletización o molido; estos procesos generan un mayor valor agregado y aumentan los ingresos de los recicladores. La

obtención de resinas recuperadas de buena calidad y el conocimiento de los mercados facilitan la transformación y comercialización de nuevos productos. (Asociación colombiana de industrias plásticas, 1999).

5. FASE I: *Identificación de la cantidad de poliestireno expandido pos consumo susceptible a ser aprovechado en el área de estudio.*

Para el desarrollo de esta fase, fue necesario obtener la mayor información posible respecto al área de estudio y su población, así como identificar la dinámica de las materias plásticas, en Colombia, específicamente el poliestireno expandido, y conocer la gestión de residuos, para poder establecer la cantidad de poliestireno expandido que se consume, y la cantidad que se aprovecha en este caso Bogotá D.C, con el fin de determinar a través de un balance de masa, la cantidad de material susceptible a ser aprovechado. A continuación, se muestra la metodología mediante la cual se recopiló la información y la aplicación dada para lograr lo planteado en esta primera fase.

5.1. Recopilación de Información.

Para obtener la información se indagó a través de dos fuentes principales, en primer lugar se realizó la revisión de distintas bases de datos e información electrónica o en línea de entidades gubernamentales, y la segunda mediante la publicación Plásticos en Colombia 2018, desarrollado por el gremio de Acoplásticos.

De esta manera se encontraron datos importantes que sirvieron para plantear el balance de masa en virtud de identificar la dinámica del poliestireno expandido desde la cantidad de material que ingresa, su disposición final y aprovechamiento en el área de estudio.

- **DANE:** Es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales del país. Teniendo en cuenta lo anterior, se obtuvo el dato de población que se registró para el año 2016 en el área de estudio. Este dato es importante, puesto que el consumo de poliestireno expandido en Bogotá D.C, está en función de la población.

Bogotá D.C: La ciudad capital alberga 7'878,783 millones de personas para el año 2016 (DANE, 2016), con este dato se pudo hallar el consumo de materias plásticas al año en el área de estudio, multiplicando dicho valor por el consumo per cápita de este mismo material.

- **ACOPLASTICOS :** Es una entidad gremial sin ánimo de lucro, que representa a los empresarios de la industria plástica del país y tiene como objetivos promover el desarrollo sostenible de la industria que representa, contribuir en la gestión empresarial de sus afiliados y ser el vocero de los mismos ante el Gobierno y las entidades públicas. (ACOPLASTICOS, 2019).

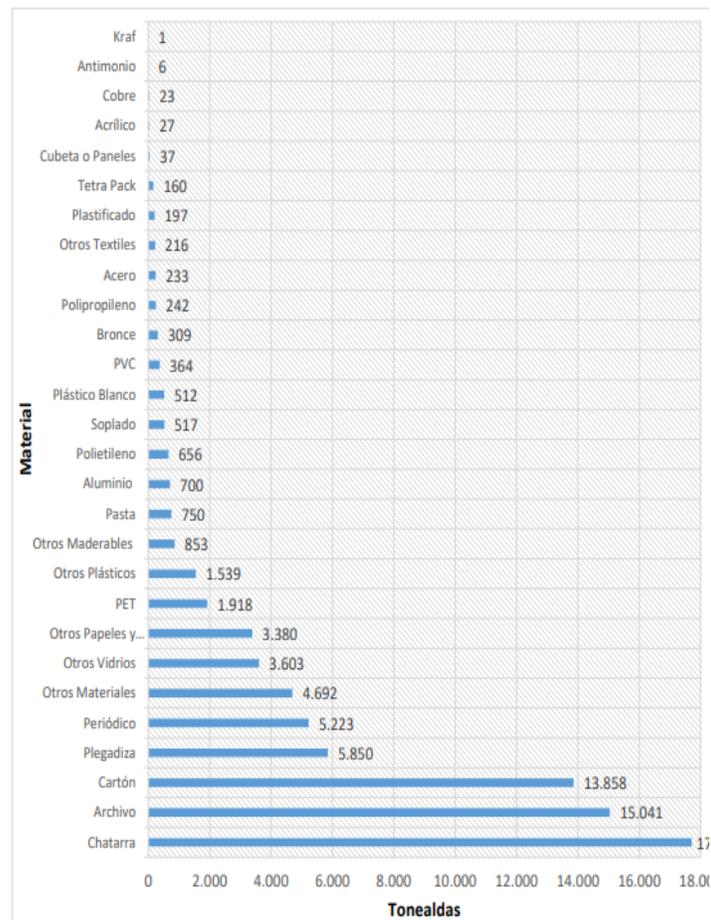
Esta entidad realiza anualmente la publicación de la edición Plásticos en Colombia, donde recopila información de los sectores representados, estadísticas sobre el comportamiento de las principales materias primas, artículos de interés sobre medio ambiente, ciencia, tecnología e innovación, comercio exterior, entre otros.

En esta publicación se encontró la información referente a consumo per cápita de materiales plásticos en el país, calculado por la relación entre el consumo aparente de resinas plásticas más las importaciones de los productos terminados menos las exportaciones de estos productos y la población permanente de Colombia en 2016, la demanda de poliestireno expandido en Bogotá D.C, y la producción nacional del polímero estireno.

- **Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:** Es la entidad técnica que vigila, inspecciona y controla la prestación de los servicios públicos domiciliario y en lo que concierne respecto al servicio de aseo, en efecto esta entidad emitió el Informe Nacional de Aprovechamiento de Residuos Sólidos, documento elaborado en el año 2016, con el fin de mostrar un diagnóstico global y una visión general de la situación de los procesos de aprovechamiento de los residuos sólidos, así como de los prestadores de ésta actividad complementaria del servicio público domiciliario de aseo, además este documento fue detallado con la información reportada al Sistema Único de Información – SUI.

Este documento permitió conocer la cantidad de poliestireno expandido aprovechado para el año 2016, dato fundamental para determinar las salidas del balance de masa. La siguiente gráfica, presenta las toneladas de material aprovechado en el área de estudio, en la cual podemos observar que se aprovechó 517 toneladas de poliestireno expandido (Soplado).

Figura 1. Cantidad de material aprovechado en Bogota D.C para el año 2016.



Fuente: (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliario., 2016)

- **Observatorio Ambiental de Bogotá (OAB):** Es un espacio que permite conocer a través de indicadores ambientales, el estado y la calidad del ambiente en Bogotá D.C. así como los resultados de la gestión desarrollada por varias entidades del sistema ambiental del distrito capital frente a problemas ambientales.

En la información en línea que suministra este portal web, se encuentra el dato de cobertura del servicio de aseo en el área de estudio la cual fue del 99,97% para el año 2016, este dato es importante para conocer qué porcentaje de la población tiene acceso al servicio público de aseo (recolección y transporte) en su vivienda o a una distancia razonable de ella. (OAU, 2019)

5.2. Análisis de la información para el Balance de masa

Teniendo todos los datos anteriores, se realizó un balance de masa el cual tiene como límites el área de estudio, es decir Bogotá D.C. y solo se enfoca en analizar las variables de masa de poliestireno expandido que se acumula, sale y entra al sistema delimitado (Bogotá D.C.). Con el fin de determinar la cantidad de residuo susceptible a ser aprovechado, es decir, aquella cantidad de poliestireno expandido pos consumo que no se está gestionando correctamente o que llega al relleno sanitario y ocupa considerables volúmenes que pueden ocupar otros residuos que en definitiva no se puedan aprovechar.

Es importante tener en cuenta que el balance de masa, “puede definirse como una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o de una parte de éste. No es más que la aplicación de la ley de conservación de la masa que expresa “La masa no se crea ni se destruye” (Deiana, Granados, & Sardella, 2018).

En este orden de ideas, la ecuación para determinar la cantidad de poliestireno expandido susceptible a ser aprovechado, en la ciudad de Bogotá D.C, sería la siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Cantidad de Poli.Expa. susceptible a aprovechar} \\ & = \left((C.p_{Bgtá} * 6\%) + (Prod.Nal.) \right) - (\text{aprovechamiento de EPS}) \end{aligned}$$

Ecuación 1 Ecuación general de la cantidad de poliestireno expandido posconsumo en la ciudad de Bogota.

Fuente: Los autores, 2019.

Dónde:

- *C.pBgtá*: consumo per cápita anual de materias plásticas en Bogotá. D.C.
- 6%: “del consumo de materias plásticas, el 6% es el porcentaje de demanda de poliestireno expandido”. (ACOPLASTICOS, 2019).
- Prod. Nal: producción nacional de poliestireno expandido.
- Aprovechamiento de Poliestireno expandido pos consumo: Residuos de poliestireno expandido que fueron aprovechados (Toneladas/año).
- Residuos de Poliestireno expandido EPS en el RSDJ = Cantidad de poliestireno expandido pos consumo que llega al año al Relleno Sanitario Doña Juana (Toneladas/año).

Figura 2. Balance de masa para identificar la cantidad de poliestireno expandido pos consumo susceptible a ser aprovechado.



Fuente: Los autores, 2019.

La cantidad de poliestireno expandido pos consumo susceptible a ser aprovechado, es aquel residuo que llega al relleno sanitario Doña Juana, o que no se le hace una disposición final adecuada y puede generar o alterar los ecosistemas. De manera análoga, el residuo que llega al relleno también es susceptible de aprovechar, contribuyendo a aumentar la vida útil del relleno.

5.3.Entradas al Balance de Masa

5.3.1. Consumo de Poliestireno Expandido en Bogotá D.C.

Según Acoplasticos, en el país se consumen alrededor de 80.000 toneladas al año de dicho material, en donde la mayor parte es para empaques y el resto para uso industrial, aunque no hay datos de cómo se distribuye el gasto en Colombia.

Por consiguiente, “al tomar en consideración la cifra de 49’564.411 habitantes permanentes en Colombia, resultado de proyecciones del DANE sobre el Censo General del 2005, el consumo per cápita anual de materias plásticas en el país es del orden de 27,4 kilogramos” (ACOPLASTICOS, 2019).

Y la población de Bogotá D.C. para el año 2016 el número de habitantes proyectados con base en el último censo es de 7.878.783 (DANE, 2017)

Entonces, el consumo aproximado de materias plásticas a Bogotá D.C., en un año se calcula con la siguiente ecuación:

$$27 \frac{Kg}{hab. año} * 7.878.783 hab = 212'727.141 \frac{Kg}{Año} de materias plasticas.$$

Ecuación 2Consumo aproximado de materias plasticas en Bogota D.C

Fuente: Los autores, 2019.

Por lo tanto, “los materiales más demandados fueron los polietilenos (37%), los polímeros de propileno (20%), los poli cloruros de vinilo (17,5%), las resinas de poli (etilentereftalato) PET (12%) y los poliestirenos (6%)” (ACOPLASTICOS, 2019). Es decir, que de 212'727.141 Kg de materias plásticas que ingresan a Bogotá D.C. aproximadamente el 6% es de poliestireno expandido.

Entonces:

$$212'727.141 \frac{Kg}{Año} * 0,06 = 12'763.628 \frac{Kg}{Año} * \frac{1 t}{1.000Kg} = 12.763 \frac{t}{Año} \text{ de Poli. Expandido.}$$

Ecuación 3 Consumo de poliestireno expandido en la ciudad de Bogotá D.C

Fuente: Los autores, 2019.

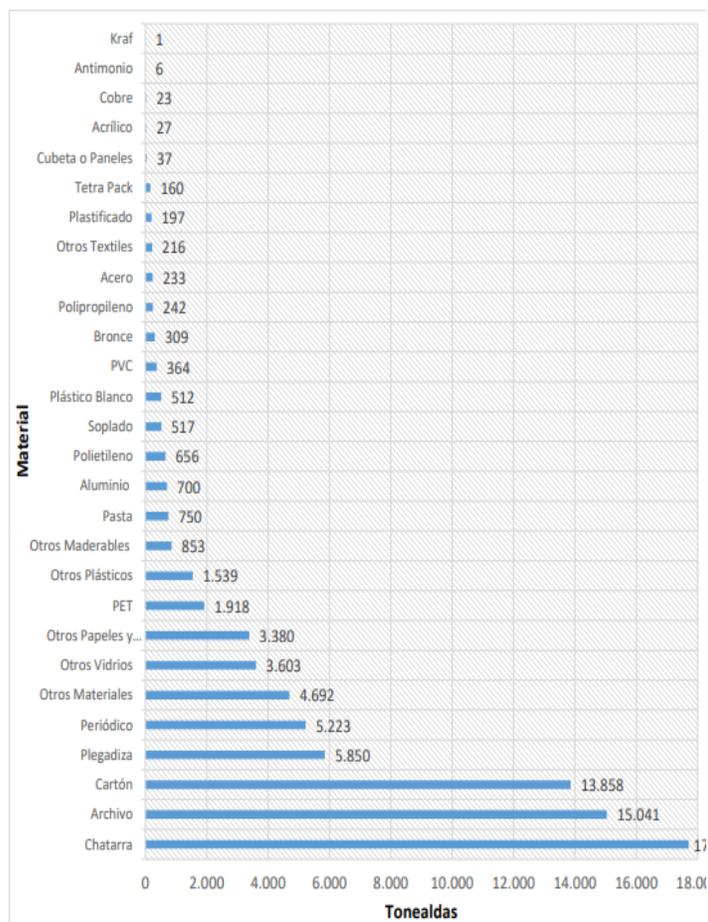
Otra entrada al balance de masa es la **Producción nacional**, este dato, según Acoplásticos en la publicación Plásticos en Colombia 2016, no existe producción de la resina estireno en el país, toda la resina es importado. Es por ello que la variable de producción nacional (Prod. Nal) en la ecuación del balance de masa es cero.

5.4. Salidas del Balance de Masa

5.4.1. Aprovechamiento de Poliestireno Expandido.

Según el informe nacional de aprovechamiento, Bogotá es la ciudad que mayor aporta toneladas aprovechadas registradas en el país y las cantidades se ven representadas en la figura 1, en la cual podemos observar que se aprovechó 517 toneladas de poliestireno expandido (Soplado).

Figura 1. Cantidad de material aprovechado en Bogota D.C para el año 2016.



Fuente: (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliario., 2016)

Con esta información y “teniendo en cuenta que el servicio de aseo en la ciudad para el año 2016, fue donde obtuvo una de las mayores cobertura, la cual fue de 99.97%” (Observatorio Ambiental de Bogotá., 2018) se estima que las 12246 toneladas anuales restantes que no fueron aprovechadas, llegan al RSDJ.

Remplazando en la ecuación general de la cantidad de poliestireno expandido Posconsumo (Ver Ecuación 1), obtenemos lo siguiente:

Cantidad de Poliestireno expandido suseptible a aprovechar

$$= \left(12763 \frac{\text{Ton}}{\text{año}}\right) - \left(517 \frac{\text{Ton}}{\text{año}}\right) = 12246 \frac{\text{Ton}}{\text{año}}$$

Ecuación general cantidad de poliestireno expandido posconsumo en Bogota D.C.

Fuente: Los Autores, 2019.

Se tiene que en un año, al Relleno Doña Juana aproximadamente llegan 12763 t/año de “poliestireno expandido pos consumo, cuya densidad es de 10 Kg/m³, (Pinto, 2010) de acuerdo a esto se puede afirmar que en un año este material ocupa 1276300 m³, un espacio considerable, el cual puede ser ocupado por otros residuos. A su vez, ocupar todo este volumen en un residuo que se puede aprovechar es disminuir la vida útil del relleno de una forma no apropiada, de las 12.763 toneladas apenas se aprovechan 517 en un año, es decir solo el 4%.

6. FASE II: *Identificación de la viabilidad de los diferentes procesos actuales de aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo en el área de estudio.*

Para el desarrollo de esta fase fue necesario recopilar la información preliminar e identificar las organizaciones que manejan el poliestireno expandido pos consumo en cuanto a todos los eslabones del aprovechamiento (Recolección y clasificación, transformación en materia prima, y

aprovechamiento de producto final) y así mismo conocer de fondo todo el proceso llevado en cada uno, bajo criterios económicos, de producción, material aprovechado (cantidad de poliestireno expandido pos consumo) , demanda y utilidad de productos finales.

Así mismo se desarrolla un análisis de barreras y oportunidades a partir de la información obtenida para identificar posibles estrategias que potencializarían de aprovechamiento de poliestireno expandido pos consumo.

A continuación, se muestra la metodología mediante la cual se recopiló la información y el posterior tratamiento realizado.

6.1. Identificación modelo estadístico a aplicar

Se realizó un muestreo no probabilístico, que se puntualiza como un método que no es un producto de un proceso de selección aleatoria. Su aplicación es fundamental en estudios exploratorios, y en general se seleccionan a los sujetos siguiendo determinados criterios procurando, en la medida de lo posible, que la muestra sea representativa.

Dentro de los muestreos no probabilísticos existentes se seleccionó el siguiente método:

- **Muestreo por conveniencia:** Es aquel con el cual se seleccionan las unidades muestrales de acuerdo a la conveniencia o accesibilidad del investigador. Las muestras por conveniencia se pueden utilizar en las etapas exploratorias de la investigación como base para generar hipótesis y para estudios concluyentes (Cochran, 1984)

6.2. Indagación Preliminar.

De acuerdo a la metodología propuesta, la recolección de la información para la segunda fase se realizó a través de la base de datos de Acoplásticos, en la cual se encontró la investigación sobre la valorización de los residuos plásticos, en su octava edición del directorio colombiano de reciclaje de residuos plásticos 2016-2017, este directorio suministra información sobre personas jurídicas o naturales que aprovechan materiales de acuerdo a las actividades que realizan organizadas por secciones como sigue:

- Sección 1: Recolección, compra, selección, acondicionamiento, clasificación, empaque, transporte o comercialización de residuos plásticos.
- Sección 2: Procesamiento de residuos plásticos seleccionados, o prestación de servicio a terceros o comercializan tanto la materia prima como producto obtenido de material reciclado.
- Sección 3: Transformadoras de materias primas obtenidas o recuperadoras de residuos plásticos.
- Sección 4: Proveedoras de maquinarias y equipos para la actividad de recuperación de residuos plásticos.

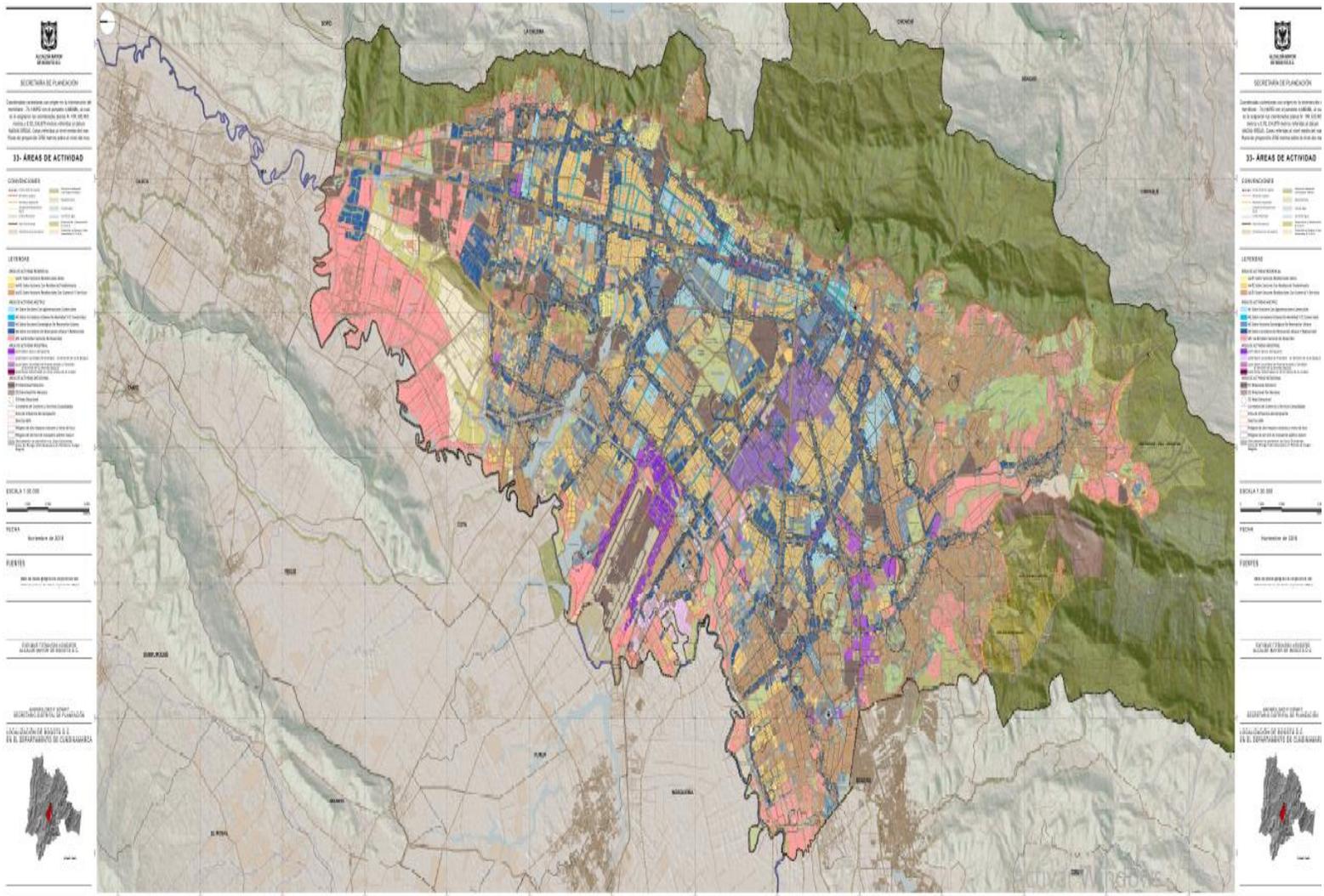
En cada sección se encuentra organizada la información de las empresas por tipo de resina, siendo estas polietileno tereftalato, Polietileno de alta densidad, Poli cloruro de Vinilo, Polietileno de baja densidad, Polipropileno, Poliestireno, y otros (PC, ABS, nylon, acetato, acrílico), es por eso que se enfocó en el material de interés (**Poliestireno**).

De acuerdo a lo anterior se realizó un filtro de información para cada organización en los cuales se identifica los siguientes parámetros:

- *Fuente:* De donde provienen los residuos, estos deben ser residuos de la línea pos consumo, es decir residuos generados después del uso o consumo de los productos, sin embargo hay otras fuentes de origen aplicables como Los procesos realizados por acondicionadores, y materia prima recuperada

- *Localización:* Organizaciones con el objeto social requerido que se encuentren en el área de estudio Bogotá, o sus alrededores, y que de acuerdo al plan de ordenamiento territorial (POT), estén ubicadas en el respectivo uso del suelo industrial. (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018), El cual se define como “*aquel que tiene por finalidad llevar a cabo actividades de producción, elaboración, fabricación, preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación, transformación, tratamiento y/o manipulación de materias primas, para producir bienes o productos materiales*”, así mismo se obtiene la cartografía que constata lo anterior localizando este espacio que es propicio para el desarrollo de las actividades de las organizaciones.

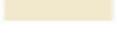
Ilustración 3.areas de actividad de la ciudad de Bogota D.C



Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

Ilustración 3.1 Convenciones.areas de actividad de la ciudad de Bogota D.C

CONVENCIONES

	Límite Distrito Capital		Estructura Ambiental y de Espacio Público
	Perímetro Urbano		Equipamientos
	Perímetro Expansión		Cuerpo Agua
	Unidad de Planeamiento Rural		Corriente Agua
	Límite Municipal		Preservación y Restauración R.T.V.D.H.
	Plan Vial Arterial		Protección al Paisaje y Usos Sostenibles R.T.V.D.H.
	Infraestructura de soporte		

LEYENDAS

ÁREAS DE ACTIVIDAD RESIDENCIAL

	AA R1 Sobre Sectores Residenciales Netos
	AA R2 Sobre Sectores Con Residencial Predominante
	AA R3 Sobre Sectores Residenciales Con Comercio Y Servicios

ÁREAS DE ACTIVIDAD MÚLTIPLE

	M1 Sobre Sectores Con Aglomeraciones Comerciales
	M2 Sobre Corredores Urbanos De Movilidad Y/O Comerciales
	M3 Sobre Sectores Estratégicos De Renovación Urbana
	M4 Sobre Corredores De Renovación Urbana Y Redesarrollo
	M5/ AA R4 Sobre Sectores De Desarrollo

ÁREAS DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL

	AAI1 Sobre sector Aeropuerto
	AAI2 Sobre Localidad de Fontibón - Al Oriente de la Av. Boyacá
	AAI3 Sobre Localidad de Puente Aranda y Fontibón Al Oriente de la Avenida Boyacá
	AAI4 Zonas Industriales en otras zonas de la ciudad

ÁREAS DE ACTIVIDAD DOTACIONAL

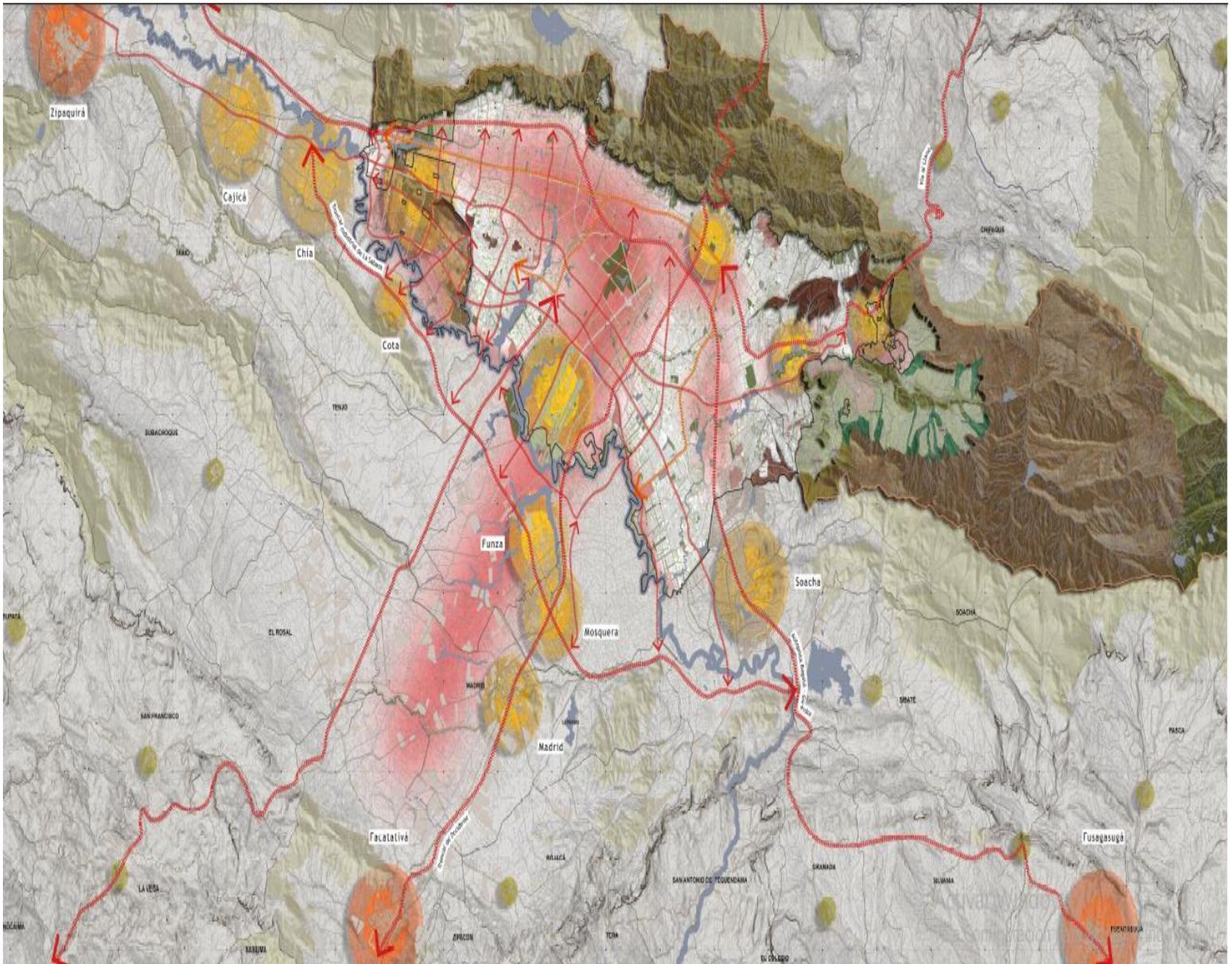
	D1 Dotacional Extensivo
	D2 Dotacional Por Manzana
	D3 Nodo Dotacional
	Corredores de Comercio y Servicios Consolidados
	Zona de influencia del Aeropuerto
	Distritos ADN
	Polígono de alto impacto consumo y venta de licor
	Polígono de servicio de transporte público masivo
	Únicamente se permiten los Usos Existentes. Zona de Riesgo Individual para el Poliducto Salgar - Bogotá

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

La ilustración 3 muestra las áreas de actividad de la ciudad de Bogotá estas se clasifican en residencial, actividades múltiples y dotacional, e industrial, este último está representado en los matices de color lila, actividades sobre el sector del aeropuerto, sobre la localidad de Fontibón al oriente de la Av. Boyacá, sobre la localidad de Puente Aranda y Fontibón al oriente de la Av. Boyacá, y zonas industriales en otras zonas de Bogotá.

Del mismo modo, el POT, hace posterior énfasis en cuanto a un análisis en distintas escalas tanto regional, urbana y rural, en este caso se realizara mayor especificación en la escala regional ya que se permite conocer la importancia de municipios aledaños a Bogotá D.C, para la cadena de valorización del poliestireno expandido pos consumo, definido en la siguiente ilustración :

Ilustración 4. Modelo de ordenamiento y ocupacion supramunicipal.



Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

Ilustración 5.1 Modelo de ordenamiento y ocupacion supramunicipal.



Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

La anterior ilustración describe el modelo de ocupación regional de Bogotá el cual es desconcentrado, fundamentado en una red de asentamientos humanos funcional e interdependiente. Está constituido por un núcleo central supramunicipal compuesto por Bogotá, Cajicá, Chía, Cota, Funza, Mosquera, Madrid y Soacha y articulado alrededor del eje del Río Bogotá. Los nodos subregionales de Zipaquirá, Facatativá y Fusagasugá tendrán el rol de centros alternativos de concentración de población, mientras que Tocancipá y Gachancipá servirán como centros de desarrollo industrial y los municipios con vocación rural como áreas de equilibrio ambiental, de desarrollo económico rural y de sub-centros de actividades complementarias acordes con su potencial y restricciones. Los atributos de este modelo en el que se inscribe el territorio distrital son: la sostenibilidad ambiental, el equilibrio socio-económico y la articulación funcional (Secretaría Distrital de Planeación., 2018).

6.2.1. Identificación de las empresas agremiadas a Acoplásticos.

✓ Sección 1: De acuerdo a las secciones descritas, se identifican en el directorio colombiano de reciclaje de residuos plásticos, las organizaciones, que *recolectan, compran seleccionan, clasifican, empacan, transportan o comercializan residuos plásticos* y se aplican los filtros mencionados.

- **Resina Poliestireno.**

Tabla 6. Empresas que recolectan, clasifican, transporta o comercializan residuos de poliestireno.

Resina Poliestireno	
Asociación Cooperativa de Recicladores de Bogotá ARB	Cooperativa Multiactiva de recicladores Renacer
Asociación de recicladores Cali	COORSUBA
Asociación de recicladores Crecer sin fronteras	Estructuras plásticas maderplast SA
Bplast	INDEPI Ltda.
CI Ecoeficiencia SAS	Materias primas plásticas Marpriplast 86 Ltda.
CI Madiplast Ltda.	Medio ambiente y reciclaje JN
Chaltex	Moduplast Ltda.
Cooperativa Antioqueña de recicladores de subproductos CTA	Plastilus
Cooperativa Eco servicios rescatar ESP LTDA	Reciclaje de polímeros Ltda.
Cooperativa Multiactiva de recicladores Nuevo Horizonte.	Ojara Plásticos representaciones Oscar Jaramillo.
Skinnerplast SAS	
Tecnifibras Alfa.	

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

Como se puede evidenciar en el anterior cuadro, existen 22 organizaciones, las cuales realizan el proceso de recolección, compra, selección, clasificación, empaque, transporte o comercialización de residuos plásticos de poliestireno, estas actividades se clasifican en el primer eslabón de la cadena de valorización del material, por otro lado las anteriores empresas tienen

fuentes de recolección del material tanto en línea pos consumo como ya se definió, y línea posindustrial, entendiéndose está como residuos plásticos originados en las diferentes operaciones de manufactura o transformación de las resinas plásticas.

Los residuos aprovechados que provienen de esta línea tienen la particularidad y facilidad de procesamiento y aprovechamiento, ya que este es un residuo limpio con escasos remanentes secundarios que puede ser incorporados, sin tanta dificultad en el proceso de manufactura, caso contrario como con los residuos provenientes de la línea pos consumo, que necesitan de varios procesos para su aprovechamiento e incorporación.

- **Origen de los residuos (Línea Pos consumo).**

En virtud de la metodología propuesta, se debe conocer las empresas que bajo el criterio de fuente los residuos cumplan con la línea pos consumo y en efecto se realizó un filtro a las anteriores organizaciones y el resultado son las siguientes:

Tabla 7. Empresas que recolectan, clasifican,, transporta o comercializan residuos de poliestireno pos consumo.

Línea Pos consumo.			
Empresas	Ubicación	Empresas	Ubicación
Asociación Cooperativa de Recicladores de Bogotá ARB	Bogotá D.C	Cooperativa Eco Servicios rescatar ESP Ltda.	Bogotá. D.C
Asociación de Recicladores de Cali	Cali	Cooperativa Multiactiva de recicladores nuevo horizonte	Neiva
Asociación de recicladores Crecer sin fronteras	Bogotá	Cooperativa multiactiva de recicladores renacer	Santa Marta
Bplast	Medellín	Coorsuba	Bogotá D.C
Chaltex	Medellín	Ojara Plásticos representaciones Oscar Jaramillo.	Itagüí Antioquia
Indepi Ltda.	Bogotá. D.C	Tecnifibras Alfa.	Sibate Cundinamarca

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

Se puede reflejar que del 100% de las empresas que tratan el residuo de la resina bajo esta actividad, solo el 54% aproximadamente, recolectan residuos pos consumo para clasificación, empaque y comercialización, esto quiere decir que estos residuos están siendo aparentemente gestionados, el otro 46% recolectan residuos posindustrial.

Así mismo se evalúa la localización geográfica de las anteriores organizaciones, se puede evidenciar la presencia marcada en Bogotá D.C, con 5 organizaciones, mientras que cerca de la ciudad capital se encuentra Tecnifibras Alfa una organización en Sibate Cundinamarca, después sigue Medellín con 2 organizaciones, y 1 organización ubicada en Itagüí, no obstante en la zona costera se encuentra la cooperativa Multiactiva Renacer ubicada en Santa Marta.

La representación del departamento Valle del Cauca, en Cali con la asociación de recicladores de Cali (ARC), es de resaltar que esta organización en el año 2017, inauguró la unidad de desarrollo empresarial, que hace parte de un programa de acompañamiento socio empresarial a los recicladores de oficio, agrupando más de 90 recicladores, el evento se realizó con el Grupo Familia, Bavaria, CEMPRE, la Superintendencia de Servicios Públicos, Emsirva en liquidación y Fundación Carvajal.

La unidad Empresarial de Reciclaje es un centro de acopio de residuos reciclables, de propiedad y operado por la ARC, y dedicado al recibo, clasificación, beneficio y comercialización de material aprovechable para la industria.

En esta bodega se recibe y clasifica material pos consumo de industria y hogares como papeles y cartones, plásticos, metales ferrosos y no ferrosos, poliestireno expandido, entre otros y desde su puesta en marcha se han comercializado más de 106 toneladas de material reciclable, por valor de \$56 millones de pesos, cifras que se incrementan cada mes.

La iniciativa promueve la inclusión social y económica de la población de recicladores de oficio de la ciudad, a través de la comercialización de material especializado y reutilizable para

la industria y contribuye a la conservación del medio ambiente ya que va disminuyendo el consumo de recursos naturales, evitando la acumulación de residuos en los vertederos. (RedDESC, 2017)

- **Localización.**

Por último retomando la metodología planteada, se encuentra el criterio de localización, de las organizaciones, estas tienen que estar ubicadas en Bogotá, así mismo se señalan los procesos que cada una lleva en su proceso, obteniendo como resultado final los siguientes:

Tabla 8. Empresas que recolectan, seleccionan, clasifican, transporta o comercializan residuos de poliestireno en Bogotá

D.C

Empresa	Proceso								
	Pos consumo	Recolección	Compra	Selección	Acondicionamiento	Clasificación	Empaque	Transporte	Comercialización
<p>ASOCIACIÓN DE RECICLADORES CRECER SIN FRONTERAS – ARCRECIFRONT.</p> <p>Carrera 1A Este No. 40 - 66 Sur Bogotá D.C. Teléfono: 2060664 Correo: crecifront@yahoo.es</p>	*		*						*
<p>COORSUBA.</p> <p>Calle 137 No. 107 - 12 Bogotá D.C. Teléfono: 6820420 Correo: poetapabon@gmail.com</p>	*	*	*		*				*

<p>INDEPI LTDA.</p> <p>Carrera 92 No. 21 - 15 Bogotá D.C. Teléfono: 4041865 Correo:indepiltda_@hotm ail.com</p>	*		*						*
<p>TECNIFIBRAS ALFA.</p> <p>Carrera 8 A No. 15 - 08 Apto. 202 Sibaté, Cundinamarca. Teléfono: 7251385, Celular: (315)3206739 Correo:tecnifibrasalfa@ho tmail.com</p>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<p>ASOCIACIÓN COOPERATIVA DE RECICLADORES DE BOGOTÁ “A.R.B.”.</p> <p>Carrera 34 No. 9 - 46 Carrera 3 No. 12C - 48 Bogotá D.C. Teléfonos: 4058192 – 3418365, Celular: (317)3766728 Correos: arbsp@gmail.com centrodereciclajearbsp@g mail.com</p>	*	*	*	*	*		*	*	*

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

La anterior tabla, muestra los distintos procesos que realizan las empresas localizadas en Bogotá que cumplen con todos los criterios propuestos a su vez se realizó la identificación mediante un asterisco de las actividades o procesos que realiza cada una, entre los que se encuentra recolección, compra, selección acondicionamiento, clasificación, empaque, transporte comercialización

Cabe resaltar que las anteriores empresas, son importantes reconocerlas en el proyecto debido a que estas son parte inicial de la cadena de valorización del poliestireno expandido pos consumo en la ciudad de Bogotá D.C y así reconocer, que de 14 organizaciones que se enmarcan en la línea pos consumo, solo 5 es decir un 36% de las organizaciones se encuentran concentradas en la ciudad capital, que aportan servicios ambientales y comerciales a empresas transformadoras de estos residuos, así mismo las organizaciones de la tabla 8 se describen a continuación para conocer sus actividades y servicios:

- **Asociación de recicladores crecer sin fronteras – ARCRECIFRONT:** Es una organización sin ánimo de lucro, que inicia como cooperativa en el 2003, habilitada bajo la

reglamentación de la UAESP, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y el Ministerio de Vivienda ciudad y Territorio.

La organización busca orientar una cultura de aprovechamiento y sostenibilidad ambiental a través de la recolección puerta a puerta del material aprovechable, al igual que se realizan sensibilización y capacitación a la comunidad sobre el manejo de residuos sólidos y apoyo a la gestión empresarial e institucional, del mismo modo busca representar y guiar organizativamente a recicladores de oficio y población vulnerable que desarrolle actividades de reciclaje, que presten servicios de aseo reciclaje y recuperación o mantenimiento de espacios de uso público o privado a nivel urbano o rural. (ARCRECIFRONT, 2019)

Los servicios prestados son los siguientes:

- Recuperación y clasificación de residuos sólidos y separación en la fuente.
- Aprovechamiento de residuos sólidos y comercialización de materiales reciclables

aprovechables

- Estructuración e implementación de sistemas, planes y programas de gestión ambiental.
- Sensibilizaciones y capacitación sobre manejo de residuos sólidos y control ambiental a

usuarios en colegios, conjuntos residenciales, centros comerciales y empresas.

(ARCRECIFRONT, 2019)

- **COORSUBA:** Esta organización creada y organizada desde el 2010, se encuentra adscrita a la Red de organizaciones de recicladores ambientales DAME TU MANO, y tiene

como objetivo crear cultura ambiental en los generadores de residuos, así como ofrecer manejo técnico en el manejo de residuos, consultorías en el área jurídico ambiental, del mismo modo ofrecen los siguientes servicios:

- Diseño e implementación de un plan para el manejo eficiente de residuos sólidos reciclables
 - Sensibilización y educación ambiental
 - Asesoría y orientación tarifaria multiusuario
 - Separación en la fuente, recolección y almacenamiento de residuos aprovechables.
 - Limpieza de cuartos de almacenamiento y canecas de aseo. (COORSUBA, 2019).
-
- **Indepi Ltda.:** La organización tiene una antigüedad de 25 años en el mercado de los productos plásticos, comercializando plásticos para inyección y soplado como:

Polipropileno, polietileno, poliestireno, poliuretano, ABS, policarbonato, PVC, acrílico, PET, además se fabrican toda clase de bolsas para todo establecimiento comercial y por último, se ofrece la línea infantil en biberones realizados con policarbonato con diseños y chupos en silicona y látex. (IGLOBAL, 2019).

- **Tecnifibras Alfa:** Organización ubicada en el municipio de Sibate Cundinamarca, dedicada a la comercialización de materiales plásticos aprovechables, como objeto social de esta, sin embargo en el 2018, la organización cerró sus instalaciones vendiéndole a la empresa de consultoría e Ingeniería JAINKOA, ubicada en Bogotá.

- **Asociación cooperativa de recicladores de Bogotá “A.R.B.”:** La Asociación Cooperativa de Recicladores de Bogotá – ARB ESP, es una entidad prestadora de Servicios Públicos de propiedad de las organizaciones de Recicladores, reconocida legalmente mediante personería Jurídica, registradas ante la Cámara de Comercio y con certificación de calidad ICONTEC NTC 6001. Nace en 1990 con los recicladores desplazados por el cierre de los botaderos de basura a cielo de Gibraltar y Cortijo, en un proceso apoyado por la Alcaldía Mayor de Bogotá, el departamento Nacional de Cooperativas – Dancoop- y la Fundación Social. En total agremia 2.111 Recicladores en 19 organizaciones locales, que trabajan recolectando, transportando y beneficiando o valorizando materias primas para la industria, en procesos de fortalecimiento para la prestación de Servicios Integrados de Manejo de Residuos.

La ARB, a lo largo de su trayectoria es pionera en Programas y servicios de:

- Reciclaje en la Fuente – Promoción de la separación de materiales potencialmente reciclables y peligrosos.
- Capacitación en Manejo adecuado de Residuos Sólidos a generadores
- Desarrollo de proyectos de aprovechamiento de residuos y materias primas resinas
- Prestación del servicio de Manejo institucional de residuos (Desarrollo de rutas y circuitos de recolección de materiales).
- Prestación de Servicios de Aseo, Recolección, Transporte, Tratamiento, Aprovechamiento, Disposición Final de Residuos, Comercialización, Transformación de los Residuos Sólidos Reciclables.
- Organización de Grupos de grupos asociativos de Recicladores.

- Promoción de enlaces de cadena de valor e incidencia en las políticas de residuos, reciclaje y recicladores. (ARB , 2019)

Las empresas anteriores actualmente no se encuentran manejando el poliestireno expandido pos consumo debido a que la logística es poco favorable para la dinámica comercial del residuo, entre otras razones las cuales quedaron constatadas en las actas de reunión (Anexo 1), por lo tanto en la primer sección del directorio colombiano de reciclaje no se encuentra empresas de interés para el proyecto y se prosigue con la segunda sección.

✓ Sección 2: Por otro lado están las empresas que *adquieren residuos plásticos seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado*, y se aplican los filtros mencionados nuevamente:

- **Resina Poliestireno**

Tabla 9. Organizaciones que *adquieren residuos de poliestireno seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado a partir de poliestireno.*

Resina Poliestireno	
Alfaler SAS	Plastirios
Bplast	Promaplast SA
CI Ecoeficiencia SAS	Reciclaje de Polímeros Ltda.
Icoformas SAS	Reciclene S.A

Moduplast LTDA	Skinnerplast SAS.
Ojara Plásticos.	

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

Las anteriores empresas están dedicadas al segundo eslabón de la cadena de aprovechamiento es decir ofrecen servicios secundarios respecto al material el primero es prestar servicios de reciclaje a terceros el cual consiste en realizar procesos de molido, aglutinado, pulverizado, escamas, peletizado corte al frío y corte al caliente de los residuos plásticos, en este caso poliestireno y el segundo es la comercialización de materia prima recuperada siendo está fabricada a partir de residuo plástico seleccionado y clasificado que ha pasado bajo uno o varios de los procesos mencionados; Son en total 11 organizaciones agremiadas bajo esta actividad en distintas partes del país.

- **Origen de los residuos (Línea pos consumo).**

Por consiguiente, se realizó el filtro, bajo el criterio de fuente de los residuos en la línea pos consumo, obteniendo las siguientes empresas:

Tabla 10. Organizaciones que adquieren residuos de poliestireno seleccionados y clasificados, prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado a partir de poliestireno pos consumo.

Línea Posconsumo.			
Empresas	Ubicación	Empresas	Ubicación
Bplast	Medellín Antioquia	Plastirios	Medellín- Antioquia
Icoformas SAS	Bogotá D.C	Promaplast SA	Bogotá D.C
Ojara Plásticos, Representación Oscar Jaramillo.	Itagüí Antioquia.		

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

De la tabla 10 se puede evidenciar, que del 100% de las organizaciones agremiadas bajo esta actividad, solo el 45% cumple con la fuente de la línea pos consumo, así mismo podemos evidenciar en cuanto a la ubicación geográfica, 3 organizaciones de 5 expuestas están consolidadas en el Valle de aburrá, exactamente en Medellín y en Itagüí-Antioquia estas están dedicadas en su orden a comercialización de materia prima pos consumo y además postindustrial, siendo esta materia prima incorporada en sus productos como es el caso de Ojara plásticos con ganchos plásticos para el sector de la confección y Plastirios con variedad de rollos y fundas para embalaje e impermeabilización.

- **Localización**

Por último, se aplica el criterio de localización de las organizaciones, estas tienen que estar ubicadas en Bogotá, del mismo modo se identifican los procesos característicos de este tipo de actividad para cada organización obteniendo como resultado final las siguientes:

Tabla 11. Empresas que adquieren residuos de poliestireno pos consumo y prestan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima recuperada o producto terminado en Bogotá D.C.

Empresa	Fuente	Proceso						Forma de venta		
		Posconsumo	Molido	Aglutinado	Pulverizado	Escamas	Peletizado corte al frío	Peletizado corte al caliente	Servicios de procesos a terceros	Materia prima recuperada
ICOFORMAS S.A.S. Avenida Calle 17 No. 81B - 83 Bogotá D.C. Teléfonos: 2927465-2927485 Correo: gerente.administrativo@icoformas.com	*								*	
PROMAPLAST S.A. Carrera 44 No. 20B - 58 Bogotá D.C. Teléfono: +57(1)3687562 Fax: +57(1)3350060 iherrera@promaplast.net	*						*	*	*	

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

De acuerdo a la tabla 11, las anteriores empresas, obedecen a empresas que por su proceso (Molido, aglutinado, pulverización, escamas, y tipos de peletizado), o que prestan servicios a terceros, obtienen materia prima recuperada que se puede transformar individualmente o mezclado con otro insumo, para fabricar un nuevo producto, estas empresas son organizaciones

dedicadas a la transformación de poliestireno expandido pos consumo, siendo su producto final insumos o materia prima recuperada para organizaciones o empresas dedicadas a la utilización de este, para determinado producto final de uso específico, con un asterisco se denota los procesos que cada una realiza en su proceso y el producto que fabrican para la venta en el mercado.

En consecuencia, se indica a continuación acerca de las anteriores organizaciones:

- **Icoformas S.A.S:** Es una empresa fundada en 1990, dedicada al mercado en líneas de Cadena de frío, Empaques, Agroindustria y Construcción, contando con tecnología de punta, máquinas y equipos de control numérico, tecnología de corte computarizado, máquinas automáticas y semiautomáticas para moldeo. (ICOFORMAS, 2019) .

Dentro de su portafolio de productos y servicios se encuentra:

- Diseño, desarrollo y soluciones de productos en Poliestireno Expandido- Icopor.
- Cadena de frío, con neveras térmicas en Icopor.
- Servicio de corte computarizado para figurados en Icopor.
- Prestamos servicio de maquila para la fabricación de productos en Icopor
- Empaques en icopor para protección de esquinas para embalaje.
- **Promaplast:** Es una empresa procesadoras de plásticos, enmarcada en la línea de gestión integral de residuos, de distintos plásticos como:
 - Polipropileno, Homopolímero, o peletizados de varios colores, con diferentes grados de alto impacto y fluidez que se utiliza para Inyección y Extrusión.

- Poliestireno. (PS), Cristal o peletizados de origen extrusión y expandido de diferentes colores.
- Polietileno Alta Densidad o peletizados para procesos de soplado, inyección y extrusión, de colores y natural.
- Polietileno de Baja Densidad o peletizados para procesos de extrusión o fabricación de película impresos, amonados y transparentes.
- PET en presentación de escama de origen o lámina de termoformado de color cristal o impreso.

Así mismo ofrece servicios de:

- Molido y peletizado: Por medio de Gestión integral de residuos, estos son aprovechados y dispuestos ambientalmente, gestión y disposición plástico, chatarra, cartón, archivo y otros.

De acuerdo al proceso se lleva a cabo las siguientes etapas:

- Selección y clasificación: De residuos, por tipo de material PEBD, PEAD, PP, PS, PVC, entre otros.
- Reducción de volumen: Trituración de residuos mediante un desgarrador, compactador o molido.
- Lavado, limpieza y descontaminación: De los residuos donde se retira la humedad y las partículas que puedan contaminar el material al final de proceso.
- Peletizado: consiste en transformar los residuos plásticos por medio de un proceso térmico con maquinaria especializada obteniendo como producto final un polímero granulado llamado pellet.

- Protección de marca: Proteger su marca del comercio ilegal y falsificación es muy importante. A través del servicio de Protección de Marca, disponemos ambientalmente los productos, materia prima, dotaciones y en general productos que contengan su marca y deben ser destruidos.

- Servicio de consultorías: Formulación de planes integrales de residuos sólidos atañendo a normatividad ambiental vigente. (Promaplast, 2019)

En la segunda sección se identificó, que la organización Promaplast cumplió con los filtros establecidos, y se encuentra activa actualmente, esta empresa proporciono información de interés para el proyecto, caso contrario con la organización Icoformas de la cual no se obtuvo respuesta alguna.

De acuerdo al orden establecido y por último, en el directorio de Acoplasticos se muestran las organizaciones que manejan la transformación de residuos, en cuanto a nivel de resina poliestireno.

- ✓ Sección 3: En esta sección se describe las Empresas transformadoras de residuos de poliestireno.

- Resina Poliestireno.

Tabla 12. Empresas Transformadoras de residuos de poliestireno.

Resina poliestireno			
Empresas	Ubicación	Empresas	Ubicación
Eat Flexiform	Bogotá D.C	Pegantes del eje cafetero y CIA LTDA	Dosquebradas Risaralda
Luis Fernando Cano- Ganchos Cano	Bogotá D.C	Polyser	Yumbo-Valle del Cauca
Mangueras y maderas plásticas S.A	Itagüí Antioquia	Ojara Plasticos Representaciones Oscar Jaramillo.	Itagüí-Antioquia.
Moduplast LTDA	Dosquebradas Risaralda		
Skinnerplast SAS	Bogotá D.C		

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

De acuerdo a la tabla anterior esta menciona las empresas transformadoras de residuos poliestireno expandido a nivel general incluyendo la línea de pos consumo, pos industrial y materia prima recuperada, o acondicionadores, es de resaltar que solo 8 organizaciones en cuanto a esta actividad se refiere, se encuentran agremiadas en Acoplasticos, en cuanto a la ubicación, se puede evidenciar que existen dos organizaciones en Dosquebradas Risaralda, la primera dedicada principalmente a líneas de madera y perfilería plástica para distintos sectores de la industria y la segunda organización fabrica pinturas, barnices, revestimientos similares, tintas para impresión y masillas, por otro lado respecto al departamento de Antioquia se ubican dos organizaciones en Itagüí Mangueras y maderas plásticas que se dedica a la fabricación y comercialización de mangueras, abrazadera, uniones, adaptadores, postes, y estibas, muy útiles en el sector de la galvanería y Ojara plásticos con producción de ganchos plásticos para el sector textil.

Por otro lado en el municipio de Yumbo en el Valle del Cauca se encuentra la empresa Polyser, esta ofrece los servicios de recuperación de materiales, y fabricación de materia prima como insumo para otros productos en forma de pellet, y fundamentalmente preparación e hilatura de fibras textiles, las anteriores industrias, incorporan residuos postindustrial o materia prima recuperada en el proceso.

Adicional a lo anterior se muestra las siguientes organizaciones, enmarcada bajo el parámetro establecido de fuente pos consumo.

- **Origen de los residuos (Línea posconsumo).**

Tabla 13. Transformadoras de residuos de poliestireno pos consumo.

Línea Pos consumo.			
Organización	Producto	Organización	Producto.
Luis Fernando Cano-Ganchos Cano	Ganchos Plásticos.	Ojara Plásticos Representaciones Oscar Jaramillo.	Ganchos plásticos.
Mangueras y maderas plásticas S.A	Laminas, Tuberías, Perfiles.	Pegantes del eje cafetero y CIA Ltda.	Mezcla para impermeabilizantes.

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

Los productos obtenidos por las anteriores empresas son fabricados a partir de residuos de la línea de pos consumo, se puede evidenciar variedad de productos como láminas, tuberías, o perfiles desde la materia prima recuperada realizado bajo el proceso de inyección que consiste en

Un método de moldeo, en la que el polímero o resina, se funde y en estado líquido se inyecta a alta presión en un molde cerrado, el polímero se enfría dentro del molde y solidifica; y se extrae

la pieza moldeada. (Suarez, 2017), del mismo modo como lo realiza Ojara plásticos y Ganchos cano en procesos de extrusión, que mediante un flujo continuo de presión y empuje, la materia prima se obliga a pasar por una boquilla encargada de darle la forma deseada. (Arroyo, 2012), es así que estas realizan ganchos plásticos para su distribución y venta, por otro lado la mezcla de impermeabilizantes realizada por pegantes del eje cafetero, para construcciones y remodelaciones.

- **Localización**

Puesto que la metodología, incurre en la premisa de localización, se encuentra la siguiente organización:

Tabla 14. Empresas transformadoras de residuos de poliestireno pos consumo en Bogotá. D.C

Empresa	Resina plástica	Fuente	Producto terminado
LUIS FERNANDO CANO GANCHOS CANO Carrera 59 No. 17 - 74 Bogotá D.C. Teléfono:2612404 Correo:ganchoscano@yahoo.com canoplast@yahoo.com	Poliestireno expandido	Posconsumo	Artículos
	*	*	Ganchos plásticos

Fuente: (Acoplasticos, 2017)

- **Luis Fernando Cano GANCHOS CANO:** Organización fundada en 1993, como bajo el nombre de Industrias Canoplast Ltda., en sus inicios no producía ni comercializaba ganchos plásticos, sólo comercializaba plástico reciclado; principalmente se compraba plástico de poliestireno a la empresa Bavaria de su publicidad utilizada y desechada, entre otra, vasos,

envases, soportes de, productos, etc., dicho plástico debía ser recogido directamente de las plantas de distribución; luego de llegar a la empresa este material era limpiado, clasificado y almacenado, para pasar luego al proceso de molido; posteriormente era vendido en el mercado de plásticos recuperados, una materia prima a un bajo costo para los industriales del plástico, después de varios se decide ampliar el portafolio de productos, fabricando y comercializando ganchos plásticos con más de 10 referencias de ganchos a partir de poliestireno expandido pos consumo. (SANCHEZ, 2018).

De acuerdo a la tercera sección, arrojo como resultado que la Organización Ganchos cano, cumplió con todos los parámetros establecidos, sin embargo actualmente no se encuentran ejerciendo la actividad de aprovechamiento de poliestireno, esto se constata con el acta de reunión en el Anexo 1

6.2.2. Empresas no agremiadas a Acoplásticos.

Por otro lado, se realizó una investigación en distintas entidades distritales y gubernamentales buscando organizaciones que se ajusten a los objetivos del proyectos y no existe una base de datos que reúna a las empresas. Entonces se realizó una investigación con los principales actores relacionados a la cadena de valor del poliestireno de las cuales resultaron las siguientes empresas:

Tabla 15. Organizaciones aprovechadoras de Poliestireno expandido posconsumo que no se encuentran agremiadas a Acoplásticos.

Empresa	Resina plástica	Fuente	Producto
	Poliestireno	Posconsumo	Artículos.
DR CALDERON LABORATORIOS. AK 20 No. 87-81 Bogotá, Tel: 6222687 Email: calderon@drcalderonlabs.com	Poliestireno expandido Polipropileno	Posconsumo	Diesel y Parafina.
PLASTIPRATECO SAS. Funza Cundinamarca. Cel.: 3013686459 Email: plastiprateco@gmail.com	Poliestireno expandido	Posconsumo	Materia prima recuperada para transformacion.
PLANET PANEL SAS Carrera 128 No. 15B – 36 Bogotá, D.C. Tel: 3143797508 Email: Asoremacolombia@gmail	Poliestireno expandido	Pos consumo	Panel de fibrocemento e icopor, y casetones para construcción.

Fuente: Los Autores, 2019.

Estas empresas fueron las que se seleccionaron puesto que cumplieron con todos los filtros planteados al inicio de esta segunda fase del proyecto y que además se encuentran activas en el mercado actualmente, ofreciendo los siguientes servicios que se describen a continuación.

- **Dr. Calderón Laboratorios:** Es una organización que provee servicios de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, entre los que se encuentra análisis de residuos, Análisis de Suelos, Análisis de Aguas, Análisis de Plantas, Análisis Bromatológicos, Control de Calidad, Microbiología, Análisis de Residuos Peligrosos TCLP, Análisis CRETIB, Análisis de Relleno Sanitario, Análisis "CHONS", Análisis de Combustibles Alternativos, Recuperación Energética de Basuras, Combustibles Derivados de Residuos –RDF.

Para el año 2015, y con la colaboración de tesis de la universidad América y el programa iNNpulsa Colombia, programa del Gobierno nacional creado en febrero de 2012 para promover el crecimiento empresarial, desarrollaron un proyecto dentro del marco de cooperación para la búsqueda de soluciones medioambientales a la disposición y/o la reutilización de residuos plásticos, el plasticcombustible con distintos materiales plásticos.

Así mismo se realizó en alianza con Ajoever S.A., se algunos experimentos de despolimerización tanto catalítica como térmica con el fin de valorizar esta clase de materiales para la obtención de despolimerizados consistentes en Monómero de Estireno vía cracking térmico y mezcla general de hidrocarburos aromáticos vía cracking catalítico, tendiente a ser utilizados como materia prima y como combustible. (DR CALDERON LABS, 2013).

- **Plastiprateco S.A.S. :** Es una organización dedicada al aprovechamiento de los residuos plásticos, incursionando desde el 2017 en el procesamiento de plásticos, obteniendo materia prima para procesos posteriores, teniendo su sede principal en Funza Cundinamarca, así mismo

su proceso consiste en la fase de trituración, después en ciclo cerrado se pasa a la fase de lavado y el posterior secado, resultando el producto de las Escamas y algunas veces se realiza el proceso de termo formado para obtener el producto llamado melcocha, teniendo productos de calidad como insumo de materia prima.

- **Planet Panel:** Es una organización que provee soluciones integrales para la gestión de residuos sólidos, especializada en la fabricación de productos en icopor reciclado para el sector de la construcción y la decoración. Dentro de su portafolio de productos y servicios se encuentra:
 - Caracterización de los residuos sólidos.(Reporte de estadística de producción de residuos, entrega de resultados y recomendaciones)
 - Implementación de programa de separación en la fuente de los usuarios, así como Separación en el shut de basuras o en el cuarto de basura.
 - Certificación de material recuperado y certificación para disposición final o transformación.
 - *Panel de fibrocemento e icopor (Ekopanel):* Es un panel tipo sándwich conformado por dos placas de fibrocemento de 6mm de espesor, adheridas y prensadas en un núcleo de poliestireno expandido (icopor), en densidad de 14 kg/m³. El panel tiene de largo 2.44 metros, ancho 1.22 metros y 7 cms de espesor. Se fabrica en diversos espesores a solicitud del interesado.
 - Casetón recuperable o perdido, para construcciones y exigencias de aislamiento acústico y térmico, se fabrican industrialmente a la medida de los planos con flexibilidad de formas y tamaños.

En el proceso de identificación de organizaciones que aprovechan poliestireno expandido posconsumo en Bogotá, se tiene que las siguientes empresas son las únicas en ejercer esta actividad y que se asocian al presente proyecto, es por ello que se tomaron como objeto de estudio.

6.3. Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en el diseño de una herramienta puntualizada en una encuesta que permitió recopilar información referente a datos específicos de las 4 organizaciones, donde se identificó la cantidad aprovechada de residuos, demanda y utilidad de productos finales, así como las ventajas y desventajas en el proceso de aprovechamiento.

Tabla 16. Información general del trabajo de campo

Diseño muestral	Muestreo No Aleatorio a conveniencia
Universo representado	Organizaciones aprovechadoras de poliestireno expandido pos consumo, o materia prima recuperada.
Tipo de enfoque	Cualitativo y Cuantitativo.
Metodología	Encuestas aplicadas a aprovechadores de poliestireno expandido pos consumo para estimar la cantidad aprovechada de residuos, demanda y utilidad de productos finales, así como conocer ventajas y desventajas en el proceso de aprovechamiento en la zona.
Unidad de observación	Bogotá D.C y sus alrededores, como zona de estudio hacia el cual se dirige el levantamiento de la información requerida.
Momento Estadístico	12 de febrero -26 de marzo de 2019.

Parámetros estudiados	<ul style="list-style-type: none">- Producción, utilidad y costos de productos finales a partir de poliestireno expandido pos consumo.- Reconocimiento y rentabilidad del proceso de aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo.-Ventajas y desventajas de la cadena de valorización del residuo.
-----------------------	---

Fuente: Los Autores, 2019.

La encuesta tuvo como estructura 8 ítems, de los cuales se analizó y dedujo la siguiente información:

1. Información General: La información general, sirvió como primer reconocimiento de la organización, que fueran empresas consolidadas, también permitió reconocer su naturaleza jurídica, y así mismo reconocer que actividades realiza la organización, el lugar de localización

de sus actividades y también permite deducir el nivel de antigüedad de la misma para así reconocer su nivel de importancia y permanencia en el mercado.

2. Información Preliminar: En este ítem se buscó averiguar, que productos fabrica la empresa a partir del poliestireno expandido pos consumo, para reconocer el sector de utilidad del producto, el conocimiento de la infraestructura de la organización, fundamental para analizar áreas, costos y gastos de arrendamiento o inversión y el proceso básico de transformación en la elaboración de los productos, para analizar las fases de cada proceso y llegar al producto final, también para identificar entradas y salidas, de recursos energía, emisiones, agua residual, residuos y subproductos, por otro lado se tiene un cuadro donde se analizó las etapas del proceso productivo de una forma cuantitativa, desde las etapas de recolección, transporte, transformación y producto final, que permitió reconocer las dificultades y facilidades de desarrollo de estas en cada organización.

3. Recolección, Transporte y almacenamiento: En este ítem relaciona todo el proceso o cadena de estas 3 fases, permitiendo reconocer toda la logística y formas de recolección de la materia prima (residuos de poliestireno expandido pos consumo), a través de acuerdos estratégicos, recicladores de oficio, o tercerización de servicios de recolección, o a su vez, si la organización cuenta con la actividad de recolección, del mismo modo se conoce que cantidad se recolecta y se considera que cantidad es susceptible de aprovechamiento para la organización, precio y costos de recolección y transporte, así mismo la forma en que se recepciona el material para saber bajo qué condiciones es apto el material para el proceso.

4. Almacenamiento: En esta parte, se comprende más a fondo el proceso de almacenamiento de los residuos, el área de acopio necesaria para almacenar los mismos, de igual manera se quiso conocer los equipos o maquinaria utilizada debido a que el residuo ocupa un gran espacio y el área es un factor importante que se refleja en costos.

5. Transformacion: En esta fase, se conoció el proceso para conocer la capacidad instalada de la empresa y la cantidad efectiva aprovechada en el proceso, para conocer datos de producción, así mismo conocer a fondo los equipos de proceso y datos técnicos de la maquinaria y tecnología utilizada, en la elaboración del producto, siendo datos útiles para conocer costos, gastos y especificaciones de cada proceso, de acuerdo a la organización.

6. Producto Final: Por último, se quiere conocer el estado de unidades fabricadas y ventas, así como su valor en el mercado comercial para conocer datos de rendimiento financiero.

7. Presupuesto: Esta parte de la encuesta se analiza a profundidad los costos y gastos que adquiere la organización, en cuanto a nómina de empleados, mantenimiento industrial de maquinaria, insumos, materia prima o costo de adquisición de los residuos, costos de comercialización, servicios públicos y gastos de arrendamiento, así como la inversión que se realizó para la consolidación del proyecto si entidades gubernamentales que por el objeto social del proyecto, se recibió alguna financiación o recursos para la organización, y con lo anterior evaluar la utilidad de cada una de las organizaciones.

Los resultados de las encuestas y el análisis de la varianza se pueden evidenciar en el Anexo 2

De acuerdo a lo anterior se presentó un resumen de los parámetros a analizar, de las empresas identificadas a partir de las encuestas realizadas.

Tabla 17. Parámetros específicos de análisis en la encuesta

Ítem de la encuesta	Parámetros a analizar
Información General	Ubicación
Información Preliminar	Productos. Aspectos e impactos Complejidad del proceso.
Recolección, Transporte almacenamiento	Recepción de materia prima
Almacenamiento	Capacidad de almacenamiento
Transformación y producto Final	Cantidad aprovechada de material Utilidad Rentabilidad

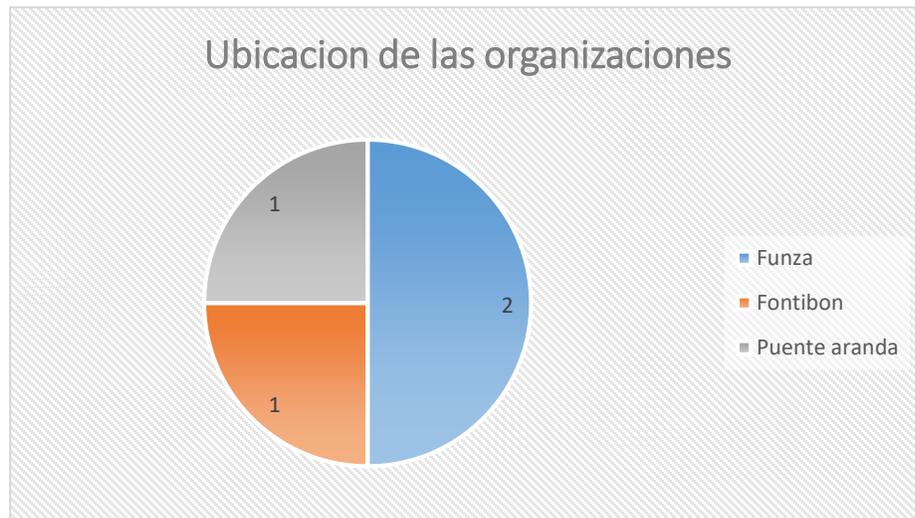
Fuente: Los autores, 2019.

6.3.1. Análisis de los resultados de la aplicación de las encuestas

De acuerdo a la encuesta realizada se puede deducir lo siguiente para cada organización mediante la siguiente ilustración, analizando la primera parte de la encuesta:

6.3.2. Información general

Ilustración 6. Ubicación de las Organizaciones



Fuente: Los autores, 2019.

De acuerdo a lo anterior se demuestra que de acuerdo al factor de ubicación de las plantas de aprovechamiento el 100% de las empresas cumplen con el POT de Bogotá D.C ya que las ubicación donde están las instalaciones donde se lleva a cabo el proceso de aprovechamiento, cumple con la clasificación de los usos del suelo urbano y de expansión, enmarcándose en el suelo de uso industrial, donde se puede evidenciar se llevan a cabo estas actividades.

En el POT se muestra el mapa de áreas de actividad las cuales clasifican las áreas específicas para cada actividad desarrolladas en el distrito, por consiguiente se muestran las convenciones por colores donde se clasifican cada una de las áreas de actividad:

Ilustración 7. Leyendas de mapa de áreas de actividad del POT de Bogotá

LEYENDAS

ÁREAS DE ACTIVIDAD RESIDENCIAL	
	AA R1 Sobre Sectores Residenciales Netos
	AA R2 Sobre Sectores Con Residencial Predominante
	AA R3 Sobre Sectores Residenciales Con Comercio Y Servicios
ÁREAS DE ACTIVIDAD MÚLTIPLE	
	M1 Sobre Sectores Con Aglomeraciones Comerciales
	M2 Sobre Corredores Urbanos De Movilidad Y/O Comerciales
	M3 Sobre Sectores Estratégicos De Renovación Urbana
	M4 Sobre Corredores De Renovación Urbana Y Redesarrollo
	M5/ AA R4 Sobre Sectores De Desarrollo
ÁREAS DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL	
	AAI1 Sobre sector Aeropuerto
	AAI2 Sobre Localidad de Fontibón - Al Oriente de la Av. Boyacá
	AAI3 Sobre Localidad de Puente Aranda y Fontibón Al Oriente de la Avenida Boyacá
	AAI4 Zonas Industriales en otras zonas de la ciudad
ÁREAS DE ACTIVIDAD DOTACIONAL	
	D1 Dotacional Extensivo
	D2 Dotacional Por Manzana
	D3 Nodo Dotacional
	Corredores de Comercio y Servicios Consolidados
	Zona de influencia del Aeropuerto
	Distritos ADN
	Polígono de alto impacto consumo y venta de licor
	Polígono de servicio de transporte público masivo
	Únicamente se permiten los Usos Existentes. Zona de Riesgo Individual para el Poliducto Salgar - Bogotá

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

En la siguiente imagen se muestra la ubicación según el POT de Bogotá, y la para la empresa Planet Panel SAS:

Ilustración 8. Ubicación de la Organización Planet Panel SAS



Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

De acuerdo a la imagen anterior se puede evidenciar que la organización Planet Panel cumple con las características de su objeto social, y de acuerdo al POT cumple con la normatividad de uso de suelos, correspondiente a uso industrial, ubicada en la localidad de Fontibón al oriente de la avenida Boyacá, donde se encuentran organizaciones a nivel industrial.

De igual manera se presenta en la siguiente imagen la ubicación de la organización Promoplast:

Ilustración 9. Ubicación de la Organización Promaplast.



Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

La organización Promaplast cumple con las características de su objeto social, y de acuerdo al POT cumple con la normatividad de uso de suelos, correspondiente a uso industrial, ubicado en la localidad de Puente Aranda, en el POT Promaplast se clasifica sobre el sector Aeropuerto según las áreas de actividad industrial.

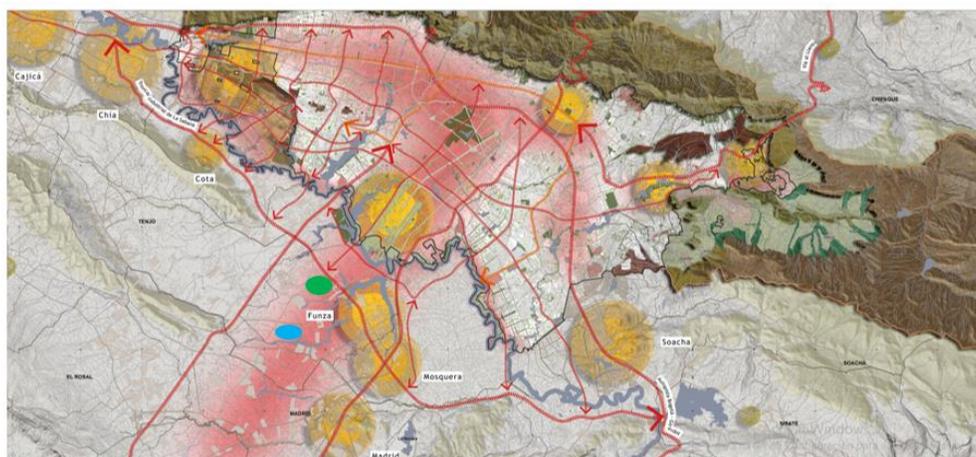
Para el modelo de ocupación supramunicipal evidencia las siguientes convenciones para la identificación de sus áreas de actividad y modelo de ocupación industrial

Ilustración 10. Convenciones y leyendas del mapa de modelo de ordenamiento y ocupación supramunicipal.



Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación., 2018)

Ilustración 11. Ubicación Organización Plastiprateco y Dr. Calderón Labs



**Circulo Verde (Organización Plastiprateco), *Circulo Azul (Organización Dr calderón Labs)*

Fuente: (Secretaria Distrital de Planeacion., 2018)

La organización Plastiprateco, y el Dr. Calderón Labs tienen ubicadas sus instalaciones en Funza Cundinamarca se puede evidenciar en la anterior ilustración que están ubicadas en los denominados centros de actividad donde se desarrollan distintas ocupaciones y actividades, así mismo está ubicado en predios que sirven para soportar la actividad de transformación de los residuos de poliestireno, como lo menciona el modelo de ocupación supramunicipal el cual menciona que estos municipios aledaños posibilita la construcción de escenarios urbanos y de desarrollo coexistiendo en el ámbito espacial de la ciudad Bogotá.

6.3.2. Información Preliminar.

Tabla 18. Información preliminar de las organizaciones.

Organizaciones.	Productos	Relevancia del impacto ambiental	Complejidad del proceso.
Plastiprateco.	Peletizado en caliente triturado	Baja	Recolección y transporte Transformacion Producto Final
Planet Panel S.A.S.	Bloques, casetones, laminas, paneles, cielos rasos.	Baja	Recolección y transporte Producto final.
Promaplast.	Peletizado	Baja	Recolección y transporte Transformacion Producto final.
Dr Calderón asistencia técnica agrícola Ltda.	Diésel Plástico	Baja	Recolección y transporte Transformacion

			Producto final.
--	--	--	-----------------

Fuente: Los autores, 2019

De acuerdo al cuadro anterior se puede evidenciar que de las 4 organizaciones, específicamente Promaplast y Plastiprateco, obtienen productos que son utilizados como materia prima para incorporación en otros procesos de transformación, esta materia prima resulta en productos finales en el sector de la construcción como impermeabilizantes, perfilera, y en el sector educativo como juguetería y útiles escolares.

Por otro lado, Planet Panel y Dr calderón labs, transforman los residuos de poliestireno en un producto final, obteniendo casetones para construcción y combustible Diésel de un 63% de pureza, respectivamente.

Del mismo modo, se reconoció los distintos procesos que se llevan a cabo para la fabricación de los productos, en el anexo 3 se describen los procesos de transformación para cada organización, posteriormente se realiza una descripción del proceso complementaria:

- **Plastiprateco**

La organización cuenta con 6 fases, las cuales consisten en la recepción del material o la materia prima en este caso son residuos de poliestireno, estos deben tener unas condiciones mínimas para que se entre al proceso, es decir deben estar descomidados, y en su mayoría libre de residuos o remanentes grandes de cualquier tipo, después de verificar la entrada de materia prima, sigue el proceso de trituración de los residuos la cual reduce a unidades que oscilan entre 2 a 3 mm de tamaño, a su vez sigue el proceso de lavado y centrifugado, con agua y la utilización de

jabón biodegradable, este proceso se maneja en ciclo cerrado lo cual quiere decir que el agua utilizada en un solo ciclo se puede volver a reutilizar hasta 8 veces, según sea la carga de residuos o suciedad que contenga el material, después de centrifugado el material se realiza el posterior empaque para el producto triturado, y peletizado al caliente.

Adicional a lo anterior esta organización subcontrata a otra empresa para realizar la etapa final de peletizado al caliente, este se lleva a cabo ingresando el material a una peletizadora y mediante calentamiento, se derrite los residuos obteniendo un producto solidificado.

- **Planet Panel SAS**

La organización, Planet Panel el proceso productivo se compone de 8 etapas, el primero de ellos es la recepción y selección de materia prima, donde se realiza la selección y limpieza, debido a que esta llega con residuos de cemento, pintura y demás, objeto de la actividad de construcción, así mismo el proceso continúa a la etapa de trituración del material, mediante una trituradora, posteriormente se encuentra la preexpansión, la cual se realiza con poliestireno expandido virgen, en esta fase se calientan las perlas mediante inyección de vapor, provocando la dilatación del pentano contenido en ellas, después de esto pasa a un estado de estabilización en silos donde se libera humedad, exceso de pentano y se consigue finalmente estabilidad mecánica de las perlas.

Paralelamente los residuos triturados se mezclan en una proporción de 60% de residuos triturados con un 40% de perlas preexpandidas obteniendo una mezcla para la siguiente fase

donde se compactan en la bloquera por medio de presión, para sacar los productos como bloques, casetones, y paneles, otra parte del material se va para la extrusora donde se realizan laminas y cielos rasos donde finalmente se comercializan a su cliente final.

- **Promaplast**

Promaplast realiza un proceso que consta de 5 fases que es la recepción del material, cabe resaltar que este material es productos de embalaje de medicamentos de importación o embalaje de armamento militar, así mismo se realiza selección del material ya que este no debe contener residuos orgánicos, después sigue el proceso de trituración el cual es fundamental debido a que disminuye el tamaño de las unidades recibidas, adaptándola a los procesos posteriores para llegar a la fase más importante del proceso que consiste en el peletizado, aquí se pasa el material triturado y mediante extrusión se forman pequeños gránulos o pellets, en este proceso se agrega un material llamado master batch el cual le proporciona color deseable al pellet según especificación del cliente y , después sigue el proceso de empaque y posterior comercialización.

- **Dr calderón Labs.**

El proceso del Dr. calderón labs, es un poco más complejo que los otros procesos anteriores, debido a que existen distintas etapas donde el material pasa por descomposición química.

En primera medida se encuentra la recepción del material, en este proceso se recibe polietileno, polipropileno y poliestireno, con este último, se realiza el densificado es decir en un recipiente se ingresa el material y se agrega un solvente orgánico, en este caso la aplicación de tinner y/o gasolina es válido, después se ingresa a la siguiente fase junto con los demás residuos

al horno de pirolisis, este consiste en un horno giratorio el cual llega a 500°C donde se generan gases de procesos, estos gases son evacuados, estos contiene la fracción condensable y la fracción no condensable, cuya temperatura es de 400-450°C.

Los Gases de Proceso salen del Horno por un ducto de salida que está conectado a la Torre de desparafinado, que hace parte de la siguiente fase de condensación, en esta fase la se separan las parafinas pesadas del crudo sin condensar en estado gaseoso y del crudo condensado en estado líquido; lo cual, se logra gracias a la refrigeración provista de contacto directo con Crudo sin condensar en la parte superior de la Torre, después de esto se pasa a un tanque de almacenamiento donde se realiza un proceso de destilación este se alimenta mediante un bombo rotatorio calentado a fuego directo, evaporando hasta una temperatura de 380°C, donde se empieza a producir los productos (Nafta, Kersone, y bunker o parafina), finalmente se pasa a un tanque de recepción donde es almacenado y posteriormente para obtener e octanaje necesario se debe mezclar en un proporción de 70% diésel convencional y 30% diésel plásticos para comercializarlo.

En virtud de lo anterior, en la pregunta 2.6 de la encuesta cuantitativa se identificó las dificultades y oportunidades de las etapas del proceso productivo para cada una de las organizaciones, en una escala de cero (0) a cinco (5), donde (5) es el valor más alto para calificar la etapa del proceso que ha presentado más dificultades para realizarla y/o ejecutarla, a su vez (4) y (3) son los valores siguientes para calificar las etapas donde se presenta un nivel intermedio de dificultad y entre (2) y (1) son los valores para representar la etapa que ha presentado más facilidad para realizarla o ejecutar en su proceso productivo respecto a las demás etapas, esto se

realizó con el fin de evaluar cuantitativamente la percepción de la realización de las etapas productivas de cada organización para reconocer las dificultades y/o facilidades de cada uno en las organizaciones

Tabla 19. Frecuencia de las dificultades y facilidades en las etapas del proceso.

Etapa	Frecuencia	
	Dificultad	Facilidad
Recolección	4	0
Transporte	4	0
Transformacion	3	1
Producto final	4	0

Fuente: Los Autores, 2019.

Seguidamente, se describen los argumentos por las cuales algunos procesos resultan más complejos que otro:

- **Recolección:** La recolección del material es complicada debido a que este no es atractivo para los recicladores de oficio, debido a que este se remunera por el peso del material recolectado, puesto que este no posee un peso significativo, entonces, para estos actores de la cadena de reciclaje no es rentable recolectar estos residuos.

Así mismo pasa con el proceso de transporte y logística, debido a que el costo de la recolección no lo asume el productor de los residuos, sino las organizaciones aprovechadoras, la cual oscila entre \$100.000 a \$300.000 en promedio por flete, y en algunas ocasiones se incrementa su valor por distancias y volúmenes.

- **Transformacion:** Este proceso la organización Planet Panel SAS tiene consolidado y estandarizado el proceso, por lo cual no poseen mayores problemas técnicos o económicos, por consiguiente Plastiprateco y Dr Calderón labs, tienen ciertos inconvenientes con el proceso debido a ciertas falencias técnicas o tecnológicas para disminuir ciertas fases.

El Dr Calderón Labs, tiene un proceso muy meticuloso donde se tiene que controlar distintas variables de presión y temperatura, así como controlar subproductos como la parafina y el tratamiento de aguas alcalinas, resultantes en el proceso de condensación.

Plastiprateco, tiene ciertos inconvenientes porque el proceso de transformación de la materia prima no está estandarizado para obtener un producto con menor remanente de contaminantes.

Por último la empresa Promaplast evidencia total insatisfacción con el proceso debido a que la maquinaria que tiene, no cubre la capacidad de producción que necesita y se duplica en tiempo el proceso respectivamente de 1 a 2 días y retiene otras materias plásticas para transformación.

- **Producto Final:** Este etapa se enfoca más a la comercialización y el mercado en el que este se desarrolla, en este caso Plastiprateco y Planet Panel, enunciaron satisfacción parcial debido a que el producto que comercializan tienen posibles clientes potenciales, pero los costos de comercialización (FOB) y demás opacan el eslabón final de aprovechamiento, porque estos costos son muy elevados en comparación a la remuneración por la exportación.

El Dr Calderón labs tiene inconvenientes debido a que el producto que produce es combustible y este tiene que ser mezclado en aproximadamente 70% con diésel tradicional, lo cual eleva un poco el costo de comercialización, así mismo el mercado es muy cerrado debido a que el costo y

la producción como tal es elevada comparado con el proceso del diésel tradicional, y por eso no es muy competitivo en el mercado.

Por ultimo Promaplast, mencionó que las cantidades comercializadas respecto al material son muy pocas y no representan significancia en la compañía en cuanto a ganancia se refiere.

- **Aspectos e Impactos Ambientales**

Debido a que la dinámica de los procesos industriales, pueden impactar al medio ambiente, es necesario cuantificar la relevancia de estos aspectos e impactos mediante una matriz de impacto ambiental, en este caso se utilizó la estipulada por la Secretaria Distrital de Ambiente, que otorga una metodología aplicable a la gestión de las entidades u organismos distritales en diferentes escenarios, así como las actividades y/o servicios que desarrollados por terceros.

Para la valoración de aspectos e impactos ambientales primero se especificó los procesos de cada organización, a su vez se determinó la regularidad de los mismos, que se define como la frecuencia de ocurrencia con que se presenta la actividad o producto, con la siguiente clasificación:

- Normal: recurrente o frecuente.
- Anormal: poco frecuente.
- Emergencia: de forma impredecible

Así mismo se identifica los aspectos e impactos ambientales y los recursos afectados sea agua, suelo, flora y fauna, también se evalúa la valoración del impacto, por tal razón se determina el

tipo de impacto, si este es positivo o negativo y se mide la importancia del impacto multiplicando los puntajes asignados a las variables determinadas como sigue:

($I = A * P * D * R * C * N$) Donde: I = Importancia, A = Alcance, P = Probabilidad,

D = Duración, R = Recuperabilidad, C = Cantidad y N = Normatividad,

Dado a lo anterior se muestran las matrices completas y la escala de valoración del impacto ambiental según metodología de la SDA en el Anexo 4

En la siguiente tabla se evidencia un resumen de los aspectos e impactos y su nivel de importancia:

Tabla 20. Aspectos e impactos ambientales de la organización Plastiprateco.

Proceso	Aspecto	Impacto	Importancia
Recepción y selección del material	Aprovechamiento de residuos	Disminución de utilización de recursos	25000
Trituración	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.	1250
Lavado*	Consumo de energía eléctrica Consumo de agua. Generación de vertimientos.	Contaminación del recurso agua. Reducción de consumo de agua.	250
Centrifuga	Consumo de energía eléctrica Generación de vertimientos	Agotamiento de los recursos naturales. Contaminación del recurso agua	1250
Empaque comercialización	Generación de materia prima aprovechable.	Aumento de conciencia ambiental.	500

Nota: Lavado: Existe un proceso de recirculación de agua. Fuente: Los Autores, 2019

La organización Plastiprateco tiene en su proceso diferentes aspectos e impactos relacionados con el recurso agua y suelo, de las 5 fases que relacionan su proceso solo 2 producen impactos negativos, siendo la trituración y el centrifugado, por otro lado una particularidad que se evidencia en esta organización es en la parte de lavado, donde existe un proceso de recirculación del agua en circuito cerrado, posteriormente luego de 10 ciclos de lavado, el agua del proceso finalmente se descarga al alcantarillado. En general el proceso que desarrolla Plastiprateco tienen un rango de importancia bajo, lo cual determina un tipo de impacto no significativo.

Tabla 21. Aspectos e impactos ambientales de la organización Planet Panel

Proceso	Aspecto	Impacto	Importancia
Recepción y selección de materia prima	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente	25000
Trituración	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.	1250
Pre expansión de materia prima virgen	Consumo de energía eléctrica Generación de emisiones atmosféricas vapor de agua. Consumo de agua.	Agotamiento de los recursos naturales. Contaminación al recurso aire.	6250
Mezclado con Materia prima Virgen	Consumo de residuos aprovechables.	Reducción de agotamiento de recursos.	25000
Compactadora	Consumo de energía eléctrica. Generación de emisiones atmosféricas	Agotamiento de los recursos naturales. Contaminación al recurso aire.	1250

Empaque y comercialización.	Generación de residuos aprovechables.	Aumento de conciencia ambiental.	500
-----------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----

Fuente: Los Autores, 2019.

Planet Panel, posee en sus procesos impacto en el recurso aire, agua y suelo, respecto al tipo de impacto existen 3 impactos positivos dentro de su proceso de transformación es así como la recepción de la materia prima, el mezclado con materia prima virgen y la comercialización impactan positivamente durante el proceso en relación con el ambiente, porque la incorporación de residuos respecto a las demás fases del proceso, se deben tomar medidas que mitiguen ambientalmente el proceso, en cuanto a vertimientos y contaminación del aire, en general el rango de importancia de los impactos es bajo y no significativos.

Tabla 22. Aspectos e impactos ambientales de la organización Promaplast.

Proceso	Aspecto	Impacto	Importancia
Descarga selección	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente	25000
Trituración	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.	1250
Peletizadora	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales.	1250
Empaque comercialización	Generación de residuos aprovechables.	Aumento de conciencia ambiental.	500

Fuente: Los autores, 2019.

Los aspectos e impactos ambientales que posee la empresa Promaplast respecto al proceso de aprovechamiento de poliestireno, son de importancia baja y no son significativos, dado que esta organización cuenta con 4 fases de proceso la cual 2 de estas representan un impacto positivo, de importancia 25000 y 500 según la metodología de la SDA, en el proceso de transformación se dinamiza con el recurso agua y suelo, respecto al recurso aire no tiene un impacto significativo o relevante para evaluarlo.

Tabla 23. Aspectos e impactos ambientales de la organización Dr. Calderón Labs

Proceso	Aspecto	Impacto	Importancia
Recepción y selección del material	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente	25000
Densificado	Generación de residuos peligrosos.	Contaminación del recurso suelo.	2500
Pirolisis	Generación de emisiones por fuentes fijas.	Contaminación del recurso aire.	6250
Condensación	Consumo de agua Generación de emisiones por fuentes fijas	Contaminación del recurso aire. Contaminación del recurso agua	15625
Destilación	Generación de emisiones por fuentes fijas	Contaminación del recurso aire.	6250
Almacenamiento	Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo.	12500
Empaque y comercialización	Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo	2500

Fuente: Los Autores, 2019.

El proceso para transformar los residuos de poliestireno y demás residuos plásticos en diésel plástico, consta de transformaciones químicas y físicas lo cual hace que el proceso sea un poco

más largo e intervengan más procesos, 7 en total de los cuales solo 1 es un impacto positivo, los demás intervienen el recurso aire, agua y suelo, el proceso más significativo es la condensación, debido a que se condensan los gases, que salen de la pirolisis, y a su vez se genera un residuo y un vertimiento.

Después sigue el proceso de almacenamiento donde se entra en contacto con recurso suelo y este puede contaminar más a partir de su área de influencia que puede trascender a acuíferos y demás, el proceso de pirolisis y destilación relaciona al recurso aire por lo cual se debe disponer de medios y mecanismos para mitigar el impacto , así como el tratamiento de vertimiento de aguas acidas que se producen en el proceso de condensación, respecto a la comercialización se utilizan embalajes los cuales generan un residuo si estos no se disponen ambientalmente y así mismo se está aprovechando un residuo para un producto final.

6.3.3. Recolección y Transporte.

Tabla 24. Información de recolección y transporte de las organizaciones.

Organizaciones	Forma de recolección.	Recepción del material.
Plastiprateco	Recicladores	Bolsas (Material a granel y organizado)
Planet Panel SAS.	Recicladores Acuerdos estratégicos.	
Promaplast	Acuerdos estratégicos.	
Dr Calderón Labs	Acuerdos estratégicos.	Compactado en pacas de 60cmX60 cm

Fuente: Los Autores, 2019

La recolección de la materia prima de las organizaciones se realizan principalmente por acuerdos estratégicos con algunas organizaciones que proveen del material, es así que como Planet panel, Promaplast y Dr Calderón Labs, obtienen su materia prima para el proceso, dependiendo de los acuerdos se realizan pactos en los precios, en el caso de Planet panel, reciben residuos de recicladores, y de empresas de construcción, de embalaje entre otros, a cambio de certificados de aprovechamiento del material.

Promaplast obtiene los residuos posconsumo de neveras de medicamentos, y embalajes en general que provienen de importaciones, a su vez ellos cobran a \$10.000 el m³ a las organizaciones, a cambio de un certificado donde se verifique la cantidad entregada y aprovechada, el Dr calderón labs tiene acuerdos con la organización Pepsico la cual les provee de distintas materias plásticas entre ellas residuos de poliestireno, el precio de recolección es nulo porque la organización pone la materia prima en la planta de Funza, y a cambio se factura por materia plástica gestionada y se entrega el respectivo certificado, por otro lado se encuentra Plastiprateco el cual compra los residuos a recicladores de oficio, el precio por Kg varía desde \$150-320, pero los recicladores aquejan que este precio este en función del peso, debido a que estos residuos poseen un volumen considerable y el peso es muy bajo, la organización, está adelantando procesos de alianzas para la obtención de los residuos.

Entonces se puede concluir que la manera más deseable por el momento para la obtención de los residuos es realizar acuerdos estratégicos con organizaciones que manejen el material, de acuerdo a la recepción del material para todas las organizaciones lo reciben en bolsas con ciertas

características como lo son libre de residuos grandes de comida u otros, organizados y en su medida compactados.

En promedio se reciben aproximadamente 6 toneladas mensuales, como se puede evidenciar Planet Panel es la organización que recibe mayor cantidad de residuos con 8 toneladas mensuales, después le sigue Promaplast y Dr Calderón Labs, que transforman dentro del rango de 3- 7 toneladas, luego se encuentra Plastiprateco en que recibe menos del promedio de toneladas para gestionar total de las organizaciones, entre 2 y 3 toneladas.

6.3.4. Almacenamiento.

Tabla 25. Información de almacenamiento de los residuos de poliestireno pos consumo de las organizaciones.

Organizaciones	Proceso de reducción
Plastiprateco	No
Planet Panel SAS	
Promaplast	
Dr Calderón Labs	

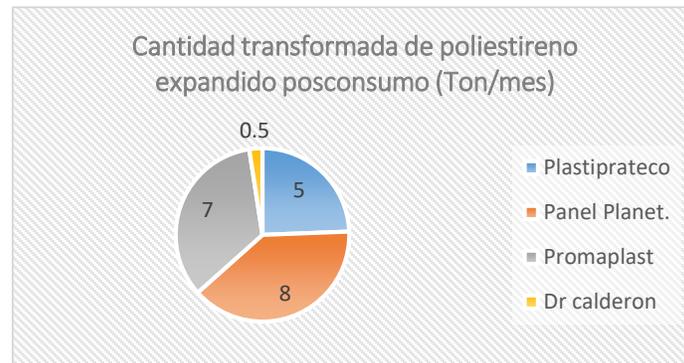
Fuente: Los autores, 2019.

De acuerdo al almacenamiento, no existe un proceso de reducción en ninguna de las organizaciones, porque, la cantidad de material que se recibe no es constante, y cada vez que es ingresada es procesada diariamente o hasta que se llegue a la cantidad requerida para la transformación; adicional a esto Plastiprateco, Promaplast y Dr Calderón labs, manifiestan que tanto en factor de capacidad y área de almacenamiento es suficiente, exceptuando la organización Planet Panel SAS está enuncia que falta espacio para almacenamiento de residuos y el

arrendamiento de una bodega en un sitio estratégico y que cumpla el POT de Bogotá es muy costoso y la maquinaria para reducir mecánicamente el material también tiene un elevado precio, analizando la capacidad de almacenamiento está en el rango desde las 10 hasta las 50 toneladas, la disposición de espacio para el área de acopio ocupa un porcentaje importante en el área total, de manera que Promaplast ocupa un 40% en el área de almacenamiento respecto al área total de la organización, le sigue en su orden Planet Panel SAS con un 40%, Plastiprateco con un 20%, y Dr Calderón Labs con un 10%.

6.3.5. Transformacion y Producto Final.

Ilustración 12. Transformacion y producto final de las organizaciones



Fuente: Los autores, 2019.

De acuerdo a lo anterior se puede evidenciar que la cantidad transformada por cada organización oscila entre las 2 y las 7 toneladas mensuales, para lo cual la organización con mayor transformacion de materia prima es la empresa Planet Panel con aproximadamente 8 toneladas transformadas, después sigue la organización, Promaplast y Dr calderón labs con aproximadamente 5 y 6 toneladas efectivas y por último Plastiprateco con aproximadamente 5

toneladas mensuales, dado a esto podemos evidenciar que la capacidad instalada de cada organización es superior a la producción que realizan mensual, desaprovechando entre 18 y 23 toneladas que su capacidad instalada provee, esto se debe porque la insuficiencia de materia prima en el proceso no permite aprovechar la totalidad de la capacidad instalada.

Algunas organizaciones como Dr. calderón labs tienen igualdad en su producción y su capacidad instalada ya que han estandarizado su capacidad instalada de acuerdo a la cantidad de materia prima que reciben, y por lo que están empezando relativamente en el aprovechamiento de la materia prima.

- **Cantidad aprovechada.**

Para conocer la cantidad de material de poliestireno expandido aprovechado en las diferentes empresas, un factor importante que se determinó, fue el proceso que aporta una mayor contribución a la valorización de este residuo en un mismo periodo de tiempo, cabe resaltar que está establecido por cada organización por su maquinaria y cantidad mínima de venta.

La cantidad aprovechada de residuos en una sola unidad fabricada, enmarcada en el concepto de producto terminado sería la empresa Planet Panel con valores que oscilan entre 25 y 2 kg en sus productos para construcción y después estaría la organización Dr Calderón labs con 7 kg para la producción de Diésel. A continuación se muestra la cantidad aprovechada para estas organizaciones:

- Planet Panel SAS.

Tabla 26. Cantidad aprovechada de residuos de poliestireno expandido pos consumo por producto de la organización Planet Panel.

Planet Panel					
Producto	Cantidad de residuos de poliestireno (Kg)	Cantidad de Materia virgen (Kg)	Total de unidades fabricadas	Total de residuos aprovechado (kg/mes)	Total de poliestireno (kg/mes)
Bloques	25	16	200	5000	3200
Casetones	25	16	100	2500	1600
Paneles	2	2	30	60	30
Laminas	5	4	30	150	120
Cielos rasos	2	2	10	20	40
Total				7730	4990

Fuente: Los Autores, 2019

Esta empresa en un mes utiliza para la fabricación de sus productos un total de 7730 kilogramos de residuos de poliestireno expandido, y solo 5000 kilos son de material virgen pos consumo, es porque el material pos consumo está en una proporción de 60% y material virgen 40%, así mismo la calidad del producto cumple con especificaciones de resistencia y aislamiento.

- Dr Calderón Labs.

Tabla 27. Cantidad aprovechada de residuos de poliestireno expandido pos consumo por producto de la organización Dr. Calderón labs.

Dr Calderón Labs.					
Producto	Cantidad de residuos de poliestireno. (Kg)	Cantidad de residuos de polietileno (Kg)	Cantidad de residuos de polipropileno (Kg)	Total de unidades fabricadas (Gal)	Cantidad de residuos de poliestireno (Kg).
Diésel Plástico	1.75	3.5	1.75	300	525

Fuente: Los autores, 2019.

La organización Dr Calderón Labs, aprovecha 2100 kg de plásticos entre los que se encuentra polietileno y el polipropileno y poliestireno , de este último se aprovecha un 25% en peso de residuos, es decir 525 kilogramos de poliestireno expandido por mes, así mismo para generar diésel plástico, se aprovecha 525 kg de polipropileno y 1050 kg de polietileno. Cabe resaltar que para el año 2016 el aprovechamiento de polietileno y polipropileno en su orden corresponde a 656 y 242 toneladas aprovechadas reportadas en Bogotá para el año 2016, entonces es de

mencionar que este proceso contribuye con el aprovechamiento de estos residuos plásticos, es el caso del polietileno que se aprovecha aproximadamente un 10% de las toneladas reportadas en el SUI y el 0,21% de la toneladas totales de polipropileno.

Por otro lado se encuentra la organización Promaplast y Plastiprateco que realizan procesos dentro de los cuales obtienen materia prima como insumo, de esto ellos aprovechan para cada unidad de producto, 100, y 15 kg hora en su orden.

La Organización Promaplast aprovecha en su totalidad las 3-7 toneladas mensuales de residuos de poliestireno recibidas así como la organización Plastiprateco con un valor mensual de 2-3 toneladas de residuos de poliestireno.

6.3.6. Demanda y Utilidad.

Tabla 28. Demanda y utilidad de las organizaciones.

Organización	Producto	Ingresos totales	Costos totales	Utilidades	Perdidas
Plastiprateco	Peletizado	\$2'250.000	\$18'070.000	0	\$15'820.000
	Triturado				
Planet Panel	Bloques.	\$77'425.000	\$70'919.000	\$6'506.000	\$0
	Casetones.				
	Laminas.				
	Paneles.				
	Cielo Rasos.				
Dr Calderón Labs	Diésel.	\$2'592.000	\$30'360.000	0	\$27'768.000
Promaplast	Peletizado	\$ 18'000.000	\$34'800.000	0	\$16'800.000

Fuente: Los autores, 2019.

En relación con la tabla 28 se puede evidenciar que la empresa que genera utilidad es Planet Panel, debido a que sus costos son menores a sus ingresos, en comparación con las demás organizaciones las cuales representan pérdidas entre el rango de 15 a 27 millones.

Por otro lado la demanda del producto se hace significativa cuando la organización diversifica su línea de productos que genere un mayor margen de contribución.

Posteriormente a parte de los datos hallados hasta el momento en esa fase se realizó un análisis de barreras y oportunidades el cual consistió en lo siguiente:

6.4. Definición de análisis de Barreras y oportunidades.

Las barreras y las oportunidades “pueden definirse como aquellos factores que impiden o facilitan, total o parcialmente, la implementación” (Orrego, 2010), de algún proceso.

La literatura muestra numerosas técnicas que pueden ser utilizadas para detectar las barreras y las oportunidades. En ocasiones, será necesario emplear más de una técnica. (Orrego, 2010), Las más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

- Tormenta de ideas. Técnica de grupo que permite la generación de una gran cantidad de ideas sobre un tema determinado.
- Técnica Delphi. Técnica de consenso. Se realiza el envío de un cuestionario por correo para saber la opinión de un grupo de personas que tienen información implícita sobre el tema a estudio. A los «expertos» se les envía, en una primera fase, el cuestionario con preguntas previamente probadas y validadas para que los participantes clasifiquen su grado de acuerdo con

cada afirmación del cuestionario. A partir del análisis de las respuestas, se elabora un segundo cuestionario que se envía tantas veces como sea necesario hasta que el grupo llega al consenso

- Grupos nominales. A través de una pregunta formulada a un grupo de entre 10 y 15 expertos se obtienen respuestas que posteriormente son clasificadas y reordenadas por importancia mediante el consenso entre los participantes. Resulta útil para obtener y priorizar información facilitada por expertos o afectados por un determinado tema.
- Encuesta. Consiste en un listado estandarizado de preguntas acerca de conocimientos, actitudes o prácticas, que responde de manera anónima un grupo numeroso de personas.
- Entrevista. Cara a cara o telefónica, individualmente y realizada por un entrevistador. Pueden ser estructuradas (con un cuestionario) o semiestructuradas (preguntas abiertas y cerradas). Suele utilizarse cuando la población es pequeña y manejable.
- Grupos focales: Conversación planeada de un grupo pequeño y homogéneo (de 7 a 10 personas), diseñada para obtener información de una área concreta de interés, con un guion de preguntas que van desde lo más general hasta lo más específico, en un ambiente permisivo y no directivo, con un moderador que sea capaz de conseguir que los participantes se expresen de forma libre.
- Observación directa. Observar atentamente la situación, obteniendo datos para su posterior análisis
- Estudio de caso. Método empleado para estudiar una situación o caso único de una forma lo más intensa y detallada posible.

- Informantes clave: Individuos con conocimientos del entorno y con una percepción especial sobre el tema específico de estudio, los datos, habitualmente, se obtienen a través de una conversación informal.

Después de lo anterior se obtiene un listado de las barreras y oportunidades las cuales se pueden clasificar de acuerdo al investigador (Orrego, 2010),

De acuerdo a lo anterior se desarrolló la aplicación de la encuesta la cual se describe posteriormente

6.4.1. Aplicación de la Encuesta

La encuesta permitió recopilar información referente a la experiencia que han tenido los empresarios durante su trayectoria en el mercado del aprovechamiento del poliestireno expandido, identificando factores positivos y negativos que influyeron en cuanto a la consolidación de las organizaciones, su proceso de transformación y logística y mercado en el que se desarrolla su producto final, que han presentado las 4 empresas.

Las encuestas pueden observarse en el Anexo 5.

La encuesta tiene un enfoque cualitativo, el cual nos permite describir de manera precisa y clara las ventajas y desventaja de la gestión integral del poliestireno expandido pos consumo, para llevar a cabo lo anterior se realizó preguntas abiertas que permitieron determinar factores, positivos o negativos de las organizaciones.

Soportados en la información recolectada, se realizó el análisis de barreras y oportunidades en la fase 3.

7. FASE III *Análisis de barreras y oportunidades del aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo en Bogotá D.C.*

En esta fase se analizó de manera detallada cada uno de los procesos los cuales se correlacionaron entre sí, respecto a la cantidad de residuos de poliestireno expandido pos consumos aprovechados, la rentabilidad y la utilidad. Estas correlaciones se evidenciaron mediante una matriz comparativa y gráficas que permitieron establecer la viabilidad y aplicación del proceso al mercado local.

Por otro lado también se conoció la experiencia que han tenido los empresarios, identificando los factores positivos y negativos que han influenciado respecto al aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo como una oportunidad de negocio.

7.1. Utilidad

Este término “Se calcula como la diferencia entre el ingreso realizado de un periodo y los gastos que se asocian directamente con ese periodo o que por alguna u otra razón, se deben reconocer como incurridos en ese periodo” (DAVIDSON, 1992).

$$UTILIDAD = Ingresos Totales - Costos Totales$$

Ecuación 4. Ecuación de Utilidad.

Fuente: (DAVIDSON, 1992).

Donde:

$$\text{Ingresos Totales} = \text{Precio de Venta} * \text{Unidades Vendidas.}$$

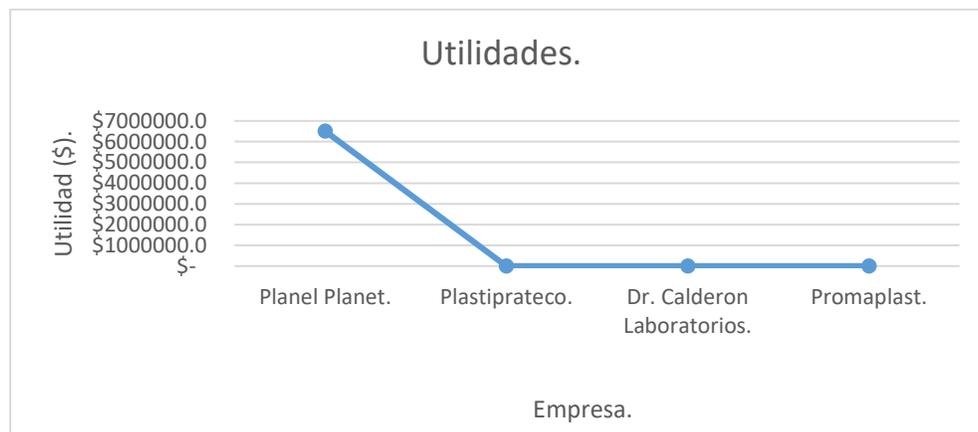
$$\text{Costos Totales} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables.}$$

Ecuación 5. Ecuación de Ingresos y costos totales.

Fuente: (DAVIDSON, 1992).

En la tabla 28 se identificaron los ingresos y los costos totales para cada una de las empresas y se obtuvo que la organización Planet Panel S.A.S. representa unos ingresos totales mayores que sus costos totales, es decir posee una utilidad de \$6'506.000 respecto a las demás organizaciones, no poseen utilidades como se representa en la siguiente figura:

Figura 3. Utilidades Generadas por las organizaciones.



Fuente: Autores, 2019.

Cabe resaltar que para el caso de la empresa Promoplast se mantiene en operación, a pesar de no generar utilidades, debido a que fabrican otro producto con diferentes resinas, alcanzando a cubrir gran parte de los costos fijos de la empresa en general.

La utilidad se ve relacionada directamente con las siguientes herramientas financieras que son importantes para reconocer la viabilidad económica de cada una de las organizaciones, justificando los resultados de la figura 4, a continuación se define cada concepto:

7.1.2. Punto de Equilibrio.

“El punto de equilibrio es una herramienta financiera que permite determinar el momento en el cual las ventas cubrirán exactamente los costos, expresándose en valores, porcentaje y/o unidades, además muestra la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas excedan o caen por debajo de este punto, de tal forma que este viene a ser un punto de referencia a partir del cual un incremento en los volúmenes de venta generará utilidades, pero también un decremento ocasionará pérdidas” (Fernandez, 2004)

$$PE = \frac{\text{Costo Fijo total.}}{\text{Precio de venta.} - \text{Costo Variable.}}$$

Ecuación 6 Ecuación de punto de equilibrio.

Fuente: (Fernandez, 2004)

Para determinar el punto de equilibrio de cada una de las empresas, se determinó cada factor en la ecuación anterior mediante la encuesta realizada

Como primera medida para poder determinar si una empresa genera utilidades, se identifica, si el número de unidades que vende en el mes es mayor que el punto de equilibrio. En caso contrario se generan pérdidas. Por esta razón, a continuación se determinó el punto de equilibrio para cada una de las organizaciones:

Tabla 29. Punto de equilibrio de las organizaciones.

Organización	Producto	Punto de equilibrio (toneladas/mes)	Unidades Vendidas (toneladas /mes).
Plastiprateco	Escamas	55	3
	Melcocha	46	2
	Producto	Punto de equilibrio (unidades /mes)	Unidades vendidas/ mes.
Planet Panel	Bloques.	317	200
	Casetones.	171	100
	Laminas.	633	30
	Paneles.	380	30
	Cielo Rasos.	31667	10
Dr Calderon Labs	Producto.	Punto de equilibrio (galones/mes).	Unidades Vendidas (galones/mes).
	Diésel.	4032	300
Promaplast	Producto	Punto de equilibrio (toneladas /mes)	Unidades vendidas (toneladas /mes)
	Peletizado	20	6

Fuente: Los autores, 2019.

Analizando el punto de equilibrio, se encontró que de las empresas que ofrecen en el mercado uno o dos productos, sus unidades vendidas no sobrepasan el punto de equilibrio, es decir que

estas organizaciones no alcanzan a cubrir los costos totales, como el caso de Plastiprateco, Promaplast y Dr. Calderón Labs.

Caso contrario con la empresa Planet Panel S.A.S. la cual presenta una situación particular, ya que este ofreciendo 5 líneas de productos en el mercado, puede solventar los costos fijos y generar utilidades.

Lo anterior se puede corroborar con el cálculo del margen de contribución que se determinó más adelante. Si la empresa se dedicara a vender únicamente un solo producto no sería suficiente, por lo tanto, es importante que las empresas que diversifiquen el mercado, abarquen la fabricación de más productos para sobrepasar el punto de equilibrio, para soportar los costos totales.

7.1.3. Margen de contribución

Este concepto permite conocer la rentabilidad que ejercerá la empresa, debido a que dicho valor permitirá cubrir los costos fijos de la organización y su diferencia será la utilidad bruta” (Morales, 2016).

$$MC\ Total = (Ingreso\ Total) - (Costo\ Variable\ Total)$$

Ecuación 7. Ecuación de Margen de contribución.

Fuente: (Morales, 2016)

Para determinar el Margen de Contribución Total (MC_{total}) fueron fundamental reconocer las unidades que vende la empresa en un mes y el valor del producto en el mercado, es decir que el producto de estos dos datos determinan el ingreso total, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Ing.Total = (precio\ de\ venta)(unidades\ vendidas)$$

Ecuación 8. Ecuación de ingresos totales.

Fuente: (Morales, 2016)

El costo variable total se obtuvo identificando el costo variable unitario, y las unidades vendidas en el mes; se determina el costo variable total, como se muestra a continuación:

$$Costo\ Variable\ Total = (Costo\ Variable\ unitario)(Unidades\ vendidas)$$

Ecuación 9 Ecuación de costo Variable total.

Fuente: (Morales, 2016)

A continuación se muestra el margen de contribución de las organizaciones:

Tabla 30. Margen de Contribución de las organizaciones.

Organización.	Productos	Unidades Vendidas/Mes	Margen de contribución total por producto.
Planet Panel	Bloques	200	\$ 12'000.000
	Casetones	100	\$11.100.000
	Laminas	30	\$900.000
	Paneles	30	\$1'500.000
	Cielos rasos	10	\$6000
Plastiprateco	Escamas	3	\$960.000
	Melcocha	2	\$770.000
Dr Calderon Labs	Diésel plástico	300	\$2'233.000
Promaplast	Escamas	6	\$7'200.000

Fuente: Los Autores, 2019.

No se puede generar utilidades si las unidades vendidas de uno o dos productos no generan un margen de contribución suficiente para soportar los costos fijos, este es el caso de las empresas Plastiprateco S.A.S, Promaplast S.A.S y Dr. Calderón Laboratorios.

Por ejemplo se evidencia que para la organización Plastiprateco S.A.S, los costos fijos son de 17 millones y su margen de contribución total solo es de 5 millones, del mismo modo la organización Dr. Calderón Labs, los costos fijos son de 30 millones y su margen de contribución es de \$2,233,000 y finalmente para Promaplast S.A.S. son de 24 millones y su margen de contribución llega a ser de 3 millones.

Por el contrario, la empresa Planet Panel S.A.S. genera un margen de contribución total de aproximadamente 25 millones, con el cual puede soportar sus costos fijos totales de 19 millones.

7.2. Rentabilidad

“La rentabilidad de una inversión es un indicador que mide la relación que existe entre la ganancia de una inversión y el costo de ésta, al mostrar qué porcentaje del dinero invertido que se ha ganado o recuperado, o se va a ganar o recuperar” (Salinas., 2010).

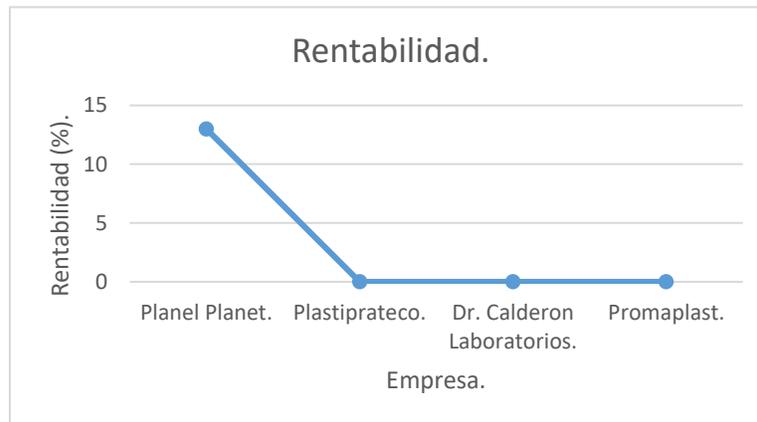
$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Inversion}} * 100$$

Ecuación 10. Ecuación de rentabilidad.

Fuente: (Salinas., 2010).

La única empresa que genera rentabilidad es Planet Panel. Como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 4. Rentabilidad de las organizaciones.



Fuente: los Autores, 2019.

La anterior figura muestra la rentabilidad de las organizaciones, se evidencia que Planet Panel tiene una rentabilidad del 13%, y las demás organizaciones, presentan una rentabilidad del 0% respecto al producto que oferta a partir de poliestireno expandido pos consumo, ya que sus utilidades son nulas, entonces se relaciona la ecuación 13 de rentabilidad:

$$Rentabilidad = \frac{6,506,000}{50,000,000} * 100 = 13\%$$

Ecuación 11. Rentabilidad para Planet Panel S.A.S.

Fuente: Los Autores, 2019

La rentabilidad generada por Planet Panel S.A.S. es de 13%, es decir, que en cada mes recuperaría este porcentaje de la inversión total que realizó, la cual fue de 50 millones.

De acuerdo a la metodología planteada para esta fase, se realizó un análisis de barreras y oportunidades, la cual consistió en un estudio cualitativo exploratorio en las 4 organizaciones

identificadas. La recolección de información se logró a través de encuestas con el fin de analizar la viabilidad e implementación de estos procesos en el mercado local y adicionalmente se plantearon estrategias para fortalecer los factores positivos y mitigar los factores negativos identificados.

7.2. Aplicación del Análisis de Barreras y Oportunidades.

Conocer las principales barreras y oportunidades que favorecen y/o dificultan el aprovechamiento de poliestireno expandido pos consumo e Identificar propuestas para superar las barreras identificadas.

- Competitividad del producto en el mercado: En este ítem se reconoció las barreras y/o oportunidades, que se tiene referente a la comercialización de sus productos.

Tabla 31. Competitividad del producto en el mercado.

Organización	Barreras	Justificación
Plastiprateco	Poca aprobación en el mercado.	Existen productos de mejor calidad y económicos, en comparación con los fabricados. Mercado internacional: Suficiente demanda pero escasa cantidad recolectada para exportar.
Planet Panel	Poca aprobación en el mercado.	Mercado internacional Suficiente demanda pero escasa cantidad recolectada para exportar.

Promaplast	Poca aprobación en el mercado.	Expansión del mercado: Falta de inclusión de sus productos en otros procesos.
Dr Calderon labs	Poca aprobación en el mercado.	Existen productos de mejor calidad y económicos, en comparación con los fabricados.

Fuente: Los Autores, 2019

- **Oportunidad**

Una de las fases importantes en un negocio es la comercialización de sus productos, las anteriores organizaciones tienen un factor diferenciador de las demás debido a que integran residuos como materia prima para volverlos a incorporar en procesos productivos, en ocasiones se tiene el estereotipo de que si es reciclado no sirve y es el caso en el que se debe analizar con detalle la facilidad o la entrada de estos productos, y que circuitos de comercialización están dispuestos, para favorecer este tipo de bienes.

Es por eso que se identifica una oportunidad mediante el gobierno nacional con el Programa nacional de Biocomercio Sostenible (2014-2024), cuyo objetivo es el desarrollo de negocios innovadores y competitivos, basados en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, guiando a los actores en las cadenas de valor para el desarrollo del biocomercio.

Por otro lado también existe la necesidad de realizar la categorización de bienes económicos que generan impactos ambientales positivos y que además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, las cuales se clasifican en 3 categorías:

- Bienes y servicios sostenibles provenientes de los recursos naturales.
- Eco productos industriales.
- Mercado de carbono (Relacionado con cambio climático. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2014).

Para este caso, las anteriores organizaciones, se enmarcan en eco productos industriales, los cuales son bienes que pueden demostrar que en su proceso productivo resultan ser menos contaminantes al medio, respecto a los productos de su segmento; o que por las características intrínsecas del producto, de su utilización o de su proceso productivo generan beneficios al ambiente (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2014).

Dado a lo anterior, resulta importante definir el sector en los que se enmarca es el eco-producto industrial:

- Aprovechamiento y valorización de residuos: son los negocios que a través del procesamiento de los residuos obtienen subproductos ò productos que se reincorporan en el ciclo económico y productivo a partir de la recuperación de materiales del flujo de las basuras para su reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética, o cualquier otra modalidad, en el marco de la gestión integral de residuos.

Es por eso que podemos evidenciar que las anteriores organizaciones según su objeto social y proceso de transformación obedecen al enfoque que tiene el programa Nacional de biocomercio, y a su vez hacen parte del sector de bienes enfocados en el Aprovechamiento y valorización de residuos.

Entonces se puede inferir que el programa nacional de biocomercio necesita fortalecer organizaciones que aprovechen este tipo de materiales en el área de estudio, debido a que se revisó la base de datos en línea del listado de negocios verdes verificados publicado en el 2017 y actualizado en el año 2018 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se evidencia la ausencia de este tipo de mercados.

- Consolidación de la empresa, se identificó las oportunidades y barreras, referentes a la etapa de iniciación de las empresas.

Tabla 32. Consolidación de la organización.

Organizaciones	Barreras	Justificación
Plastiprateco	Económicas	Ausencia de incentivos por parte del estado y entidades externas.
Planet Panel	Económicas	Ausencia de incentivos por parte del estado y entidades externas.
Promaplast	Económicas	Adquisición de la maquinaria para el conocimiento de la oferta y demanda
Dr Calderon labs	Técnicas	Desconocimiento de cifras en la gestión del residuo y costo de procesamiento.

Fuente: Los autores, 2019.

- **Oportunidad**

Durante la trayectoria de las empresas encuestadas Planet Panel S.A.S ha logrado consolidarse en el mercado, 3 de las 4 organizaciones encuestadas mencionan que la principal dificultad ha sido económica y la organización del Dr. calderón labs no presentaron principalmente problemas económicos debido a que fueron subsidiados, entonces la dificultad principal pasó de ser económica a técnica, en efecto siendo el aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo un mercado poco explorado en el área de estudio, es un mercado que presenta escasos antecedentes, lo que dificultó para las empresas tener un mayor conocimiento previo al momento de invertir en maquinaria y de identificar o calcular los costos de aprovechamiento, ocasionando costos de inversión elevados que no se pueden volver a recuperar e inversiones no rentables como se demostró en la segunda fase.

Por eso la Oportunidad que resulta de este ítem es generar una mayor certeza sobre los principales factores a tener en cuenta como son más apoyo por parte de gobierno nacional para alivianar las cargas tributarias, y aumentar el financiamiento, debido que la etapa de iniciación de las empresas tienden a ser inestables para alcanzar el pago de estos mismo, por otro lado obtener mayor conocimiento en emprendimiento y mercadeo respecto a los procesos de aprovechamiento en general y la falta de financiamiento por entidades públicas o privadas.

- Ajuste normativo: esta clasificación se obtuvieron las barreras y oportunidades relacionadas a la normatividad existente.

Tabla 33. Ajuste Normativo

Organizaciones	Barreras	Justificación
----------------	----------	---------------

Plastiprateco	Normativos.	El costo tarifario por unidad de poliestireno debe ser de acuerdo al volumen y no al peso.
Planet Panel	Normativos	El costo por unidad debe ser de acuerdo al volumen y no al peso.
Promaplast	Tecnológicos Normativos	Los impuestos deben ser reducidos como el IVA para este tipo de organizaciones. Productores deben realizar gestión de los residuos.
Dr. Calderón labs	Económicos Normativos	Incentivos económicos para ampliar capacidad a nivel industrial. Productores deben realizar gestión de los residuos.

Fuente: Los autores, 2019.

- **Oportunidad**

Todas las empresas coincidieron en que la oportunidad para superar esta barrera, debe provenir desde la parte jurídica, es decir, la implementación de una normatividad a nivel nacional que haga responsable al productor de sus residuos generados y que el compromiso con la gestión integral de estos mismos sea cada vez mayor, suministrando al consumidor final información sobre los parámetros para una correcta devolución de los residuos, promoviendo la separación en la fuente y lo que manifiestan reiterativamente es el reconocimiento económico en función del volumen del material recolectado a los recicladores de oficio, y/o asociaciones que son el eslabón que presenta mayor dificultad para cerrar el ciclo de aprovechamiento.

Por otro lado, es necesario que el estado brinde beneficios a estas empresas con el fin de reducir impuestos como el IVA, durante la etapa de consolidación.

- Ubicación: Barreras y oportunidades respecto a la ubicación y uso del suelo.

Tabla 34. Ubicación.

Organizaciones	Oportunidad	Justificación
Plastiprateco	Ubicación en áreas industriales	Cumplimiento de los usos del suelo según el POT
Planet Panel		
Promaplast		
Dr. calderón Labs		

Fuente: Los autores, 2019.

Lo anterior es una oportunidad o factor positivo que se analizaron en las empresas, por consiguiente para fortalecer esta oportunidad se puede implementar alianzas estratégicas con industrias cercanas, que generen el residuo de interés y obtener más captación de materia prima, así mismo gestionar proveedores potenciales de este residuo. Por otro lado este factor facilita la interacción con diferentes generadores en el resto de la ciudad debido a que se encuentran en un área de influencia industrial, y es de mayor facilidad localizarlas.

- Impactos ambientales: Barreras y oportunidades respecto a la identificación de aspectos e impactos ambientales.

Tabla 35. Impactos ambientales.

Organizaciones	Oportunidad	Justificación
Plastiprateco	Impacto ambiental bajo.	

Planet Panel		Según la matriz de aspectos e impactos ambientales del anexo 4
Promaplast		
Dr. Calderón labs		

Fuente: Los autores, 2019.

De acuerdo a este factor positivo, se pudo establecer que es una oportunidad para ampliar el mercado de sus productos debido a que al ser un proceso responsable con el ambiente genera un valor agregado en ellos, y pueden ser apoyados por la Secretaria distrital de Ambiente y el eslabón principal de la cadena que son los productores para fortalecer la responsabilidad extendida.

A continuación se presenta un resumen sobre las barreras y oportunidades identificadas.

Tabla 36 Barreras y oportunidades identificadas.

Barreras	Mitigación	Oportunidades	Fortalecimiento.
Poca aprobación en el mercado	Mercados verdes	Ubicación	Alianzas estratégicas
Normativas	Costo tarifario de recolección de poliestireno	Bajos impactos ambientales por el proceso productivo	Reconocimiento y Valor agregado de los productos,
Económicas	Eliminación o reducción del IVA		

Fuente: Los autores, 2019.

8. Propuesta Ambiental y Técnica para el aprovechamiento de poliestireno expandido pos consumo en Bogotá.

Finalmente, según la metodología planteada, se propuso una propuesta técnica y ambiental para la mitigación de las falencias encontradas y a nivel general en la investigación, en este sentido se define su alcance y planteamos las siguientes propuestas a continuación:

8.1. Propuesta Ambiental

Debido al bajo impacto ambiental que las organizaciones generan, como se demostró en las matrices, se pueden obtener diferentes beneficios a partir del buen desempeño ambiental, puesto que relacionado al área de estudio la Secretaría Distrital de Ambiente actualmente incentiva la inversión ambiental mediante las siguientes Resoluciones:

- *Resolución 7189 de 2010 clasificando las empresas en bajo y medio impacto ambiental, para efectos del pago del impuesto predial.*

- *Resolución 00011 de 2019, como el programa de Excelencia Ambiental Distrital – PREAD, el cual brinda los siguientes beneficios:*

- ✓ Certificado en el que se especificará la categoría alcanzada, el cual tendrá vigencia de un (1) año.

- ✓ Celeridad en los trámites administrativos de la Secretaría Distrital de Ambiente.

- ✓ Ser automáticamente incluidas en el Eco directorio Empresarial de la Secretaría Distrital de Ambiente.

- ✓ Divulgación oficial de las empresas reconocidas por el PREAD en la página Web de la Secretaría Distrital de Ambiente. e) Ser eximidos del cobro del trámite “Clasificación de impacto

ambiental” y ser clasificadas automáticamente por la SDA como empresas de bajo impacto, para acceder a la deducción del impuesto predial a que haya lugar.

✓ Derecho a citar y exhibir en su portal web y en sus medios publicitarios el reconocimiento obtenido, por el mismo período de vigencia de la resolución de reconocimiento.

- *Cultura Ciudadana:* Los plásticos han creado algunas nuevas necesidades, de las cuales el consumidor las ha convertido en hábito, es por eso que se realizan campañas para disminuir o eliminar el plástico, estas campañas realizadas en Bogotá, tienen un enfoque de voluntad y no generan un compromiso. Es diferente sensibilizar a responsabilizar, mientras sensibilizar se refiere a generar sentimientos y crear conciencia en la gente de la problemática, responsabilizar es hacer que la gente responda por sus actos.

Es deber del consumidor hacer una separación adecuada para que los procesos de reciclaje se hagan adecuadamente.

El aprovechamiento del poliestireno expandido no se debe enfocar únicamente en los actores finales de la cadena (usuarios y recicladores), es importante que las empresas que producen este material brinden o diseñen un producto que permita orientar a las personas la correcta disposición final de este residuo para que pueda ser fácilmente aprovechado.

El consumidor debe dedicar tiempo para, separar sus residuos aprovechables y presentarlos separados para que el reciclador los recoja o entregárselos directamente, por otro lado es difícil dar un incentivo económico para la segregación pues no se puede identificar quién recicla o quién

no, pero en teoría si la cantidad de residuos que llega al relleno se disminuye abrían menos gastos en disposición y transporte, por lo que se podría ver influenciada la tarifa de aseo.

Sin embargo, este escenario se daría como respuesta a comportamientos responsables de la mayoría, por lo que el incentivo es difícil, cuando se tiene que esperar a que todos actúen de la misma forma. Se deben mejorar las campañas de separación en la fuente y enfocarse a campañas de compromiso para que se vea reflejada la cultura ciudadana respecto a los residuos plásticos.

Propuesta técnica: Se enfoca en los procesos de recolección, transformación, y producto final ya que en virtud de la problemática evidenciada se definen las siguientes propuestas:

- *Separación en la fuente y Recolección:* La separación de los residuos desde la fuente generadora, garantiza altos niveles de calidad, siempre y cuando se realicen actividades de separación en fuente con mano de obra calificada y mejora las condiciones laborales de los recicladores de oficio. La recolección y el transporte de los materiales recuperados debe garantizar volúmenes mínimos, previamente establecidos, que posibilite compensar los costos operativos del transporte, considerado uno de los más onerosos entre la cadena. (Corredor, 2010)
- *Almacenamiento:* El residuo necesita almacenarse en cantidades significativas, es indispensable dar cumplimiento a la normativa ambiental y urbanística vigente, lo anterior minimiza los posibles impactos negativos en el área de influencia. La clasificación y alistamiento de materiales demanda mano de obra especializada con experiencia que garantice calidad, cantidad y oportunidad en la comercialización. (Corredor, 2010)

- *Diversificación del mercado:* Los procesos de aprovechamiento deben enfocarse a la fabricación de diferentes líneas de productos a partir de este residuo, dado que de esta manera se aumentaría el margen de contribución en las empresas que se dedican a esta actividad, de lo contrario sería complejo soportar los costos totales, también se pueden diversificar en cuanto a distintos sectores, para esto se debe realizar la identificación de mercados posibles, estudios de demanda y utilidad y especificaciones técnicas para tener clara la viabilidad de estos productos.

- *Precio de la recolección de poliestireno expandido pos consumo, definido por volumen.*

Esta estrategia busca favorecer a las organizaciones, recicladores de oficio, que se dedican a la recolección de materiales reciclables, es por eso que para potenciar la recolección de este material se propone definir un precio estandarizado por volumen recolectado y no por peso como se tiene actualmente debido a que por propiedades físicas este material no posee un peso considerable y por ende hay que recolectar demasiada cantidad que ocupa un espacio notable lo cual, ocasiona grandes demandas de espacio, siendo así, se aumentaría y se valorizaría el material para que la recolección, no se torne un proceso engorroso y poco rentable.

- *Generación de Alianzas estratégicas:* Ampliar la red de alianzas con distintas organizaciones, de las que aún ya se tiene, se debe realizar un plan de mercadeo para identificar posibles generadores del residuo y a su vez realizar el ofrecimiento del servicio de gestión integral de poliestireno expandido y acordar beneficios y costos a los que cada parte deba comprometerse amparados a la luz de la resolución 1407 de 2018.

- *Comercialización de la gestión integral de los residuos de poliestireno expandido pos consumo.*

El productor y comercializador debe extender campañas u ofrecer puntos de acopio para que las empresas aprovechadoras ofrezcan su servicio de aprovechamiento por un precio de gestión estandarizado que es asumido por los productores, a su vez las empresas aprovechadoras otorgaran un certificado donde constate la cantidad recolectada y la actividad en la que fueron aprovechadas los residuos, las ventajas para los actores involucrados son varias, para los productores, obtendrían beneficio normativo , con el cumplimiento de la normatividad la resolución 1407 de 2018, las empresas transformadoras, tendrán mayor cantidad de abastecimiento del material para su proceso productivo, lo cual precede a la mayor comercialización de sus productos al obtener materia prima suficiente, esta estrategia fortalece las falencias que evidenciaron las organizaciones transformadoras en su proceso inicial o la recolección de la materia prima fundamental para sus procesos.

- *Comercialización y expansión de los productos fabricados por empresas transformadoras.*

El gobierno nacional ha propuesto la consolidación de un mercado verde mediante circuitos de comercialización, en grandes cadenas del país, es de resaltar mayor apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en coordinación con el gremio Acoplásticos para que se incentive los negocios verdes y se tenga mayor ampliación del mercado en el sector industrial, así como incentivos económicos para las organizaciones como cliente final, debido a que los productos de las organizaciones transformadoras en mención, tienen utilidad en el sector de la

construcción, materia prima para la fabricación de juguetes, perfilarias, o como materia prima para otros productos en general, es por eso que para fortalecer las cadenas de valor de los productos como tal el programa nacional de biocomercio sostenible articulo una metodología desarrollada por la Iniciativa Bio Trade de la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) la cual se desarrolla en las siguientes fases.

Ilustración 13. Metodología de la UNTACD



Fuente: (UNCTAD, 2009).

Lo anterior se describe a continuación aplicable para este residuo:

- Identificación de sectores con potencial: Esta parte se describe el listado de productos que se tiene (Materia prima para otros productos, elementos para la construcción, y Diésel plástico), ya que estos tienen un potencial mayor a escala nacional, dado esto se debe agrupar los posibles

elementos producidos a partir de residuos del poliestireno expandido, para priorizar dichos elementos para el mercado verde.

- Selección de cadenas de Valor: Seleccionar cadenas de valor que puedan ser apoyadas con base en criterios ambientales, biológicos, sociales, políticos, económicos y de mercado, así como tecnológicos y de infraestructura, en esta parte es donde el gobierno nacional debe realizar mayor énfasis y apoyo en cuanto a los productos plásticos y respecto al poliestireno debido a que existe una foco de contaminación el cual se puede mitigar mediante el fortalecimiento en base de los anteriores criterios.

- Diagnostico participativo de las cadenas de valor: Caracterización de los actores de una cadena de valor e identificación de problemas y soluciones para el ingreso a los mercados actuales y potenciales. En este caso los actores de la cadena de valor son los productores, Comercializadores, transformadores y consumidor final esto aplica tanto para la generación del residuo como materia prima hasta la transformacion del residuo y el consumidor final de este e igualmente aquí es donde llega el punto de quiebre, debido que no existen alianzas estratégicas entre productor, comercializador y transformador final y por eso se realiza énfasis la normatividad la cual sea estricta y comprometa a todos los actores para que se exija el aprovechamiento de este material para cerrar el ciclo de vida del poliestireno expandido y se inicie uno nuevo mediante los productos comercializados por los transformadores.

- Formulación de una estrategia sectorial: Se tiene que diseñar una estrategia que priorice acciones concretas para el desarrollo del sector que a la vez identifique a los responsables y a los recursos necesarios para la implementación. Mediante la Resolución 1407 de 2018 se identifican

estrategias normativas las cuales obliga a todos los actores de la cadena a ciertos compromisos generales, pero no es muy específica en cuanto a responsabilidades cuando estas son compartidas respecto a distintos factores como económicos y sociales que son importantes aclarar para la implementación, así mismo dar a conocer incentivos a los mercados objetivo para que los productos a partir de residuos se puedan desarrollar en el comercio justo, todo lo anterior en acompañamiento del gobierno nacional y la ciudadanía, que son también actores en la cadena de valor.

Entonces se debe realizar trabajo participativo con todos los actores de la cadena en procura de identificar responsables y recursos para la implementación de la estrategia mediante el acompañamiento técnico y empresarial a través de asesoramiento profesional en toda la cadena, se debe estimular en los participantes capacidades productivas y competitivas, que permita aprovechar y maximizar las oportunidades del mercado y los acuerdos comerciales logrados en mesas de negocios.

- Implementación de la estrategia: Producto de lo anterior, se ejecutan las acciones y planes para el desarrollo del sector e ingreso a los mercados objetivo.

Los factores técnicos y ambientales se resumen en la siguiente ilustración:

Ilustración 14. Relación Factores técnicos y ambientales de la propuesta.



Fuente: (Corredor, 2010)

La anterior ilustración refleja la relación de los factores técnicos y ambientales de la propuesta, que pretende dar una proposición sencilla para determinar la pre factibilidad de modelos de negocios bajo la modalidad de reciclaje y recuperación de residuos, aplicable a este proyecto, (Corredor, 2010), mediante los siguientes factores alrededor de la cadena de reciclaje:

- Necesidades del mercado y Recuperación: Un proceso productivo basado en el manejo y aprovechamiento de residuos s debe partir de la identificación de las necesidades del mercado en aspectos económicos (Oferta y demanda del residuo y producto final a transformar), se debe tener en cuenta la cantidad y la calidad de los residuos, con el

objetivo de articularlos a la demanda del mercado que garantice rentabilidad y sostenibilidad.

ambientales (Generación y mitigación de impactos ambientales en toda la cadena productiva, así como instrumentos jurídicos que potencialicen y dinamicen las etapas productivas) y sociales, (inclusión de población vulnerable, madres cabezas de familia y recicladores de oficio, que realicen la separación de los residuos desde la fuente generadora, garantizando altos niveles de calidad, siempre y cuando se realicen actividades de separación en fuente con mano de obra calificada y mejora en las condiciones laborales

- La recolección y el transporte de los materiales recuperados deben garantizar volúmenes mínimos previamente establecidos, que posibilite compensar los costos operativos del transporte, considerado uno de los más onerosos entre la cadena.
- Almacenamiento y Comercialización: Si el residuo necesita almacenarse en cantidades significativas para su comercialización, es indispensable dar cumplimiento a la normativa ambiental y urbanística vigente, lo anterior minimiza los posibles impactos negativos en el área de influencia y posteriores multas o desacato de la norma, la clasificación y alistamiento de materiales demanda mano de obra especializada con experiencia que garantice calidad, cantidad y oportunidad en la comercialización.
- El acompañamiento técnico y empresarial a través de asesoramiento profesional en toda la cadena, debe estimular en participantes capacidades productivas y competitivas, que permita aprovechar y maximizar las oportunidades del mercado y los acuerdos comerciales logrados en mesas de negocios. (Corredor, 2010).

9. Conclusiones

- Para potencializar el aprovechamiento del poliestireno expandido pos consumo se concluye que es necesario una solución integral, que abarque el ámbito social, económico y normativo, debido a que existe una gran cantidad de material que llega al relleno Sanitario Doña Juana y no está siendo aprovechado, de acuerdo a la luz de los resultados se determinó que en el caso de Bogotá D.C. para el año 2016, se generaron aproximadamente 12763 toneladas / año de residuos de poliestireno expandido pos consumo, de las cuales aproximadamente solo 517 toneladas /año, se aprovecharon, para tener finalmente 12246 ton/año susceptible de aprovechamiento.
- Las empresas encuestadas, las cuales han tratado de expandir su mercado y generar mayores utilidades enfocándose en entender la dinámica o comportamiento de este residuo en el área de estudio, coinciden que el proceso de recolección y comercialización del producto final son las características o etapas más significativas en cuanto a dificultad de realización en el proceso productivo debido a la escasa logística para la recolección de la materia prima e inexistencia de mercados o circuitos de comercialización del producto obtenido.
- La recuperación de poliestireno expandido pos consumo en Bogotá se da en gran medida de manera informal, por medio de recicladores de oficio, o por otras maneras como acuerdos estratégicos, principalmente adoptados por las organizaciones identificadas, por consiguiente, la cantidad aprovechada por Planet Panel es 7730 kg, Promaplast con 7000 kg, Plastiprateco con

5000 kg y por último Dr calderón Labs con 525 kg de residuos aprovechados en los respectivos procesos.

- Desde el punto de vista de las organizaciones identificadas, el factor de utilidad y rentabilidad es clave, y compleja para la economía con criterios ambientales, es por eso que se concluye que, Planet Panel es la única organización que genera utilidades por valor de \$6.506.000 por mes, y una rentabilidad del 13%, esto es debido a alianzas estratégicas y diversificación de los productos en el mercado, ofreciendo casetones, laminas, paneles y cielo rasos, por el contrario, las demás organizaciones no generan rentabilidad y/ o utilidades por factores como la recolección de la materia prima, y comercialización de sus productos.

- Considerando el análisis detallado para cada organización se plantea que las principales estrategias en las que se debe realizar mayor énfasis para consolidarse en el mercado y generar o incrementar utilidades es de carácter técnico y económico donde se regule el costo tarifario de recolección a los recuperadores por la recolección, basado en el volumen y no en el peso, así mismo que fomente la responsabilidad extendida, inclusión de los mercados verdes así como de un acompañamiento técnico y empresarial a los aprovechadores.

- En la propuesta técnica se evidenció que existen procesos en los cuales se puede transformar y aprovechar el poliestireno expandido pos consumo, sin embargo no son viables económicamente esto debido a la deficiente recolección de la materia prima, es por eso que se determinó que uno de los factores que ocasiona esta situación son los hábitos del consumidor, siendo un reto que se debe abordar para avanzar en la solución de esta problemática desde la parte cultural, potencializando la educación ambiental para poder cambiar costumbres en las personas

de tal forma que sean más conscientes de los impactos ambientales que ocasionan y sus deberes como ciudadanos.

- Dentro del análisis expuesto, se concluye que para mitigar los inconvenientes presentados en el proceso de recolección, el cual presentó mayor dificultad según lo expresado por los empresarios, se debe implementar herramientas tecnológicas y de promoción que permita la conexión de diferentes empresas que manifiesten su interés por ofrecer este residuo en óptimas condiciones para que otra empresa lo aproveche fácilmente y así fortalecer el mercado de este residuo, fomentando alianzas estratégicas para el reciclaje o la reintroducción de este mismo a otras cadenas productivas.

- Al considerar la problemática ya descrita se infiere que los problemas que dificultan el desarrollo de negocios sostenible asociados a la recuperación y aprovechamiento del poliestireno expandido son la escasez de procesos de investigación y desarrollo referentes a la transformación del residuo y sus posibles aplicaciones, además un deficiente flujo de información en la cadena (poco monitoreo de mercado) y por último una infraestructura logística informal e ineficiente en la etapa de recolección.

- Se determinó que existe una barrera en la inversión de tecnología para la transformación del material, ya que las personas que emprenden este tipo de negocios no cuentan con una capacidad económica considerable y es por ello que inician con un capital propio; esto se evidenció debido a que cuentan con un alto porcentaje de informalidad y que tienen la llamada maquinaria hechiza, elaborada por personas con un conocimiento técnico no profesional, además son máquinas con alto consumo de recursos y bajos rendimientos en calidad de la materia prima

que se utiliza y por lo tanto se tiene que realizar esfuerzos mayores para generar un producto de calidad, que generen un margen de contribución rentable. De acuerdo a lo anterior, es necesario aumentar las fuentes de financiación como acceso a créditos que fortalezcan el capital semilla y faciliten la inversión para estos negocios.

10. Recomendaciones

- Extender la investigación en las principales ciudades del país, para tener un estado del arte más completo en cuanto al aprovechamiento de los residuos de poliestireno expandido pos consumo y así correlacionar y viabilizar estrategias que permitan potencializar el aprovechamiento de este material.
- Realizar estudios comparativos de productos fabricados a partir de poliestireno expandido pos consumo para evaluar la calidad, propiedades físicas y químicas y de reciclabilidad respecto a los productos convencionales.
- Adelantar un estudio de pre factibilidad económica y técnica para mitigar aspectos e impactos ambientales asociados a los recursos como agua, suelo y aire de los procesos que intervienen en la transformación de los residuos para que el proceso sea responsable con el ambiente y la normativa legal vigente.
- Efectuar investigaciones mediante instrumentos de recolección de datos para tener una base de datos completa de las organizaciones aprovechadoras de residuos de difícil aprovechamiento (Poliestireno expandido), en la ciudad de Bogotá, debido a que las empresas que se encuentran agremiadas a Acoplasticos, solo dos se encuentran gestionando esta resina

actualmente, así mismo se debe realizar un análisis exhaustivo con las organizaciones que no están agremiadas y que están realizando una gestión del material.

- Concretar estudios más específicos respecto al consumo de plásticos a nivel macro (Colombia) y micro (Bogotá), donde se analice el consumo de materias plásticas, factores de consumo, estrategias de reducción y escenarios posibles sustitución de plástico. El estado debe mejorar el uso de los incentivos del mercado, regulaciones gubernamentales e inversión en investigación y desarrollo, para corregir las externalidades negativas que se presentan, se requiere que sean más los interesados del tema, porque se requiere voluntad política. (Maldonado, 2012)
- Adelantar un estudio técnico y jurídico para evaluar la efectividad de la Resolución 1407 del 2018 para la gestión de residuos de envases y empaques en la ciudad de Bogotá para el año 2021.
- Se recomienda al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible articular en el Programa nacional de Biocomercio Sostenible (2014-2024), organizaciones de este tipo en cuanto al aprovechamiento de residuos plásticos de cualquier índole debido a que las cadenas de valor y circuitos de comercialización no están consolidadas para estos productos y es uno de los problemas que aquejan a los transformadores de residuos.
- El estado debe mejorar el uso de los incentivos del mercado, regulaciones gubernamentales e inversión en investigación y desarrollo, para corregir las externalidades negativas que se presentan, se requiere que sean más los interesados del tema, porque se requiere voluntad política. (Maldonado, 2012)

11. Referencias

Acoplásticos. (2017). *Directorio Colombiano de residuos plásticos*. Bogotá D.C: Taller dos gráficos.

ACOPLASTICOS. (2019). *Plásticos en Colombia*. Bogotá D.C.: Esentia.

ANAPE. (2013). *Poliestireno expandido y medio ambiente*. Obtenido de <http://www.anape.es/pdf/El%20EPS%20en%20el%20Medioambiente.pdf?publicacion=El%20Poliestireno%20Expandido%20y%20el%20Medioambiente>

ANAPE. (2018). *Propiedades del EPS*. Madrid-España.: Asociación Nacional de Poliestireno Expandido.

Arandes, J. M. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista iberoamericana de polímeros*, 34.

ARB . (2019). Obtenido de <http://asociacionrecicladoresbogota.org/mision-vision-objetivos-y-politicas/>

ARCRECIFRONT. (2019). Obtenido de <https://arcrecifront.com/nosotros/>

Arroyo, M. A. (2012). *Extrusión e Inyección*. SlideShare.

Asociación colombiana de industrias plásticas . (1999). *ACOPLASTICOS*. Obtenido de <http://www.acoplásticos.org/mdr2/#zoom=z>

Asociación nacional de poliestireno expandido ANAPE. (2018). *El reciclado de airpop (EPS) aumenta hasta el 14%*.

Barba, L. F. (2011). *Escuela superior de ingenieria mecanica y electrica*. Mexico: Instituto Politecnico Nacional.

CEMPRE. (1998). *CEMPRE Uruguay*. Obtenido de http://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/capitulo_1_y_capitulo_2.pdf

COMPES, 3. (3874-2016). *POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Bogotá D.C.: CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL.

COORSUBA. (2019). Obtenido de <http://poetapabon-wwwcorsuba8mcom.blogspot.com/2010/>

Correa, A. M. (28 de Septiembre de 2017). Con reciclaje, en dos año Bogota podria comprar a Neymar. *El espectador*.

Corredor, M. (2010). *El sector reciclaje en Bogota y su Region*. Bogota.: FUNDES.

DANE. (2017). *Censo de poblacion y vivienda*. Bogotá D.C.

DARNEL GROUP. (20 de Febrero de 2019). Obtenido de <http://co.darnelgroup.com/sostenibilidad/somos-utiles/>

DAVIDSON. (1992). *Biblioteca MC Graw-Hill de Contabilidad*. Bogotá : Mc Graw Hill.

Deiana, A. C., Granados, D. L., & Sardella, M. F. (2018). *Balance de Masa*. Argentina.: Universidad Nacional De San Juan.

Domiciliarios, S. d. (2016). *Informe nacional de disposicion final* . Bogotá D.C: SSPD.

DR CALDERON LABS. (2013). *Conversión de Residuos Plásticos en combustible liquido industrial y vehicular, mediante el proceso de despolimerizacion catalitica, una solucion sostenible e innovadora*. Bogota D.C.

Enciclopedia financiera. (2018). Obtenido de <https://www.encyclopediainanciera.com/definicion-precio-fob.html>

Escobar, D. M. (2013). *PLANTA MÓVIL PARA LA RECOLECCIÓN Y TRANSFORMACION DE RESIDUOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO*. Envigado: Escuela de Ingenieria de Antioquia.

Espinosa, A. e. (2015). *Análisis desde la ingeniería ambiental sobre la problemática de recuperar plásticos desechados los*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/greenstone/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=Revistas&d=ingenieria-ambiental-problematika-recuperar>

Fernandez, J. (2004). *Método para determinar el punto de equilibrio operativo de una empresa constructora de instalaciones electricas*. Mexico. : INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN .

Fundacion Verde Natura. (21 de Febrero de 2019). *Fundacion Verde Natura*. Obtenido de <http://fundacionverdenatura.org/>

GUTIÉRREZ, L. C., BORJA ACUÑA, R. A., & TRONCOSO OLIVO, W. (2011). *COMPONENTE BIOLÓGICO DE LA UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC) DEL RÍO MAGDALENA, COMPLEJO CANAL DEL DIQUE – SISTEMA LAGUNAR DE LA*

CIÉNAGA DE SANTA MARTA. Barranquilla. : PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA UAC DE LA FRANJA LITORAL DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO.

ICOFORMAS. (18 de Febrero de 2019). *ICOFORMAS SAS*. Obtenido de

<https://www.icoformas.com/nuestra-empresa/>

IGLOBAL. (2019). Obtenido de <https://www.iglobal.co> › Colombia › Bogota

Infante Salamanca, J., & Pontaño Navas, E. D. (2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL ABSORBENTE CON MATERIALES DE RESIDUO SÓLIDO*. Bogotá. .

Izquierdo, C. M. (2011). *Implicaciones de la escolaridad en la calidad del empleo*. Ciudad de Mexico: Revista Educacion y Ciencia.

Marín, N. &. (2011). *Caracterizacion de morteros con adicon de residuos de poliestireno expandido y lana mineral*. Envigado: Escuela de ingenieria de Antioquia.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2014). *Programa nacional de biocomercio sostenible (2014-2024)*. Bogotá D.C: ASOCARS.

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2004). *Sector Plasticos, principales procesos basicos de transformacion de la industria plastica Manejo aprovechamiento y dispocision de residuos plasticos post-consumo*. Bogotá: Oficina de prensa y comunicaciones.

Morales, J. P. (2016). *LOS COSTOS VARIABLES Y SU INCIDENCIA EN EL MARGEN DE CONTRIBUCION*. Guayaquil : UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL .

- OAU. (2019). *Oservatorio ambientales urbanos*. Obtenido de <https://oau.colnodo.apc.org/nivel2.php?tema=Residuos+s%F3lidos&subtema=Municipales&observ=4&indicador=Cobertura+del+servicio+p%FAblico+de+aseo>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2018). *Datos e Indicadores para Medir la Calidad del Ambiente en Bogotá D.C.* Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Peña, C. H. (2013). *Reciclaje termo - mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios*. Manizales, Colombia.: Universidad de Manizales.
- Pintuco. (27 de Marzo de 2019). *Convenio para elaborar pintura a partir de material reciclado de la construcción*. Obtenido de <https://www.pintuco.com.co/noticias/convenio-para-elaborar-pintura-partir-de-material-reciclado-de-la-construccion>
- POLYREC. (2017). *Tipos de poliestirenos*. Obtenido de <http://polyrec.cl/tipos-de-poliestirenos/>
- PRODUCTO-ANAPE. (2018). Obtenido de <http://www.anape.es/index.php?accion=producto>
- Promaplast. (20 de febrero de 2019). Obtenido de <https://promaplast.co/>
- PURO MASTER. (2019). *PURO MASTER*. Obtenido de <http://www.puromaster.com/que-es-masterbatch/>
- Red-DESC. (2017). *Red Internacional para los Derechos Económicos, Sociales y Culturales* . Obtenido de <https://www.escri-net.org/es/node/365229>

Rodriguez, J. R. (2013.). *Proyecto de Intervención de una Franquicia de Helados*. Argentina. :
Universidad Empresarial Siglo 21.

Saenz, F. C. (2019). *Conceptualización sobre el proceso del Diesel todo en uno*. Bogotá D.C: Dr
Calderon Asitencia tecnica agricola Ltda.

Salinas., C. A. (2010). *La producción y la rentabilidad de la empresa de construcciones y
hormigones "eCOHORMIGONES" Cía. Ltda., en el año 2010*. Ambato- Ecuador. :
Universidad Técnica de Ambato.

SÁNCHEZ, D. J. (2015). *APROVECHAMIENTO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO
(ICOPOR)*. Bogotá D.C: Universidad Santo Tomas. .

SANCHEZ, L. F. (2018). *DISEÑO DE UN PLAN DE MARKETING PARA LA EMPRESA DE
PLASTICOS LUIS FERNANDO CANO SANCHEZ GANCHOS CANO*. BOGOTA D.C:
UNIEMPRESARIAL.

Secretaria de Educacion Distrital. (2016). *Directorio Unico de Colegios SED*. Bogotá D.C.

Secretaria Distrital de ambiente . (2013). *Diligenciamiento de la matriz de identificacion de
aspectos y valoracion de impactos ambientales*. Bogotá D.C: SDA.

Secretaria Distrital de Planeacion. (2018). Obtenido de
<http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/3-DOCUMENTO-RESUMEN/DOCUMENTO-RESUMEN.pdf>

SÍNTESIS ESTADÍSTICA BOGOTÁ D.C. (2016). *Educación Superior*. Bogotá D.C.:
Ministerio de Educación.

Suarez, A. (2017). *Procesos de transformacion de plasticos por inyeccion: Aplicaciones en materiales de ingenieria*. 2017: Informador Tecnico-SENA.

Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliario. (2016). *Informe Nacional de Aprovechamiento*. Bogotá D.C.: Superintendencia de Servicios Publicos Domiciliario.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). *Informe nacional de dispocision final*. Bogotá: SSPD.

Superintendencia de servicios publicos domiciliarios SSPD. (2017). *Informe nacional de aprovechamiento 2016*. Bogota D.C: DNP.

Tchobanoglous, G. (1996). *Gestion Integral de Residuos Solidos*. Madrid: Mc Graw Hill/ Interamericana de España S.A.

Textos cientificos. (10 de octubre de 2005). *Polimeros*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

UAESP. (2012). *CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES GENERADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C*. Bogotá D.C.: Alcaldia Mayor de Bogotá D.C.

UNCTAD. (2009). Lineamientos metodológicos para el apoyo a cadenas de valor de productos de. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo* – (pág. 47). Nueva York y Ginebra: Naciones Unidas.

Vasquez, N. E. (2014). *ESTUDIO DE CAPACIDAD INSTALADA* . Medellin Antioquia: Universidad de Antioquia.

Verde Natura. (30 de junio de 2012). *Reciclamos Poliestireno Expandido para un mundo mejor.*

Obtenido de http://fundacionverdenatura.org/Quienes_Somos.html

12. Anexos.

12.1 Anexo 1 Actas de reunión organizaciones.

ACTA DE REUNION N°	1
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	08/04/2019
ORGANIZACION	Arcrecifront

En comunicación con la Representante operativa de la asociación Janeth Sánchez, actualmente no recuperan este tipo de material y hace 3 años no realizan este tipo de servicio debido al elevado costo de almacenamiento del mismo, y el proceso de comercialización es complicado debido a que en el mercado, existen escasos clientes finales y por eso no se enfocan en este tipo de material reciclable (poliestireno en toda su tipología).

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	2
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	08/04/2019
ORGANIZACION	COORSUBA

Manifiesta, que hace 5 años no realiza el proceso de recolección, debido a que, el costo beneficio de la recolección y comercialización de este residuo es bajo y además las áreas de almacenamiento tienen que ser lo suficientemente grandes para realizar el acopio, por otro lado también afecta la tarifa de compra y venta del material ya que este por sus características físicas no posee un peso considerable y las tarifas van en función del peso de los materiales reciclables, el señor Gustavo Mariño menciona que una característica propia del icopor o poliestireno expandido posconsumo es el volumen, el cual se debería redefinir la tarifa por esta variable y no por el peso, como se está establecido actualmente.

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	3
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	08/04/2019
ORGANIZACION	Tecnifibras alfa

El representate legal de tecnifibras alfa, Edilberto López romero se declaró en declive en el año 2018 y para diciembre de 2017, vendió la infraestructura y activos de su organización, el motivo fue falta de capital de trabajo, sin embargo menciona que la recolección y compra del material cuando prestaba el servicio era complicado y no existía cliente potencial de compra.

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	4
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	08/04/2019
ORGANIZACION	ARB ASOCIACIÓN COOPERATIVA DE RECICLADORES DE BOGOTÁ “A.R.B.”.

Se envió correo a la asociación cooperativa de recicladores de Bogotá ARB y no se obtuvo respuesta alguna durante el transcurso de la semana, sin embargo se comunicó telefónicamente pero tampoco se obtuvo respuesta para concretar una cita directamente.

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	5
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	09/04/2019
ORGANIZACION	INDEPI

Con estas organizaciones se trató de comunicarse por todos los medios, el correo no existe, del mismo modo la dirección no corresponde a esta empresa y el número telefónico no está en funcionamiento, por lo cual se definió esta empresa como inexistente y por ende no es útil para el proyecto.

Informacion recoleccion de poliestireno (icopor)

 **GUZMAN PICO KAREN TATIANA** 9 abr.
indepiltda_@hotmail.com

Buenas tardes,

Mi nombre es Karen Guzman estudiante de la Universidad de la Salle del programa de ingeniería ambiental, actualmente estoy desarrollando mi proyecto de tesis y estoy enfocada en aprovechamiento de residuos específicamente poliestireno expsndido posconsumo ocomunmente llamado icopor, y la presente es para solicitar informacion sobre los servicios prestados de su organizacion, si aun prestan el servicio de recoleccion o aprovechamiento de este material, por favor me pueden especificar que rutas o de que fuente recogen el residuo, cuanto residuo recogen por mes, tambien si se le realiza tratamiento que tipo de tratamiento realizan y asi mismo que tipo de comercializacion le dan al mismo (precio por recoleccion , precio de venta del residuo), en dado caso que nopresten el servicio de recoleccion o tratamiento especificar el porque de la no prestacion del servicio

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	6
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	20/03/2019
ORGANIZACION	Ganchos Cano

Luis Fernando Cano Ganchos cano, Se comunicó con el señor Luis Fernando cano el cual nos comentó que la actividad de transformacion de residuos de poliestireno ya fue suspendida hace 4 años debido a la escasa recolección de la materia prima, así mismo los acuerdos estratégicos que se tenían no rindieron los frutos productos en cuanto a la rentabilidad por lo cual se vendieron los activos de la organización y se liquidó la organización

Fuente: Los, autores, 2019.

ACTA DE REUNION N°	7
TEMA	RECOLECCION RESIDUOS DE POLIESTIRENO
FECHA	19/03/2019
ORGANIZACION	Icoformas

Se comunicó con la organización el día 19 de marzo de 2019 y no se obtuvo respuesta de la organización respecto a una reunión o suministro de información del mismo modo se averiguo en instalación de la empresa tampoco se obtuvo respuesta.

 **GUZMAN PICO KAREN TATIANA** 19 mar.
gerente.administrativo@icoformas...+ 1

Buenas noches.
mi nombre es Karen Guzman Pico estudiante de la universidad de la Salle del programa de ingenieria ambiental y sanitaria, actualmente estoy desarrollando mi proyecto de grado en convenio con el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, el cual consiste en el analisis de las empresas u organizaciones aprovechadoras de material posconsumo en este caso el poliestireno expandido, para analizar que tan rentable es el aprovechamiento de este material y asi proponer y servir como insumo para un desarrollo normativo en cuanto a la cadena del reciclaje del poliestireno expandido posconsumo, e igualmente obtuve conocimiento mediante el gremio acoplasticos que su organizacion tiene el servicio de reciclaje a terceros asi como comercializacion de materia prima recuperada, para mi es muy importante su colaboracion y si se pudiera agendar una reunion, en dado caso que sigan prestando este servicio, o si se pudiera enviar la informacion por este medio.

Muchas gracias por la atencion prestada

Fuente: Los, autores, 2019.

12.2. Anexo 2. Resultados Encuestas Cuantitativas a organizaciones.

Tabla 37 Información General de las Organizaciones.

Información General		
Organizaciones.	Ubicación	Año de fundación
Plastiprateco SAS	Bogotá-Funza	2017
Planet panel SAS	Bogotá - Fontibón	2009
Promaplast SAS	Bogotá – Puente Aranda	2008
Dr. Calderón Labs	Bogotá-Funza	1994

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 38 Información preliminar de las organizaciones.

Información Preliminar			
Organizaciones.	Productos	Área m²	Proceso de transformación
Plastiprateco.	Materia prima Peletizado en frío Triturado.	150	-Recepción y selección de materia prima. -Trituración del material. -Lavado en ciclo cerrado. -Centrifugado. -Empaque.
Planet Panel S.A.S.	Bloque para construcción Casetón para construcción.	1000	-Recepción y selección de materia prima. -Trituración. -Preexpansor. -Mezclado con materia prima virgen 80%-20% (Silo de asentamiento). -Compactadora (Bloquera).

				- Empaque.
Promaplast.	Materia prima Peletizada.	3500		-Descarga y Selección -Trituración -Peletizadora -Producto final -Empaque - Comercialización
Dr Calderón Labs.	Diésel plástico	3000		-Recepción Materia prima -Densificado -Pirolisis -Condensación - Destilación - Almacenamiento -Comercialización.

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 39. Información de recolección y transporte de las organizaciones.

Recolección y Transporte.					
Organizaciones	Forma de recolección.	Recepción del material.	Cantidad (Ton)	Frecuencia	Valor o Precio.
Plastiprateco	Recicladores de oficio.	Bolsas (Material a granel y organizado)	2-3	Mensual	\$150-\$320
Planet Panel SAS.	-Recicladores. -Acuerdos estratégicos.	Bolsas (Material a granel y organizado)	7-8	Mensual	\$0
Promaplast	-Acuerdos estratégicos.	Bolsas (Material a granel y organizado)	3-7	Mensual	-\$100.000-\$200.000 (Recolección).

					- \$10.000 m3 de Poliestireno gestionado.
Dr Calderón Labs	Acuerdos estratégicos.	Compactado en pacas de 60cmX60 cm	5-7	Mensual	\$0

Fuente: Los Autores, 2019.

Tabla 40. Información de almacenamiento de los residuos de poliestireno pos consumo de las organizaciones.

Almacenamiento			
Organizaciones	Proceso de reducción	Área de acopio	Capacidad máxima de almacenamiento
Plastiprateco	No	30 m2	10 Ton
Planet Panel SAS	No	400 m2	20-50 Ton
Promaplast	No	2000 m2	20-30 Ton
Dr Calderón Labs	No	300 m2	10-12 Ton

Fuente: Los autores, 2019.

Organizaciones	Cantidad transformada	Productos	Transformación				Producto Final			
			Cantidad para cada producto	Capacidad instalada	Equipos de producción	Operación de producción	Insumos	Unidades fabricadas en un mes	Unidades vendidas en un mes	Precio de los productos en el mercado
Plastiprateco	5 ton/mes	-Escamas	15kg/Hora	22 Ton/mes	Trituradora	8 Horas/6 días	Detergente biodegradable.	5 Ton	2-3 Ton	\$450.000 Ton Fob
		-Melcocha	10 kg/hora		Lavadora-Centrífuga Secadora					\$450.000 Ton Fob

Planet Panel	7-8	-Bloques	25 kg	30	Caldera	8	Resina	200	200	\$230000
	Ton/m	-Casetones	25kg	Ton/	Trituradora	Horas/5	de	100	100	C/U
	es	-Laminas	1kg	Mes	Laminador	días	poliestire	30	30	\$100000
		-Paneles	5kg		a		no.	30	30	C/U
		-Cielo Rasos.	2kg		Preexpansor			30	30	\$100.000
					Molino			10	10	C/U
					Bloquera					\$180000
										C/U
										\$2500 C/U
Promoplast	7	Peletizado.	100k	20-30	Triturador	8Horas/	Pigmento	6Ton	6Ton	\$2000/Kg
	Ton/m		g/hor	ton/m	Molino	2 días a	Master			\$3000/Kg
	es		a	es	Peletizador	la	Bash			
					a	semana				
Dr Calderón Labs	0,5	Diésel	7kg	300	Prensa	8 horas	Diésel	300	300	\$8674 Gal
	Ton/m	Plástico.		gal/m	Horno de	5 días a	Solvente	Gal	Gal	
	es			es	pirolisis	la	orgánico			
					Torre des					
					parafinado					

Tabla 41. Transformacion y producto final de las organizaciones

Fuente: Los autores, 2019.

2.1. Equipos de producción

De acuerdo a los equipos de producción, estos tienen distintas aplicaciones en las organizaciones, lo que se puede evidenciar es la existencia de trituradoras en 3 de las 4 organizaciones, esto sirve para reducir el gran volumen de material y ponerlo en trozos más pequeños, así como una peletizadora, lavadora entre otros, se describirán a continuación junto a sus especificaciones técnicas, es por eso que se realiza una generalización de las maquinas que se describe a continuación:

Plastiprateco.

- **Trituradora:** Maquinaria utilizada para reducir el tamaño de las partículas de la materia prima en este caso los residuos de poliestireno para posteriores procesos.

Tabla 42. Especificaciones técnicas de Trituradora de los procesos.

Trituradora-especificaciones técnicas.		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Largo/Ancho/Alto (m)	2,5/1.2/2,3
2	Peso	3 T
3	Potencia del motor (HP)	5
4	Voltaje (V)	220/440
5	Amperaje por motor (A)	101/50,1
6	Consumo energético a 440 V	33Kw/h
7	Capacidad de producción (Kg/h)	100
8	Cuchillas	Acero
9	Cantidad de cuchillas	48
10	Tamaño de salida (mm)	10-100
11	Panel de control eléctrico	
12	Largo/Ancho/Alto	600/200/400
13	Alimentación (V)	440
14	Tipo recubrimiento panel	Electrostático
16	Norma	RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas).

Fuente: Los autores, 2019.

- **Lavadora-Secadora:** Maquina utilizada para el lavado y el secado de los residuos de poliestireno y poder quitarle la mayo suciedad posible.

Tabla 43. Especificaciones técnicas de lavadora-Secadora de los procesos.

Lavadora-Secadora Especificaciones Técnicas	
--	--

No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Largo/Ancho/Alto (m)	0.915/0.60/0.65
2	Peso	1 Ton
3	Volumen del tambor (l)	112
4	Conexión eléctrica (kW)	1x230V 50/60Hz
5	Calentamiento por electricidad (kW)	3
6	Motor	0,25 kW
7	Capacidad de producción (Kg/h)	50
8	Revoluciones de centrifugación (rpm)	1400
9	Desagüe	Válvula de salida
10	Norma	RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas).

Fuente: Los autores, 2019.

Planet Panel

- **Preexpansor:** Maquinaria utilizada para calentar la materia prima (Poliestireno expandido), con vapor de agua a temperaturas entre aprox. 80 y 110°C. En función de la temperatura y del tiempo de exposición la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m³ a densidades que oscilan entre los 10 - 30 kg/m³.

Tabla 44. Especificaciones técnicas de Preexpansor del proceso.

Preexpansor-especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Cámara de expansión	Diámetro: 500 mm Capacidad: 0,14 m ³
2	Vapor	Presión: 0.6-0.8 Mpa
3	Aire comprimido	Presión: 0.6-0.8 Mpa
5	Capacidad de producción	85kg/h

6	Tubo de alimentación	Diámetro: 150 mm
7	Potencia	9,5 kW
8	Densidad de expansión	12-140g/l
9	Largo/Ancho/Alto (m)	3.0/3.8/3.8
10	Peso de la maquina (kg)	1500

Fuente: Los autores, 2019.

- **Compactadora-Bloquera:** Maquina utilizada para fabricar bloques y adoquines de distintos tamaños existen boqueras que manejan distintos materiales, en este caso el material es poliestireno expandido.

Tabla 45. Especificaciones técnicas de la compactadora-Bloquera de los procesos.

Bloquera-especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Motor Trifásico	220/440
2	Potencia de motor (HP)	1,5
3	Capacidad de producción	6 piezas por operación
4	Ciclos por hora	55

Fuente Los autores, 2019

- **Extrusora:** Es una maquina utiliza el proceso de extrusión para crear objetos con sección transversal definida y fija, el polímero se alimenta en forma sólida y sale en estado fundido.

Tabla 46. Especificaciones técnicas de la extrusora de los procesos.

Extrusora-especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Producción (ton/hora)	25 a 35

2	Potencia instalada (cV)	150/175
3	Presión de extrusión (Kg/cm ²)	18-28
4	Medidas de salida del embudo (mm)	400x600
5	Peso neto (Ton)	3,5

Fuente: Los autores, 2019

Promaplast

- **Peletizadora:** Maquina encargada de operar el modelo plástico por extrusión, la materia prima ingresa y al aplicarle presión entre los rodillos, conforman así los cilindros o pellets.

Tabla 47. Especificaciones técnicas de peletizadora de proceso.

Peletizadora-especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Capacidad de producción	4000-4500 kg/Hora
2	Potencia del motor	10 HP
3	Combustible	Diésel o Gasolina
5	Revolución de cuchillas (rpm)	1800

Fuente: Los autores, 2019.

Dr. Calderón Labs

- **Prensa Hidraulica:** Es una máquina capaz de generar una deformacion permanente o incluso cortar un determinado material mediante aplicación de una carga. (Barba, 2011).

Tabla 48. Especificaciones técnicas de la prensa hidráulica de los procesos.

Prensa Hidráulica-Especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Marca	Ramonerre
2	Capacidad de producción	8 Ton
3	Voltaje (V)	220

Fuente: los autores, 2019.

- **Horno de Pirolisis:** El horno es calentado por Carbón, Leña, Gas Natural, GLP o cualquier otro combustible, este se cierra herméticamente tal que genere condiciones en que la concentración de oxígeno es suficientemente baja como para no generar combustión u otra reacción de oxidación de los productos obtenidos.

Los gases de combustión se queman en una cavidad inferior del horno y no entran en contacto directo con la carga, cuando la temperatura interna promedio de la carga alcance los 500°C se inicia la producción de los gases de Proceso que contiene la fracción condensable o TD1 y la fracción no condensable, cuya temperatura efluente del reactor es de 400-450°C. Los Gases de Proceso salen del Horno por un ducto de salida que está conectado a una prensa estopa o Junta rotatoria el cual permite acoplar el cuerpo giratorio del Horno con la tubería fija de entrada a la Torre de desparafinado. (Saenz, 2019)

Tabla 49. Especificaciones técnicas del horno de pirolisis de los procesos

Horno de pirolisis -Especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Diámetro/Altura (cm)	0.80/2,40
2	Material	Lamina de Acero ASTM A-516 Grado 60/70 de espesor

3	Capacidad de combustión (Btu)	500.000
4	Potencia del motoreductor (HP)	1
5	Revoluciones del motoreductor (RPM)	1,5
6	Capacidad de producción (Kg/hora)	250
7	Presión de Operación (kPa)	88
8	Temperatura de calentamiento °C	550-650

Fuente: Los autores, 2019

- Condensacion:** la Torre de Desparafinado actúa como torre de lavado de los productos gaseosos antes de su condensación y permite retener las partículas sólidas arrastradas por la corriente gaseosa tales como carbonilla y polvo, esta permite separar las ceras o parafinas pesadas del Crudo (sin condensar) en estado gaseoso, del Crudo (condensado) en estado líquido; lo cual, se logra gracias a la refrigeración provista de contacto directo con crudo sin condensar en la parte superior de la torre. El perfil de temperatura es de 400°C en la entrada de la torre y una temperatura de salida aproximadamente de 270°C; debido a que las parafinas condensan a 300°C, el Crudo que posteriormente será condensado, estará libre de parafinas o ceras y será líquido a temperatura ambiente. Esta diferencia de temperatura garantiza la condensación de los productos de alto peso molecular. (Saenz, 2019).

Tabla 50. Especificaciones técnicas de las torres de desparafinado de los procesos.

Torres de desparafinado-Especificaciones técnicas

No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Diámetro/Altura (cm)	0.80/2,50
2	Material	Acero inoxidable
3	Capacidad de producción (kg/ciclo).	50
4	Perfil de Temperatura °C	400-270

Fuente: Los Autores,2019.

Tabla 51. Especificaciones técnicas de la torre de condensación de crudo de los procesos.

Torres de condensación de crudo-especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Diámetro/Altura (cm)	0.80/2,50
2	Material	Acero inoxidable Empaquetadura Pool Ring
3	Capacidad de producción (gal/ciclo).	50
4	Temperatura °C	40-50

Fuente: Los Autores,2019.

- El Bombo de Destilación:** Es un artefacto de diseño propio, que consistente en un bombo trapezoidal cónico, calentado a fuego directo de manera externa, el objetivo del Bombo es evaporar el Crudo hasta una temperatura cercana a los 380°C evitando la coquización del material, debido a la velocidad periférica del líquido en contacto con la superficie de transferencia de calor y evitando la deformación de la lámina de conducción al suprimir los sobre calentamientos locales gracias a la rotación permanente del horno.

Tabla 52. Especificaciones técnicas del bombo de destilación de los procesos.

Bombo de destilación-Especificaciones técnicas		
No	Especificaciones técnicas	Descripción
1	Material	Acero inoxidable AISI 304
2	Potencia de motoreductor (Hp)	1
3	Revoluciones del motoreductor (RPM).	6,3
4	Capacidad de destilación (L/h)	100
5	Temperatura optima del bombo °C	380

Fuente: Los Autores, 2019.

2.2. Insumos.

Los procesos, necesitan de diversos insumos, para lo cual se van a definir como sigue:

Plastiprateco.

- **Detergente Biodegradable:** Este insumo es utilizado para la fase de lavado de los residuos para eliminar la mayor cantidad de residuos, este detergente es de tipo biodegradable es decir no contiene nitrógeno, fosforo, amonio o tenso activos, cabe resaltar que debido a estas características no producen espuma y ahorran agua por lo cual el proceso de lavado se realiza en ciclo cerrado, sin generar vertimientos hasta 5-8 ciclos de lavado, el detergente biodegradable tiene un precio de \$350.000 X 55 Galones.

Planet Panel

- **Resina Poliestireno:** Esta es la materia prima virgen, esta se utiliza en el proceso para realizar la mezcla al 40% del producto final, el otro 60% son residuos de poliestireno expandido, se utilizan en total 5 toneladas mensuales en el proceso, este vienen en presentación de lonas de 25 Kg, y su precio en el mercado es de \$24.122 aproximadamente.

Promaplast.

- **Master Batch o concentrado de color:** Es una mezcla concentrada de pigmentos o aditivos dispersados dentro de una resina portadora que se presenta en pequeños trocitos. Esta dispersión de pigmento se realiza mediante finísimas partículas incorporadas a un soporte plástico compatible con la resina a colorear. (PURO MASTER, 2019), el precio de esta se encuentra en el mercado.

Dr. Calderon Labs.

Diésel B10: Diésel comercial, este se mezcla en un 30% v/v de diésel PlastiCombustibles y un 70% de Diésel B10 y se comprueba la viabilidad técnica y operativa de esta mezcla para uso vehicular (Saenz, 2019). En el mercado el Diésel B10, oscila en un precio de \$8700 el galón.

2.3. Calculo de la varianza.

Para este paso, fue necesario hacer un análisis de los resultados de las preguntas evaluadas en las trece (4) encuestas aplicadas.

La identificación del modelo estadístico se realizó por medio de la selección de las preguntas (variables) cualitativas y luego calcular la varianza de estas variables. Cabe mencionar que el cálculo de la varianza para variables cualitativas se realiza de la siguiente manera:

- Se determina una de las categorías de respuesta como la categoría principal (la que tenga más frecuencia en la prueba piloto, ya que de esta manera se maximiza la varianza de la variable lo que permitirá obtener una muestra representativa).
- La categoría principal escogida se considerará como “éxito” (1) y la variable distinta a ésta se considerará como “fracaso” (0), a esto se le considera una variable dicotómica, ya que solo pueden tomar dos valores posibles “éxito” o “fracaso”.

Las variables que se tuvieron en cuenta para este cálculo fueron: número de productos, suficiencia de áreas de procesos, actividad propia de recolección, suficiencia área de acopio, equipos de producción y personal en el área de operación, infraestructura, recepción de material, forma de recolección capacidad instalada frecuencia de operación, financiación de entidades y nivel académico de los colaboradores de la organización , esto debido a que las demás variables evaluadas se establecieron como preguntas abiertas, por lo que diferían las respuestas en gran medida dificultando la contabilización y el tratamiento de los datos.

A continuación, se mostrará un resumen de los resultados de las variables anteriormente mencionadas:

Información Preliminar

Tabla 53. Número de productos.

Opción de respuesta	Frecuencia
1	1
2	2
3	0
4	0
5	1

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 54. Tenencia de Infraestructura

Opción de respuesta	Frecuencia
Propia	3
Arrendada	1

Fuente: Los autores, 2019

Tabla 55. Suficiencia de áreas de procesos

Opción de respuesta	Frecuencia
SI	3
NO	1

Fuente: Los autores, 2019.

- **Recolección, transporte y almacenamiento.**

Tabla 56. Actividad propia de recolección

Opción de respuesta	Frecuencia
SI	1
NO	3

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 57. Recepción del material

Opción de respuesta	Frecuencia
Bloques*	1
Triturado	1
Otro (Compactado, a granel)	2

* Planet Panel también recibe en Bloques *Fuente: Los autores, 2019*

Tabla 58. Forma de recolección

Opción de respuesta	Frecuencia
Recicladores	1
Acuerdos estratégicos	3
Contratista o terceros	0
Otra	0

Fuente: Los autores, 2019.

- **Almacenamiento**

Tabla 59. Suficiencia del Área de acopio

Opción de respuesta	Frecuencia
SI	3
NO	1

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 60. Proceso de reducción.

Opción de respuesta.	Frecuencia
SI	0
NO	4

Fuente: Los autores, 2019

- **Transformacion**

Tabla 61. Equipos de producción

Opción de respuesta	Frecuencia
2	
3	1
4	1
5	
6	2

10
Otro

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 62. Personal en el área de operación

Opción de respuesta	Frecuencia
2	1
3	
4-5	2
6	
10	
Otro* (22)	1

Fuente: Los autores, 2019.

Tabla 63. Operación de la organización

Opción de respuesta	Frecuencia
24 Horas todos los días	0
8 Horas todos los días	0
24 Horas 3 días a la semana	0
8 Horas, 5 días a la semana	3
Otro (24h 6días a la semana)	1

Fuente: Los autores, 2019

- **Presupuesto**

Tabla 64. Financiación de Entidades.

Financiación	Frecuencia
Entidades Publicas	1
Entidades Privadas	0
Recursos propios	3

Fuente: Los autores, 2019

Para calcular la varianza de cada una de las variables anteriormente mencionadas, esto se realizará por medio de las siguientes ecuaciones:

$$p = \frac{\text{No. de éxitos}}{\text{No. total de personas encuestadas}}$$

Ecuación 12. Proporción de Éxitos.

$$q = \frac{\text{No. de fracasos}}{\text{No. total de personas encuestadas}}$$

Ecuación 13. Proporción de fracasos.

$$X \sim \text{Bernoulli}(p, pq)$$

Donde X, la variable aleatoria, queda definida como:

$$f(x; p) = \begin{cases} p & \text{si } x = 1 \\ q & \text{si } x = 0 \\ 0 & \text{en cualquier} \\ & \text{otro caso} \end{cases}$$

Lo anterior se realiza con el fin de crear una variable tipo Bernoulli, la cual tiene una media igual a p y varianza igual a $(p * q)$.

A modo de ejemplo se realizará el cálculo para la variable de número de productos, los demás cálculos fueron realizados de la misma manera.

$$p = \frac{\text{No. de éxitos}}{\text{No. total de personas encuestadas}} = \frac{2}{4} = 0,5$$

Ecuación 14. Proporción de éxitos.

$$q = \frac{\text{No. de fracasos}}{\text{No. total de personas encuestadas}} = \frac{2}{4} = 0,5$$

Ecuación 15. Proporción de Fracasos.

$$V = p * q = (0,5 * 0,5) = 0,25$$

Ecuación 16. Varianza

En la tabla 65 se encuentra el cálculo de la varianza para cada uno de los ítems analizados

Tabla 65. Calculo de la Varianza para cada variable.

Variable	p	Q	Varianza (p*Q)	Observaciones
Número de productos	0,5	0,5	0,25	*Tomando como éxito las personas que respondieron más de dos productos fabricados y como fracasos entre 1 y 5 productos.
Tenencia de infraestructura	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxitos infraestructura propia y como fracaso arrendada
Suficiencia área de procesos	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxitos Si es suficiente y como fracasos la no suficiencia
Actividad propia de la recolección	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxitos el no servicio de actividad propia de recolección y como fracasos tener la actividad propia de recolección

Recepción del material	0,5	0,5	0,25	*Tomando como éxitos otra forma de recepción y como fracasos la recepción en bloques y triturado
Forma de recolección	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxitos los acuerdos estratégicos y como fracaso los recicladores.
Suficiencia área de acopio	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxito Suficiencia de área de acopio y como fracaso la insuficiencia de área de acopio
Variable	p	Q	Varianza (p*Q)	Observaciones
Proceso de reducción	1	0	0	*Tomando como éxito ningún proceso de reducción y como fracaso algún proceso de reducción.
Equipos de producción	0,5	0,5	0,25	*Tomando como éxito 6 equipos de producción y como fracaso entre 1 y 6 y más de 6 equipos de producción.
Personal en el área de operación	0,5	0,5	0,25	*Tomando como éxitos entre 4 o 5 personas en el área de operación y como fracasos menos de 4 y más de 5 equipos de operación
Operación de la organización	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxitos 8 Horas, 5 días a la semana y como fracasos otros horarios de operación
Financiación	0,75	0,5	0,375	*Tomando como éxito la financiación como recursos propios y como fracasos financiación con entidades públicas o privadas.

Fuente: Los autores, 2019.

2.4. Desviación estándar.

Posteriormente se calcula la desviación estándar que se define como la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos alrededor de la media.

$$\delta = \sqrt{p * q} = \sqrt{0,25} = 0,5$$

Ecuación 17. Desviación estándar.

Tabla 66. Desviación estándar de cada variable.

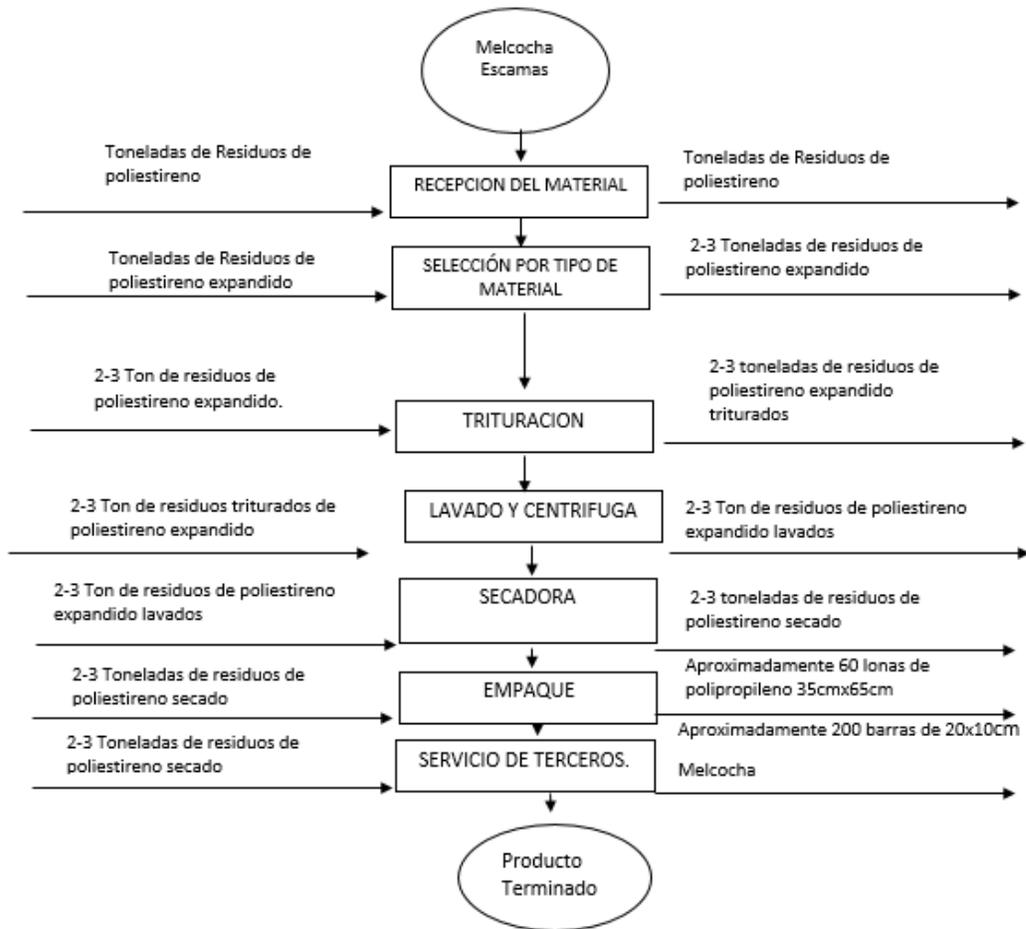
Variable	Varianza (p*Q)	Desviación estándar
Número de productos	0,25	0,5
Tenencia de infraestructura	0,375	0.61
Suficiencia área de procesos	0,375	0.61
Actividad propia de la recolección	0,375	0.61
Recepción del material	0,25	0,5
Forma de recolección	0,375	0.61

Suficiencia área de acopio	0,375	0.61
Proceso de reducción	0	0
Equipos de producción	0,25	0,5
Personal en el área de operación	0,25	0,5
Operación de la organización	0,375	0.61
Financiación	0,375	0.61

Fuente: Los autores, 2019.

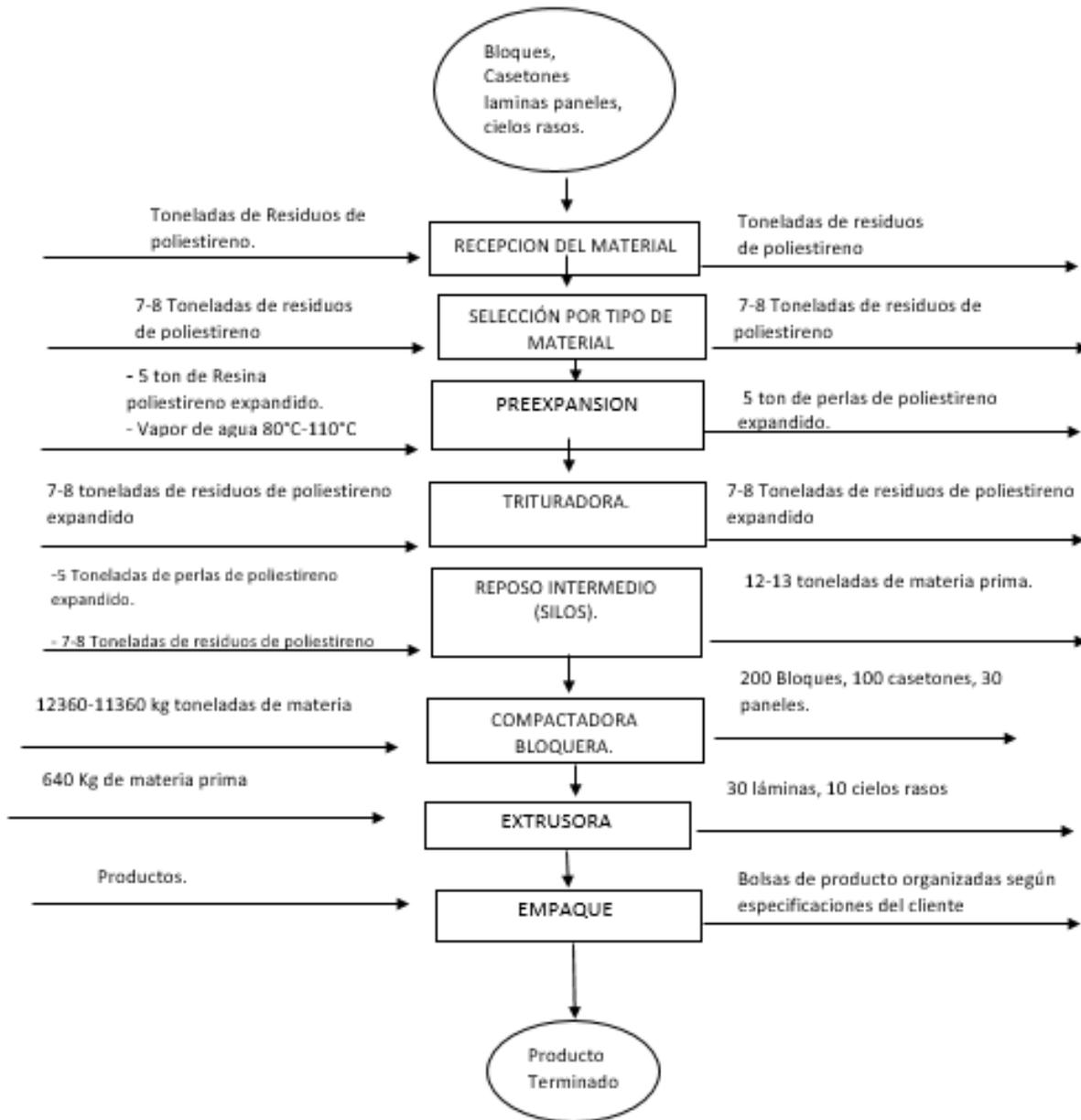
12.3. Anexo 3. Diagramas de procesos.

Anexo 3.1. Diagrama de procesos de la organización Plastiprateco.



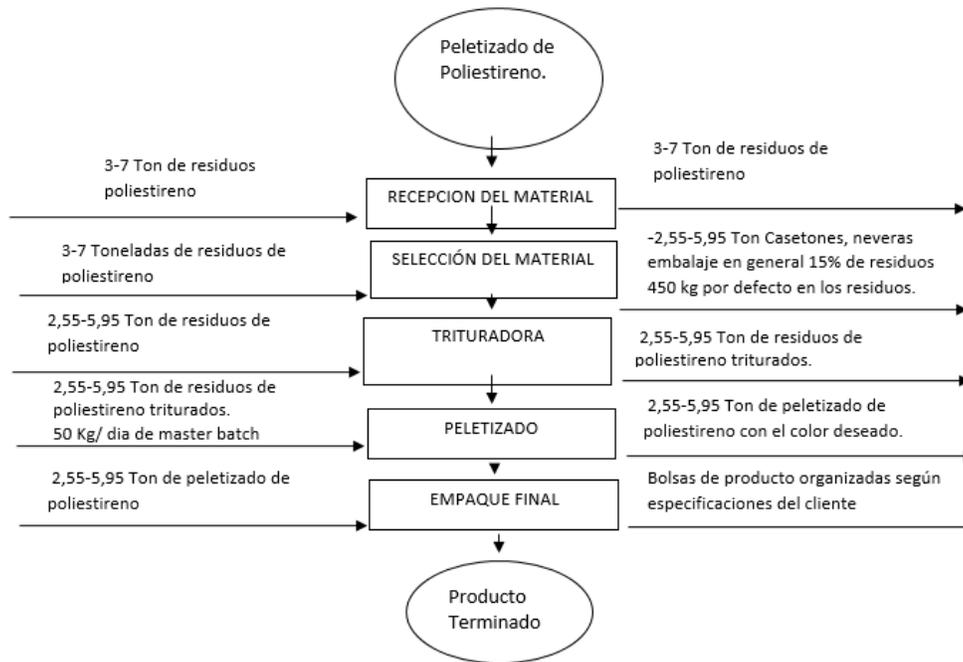
Fuente: Los Autores, 2019.

Anexo 3.2. Diagrama de procesos de la organización Planet Panel.



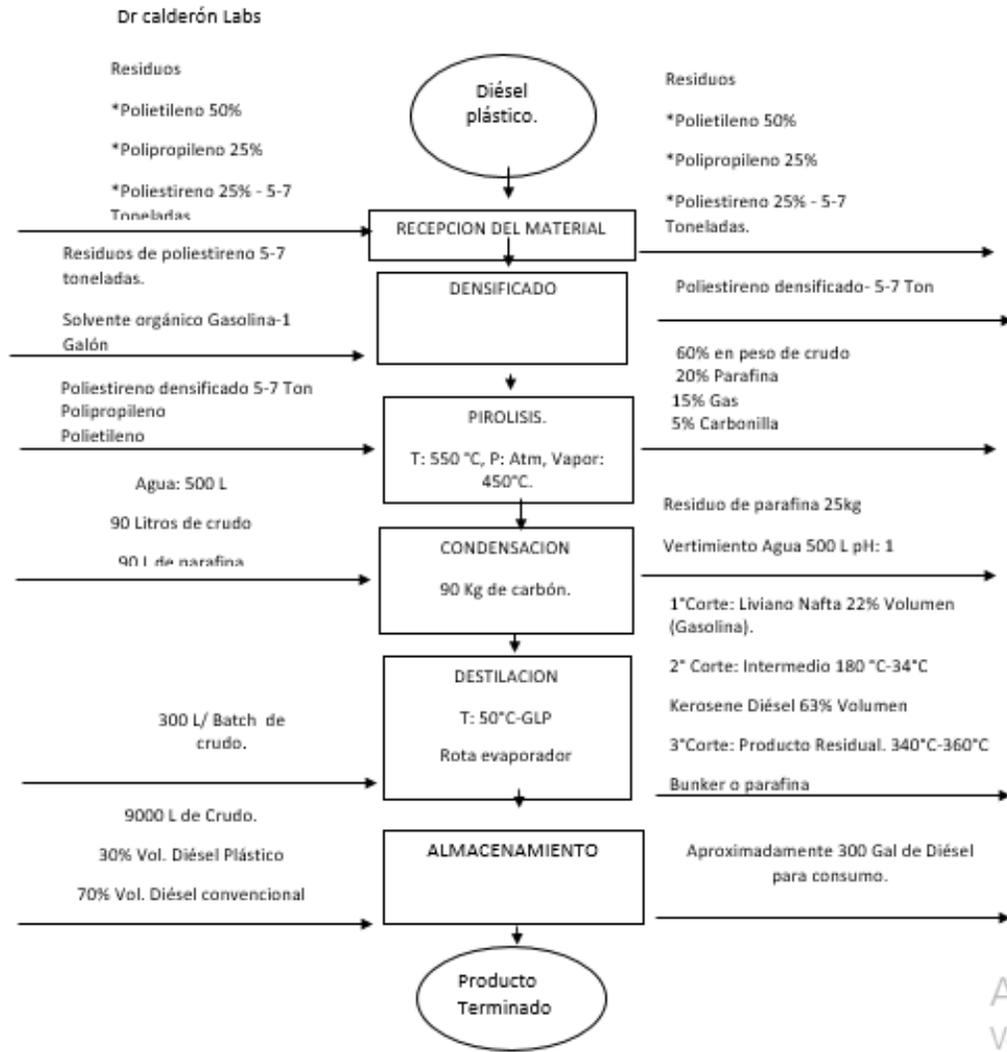
Fuente: Los autores, 2019

Anexo 3.3 Diagrama de procesos de la organización Promaplast.



Fuente: Los Autores, 2019.

Anexo 3.4 Diagrama de procesos de la organización Dr. Calderon Labs.



Fuente: Los autores, 2019.

12.4. Anexo 4. Matrices de impacto de las organizaciones.

Tabla 67. Criterios de valoración de impactos ambientales.

Valoración del impacto ambiental				
Criterios de valoración	Significado	Escala de valor		
Alcance	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno donde se genera.	1(puntual): El Impacto queda confinado dentro del área donde se genera.	5(local): Trasciende los límites del área de influencia.	10(regional): Tiene consecuencias a nivel regional o trasciende los límites del Distrito.
Probabilidad	Se refiere a la posibilidad que se dé el impacto y está relacionada con la "REGULARIDAD" (Normal, Anormal o de emergencia).	1(baja): Existe una posibilidad muy remota de que suceda	5(media): Existe una posibilidad media de que suceda.	10(alta): Es muy posible que suceda en cualquier momento.
Duración	Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto Positivo o negativo del impacto en el ambiente.	1(breve): Alteración del recurso durante un lapso de tiempo muy pequeño	5(temporal): Alteración del recurso durante un lapso de tiempo moderado.	10(permanente): Alteración del recurso permanente en el tiempo.

Recuperabilidad	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del recurso afectado por el impacto. Existen aspectos	1(reversible): Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a restablecer las condiciones originales del Recurso.	5(recuperable): Se puede disminuir el efecto a través de medidas de control hasta un estándar determinado	10(irrecuperable /irreversible): El/los recursos afectados no retornan a las condiciones originales a Través de ningún medio. 10 (Cuando el impacto es positivo se considera una importancia alta)
Cantidad	Se refiere a la magnitud del impacto, es decir, la severidad con la que ocurrirá la afectación y/o riesgo sobre el recurso, esta deberá estar relacionada con la "REGULARIDAD"	1(baja): Alteración mínima Del recurso. Existe bajo potencial de riesgo sobre el recurso o el Ambiente.	5(moderada): Alteración moderada del Recurso. Tiene un potencial de riesgo medio sobre el recurso o El ambiente.	10(alta): Alteración Significativa del recurso. Tiene efectos importantes sobre el Recurso o el ambiente.
Normatividad	Hace referencia a la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el Impacto ambiental.	1: No tiene normatividad relacionada.	10: Tiene normatividad relacionada.	

Rango de importancia

ALTA: > 125.000 a 1.000.000 Se deben establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento.

MODERADA: > 25000 a 125000 Se debe revisar el control operacional

BAJA: 1 a 25.000 Se debe hacer seguimiento al desempeño ambiental.

Relevancia del impacto ambiental

Significativo: Cuando la importancia resulta moderada, alta o no cumple con la normatividad

No significativo: Cuando la importancia es baja.

Fuente: (Secretaria Distrital de ambiente , 2013)

Anexo 4.1 Matriz de impacto de la organización Plastiprateco.

Proceso	Regularidad	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Identificación del recurso						Tipo de impacto		Importancia	Rango de importancia	Significancia
				A i r e	A g u a	S u e l o	Flora y fauna	Agua y suelo	T o d o s	Positivo	Negativo			
Recepción y selección del material	Normal	Aprovechamiento de residuos	Disminución de utilización de recursos							X	X	25000	Bajo	No significativo
Trituración	Normal	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.					X			X	1250	Bajo	No significativo
Lavado*	Normal	-Consumo de energía eléctrica -Consumo de agua. -Generación de vertimientos.	Contaminación del recurso agua. -Reducción de consumo de agua.					X		X		250	Bajo	No Significativo

Recepción y selección de materia prima	Normal	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente			X	X		25000	Bajo	No significativo
Trituración	Normal	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.			X		X	1250	Bajo	No significativo
Pre expansión de materia prima virgen	Normal	-Consumo de energía eléctrica -Generación de emisiones atmosféricas vapor de agua. -Consumo de agua.	Agotamiento de los recursos naturales. - Contaminación al recurso aire.	X	X			X	6250	Bajo	No significativo.
Mezclado con Materia prima Virgen	Normal	-Consumo de residuos aprovechables.	Reducción de agotamiento de recursos.	X				X	25000	Bajo	No Significativo

Descarga y selección	Normal	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente		X	X		25000	Bajo	No significativo
Trituración	Normal	Consumo de energía eléctrica.	Agotamiento de los recursos naturales.		X		X	1250	Bajo	No significativo
Peletizadora	Normal	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de los recursos naturales.		X		X	1250	Bajo	No significativo
Empaque y Comercialización.	Normal	Generación de residuos aprovechables.	Aumento de conciencia ambiental.	X		X		500	Bajo	No significativo

Fuente: Los Autores, 2019.

Anexo 4.4 Matriz de impacto de la organización Dr. Calderón Labs

Proceso	Regularidad	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Identificación del recurso						Tipo de impacto					
				A i r e	A g u a	s u e l o	Flora y fauna	Agua y suelo	T o d o s	Positivo	Negativo	Importancia	Rango de importancia	Significancia	
Recepción y selección del material	Normal	Aprovechamiento de residuos	Reducción de afectación al ambiente							X	X		25000	Bajo	No significativo
Densificado	Normal	Generación de residuos peligrosos.	Contaminación del recurso suelo.			X						X	2500	Bajo	No significativo
Pirolisis	Normal	Generación de emisiones por fuentes fijas.	Contaminación del recurso aire.	X								X	6250	Bajo	No significativo

Condensación	Normal	Consumo de agua Generación de emisiones por fuentes fijas	Contaminación del recurso aire. Contaminación del recurso agua	X	X		X	15625	Bajo	No significativo
Destilación	Normal	Generación de emisiones por fuentes fijas	Contaminación del recurso aire.	X			X	6250	Bajo	No significativo
Almacenamiento	Normal	Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo.		X		X	12500	Bajo	No significativo
Empaque y comercialización	Normal	Generación de residuos peligrosos	Contaminación del recurso suelo		X		X	2500	Bajo	No significativo

Fuente: Los Autores, 2019.

12.5. Anexo 5. Encuestas Cualitativas a las organizaciones.