

Monografía de investigación

Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana en la ciudad de Bogotá

Autor:

Carlos Andrés López Sepúlveda

Universidad nacional abierta y a distancia UNAD

Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y de negocios ECACEN

Especialización en gestión de proyectos

Bogotá

2020

Monografía de investigación

Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana en la ciudad de Bogotá

Director:

Luis Alberto Romero Mora

Jurado:

Gloria Elena Gutiérrez

Universidad nacional abierta y a distancia Unad

Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y de negocios ECACEN

Especialización en gestión de proyectos

Bogotá

2020

Resumen Analítico Especializado

Resumen analítico especializado	
Documento	Monografía
Título	Tipos de reciclaje y separación en la fuente, como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana en la ciudad de Bogotá
Autor	Carlos Andrés López Sepúlveda
Año	2020
Palabras clave	Reciclaje; residuos sólidos; relleno sanitario; Economía circular; Stakeholders.
Problema de la investigación	<p>Los residuos sólidos tienen dos características bien diferenciadas: Tienen un alto potencial contaminante si no son dispuestos correctamente y a su vez tienen un increíble potencial de reciclaje, valorización y reutilización, si se clasifican y reprocessan adecuadamente.</p> <p>Actualmente en Bogotá se generan aproximadamente 6300 Toneladas de residuos por día que son dispuestos en el relleno doña Juana, de los cuales en promedio se recicla el 14%, que corresponde tan sólo a 882 Toneladas de residuos reciclados y reutilizados, los 5418 Ton/día restantes son dispuestas día a día en el relleno sanitario doña Juana, lamentablemente de continuar con estas estadísticas desfavorables, y según datos del departamento nacional de planeación (DNP) a corto plazo (aproximadamente 5 años) la ciudad de Bogotá podría quedar sin el único relleno sanitario que cuenta, lo que claramente conllevaría a impactos ambientales negativos muy serios para toda la población bogotana, debido a que al no disponer los residuos en un lugar apropiado ocasiona: enfermedades, generación de vectores tales como plagas, moscas, roedores etc, y acumulación de residuos potencialmente peligrosos (residuos</p>

	<p>hospitalarios como ejemplo, en áreas no aptas para su correcta disposición final). Este oscuro panorama puede tener varias causas que lo generan, no obstante una de las principales causa raíz (que nos compete a todos como parte integral de la ciudad de Bogotá) es el claro desconocimientos en los conceptos más básicos, relacionados al reciclaje desde la fuente y a su gran importancias, a los diferentes tipos de reciclaje que existen dependiendo del tipo de material que se va a clasificar, al tipo de plásticos y otros materiales que podemos reciclar para que tengan un segundo uso o sean parte de un nuevo proceso para la elaboración de nuevos productos, disminuyendo nuestra huella ambiental y favoreciendo a disminuir el indicador de toneladas/día que son dispuestas en el relleno sanitario doña Juana y que podrían haber tenido un nuevo uso.</p>
<p>Objetivo General</p>	<p>Describir los diferentes tipos de reciclaje desde la fuente que pueden ser implementados en los hogares de Bogotá, que disminuirían el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario doña Juana.</p>
<p>Objetivos Específicos</p>	<p>Enumerar los diferentes tipos de reciclaje que existen Definir los diferentes tipos de materiales que pueden ser reciclados, reutilizados o reusados</p> <p>Indagar acerca de la cantidad de residuos reutilizables que son arrojados al relleno Doña Juana y que podrían ser reutilizados</p> <p>Cuantificar en dinero que valor se está arrojando al relleno sanitario por no haber reciclado desde la fuente</p> <p>Elaborar un diagrama de causa-efecto (Ishikawa) para clasificar las causas de la falta de reciclaje en la ciudad de Bogotá</p>

	<p>Generar indicadores que muestren los beneficios económicos y ambientales que trae el reciclaje desde la fuente y la economía circular</p>
Resumen	<p>El desconocimiento de la población bogotana relacionado a formas o métodos de reciclaje desde la fuente se hace cada vez más notorio y la principal consecuencia que a corto plazo se evidencia, es ver como el relleno sanitario a cielo abierto Doña Juana, va disminuyendo drásticamente su capacidad de recepción y almacenamiento para disponer los residuos sólidos, adicional a esto la población de Bogotá año a año, claramente va en aumento y este único relleno, que acopia y dispone los residuos sólidos de toda la ciudad, a corto, alcanzará su tope y será prematuramente clausurado de acuerdo con el departamento nacional de planeación (DNP), lo cual conllevará, sin lugar a dudas, a impactos ambientales negativos a la ciudad y por consiguiente a todos nosotros como población de Bogotá, al no tener un lugar adecuado para la disposición final de los residuos sólidos.</p> <p>La importancia de la presente propuesta se fundamenta en explicar de forma sencilla, en que consiste el reciclaje desde la fuente, tipos de reciclaje, tipos de materiales que pueden ser reciclados.</p> <p>Posteriormente por medio de un análisis de Ishikawa, determinar que la gran cantidad de residuos sólidos aprovechables que pudieron haberse clasificado, están llegando al relleno sanitario, a causa raíz de nuestro desconocimiento ciudadano en materia de reciclaje y sostenibilidad ambiental.</p>

	<p>Finalmente el presente documento presentará indicadores económicos y de sostenibilidad que evidencian la importancia de que todos los bogotanos entendamos el concepto de reciclaje desde la fuente y del impacto positivo ambiental que traería si adoptamos estos mecanismos de sostenibilidad ambiental.</p>
Fuentes	<p>Se consultaron veinte fuentes entre las cuales, informes técnicos, artículos periodísticos decretos y normas y principalmente información en sitios web entre otros, de igual forma políticas actuales del manejo integral de residuos sólidos principalmente para la ciudad de Bogotá</p>
Metodología	<p>El tipo de estudio y enfoque es el descriptivo, por medio del cual se busca recabar información sobre el tema en particular y aplicar análisis cualitativo y cuantitativo de la información</p>
Conclusiones y Recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • El porcentaje de los materiales que se reciclan en Bogotá es bajo, de tan sólo el 14%, esta es causa principal de que el relleno sanitario Doña Juana se encuentre a puertas de una inminente emergencia sanitaria por basuras dentro de los próximos cinco años. • El material con potencial de ser reaprovechable que se desperdicia en Bogotá cada día, enviándose al relleno de la ciudad, podría generar un ingreso económico diario aproximado de mil millones de pesos, lo que indica que los residuos que están siendo enterrados todos los días, en el relleno, no son desperdicios, sino son materiales valiosos, que deberían ser reaprovechados, reciclándose y de esta forma disminuir el volumen diario de residuos enterrados, disminuyendo la extracción masiva de recursos y materias primas naturales cada vez más escasas. • El modelo de economía, actualmente adoptado en la mayoría de industrias y proyectos en Bogotá y en toda Colombia (porque Bogotá no es la única ciudad de Colombia con un panorama crítico en

	<p>relación a disposición de residuos) es con base a economía lineal y como se pudo demostrar, se debe cambiar a una economía circular lo antes posible, para poder disminuir la cantidad de residuos y disminuir el actual impacto ambiental negativo.</p>
Elaborado Por	Carlos Andrés López Sepúlveda
Fecha de Elaboración	10-Octubre-2020

Introducción

Los residuos sólidos tienen dos características bien diferenciadas: Tienen un alto potencial contaminante si no son dispuestos correctamente y a su vez tienen un increíble potencial de reciclaje, valorización y reutilización, si se clasifican y reprocessan adecuadamente.

De acuerdo al Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible: “actualmente en Bogotá se generan aproximadamente 6300 Toneladas de residuos por día que son dispuestos en el relleno sanitario doña Juana” (MADS. 2018) de los cuales en promedio se recicla el 14%, que corresponde tan sólo a 882 Toneladas de residuos reciclados y/o reutilizados, 5418 Ton/día restantes, son dispuestos día a día en el relleno sanitario doña Juana, lamentablemente de continuar con estas estadísticas desfavorables, y según datos del departamento nacional de planeación (DNP) a corto plazo (aproximadamente 5 años) la ciudad de Bogotá podría quedar sin el único relleno sanitario con que cuenta, lo que claramente conllevaría a impactos ambientales negativos muy serios para toda la población bogotana, debido a que no disponer los residuos en un lugar apropiado ocasiona: enfermedades, generación de vectores de plagas tales como, moscas, roedores, zancudos etc., y acumulación de residuos potencialmente peligrosos (residuos hospitalarios, metales pesados como ejemplo, en áreas no aptas para su correcta disposición final).

De las 6300 Toneladas que se arrojan diariamente (ya sea por falta de conocimiento en temas de reciclaje y separación en la fuente, por falta de políticas gubernamentales, o de falta de cultura ciudadana,) al relleno doña Juana, el 43%, que corresponde a 2780 Ton, es de materiales que podrían haber sido aprovechados o reutilizados, expresado en porcentajes de acuerdo a el tipo de material tendríamos que: 23.4% es plásticos; 9.4% es papel; 6.3% es cartón;

2.3% es vidrio y 1.4% son metales, si consideramos el precio por kilo aproximado que se paga por cada uno de estos materiales tendríamos que en el relleno doña Juana estamos desaprovechando y enterrando cerca de 1.061.957.000 COP/día.

Este oscuro panorama puede tener varias causas que lo generan, no obstante una de las principales causa raíz (que nos compete a todos como parte integral de la ciudad de Bogotá) es el claro desconocimiento en los conceptos más básicos, relacionados a que es el reciclaje y la separación en la fuente, los diferentes tipos de reciclaje que existen, los diferentes tipos de plásticos y otros materiales que podemos reciclar para que tengan un segundo uso o sean parte de un nuevo proceso para la elaboración de nuevos productos, disminuyendo nuestra huella ambiental y favoreciendo a disminuir el indicador de toneladas de residuos por día que son dispuestos en el relleno sanitario doña Juana y que podrían haber sido reutilizados.

El presente documento justifica su importancia en el hecho que el desconocimiento parcial o total, por parte de la ciudadanía bogotana, relacionado a conceptos básicos sobre el reciclaje y a separación desde la fuente, tipos de reciclaje, desarrollo sostenible, entre otros, no nos exime de la responsabilidad social y ambiental, en la cual estamos siendo antagonistas, debido a que el único relleno sanitario con que cuenta la ciudad de Bogotá está recibiendo miles de toneladas de residuos que pudieron haber sido previamente clasificados, seleccionados y separados, para darles un nuevo uso o que podrían haber sido reutilizados como materias primas para la conformación de nuevos productos.

Resumen

El objetivo de este documento es explicar de forma sencilla pero clara, en qué consiste el reciclaje y separar en la fuente, tipos de reciclaje y tipos de materiales que pueden ser reciclados y posteriormente hacer un diagnóstico del estado actual del reciclaje en la ciudad de Bogotá y por medio de un análisis de Ishikawa, establecer si la gran cantidad de residuos sólidos aprovechables que pudieron haberse clasificado desde la fuente, están llegando al relleno sanitario a causa raíz de nuestro desconocimiento ciudadano en materia de conceptos básicos de reciclaje, sostenibilidad ambiental y conceptos básicos de economía circular, para finalmente mostrar por medio de indicadores cuantitativos, cuánto dinero se podría generar por día, de los materiales que pueden ser reutilizados o reusados, teniendo un enfoque de economía circular y no lineal, que es la que actualmente se aplica en la mayoría de empresas y proyectos en Bogotá. El desconocimiento de la población bogotana relacionado a formas y/o métodos de reciclaje desde la fuente se hace cada vez más notorio y la mayor consecuencia que a corto plazo se manifiesta, es ver como el relleno sanitario de la ciudad va disminuyendo drásticamente su capacidad de recepción y almacenamiento para disponer los residuos sólidos, adicional a esto la población de Bogotá año tras año, claramente va en aumento y este único relleno, que acopia y dispone los residuos sólidos de toda la ciudad, a corto plazo, alcanzará su aforo de diseño y podría ser clausurado. De acuerdo con el departamento nacional de planeación (DNP): “De continuar con la tendencia actual, en cinco años el relleno quedará sin capacidad para seguir recibiendo residuos sólidos”.(DNP.2016). Lo antes mencionado conllevará, sin lugar a dudas, a impactos ambientales negativos a la ciudad y por consiguiente a todos nosotros como ciudadanos, al no tener un lugar adecuado para la disposición final de residuos sólidos que incluyen residuos que pueden ser tóxicos o peligrosos para la salud y el ambiente. Disminuir la

cantidad de toneladas por día que llegan a el relleno sanitario Doña Juana, para prevenir su cierre y los impactos ambientales negativos que esto traería a la ciudad y su población, es posible sólo si toda la ciudadanía de Bogotá conoce y adopta el concepto de reciclaje, separar en la fuente y economía circular y entiende que de todos los residuos que se generan en el hogar, industria y comercio, hay muchos de ellos, que pueden ser reutilizados o pueden servir en la conformación de productos nuevos, pero para conseguir esto sólo es posible llevando a cabo esta clasificación desde la fuente y no cuando los residuos ya han sido dispuestos en el relleno sanitario y se han contaminado o enterrado. Este concepto de reutilizar, reciclar y reusar (3R), viene implementándose en Bogotá desde el año 2019, año en el cual el ministerio de ambiente y la presidencia de la república incorporaron el concepto de economía circular, el cual busca que tanto la población de la ciudad como las empresas, implementen mecanismos o formas de darle un mayor tiempo de uso a las cosas, y que una vez finalice su vida útil pueda ser clasificado y reaprovechado, como materia prima para la elaboración de nuevos productos, está iniciativa va acorde con la justificación de la elaboración de la presente monografía y su relevancia en aspectos sociales y ambientales de la ciudad de Bogotá. Por consiguiente, el objetivo principal de este documento consiste en explicar de forma sencilla, que es el reciclaje y la separación en la fuente, tipos de reciclaje y tipos de materiales que pueden ser reciclados y posteriormente por medio de un análisis de Ishikawa, determinar que la gran cantidad de residuos sólidos aprovechables que pudieron haberse clasificado, están llegando al relleno sanitario, a causa raíz de nuestro desconocimiento ciudadano en materia de reciclaje y sostenibilidad ambiental, para finalmente mostrar por medio de indicadores cuantitativos, cuánto dinero se podría generar por día, de los materiales que pueden ser reutilizados o reusados, implementando un enfoque de economía circular.

Palabras Claves: Reciclaje; residuos sólidos; relleno sanitario; Economía circular; Stakeholders.

Abstract

The main objective of this document is to explain in a easy way, what is the recycling from the source, types of recycling and types of materials that can be recycled and then through an Ishikawa´s analysis, determine that the large amount of solid waste that could have been classified, are reaching the landfill Doña Juana, because of our lack of citizenship regarding recycling and environmental sustainability, to finally show through quantitative indicators, how much money could be generated per day, of the materials that can be recycled or reused as a form of circular economy.

The ignorance of Bogota´s population related to topics like forms or methods for recycling from the source is noticeable and the main consequence in short term is evident, is to see how the landfill Doña Juana, is drastically decreasing its ability to reception and storage to dispose of solid waste, in addition to this, Bogotá´s population year by year, is increasing and this only landfill, which collects all solid waste from Bogotá, will shortly reach its peak and will be prematurely closed this according to the national planning department (DNP) if continue with the current trend, in five years the landfill Doña Juana will be unable to continue receiving solid waste, which will undoubtedly lead to negative environmental impacts to Bogotá and consequently to all of us as a Bogotá´s population, not having a suitable place for the final disposal of solid waste.

Reduce the amount of Tons per day from Doña Juana landfill, to prevent its premature closure and the negative environmental impacts that this would bring to the city and its population, is possible only if Bogotá´s population knows and adopts recycling´s concepts from

the source and understands that waste generated in the home, are many of waste that can be reused in the conformation of new products, but to achieve this it is only possible to carry out this classification from the source and not when waste has already been disposed on the landfill. This concept of reuse, recycle and reuse (3R), has been implemented in Bogotá since 2019, year in which the Environment's Ministry and the Colombia's Presidency are incorporating the concept of circular economy, which seeks that both population of the city and companies implement ways to give more time to use the products and that once its useful life ends it can be classified and / or reused as raw material for the development of new products, this initiative is consistent with the justification for this document and its relevance in social and environmental aspects of the city of Bogotá.

Keywords: Recycling; Solid waste; landfill; Circular economy; Stakeholders.

Tabla de contenido

Resumen analítico especializado (RAE).....	3
Introducción.....	8
Resumen.....	10
Abstract.....	12
Tabla de contenido.....	14
Lista de tablas.....	15
Lista de figuras.....	16
Glosario.....	17
Cuerpo de la monografía. Tipos de reciclaje y separación en la fuente como métodos para disminuir el porcentaje de materiales aprovechables que llegan al relleno sanitario Doña Juana en la ciudad de Bogotá.....	19
Generalidades.....	19
Marco	
Teórico.....	25
Diagnóstico del reciclaje en la ciudad de Bogotá.....	42
Análisis cualitativo y cuantitativo de incrementar el reciclaje y la economía circular en Bogotá.....	51
Conclusiones.....	64
Opinión personal.....	66
Bibliografía.....	68

Lista de tablas

Tabla 1. Estrategias y políticas concernientes al reciclaje y disposición de residuos sólidos en Bogotá.....	44
Tabla 2. Toneladas de residuos generados en los últimos años en Bogotá.....	50
Tabla 3. Matriz de interesados.....	55
Tabla 4. Indicadores de gestión en Bogotá 2019.....	57
Tabla 5. Comparativo % de reciclaje Oslo Vs Bogotá.....	60

Lista de figuras

Figura 1. Recolección de basuras en la antigua Grecia.....	19
Figura 2. Reciclaje de papiros de papel.....	20
Figura 3. Campaña de reciclaje durante segunda guerra mundial.....	22
Figura 4. Símbolo del reciclaje. Circulo de Mobius.....	23
Figura 5. Importancia del reciclaje.....	24
Figura 6. Beneficios del reciclaje.....	26
Figura 7. Operaciones unitarias del reciclaje de papel.....	28
Figura 8. Operaciones unitarias del reciclaje del vidrio.....	29
Figura 9. Operaciones unitarias del reciclaje de plástico.....	33
Figura 10. Reciclaje del Aluminio.....	34
Figura 11. Reciclaje de RCD.....	35
Figura 12. Impactos del reciclaje de residuos orgánicos.....	36
Figura 13. Separación manual de pilas.....	37
Figura 14. Reciclaje de residuos electrónicos y eléctricos.....	39
Figura 15. Proceso de reciclaje y tratamiento de agua	40
Figura 16. Proceso de reciclaje de textiles.....	41
Figura 17. Principios de la economía circular.....	46
Figura 18. Caracterización de residuos sólidos aprovechables.....	49
Figura 19. Proyección de residuos sólidos en Bogotá.....	50
Figura 20. Diagrama de causa-efecto.....	52
Figura 21. Economía lineal Vs economía circular.....	54
Figura 22. Indicadores económicos al incrementar el reciclaje en Bogotá.....	59
Figura 23. Funcionarios caracterizando los residuos dispuestos en el relleno.....	62
Figura 24. Descargue y compactación de los residuos en el relleno.....	62
Figura 25. Trampas para vectores (moscas) puestas en casas del barrio el Mochuelo.....	63
Figura 26. Panorama del relleno y la problemática sanitaria de los barrios aledaños.....	63

Glosario

CONPES: Comité nacional de política económica y social. Máxima autoridad nacional de planeación y se desempeña como organismo asesor del Gobierno colombiano, en todos los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país.

Economía circular: Supone, una intersección de los aspectos ambientales y económicos donde los productos deben poder extender su vida útil con facilidades para repararlos y, finalmente, cerrar el círculo siendo reutilizables y fáciles de desmontar.

Emergencia sanitaria: Evento extraordinario que se determina que constituye un riesgo para la salud pública de toda una población o región.

Gases de efecto invernadero: Son gases atmosféricos que absorben y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero en el planeta.

Huella ambiental: Es un indicador de impactos ambientales que se generan directa o indirectamente a lo largo del ciclo de vida de un producto u organización.

Huella de carbono: Son indicadores que miden el potencial de calentamiento global de una organización, proyecto, producto o actividad.

Lixiviado: Los lixiviados son líquidos que se forman como resultado de pasar o “percolarse” a través de un sólido. El líquido va arrastrando distintas partículas de los sólidos que atraviesa, que se observan comúnmente en rellenos sanitarios y es en estos donde adquieren propiedades tóxicas para el ambiente y la salud de las personas.

Reciclar: El reciclaje es un proceso donde las materias primas que componen los materiales que usamos en la vida diaria como el papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., una vez terminados su ciclo

de vida útil, se transforman de nuevo en nuevos materiales, disminuyendo considerablemente los residuos generados y disminuyendo la extracción de nuevas materias primas vírgenes.

Residuo sólido: Son aquellos que se producen específicamente dentro de los núcleos urbanos y sus zonas de influencia. Estos residuos suelen ser producidos en los domicilios particulares (casas, apartamentos, etc.), las oficinas o las tiendas.

Residuo peligroso: Son aquellos residuos que tienen un riesgo potencial tanto para el ambiente como para la salud de las personas debido a sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas.

Separación en la fuente: Es la actividad de seleccionar y almacenar los diferentes residuos sólidos desde su lugar de origen, para facilitar considerablemente su posterior manejo y aprovechamiento.

PGIRS: Plan de gestión integral de residuos sólidos, es una política pública establecida por el gobierno nacional, esta busca fomentar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales y comerciales.

3R: Las tres erres (3R) es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. En pocas palabras, las 3R ayudan a generar menos residuos, ahorrar dinero y ser un consumidor más responsable, así reduciendo tu huella de carbono. Y lo mejor de todo es que es muy fácil de seguir, ya que sólo tiene tres pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

UASEP: Unidad administrativa de servicios especiales públicos. Tiene por objeto garantizar la prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección, transporte, disposición final, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos

Generalidades

El concepto de reciclaje, es una idea que surge casi desde los orígenes del hombre, sólo que a partir de ciertas épocas, dicho concepto ha perdido importancia y es en las últimas décadas que vuelve a tomar protagonismo, al observar las consecuencias que el desconocimiento de esta actividad trae al ambiente, a las personas y a su calidad de vida,

Inicios de la disposición de residuos sólidos

Ya en la época de los griegos (500 A.C) se hablaba del primer basurero o relleno de basuras a cielo abierto, donde se buscaba que los residuos generados por la ciudad fueran unificados y dispuestos en dicho sitio, que no podía estar a una distancia mínima de 1.6 Km, personas con carretillas atravesaban la antigua Atenas, recogiendo lo que sus ciudadanos arrojaban a las calles, para llevarlo al relleno estipulado.

La figura 1, muestra personas recogiendo la basura a través de las calles de la ciudad.

Figura 1

Recolección de basuras en la antigua Grecia



Fuente: García, J. (2014,). *La historia de la basura. Hemos cambiado?*. Sitio web <http://www.cienciahistorica.com/2014/09/25/la-historia-de-la-basura-hemos-cambiado/>

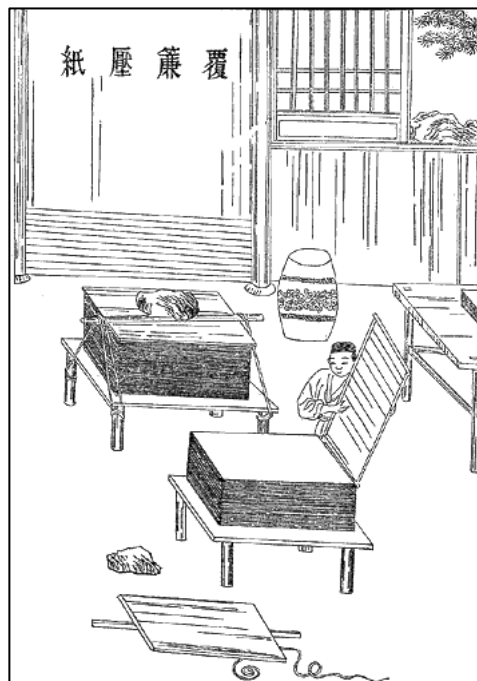
Reciclaje de papiro en Japón

Ya para el año 1031 D.C, y tras la creación del papel, en Japón (y años atrás en China) se comienza a implementar el concepto que hoy conocemos como reciclaje, ya que los japoneses empezaron a almacenar y posteriormente reutilizar los papiros desechados para fabricar papel reciclado.

La figura 2 muestra el proceso de reutilización de los papiros de papel para elaborar papel reciclado.

Figura 2

Reciclaje de papiros de papel



Fuente: Cai L. (s.f.n.d). Sitio web https://es.wikipedia.org/Cai_Lun

Reciclaje y revolución industrial.

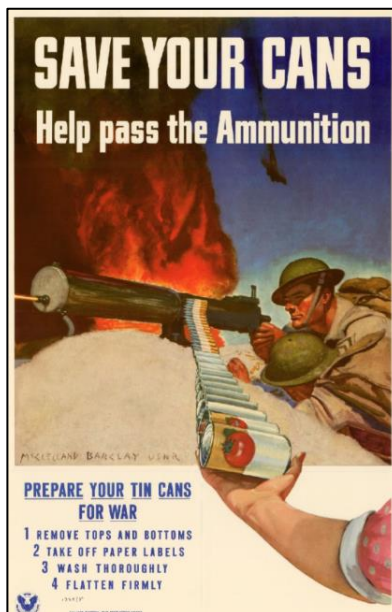
Antes de iniciar la revolución industrial, el reciclaje y la reutilización de materiales eran actividades comunes y necesarias, debido a que no se disponía de grandes cantidades de materiales para la conformación de nuevos utensilios o elementos. Tras la llegada de la revolución industrial, y la industrialización en los procesos, conseguir materiales y elementos nuevos a un menor costo fue más fácil de conseguir, por lo que, tanto los productores como la población en general disminuyeron el hábito del reciclaje de materiales, incrementando por ende la generación de residuos.

Reciclaje durante la segunda guerra mundial.

De acuerdo a como lo muestra la historia, en tiempos de escasez, el concepto de reciclaje es que vuelve a resonar y a tomar relevancia, durante la segunda guerra mundial sucedió esto mismo, donde ya escaseaba en Estados Unidos, metales como el aluminio para la elaboración de armamento, tanto así que se recurrió a campañas en las que se promovía a la población para que reciclara materiales como metales, ropa entre otros con el fin de poder reutilizarlos, para apoyar a las tropas norteamericanas. La figura 3, presenta una campaña alusiva a la reutilización de latas para elaboración de municiones.

Figura 3

Campaña de reciclaje durante segunda guerra mundial



Fuente: Arenas, M. (2016). Reciclaje. Todo comenzó el día que los griegos descubrieron los vertederos. Sitio web <https://blog.ferrovial.com/es/2016/11/reciclaje-comenzo-cuando-los-griegos-descubrieron-los-vertederos/>

Posterior al fin de la segunda guerra mundial y con la normalización del crecimiento de la economía global, nuevamente el desarrollo masivo de nuevos productos relegó a un segundo plano el reciclaje, y se dio comienzo al desarrollo de envases plásticos o envolturas llamadas de un solo uso, productos que dieron comienzo a mayores volúmenes de residuos generados.

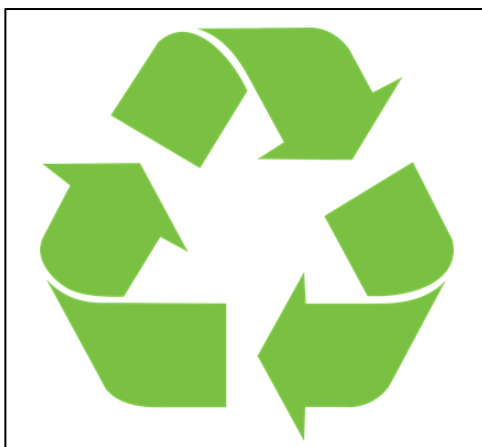
Reciclaje durante los años sesentas y setentas.

Es nuevamente hasta la década de los sesentas, que el reciclaje recobra importancia, durante esta época, se crean movimientos ecologistas que promueven el reciclaje y la preocupación por el desenfreno por la elaboración y consumo de productos nuevos a partir de materias primas no renovables. Es en estos años en que se crea el día de la tierra y el concepto de ecología, luego de esto, una minoría de la sociedad comienza a tomar conciencia del impacto ambiental

negativo que se estaba generando en el ambiente por la cultura consumista o el desconocimiento del concepto de reciclar y reusar. La figura 4, presenta el círculo o cinta de Mobius, el cual fue desarrollado en los años setentas y representa las principales etapas del reciclaje: separar; reprocesar y reutilizar.

Figura 4

Símbolo del reciclaje. Circulo de Mobius



Fuente: La historia del reciclaje. Sitio web: <https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/>

Reciclaje en la actualidad.

A partir de los años Ochenta y Noventa, inicia lo que hoy en día conoceríamos como reciclaje moderno, el cual se basaría principalmente en separar en la fuente, reutilizar al máximo todo tipo de materiales o productos, antes de que sean desechados a los vertederos o rellenos, se da inicio a legislaciones ambientales y se retoma el enfoque en que la sociedad actual debería volver a los buenos hábitos de sus antepasados, los cuales aprovechaban todos sus residuos.

En la actualidad se tiene un gran desafío, en el ámbito ambiental y económico, ya que reciclar, reutilizar y reusar conllevan no sólo impactos ambientales positivos sino desde el

ámbito económico el reciclaje representa ahorros energéticos y monetarios considerables como se mostrará en el presente documento.

Figura 5

Importancia del reciclaje



Fuente: Diario ecología. (s,f.n.d). Sitio web: <http://diarioecologia.com/reciclaje-un-simple-estilo-de-vida/>

Marco teórico

El reciclaje se considera como los métodos (ya sean físicos, mecánicos, químicos) para reprocesar materiales que han sido desechados (residuos sólidos), para la elaboración o conformación de nuevos productos, con esto se consigue que los materiales que habían sido inicialmente desaprovechados y desechados, puedan reincorporarse al proceso, obteniendo una disminución en el uso de materias primas no renovables y en los volúmenes de residuos sólidos que son dispuestos en rellenos sanitarios.

Dentro de los muchos beneficios del reciclaje, se destaca que:

- Permite conservar recursos naturales (Impacto ambiental positivo)
- Disminuye la cantidad de residuos sólidos generados, al ser estos últimos reincorporados como materiales para la conformación de otros productos
- Disminuye costos de producción, debido a que se requiere menos consumo de energía, agua entre otros, al no ser requeridos procesos de extracción de las materias primas
- Disminuye la contaminación al ambiente, ya que al haber menos residuos, se genera menos volúmenes de gases de efecto invernadero, por consiguiente, contribuye a disminuir el calentamiento global
- Permite que los sitios de disposición final de residuos sólidos, tales como los rellenos sanitarios, mantengan una mayor vida útil y que operen en condiciones normales
- Es fuente de dinero, ya que en los residuos sólidos arrojados, hay gran variedad de materiales de considerable costo económico que pueden ser nuevamente reciclados y reincorporados como materias primas.

En la figura 6, se muestran algunos de los muchos beneficios del reciclaje, mencionados anteriormente

Figura 6

Beneficios del reciclaje



Fuente: Especies ambientales. (s,f.n.d). Sitio web <http://www.lineaverdehuelva.com/ty/consejos-ambientales/reciclaje/Beneficios-del-reciclaje.asp#>

Tipos de reciclaje

Reciclar puede ser subdividido o clasificado a su vez, entre las principales se destacan: Reciclaje según el tipo de material o residuo recolectado; reciclaje mecánico en el cual, por medio de procesos físicos se separan los materiales que se encuentren mezclados (Molinero Laura. Recuperado de <http://tiposdereciclaje.blogspot.com/>. 2009); Reciclaje químico; reciclaje energético y reciclaje biológico.

A continuación, se detallan brevemente cada uno, con sus principales características.

Reciclaje según el tipo de residuo

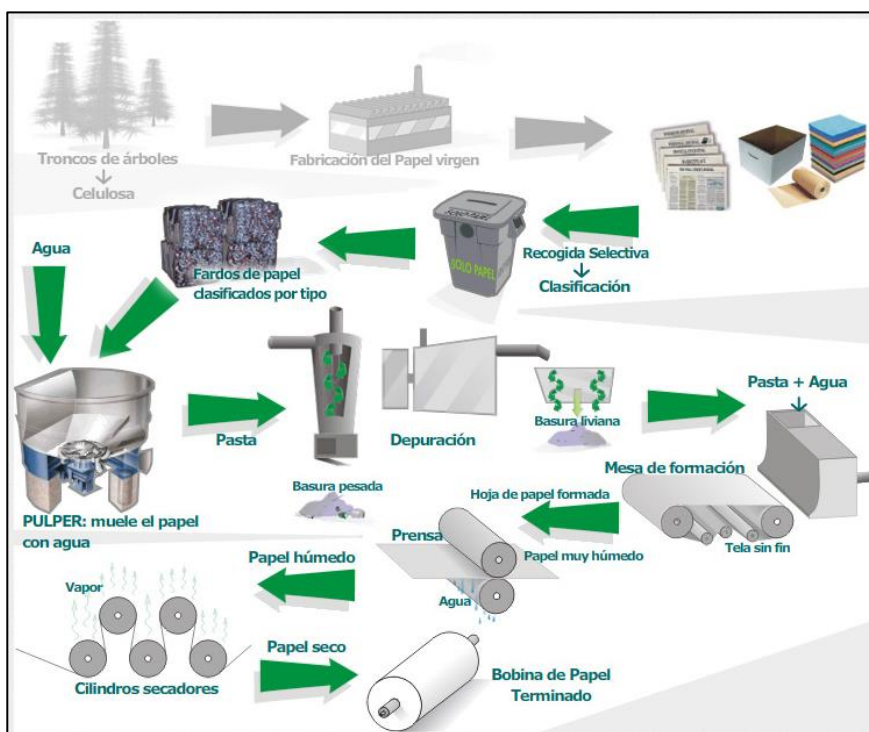
En este tipo de reciclaje, de acuerdo al tipo de material del residuo, dependerá su reaprovechamiento. A continuación, se mencionan los más relevantes.

Reciclaje de papel y cartón.

Este tipo de reciclaje genera un impacto ambiental positivo importante, dado que la materia prima utilizada para la elaboración del papel y cartón es la celulosa proveniente de la madera de los árboles, sin contar el hecho que implica menos consumo de agua durante su fabricación.

El reciclaje del papel inicia con la separación (ya sea en la fuente o posteriormente) de dicho material, en plantas de acopio que reciben el papel desechado. Una vez se tiene el papel desechado, se procede a la conformación de la pasta de papel, que se obtiene adicionando aditivos químicos para disolverlo y para que las fibras de papel puedan separarse. El segundo paso consiste en pasar la pasta de papel por medio de un tamiz o criba que permita separar los materiales que no son papel y que puedan contaminar o dañar el proceso. Posterior a esto, la pasta de papel se lava para retirar cualquier material que haya podido quedar de la etapa anterior y finalmente se le adiciona determinados productos químicos como agentes blanqueadores, entre ellos el peróxido de hidrogeno.

Figura 7. Operaciones unitarias del reciclaje de papel



Fuente: Como fabricamos papel cartón. (s.f.n.d). Sitio web: <http://www.copsi.com.ar/como-fabricamos-papel-carton.php>

Reciclaje de vidrio.

El vidrio es un material versátil y que también genera un impacto ambiental positivo al ambiente si es reciclado. En comparación con otro tipo de materiales, el vidrio puede reciclarse casi en un 100% y reutilizarse en reiteradas ocasiones, sin que pierda sus propiedades o las del producto a envasar.

El proceso de reciclaje de vidrio inicia, con la separación en la fuente de dicho material, este paso es uno de los más importantes dentro de todo el proceso del reciclaje y no solamente en el reciclaje del vidrio, porque en la medida que se separe en la fuente (ya sea en hogares, en empresas, locales comerciales etc.) hay menos probabilidades que lleguen materiales aprovechables o reutilizables a los rellenos sanitarios o vertederos, generando menos desperdicios, también porque la fabricación de envases de vidrio con material reciclado requiere

menos consumos energéticos debido a que la temperatura de fusión del vidrio reciclado es menor, consiguiendo un ahorro energético y económico significativo dentro del proceso.

Una vez llega el vidrio a la planta de reciclaje, este se pasa a través de una banda transportadora, en la cual de forma automatizada, se remueven otros elementos que no son vidrio y que pueden contaminar el proceso de reciclaje. Para eliminar elementos que contienen hierro, como por ejemplo tapas de envases, se utiliza un imán, posteriormente el vidrio es triturado y pasa a través de tamices para clasificarse de acuerdo a su tamaño y por un equipo óptico que lo reclasifica de acuerdo a su color, este paso también permite eliminar otros materiales que aún permanezcan. Finalmente el vidrio triturado, llamo Calcín pasa por un nuevo proceso de inspección manual para eliminar impurezas remanentes que hayan quedado, tales como plástico o etiquetas adhesivas. La figura 8 muestra a grandes rasgos, el proceso de reciclado del vidrio descrito anteriormente.

Figura 8

Operaciones unitarias del reciclaje de vidrio



Fuente: Proceso de reciclaje vidrio. (2015). Sitio web: [https://tuplanetavital.org/actualidad-](https://tuplanetavital.org/actualidad-planetaria/attachment/proceso-de-reciclaje-vidrio/)

[planetaria/attachment/proceso-de-reciclaje-vidrio/](https://tuplanetavital.org/actualidad-planetaria/attachment/proceso-de-reciclaje-vidrio/)

Reciclaje de plástico.

El plástico es un material que debido a sus características, de durabilidad, practicidad y bajo costo de elaboración entre otras, se comenzó a utilizar a partir de la década de los años cuarenta, sin embargo a causa del consumo masivo de su uso para muchos fines y a causa de ser un material que es poco biodegradable, ya que puede tardar en descomponerse cientos de años, lo ha catalogado como uno de los materiales más contaminante en la actualidad, por esto la importancia de reciclar la gran proporción de plástico que se produce en el mundo.

El plástico se compone principalmente de polímeros de resinas y derivados del petróleo (Servicios ambientales de Valencia. Recuperado de <https://www.smv.es/que-tipos-de-plasticos-se-pueden-reciclar/>) el cuál se somete a procesos físicos de presión y temperatura, los cuales le confieren ciertas de sus propiedades.

Es importante mencionar los diferentes tipos de plásticos que existen, debido a que cada cual tendrá un proceso de reciclaje específico. Dentro de la clasificación principal se encuentran:

- *Plásticos termoplásticos:* Estos plásticos pueden ser moldeados con el aumento de temperatura y se le puede dar diversas formas, y una vez se enfrían, mantendrán sus propiedades iniciales. Por esta razón son más fácilmente reciclables, porque este proceso se puede repetir varias veces sin que se alteren sus propiedades.
- *Plásticos termoestables:* Estos plásticos también pueden ablandarse y moldearse por medio del aumento de temperatura, sin embargo, cuando esto ocurre, hay una reacción química que modifica la alineación de las moléculas, las cuales ya no podrán volver a modificarse

con aumento de temperatura, sino que por el contrario, al calentarse pueden llegar a romperse.

A continuación, se mencionan los principales tipos de plástico que pueden ser reciclados:

- *Polipropileno (PP)*: Es el plástico que se utiliza para elaboración de tapas de botellas, algunos empaques flexibles de alimentos, envases de yogures entre otros.
- *Polietileno de baja densidad (PEBD)*: Principalmente lo encontramos en bolsas de supermercados o en las bolsas de las leches.
- *Polietileno de alta densidad (PEAD)*: Se utiliza para la elaboración de envases de detergentes, lubricantes entre otros.
- *Polietileno Tereftalato (PET)*: Se utiliza principalmente para la elaboración de botellas de agua.
- *Policloruro de Vinilo (PVC)*: Se utiliza en la fabricación de envases de shampoo, de aceites de cocina y tuberías para agua.
- *Poliestireno (PS)*: Se utiliza en la fabricación de envases de un solo uso para bebidas calientes.

Luego de haber mencionado los diferentes tipos de plásticos que existen, se describirá a grandes rasgos el proceso de reciclaje del plástico.

El proceso inicia con la recuperación del material plástico vacío y seco, que ha sido depositado en los contenedores correspondientes para material reciclado. Es importante mencionar que entre más limpio se encuentre el envase, será más sencillo el proceso de reciclaje y evitará que los otros plásticos se contaminen.

Todo el material plástico recolectado llega a las plantas recicladoras, y está será la materia prima para los posteriores procesos. El primer paso consiste en clasificar el plástico y retirar otro tipo de elementos como etiquetas, suciedad, entre otros, esto con el fin de disminuir reprocesos en las siguientes operaciones. En esta etapa también se pueden clasificar según el color del plástico, y de esta forma disminuir la cantidad de pigmentos y colorantes necesarios. Luego de esto el material plástico pasa a través de un proceso de triturado por medio de cuchillas giratorias, con esto se busca que el tamaño del grano del plástico sea homogéneo y de más fácil manejo en los siguientes procesos. Una vez triturado el plástico pasa al lavado donde por medio de agua y agitadores, se continua con la remoción de impurezas que aún se mantengan en el plástico, posterior a esto el material pasa al secado, dentro de una centrifuga, en la que por medio de la fuerza centrífuga el material se va separando del agua y se sigue eliminando impurezas u otro material remanente. Luego el plástico se almacena en silos para homogenizar todo el material y después pasa al proceso de extrusión, el cual emplea una extrusora que por medio de calor y su eje en movimiento, genera fricción entre el material que va pasando, y produce que el plástico se funda y se cree una masa homogénea, que luego pasa por una nueva etapa de filtrado para remover impurezas que aún puedan permanecer (considerando que el material es reciclado y llega con otros materiales que pueden contaminar el proceso), posterior a esto el material sale de la extrusora, fundido en forma de filamentos los cuales entran a una tina para enfriarse y por una cortadora de cuchillas (conocida como pelletizadora) que cortan el plástico en pequeños granos llamados pellets, los cuales serán el producto final que se utilizara como materia prima para la conformación de nuevos productos hechos en plásticos. Los pellets son almacenados en sacos para su posterior uso. La figura 9, presenta el proceso de reciclado del plástico descrito anteriormente.

Figura 9

Operaciones unitarias del reciclaje de plástico



Fuente. La ruta del reciclado del plástico. (2020). Sitio web. <http://www.cicloplast.com/index.php?accion=ruta-del-reciclado&subAccion=reciclado-envases>

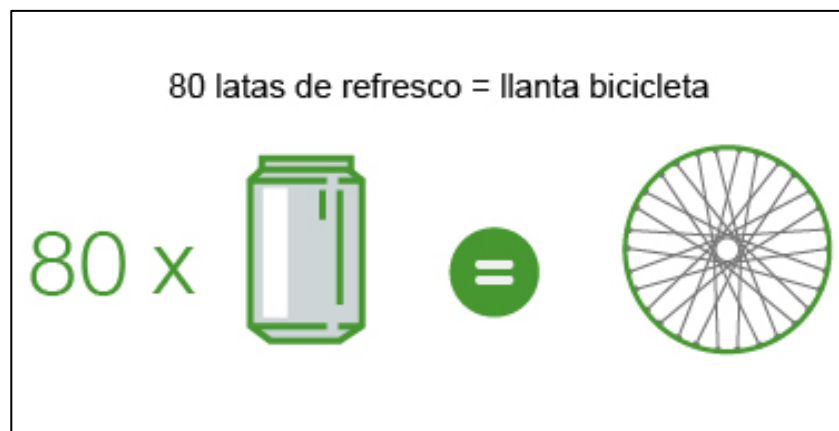
Reciclaje de metales.

El reciclaje de metales (hierro, aluminio, cobre, plata y acero principalmente), o lo que comúnmente conocemos como chatarra, contribuye enormemente al ambiente, tal y como ocurre con el reciclaje de otros materiales, sin embargo una de las ventajas que presenta este tipo de reciclaje es que puede reutilizarse en infinidad de ocasiones sin perder sus propiedades y adicional a esto reciclarlo disminuye la cantidad de energía y recursos necesarios para extraerlos de la naturaleza y disminuye el costo de procesarlo en metales. El proceso de reciclaje de este tipo de materiales consiste principalmente en recolectar dicho material y posteriormente enviarse a la planta de reciclaje, donde se clasifican de acuerdo al tipo de metal y luego se trituran o se fragmentan en menor tamaño para posteriormente ser compactados y distribuidos a las empresas

fabricantes .Como se mencionó anteriormente los ahorros energéticos y por ende monetarios en este tipo de reciclaje son enormes, por esto la importancia de este tipo de reciclaje. La figura 10 muestra que de acuerdo a Ecoembes: “ Reciclando 80 latas de Aluminio de gaseosa, podemos fabricar el rin y radios de una llanta de bicicleta” (Madrid. Ecoembes. Recuperado de: <https://www.ecoembes.com/es/ciudadanos/envases-y-proceso-reciclaje/proceso-recogida-seleccion-reciclaje>).

Figura 10

Reciclaje de aluminio



Fuente. Sitio web: <http://www.cicloplast.com/index.php?accion=ruta-del-reciclado&subAccion=reciclado-envases>

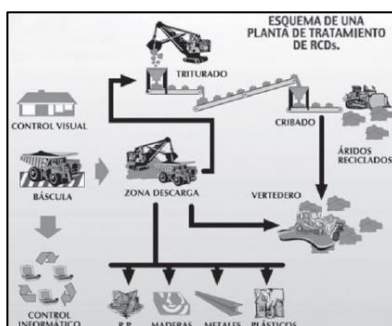
Reciclaje de construcción y demolición (RCD).

Este tipo de residuos son los materiales considerados como desechos provenientes de constructoras o de arreglos locativos en casas /o edificios, demoliciones, también conocidos como escombros. Se generan en cantidades considerables, sin embargo pese a que su clasificación es relativamente sencilla, muchas personas en el mundo desconocemos que se puede reciclar este tipo de material y los beneficios de reciclarlo, ya que como se ha mencionado con los otros materiales reciclados, disminuye costos de operación al no tener que extraer nuevas

materias primas para la conformación de materiales, impacta de forma positiva al ambiente al reciclar este material y evitando así que material aprovechable llegué a los rellenos, donde no va a generar ningún beneficio y por el contrario si, impactos negativos. El proceso al igual que con los materiales que ya se han descrito, inicia con la recepción del material en la planta de reciclaje, posterior a esto el material pasa por diversas etapas de separación y clasificación en las que se separan elementos de gran tamaño o de diverso material, tales como maderas, hierro, cartón entre muchos otros, recordemos que este tipo de residuo (al igual que los otros) normalmente llega mezclado con muchos tipos de materiales y la clave principal es hacer un adecuado proceso de clasificación. El material continúa y pasa a través de cribas giratorias, que permiten separar el material de acuerdo a su tamaño y luego pasa por una separación neumática es decir por medio de aire, se separan los materiales de menor gravedad específica (peso), como plásticos, cartón etc. Luego de esto el material pasa por una separación magnética, que consta de un imán que remueve todo el material que contenga hierro, finalizado esto pasa por una separación manual y finalmente por trituración, donde el tamaño del material recuperado dependerá del tipo de uso final que se desee con dicho material. La figura 11, nos muestra el resumen de las etapas de reciclaje de RDC.

Figura 11

Reciclaje de RDC



Fuente: Castaño, J., Misle, R., y Ocampo, M. (2013). Gestión de RDC en Bogotá. Sitio web http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2013000400010

Reciclaje de residuos orgánicos.

Este tipo de reciclaje se utiliza para el material orgánico proveniente de residuos como lo son restos de alimentos, cáscaras, madera, césped, es decir residuos ya sean de origen animal o vegetal. Reciclar este tipo de residuos es importante debido a que el material orgánico puede presentar un elevado porcentaje de humedad y una vez inicia su rápido proceso de descomposición genera un subproducto líquido conocido como lixiviado, el cuál si llega a los cuerpos de agua resulta ser contaminante, adicionalmente que durante su proceso de descomposición genera gases de efecto invernadero. Una de las formas de reciclaje de este tipo de residuos es el compostaje, el cuál es un proceso natural de degradación de los materiales biodegradables, por medio de microorganismos que luego de su acción generan el compost, el cual sirve a su vez como un abono natural que impacta de forma positiva el ambiente. Otra forma de reciclar estos materiales es por medio de la pirolisis, que consiste en quemar estos residuos bajo procesos controlados para generar energía para otros procesos. La figura 12 muestra el impacto positivo que tiene, por medio del compostaje en comparación de no realizar su reciclaje y disponerlo en los rellenos sanitarios.

Figura 12.

Impactos del reciclaje de residuos orgánicos



Fuente: González, R. (2018). Reciclaje orgánico. Sitio web. <https://www.ecologiahoj.com/reciclaje-organico>

Reciclaje de baterías y pilas.

Este tipo de materiales contienen principalmente metales pesados potencialmente peligrosos tales como Cadmio, Mercurio, Plomo y Zinc, aunque dentro de su cubierta también contiene acero. Este tipo de materiales, si son arrojados a los vertederos y no son dispuestos de forma adecuada, ocasionan impactos negativos considerables al ambiente, en caso contrario, reciclar este tipo de materiales genera muchos beneficios, como aprovechar este tipo de metales sin requerir de explotar fuentes naturales, reincorporarlos en los procesos genera disminución en costos operativos por cuenta de menor requerimiento de materia prima, y se contribuye al ambiente, ya que de acuerdo a la página Consumer Erosky: “ Una sola pila que contenga Mercurio, puede llegar a contaminar 600.000 Litros de agua”. El proceso de reciclaje al igual que con todos los materiales, inicia con la separación en la fuente y disponiéndolas en los contenedores estipulados y apropiados para este tipo de material, posterior a esto las pilas son enviadas a la planta encargada de su reciclaje, donde se realiza una nueva separación para clasificarlas y posteriormente se procede a un proceso de trituración en el que se separa el hierro triturado y el resto de metales son fundidos en procesos pirometalurgicos, donde se puede llegar a recuperar el 75% de metales, que finalmente serán aprovechados en diversas aplicaciones. En la figura 13 se muestra la clasificación manual según el tipo de pila.

Figura 13.

Separación manual de pilas



Fuente: De la borda, L. (s,f.n.d). Aprende como reciclar las pilas y baterías. Sitio web <https://www.vix.com/es/ijm/hogar/5101/aprende-como-reciclar-las-pilas-y-baterias>

Reciclaje de materiales eléctricos y electrónicos.

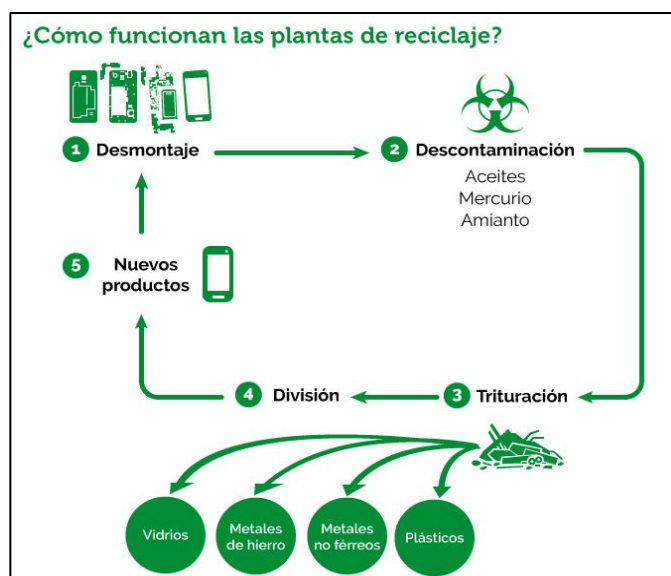
El reciclaje de este tipo corresponde a diversos productos, tales como: electrodomésticos, teléfonos celulares, computadores, y demás dispositivos eléctricos y/o electrónicos. Estos se componen a su vez, de una gran variedad de elementos potencialmente tóxicos, tales como el Mercurio, Cadmio, Plomo, entre muchos otros, inclusive otros materiales también reciclables como el plástico, incluso en los materiales electrónicos reciclables se pueden recuperar metales preciosos, tales como oro y plata. Debido a su gran variedad de elementos y compuestos que los componen es que el reciclaje de este tipo de materiales es tan importante para disminuir impactos ambientales negativos, más aún considerando las grandes cantidades de estos materiales que se producen y que se desechan año tras año, por causa del elevado consumo de este tipo de materiales en la actualidad. De acuerdo a la revista Dinero: “ Para el 2021 se prevé que en el mundo se generarán 52.200 millones de toneladas de desechos electrónicos, un aumento del 17% ” (Recuperado de: <https://www.enter.co/cultura-digital/el-popurri/2021-generaremos-52-toneladas-basura-electronica/>)

El reciclaje de este tipo de materiales inicia, (como ya se ha mencionado en todos los materiales) con la separación en la fuente de dicho material y por medio de la recolección es enviado a la planta encargada de reciclaje de estos materiales. Posterior a este paso, se continúa con la clasificación mecánica de los distintos materiales que conforman estos elementos, tales como metales, vidrio, plásticos y pasan a ser parte de materias primas de otro tipo de industrias o sectores. Los materiales potencialmente tóxicos como el Mercurio entre otros son separados durante el paso de clasificación y deben ser dispuestos a otras empresas que disponen este tipo de materiales. Una vez se han separado y triturado los diversos materiales que los componen son dispuestos como materiales para conformar nuevos productos a base de hierro, metales

preciosos, vidrio, plástico, entre otros. En este tipo de materiales, como se ha visto, se puede reciclar la mayoría de los materiales, casi en un 80% o más, lo que evidencia la importancia de reciclarlos, considerando los volúmenes de desperdicio que se desechan en el mundo anualmente. La figura 14, resume el proceso descrito anteriormente.

Figura 14.

Reciclaje de residuos electrónicos y eléctricos



Fuente: Como se gestionan los RAEE. (s, f.n.d). Sitio web <https://www.raeeandalucia.es/recicla/como-se-recicla>

Reciclaje de agua.

El agua utilizada como uso doméstico o industrial también tiene un proceso de reciclaje, dado que en otras épocas era descargada a cuerpos de agua como ríos y posteriormente al océano, lo que claramente generaba impactos ambientales negativos dado que gran cantidad de sustancias no podían ser biodegradados, es por esta razón, que se hace necesario el reciclaje de este preciado compuesto.

El proceso comienza, recolectándose el agua por medio de los sistemas de alcantarillados que la transportan (no ocurren en todos los países, el tratamiento de toda el agua generada, tal como en nuestro país) hacia plantas de tratamiento, el paso inicial es un pretratamiento donde se remueven por medio de rejas o tamices, los materiales sólidos más gruesos, posterior a esto el agua pasa a un tratamiento primario en el cuál, por medio de tratamientos físicos y adición de sustancias químicas (procesos químicos) tales como agentes coagulantes y floculantes, permiten que las partículas suspendidas en el agua que no pudieron ser removidos en el paso anterior, ganen mayor peso y volumen y puedan decantarse con mayor facilidad para ser separados. La etapa secundaria consiste en procesos biológicos donde incorporan bacterias, que por medio de procesos de oxigenación, generan que las sustancias disueltas en el agua puedan ser floculadas y posteriormente decantadas o sedimentadas como en la etapa anterior. Las últimas etapas del procesos consisten en procesos de desinfección por mecanismos físico químicos, como adición de químicos (cloración del agua), radiación UV, para eliminar cualquier tipo de virus, bacteria o patógeno que se encuentre en el agua, considerando que gran parte de esta agua contiene material orgánico, orina, entre muchos otros. La figura 15 presenta un breve esquema de lo mencionado anteriormente.

Figura 15.
Proceso de reciclaje y tratamiento de agua



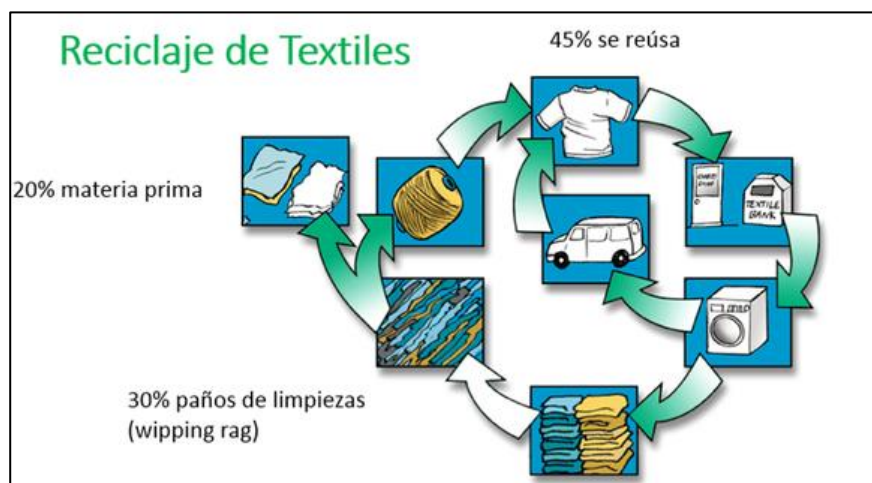
Fuente: Tratamiento de agua y su proceso. (2018). Sitio web <http://lavidaenverdeesmejor.blogspot.com/2018/05/tratamiento-de-agua-y-su-proceso.html>

Reciclaje de textiles.

Dentro de este tipo de materiales se incluye también todo lo concerniente a calzado. Como ya lo hemos notado, todo proceso que requiera sólo materias primas vírgenes (extraídas directamente de la naturaleza) implican grandes costos e impactos ambientales negativos, por lo que el reciclar textiles también es una actividad primordial para disminuir el impacto ambiental negativo y poder lograr ahorros dentro de la operación. El proceso de reciclaje inicia con la clasificación de las prendas según el material y el color, ya que al clasificar las prendas en lotes de un mismo color evita reprocesos como tener que teñir las prendas. Posterior a esto, por métodos mecánicos, los tejidos son cortados y dependiendo del tipo de material se incorpora en los procesos de producción, mezclado junto con un menor porcentaje de materias primas vírgenes, para que el producto final no pierda ciertas de sus características en cuanto a calidad se refiere. La imagen 16 muestra algunos de los productos finales que pueden obtenerse a partir del reciclaje de textiles y calzado.

Figura 16.

Proceso de reciclaje de textiles



Fuente. Reciclaje de textiles. (s,f.n.d). Sitio web <https://prtextilerecycling.weebly.com/reciclaje-de-textiles.html>

Diagnóstico del reciclaje en la ciudad de Bogotá

Actualmente y de acuerdo al Departamento nacional de planeación y al Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, la ciudad de Bogotá genera en promedio 6300 Toneladas de residuos por día (DNP, 2019) los cuales están siendo dispuestos en el área encargada para acopiar todos los residuos de la ciudad, el cuál es el relleno sanitario Doña Juana. De la cantidad de residuos mencionada anteriormente, se recicla actualmente en promedio tan sólo el 14% de los materiales, a pesar de que dentro de las miles de toneladas que se llegan día a día al relleno, se podría haber recuperado un 43% más de materiales que no están siendo reciclados y que están siendo desaprovechados al ser enterrados dentro del relleno. La problemática actual, es que esta tendencia va creciendo, como consecuencia del incremento poblacional año tras año y a su vez, de la mayor demanda de productos que por múltiples razones (que más adelante detallaremos) no están siendo debidamente reutilizados ni reciclados, tanto en el sector industrial, comercial como en el sector doméstico.

Para resolver la problemática anterior, durante los últimos años, diversos ministerios y entidades tales como el Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible, Departamento de planeación nacional, la UASEP, entre muchos otros organismos, han consolidado algunas estrategias políticas y decretos que buscan crear mecanismos que ayuden a incrementar el porcentaje de reciclaje de la ciudad de Bogotá, disminuir materiales de un solo uso, disminuir el efecto invernadero causado en gran parte por los miles de residuos orgánicos que llegan al relleno y que por posteriores procesos de descomposición generan gases de efecto invernadero, que contribuyen aún más a afectar negativamente el ambiente y la salud de la población bogotana. Lamentablemente, dichas políticas y estrategias no han sido articuladas conjuntamente

y lamentablemente no han generado el impacto requerido para mitigar los efectos negativos que genera el desaprovechamiento de materiales reciclables. La regulación de gestión de residuos sólidos, relacionada a su carácter de problema ambiental prioritario, se remonta al año 1974 y a la expedición del código nacional de recursos renovables y posteriormente a la ley 142 del año 1994, conocida como la ley de servicios públicos domiciliarios.

A continuación, se detallará brevemente las estrategias y políticas que se han desarrollado en el transcurso de los últimos años con relación al reciclaje y a la economía circular que permitan reaprovechar a un máximo los recursos de tal forma que la tasa de generación de residuos no aprovechables pueda disminuir. La tabla 1 recopila dichas estrategias.

Tabla 1

Estrategias y políticas concernientes al reciclaje y disposición de residuos sólidos en Bogotá

Título	Descripción
Política para la Gestión Integral de Residuos de 1998. Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	"Minimizar" de la manera más eficiente, los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz.
Política Nacional de Producción y Consumo de 2010. MADS.	Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo de la sociedad colombiana hacia la sostenibilidad ambiental
Resoluciones 1390 del 2005, 1684 de 2008, 1822 de 2009, 1529 de 2010 y 1890 de 2011. MADS.	Establece directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios y se fortalecen medidas de control sobre formas no adecuadas de disposición final.
Decreto Nacional 838 de 2005. Presidencia de la República.	Establece los procedimientos para la planeación, construcción y operación de los sistemas de disposición final de residuos, con tecnología de relleno sanitario, como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estableció la relación con el ordenamiento territorial para definir las áreas factibles para la ubicación de rellenos sanitarios, los criterios, metodología y restricciones específicas para identificar y evaluar dichas áreas; así como determina los instrumentos de control y monitoreo técnicos para la operación de los rellenos sanitarios.
Resolución 754 de 2014. MADS y Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT).	Adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto Distrital 586 de 2015. Alcaldía mayor de Bogotá.	Adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C. y establece la estructura de gestión de este tipo de residuos.
CONPES 3874 de 2016. DNP, MADS, SSPD y CRA.	Implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático

Fuente. Veeduría distrital. (2019). Sitio web <https://www.veedurriadistrital.gov.co/content/Informes-2019>

Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos (CONPES 3874 DE 2016)

El consejo nacional de política económica y social fue creado por la ley de 1958. Es la principal unidad de planeación nacional y se encarga de asesorar el gobierno sobre temas relacionados al desarrollo económico y social del país. Dentro de las principales políticas de gestión integral desarrolladas sobre gestión integral de residuos sólidos, se encuentra el CONPES 3874, el cual busca reutilizar y reaprovechar los materiales con fines de valorización y para que se pueda optimizar la operación de rellenos sanitarios y en caso de que no sea posible lo anteriormente mencionado, busca garantizar la disposición final con el cumplimiento técnico de estándares ambientales. Las estrategias que busca alcanzar el documento CONPES 3874, principalmente son:

- Promover la cultura ciudadana, la innovación y educación que genere mejores bases de todos los ciudadanos para incrementar la separación en la fuente de residuos y la reutilización de los mismos.
- Migrar hacia una economía circular, que permita proporcionar el adecuado tratamiento y reaprovechamiento a los residuos, con el fin de disminuir las miles de toneladas que se disponen en el relleno.
- Incluir la población recicladora de oficio, dentro del esquema y marco del servicio público de aseo de la ciudad.

El CONPES 3874 a nivel general busca que implementemos la economía circular dentro de los procesos productivos en la ciudad de Bogotá y migremos de la economía lineal, en la cuál por buscar mayores eficiencias y rentabilidades económicas, se producen mayores residuos sólidos sin reaprovecharlos o reutilizarlos, mayor extracción de materia prima y

mayores residuos al final de la vida productiva del producto al no haber sido reaprovechado. La figura 17, nos resume los principios de la economía circular y como este tipo de economía incorpora la importancia de los aspectos ambientales, durante todo su ciclo de vida.

Figura 17

Principios de la economía circular

Ecoconcepción	Considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción.
Ecología industrial y territorial	Establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio, caracterizado por una gestión optimizada de los <i>stocks</i> y de los flujos de materiales, energía y servicios.
Economía de la funcionalidad	Privilegiar el uso frente a la posesión y la venta de un servicio frente a la venta de un bien.
Segundo uso	Reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.
Reutilización	Reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.
Reparación	Encontrar una segunda vida a los productos estropeados.
Aprovechamiento	Aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.
Valorización (tratamiento)	Aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.

Fuente. Economía circular. (s,f.n.d). Sitio web: <http://economiecircular.org/>

Gestión de los residuos sólidos asociado al servicio de aseo de Bogotá

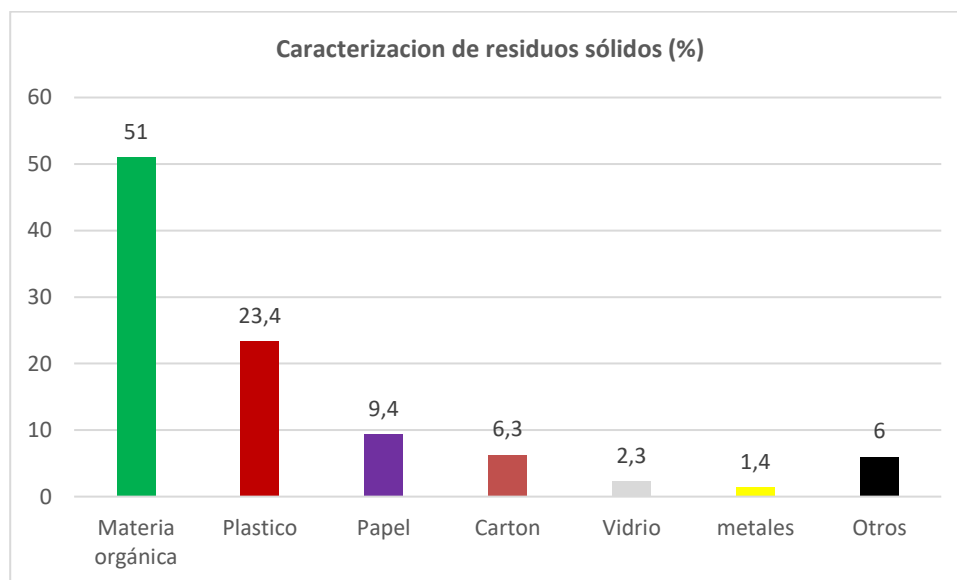
En Bogotá, y de acuerdo al PGIRS, el proceso comienza con el almacenamiento y descarga de los residuos sólidos por parte de los que lo generamos, sea usuario industrial, comercial o doméstico posterior a esta etapa viene la recolección, a la cual también se incorporan los residuos del barrido de áreas públicas y corte de césped, luego los residuos son llevados a disposición final al relleno sanitario Doña Juana. Dentro de estos, hay varios de los residuos que puede ser reincorporados o reaprovechados, a través de los recicladores o de las Organizaciones de Recicladores Autorizadas (ORA); otro tipo de residuos, como los residuos hospitalarios, peligrosos, especiales y Residuos de Construcción y Demolición (RCD), van a tratamiento y disposición final, y son separados de los residuos ordinarios (Veeduría distrital, 2018). En la actualidad, en Bogotá existen pocos incentivos económicos para aumentar los porcentajes de aprovechamiento y reciclaje de residuos sólidos, así como pocas estrategias para la prevención y minimización de residuos. Como resultado la gran mayoría de los residuos sólidos generados termina su ciclo de vida en el relleno sanitario Doña Juana (enfoque de economía lineal). Como ya se ha hecho énfasis, de persistir esta situación en Bogotá y en general en todas las ciudades y países, además de los impactos ambientales negativos (incluyendo el calentamiento global por gases de efecto invernadero, a causa de los gases emitidos por descomposición de residuos orgánicos que no fueron reaprovechados), no se tendrá la capacidad instalada suficiente para disponer todos estos residuos en el relleno Doña Juana, incluyendo los residuos peligrosos.

Caracterización de los residuos sólidos generados en Bogotá.

En Bogotá, de las 6300 Toneladas que llegan diariamente al relleno doña Juana, el 43%, (2780 Toneladas), es de materiales que pueden ser reciclados. Caracterizando los residuos, por tipo de material tendríamos que: 23.4% es plásticos; 9.4% es papel; 6.3% es cartón; 2.3% es vidrio y 1.4% son metales. A continuación, se presenta esta información de forma gráfica en la figura 18.

Figura 18

Caracterización de residuos sólidos aprovechables



Fuente. López, C. (2019). Caracterización de residuos aprovechables.

Dentro de la categoría de residuos orgánicos aparecen con gran importancia los residuos generados por los alimentos en sus diferentes etapas de la producción, los cuales se desperdician y desechan, no sólo en Bogotá sino en general en Colombia.

La materia orgánica en descomposición que es enterrada en el relleno Doña Juana, produce una mezcla de gases llamada biogás compuesta principalmente por Metano, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrogeno, dentro de los cuáles el Metano (CH_4) y Dióxido de carbono (CO_2) se sabe son gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. De acuerdo a esto, este residuo es el que más se genera e impacta en la capacidad del relleno Doña Juana, adicional, se está perdiendo su gran potencial, para generación de energía (pirólisis) y nutrientes para adecuación de suelos (compostajes), sería necesario considerar estrategias específicas para aumentar el aprovechamiento de este tipo de material en Bogotá. De acuerdo a la unidad administrativa especial de servicios públicos (UASEP) el bajo aprovechamiento de residuos se debe en parte a la falta de manejo de material con potencial de reciclaje y orgánicos, debido a que el sistema de aseo no se ha enfocado lo suficiente en generar las condiciones para aprovechar los residuos, sino a disponerlos, dejando como única alternativa, que sean llevados al relleno Doña Juana. Esta problemática es consecuencia del desarrollo de una economía lineal, en el cual los residuos generados no son reincorporados en su totalidad al ciclo productivo, sino una vez son utilizados son desechados y desaprovechados.

La falta de una cultura más arraigada en toda la población bogotana (aunque en general en toda Colombia) de separar en la fuente, es una debilidad y amenaza, y a pesar que las últimas administraciones locales han realizado esfuerzos para concientizar y educar a la ciudadanía, los resultados de dichas estrategias y políticas no han generado el efecto necesario.

De acuerdo a proyecciones realizadas por el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) para los próximos siete años, el incremento en la población bogotana continuará ascendiendo y de continuar con la tendencia de las últimas décadas y manteniendo un tipo de economía lineal y no circular, como se ha mencionado anteriormente, claramente la generación

de residuos sólidos per cápita, continuará incrementando e impactando la ciudad de Bogotá tal y como se ha mencionado. Esto se observa en la tabla 2 y figura 19, respectivamente.

Tabla 2

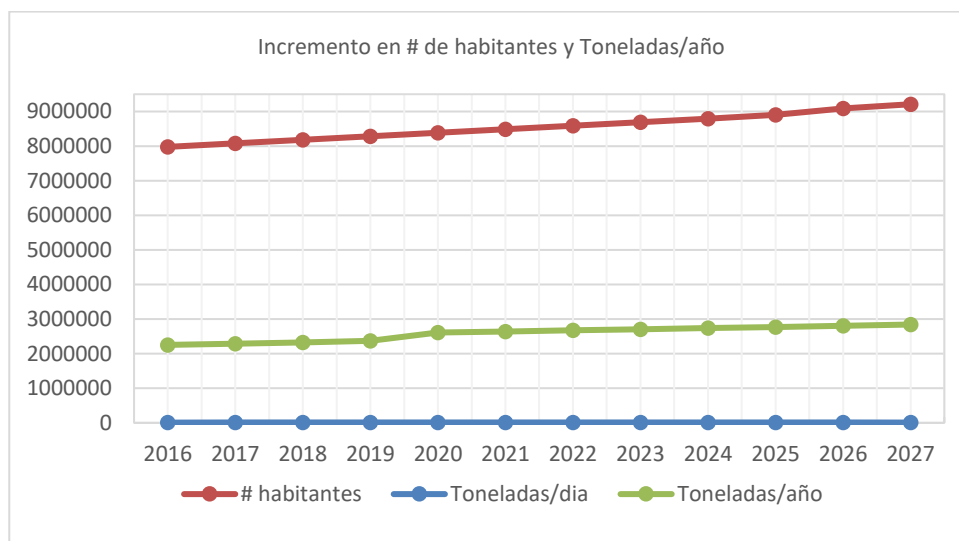
Toneladas de residuos generados en los últimos años en Bogotá

Año	# habitantes	Ton/día	Ton/año
2016	7.977000	6173	2.253145
2017	8.080000	6266	2.287090
2018	8.184000	6373	2.326145
2019	8.283000	6491	2.369215
2020	8.383000	7145	2.607925
2021	8.484000	7233	2.640045
2022	8.587000	7322	2.672530
2023	8.691000	7412	2.705380
2024	8.796000	7503	2.738595
2025	8.902000	7595	2.772175
2026	9.090000	7689	2.806485
2027	9.210000	7784	2.841160

Fuente. Plan de gestión integral de residuos sólidos. (2015). (UAESP, p. 179) y (UAESP, 2016a, p. 46).

Figura 19

Proyección de residuos sólidos en Bogotá



Fuente. López, C. (2019). Proyección de residuos sólidos en Bogotá

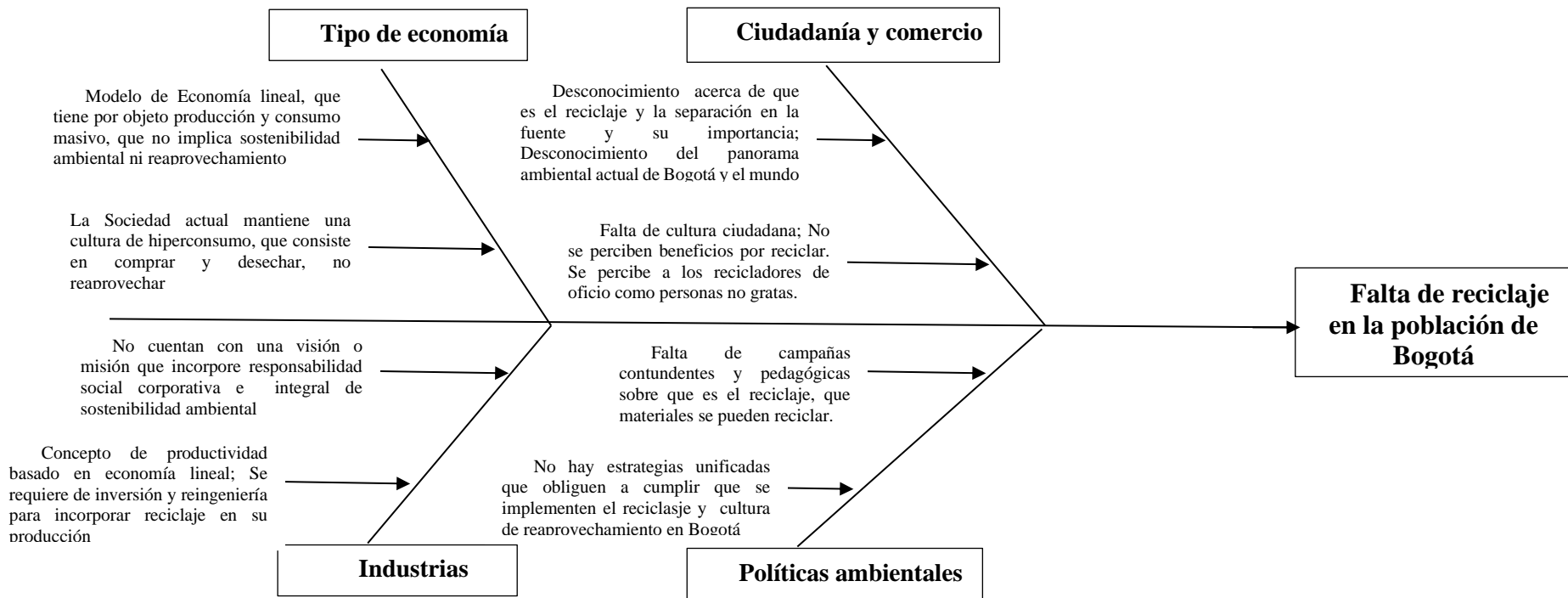
Análisis cuantitativo y cualitativo de incrementar el reciclaje y la economía circular en Bogotá.

De acuerdo a lo expuesto en anteriores numerales, se hace evidente que mantener una economía lineal (que predomina actualmente en Bogotá), traerá impactos negativos a toda su ciudadanía, (no sólo en el ámbito ambiental), tales como: contribución al calentamiento global por generación de gases de efecto invernadero de los residuos orgánicos que no fueron reaprovechados, ineficiencias energéticas por no haber reaprovechado todo el material reciclable que se arroja día tras día al relleno Doña Juana, emergencias sanitarias (de acuerdo a proyecciones estimadas) que se generarían en el año 2022, si el relleno alcanza su aforo de capacidad máxima de almacenamiento, vectores como roedores, insectos, que a su vez traen consigo enfermedades, que son las consecuencias que actualmente sufren los bogotanos que residen en los barrios aledaños al relleno, pero de continuar la ciudad en este hiperconsumo de bienes y materiales de un solo uso y de la falta de un mayor reaprovechamiento y cultura de reciclaje, podrá ser un panorama que afecte a toda la ciudad de Bogotá.

A continuación se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo, para establecer inicialmente por medio de un diagrama de Ishikawa, las causas raíz del porque el bajo porcentaje de reciclaje y reaprovechamiento de residuos en Bogotá, para este numeral identificaremos Stakeholders (registro de las partes interesadas), que pueden beneficiarse del incremento en el porcentaje de materiales reciclados en Bogotá y finalmente por medio de indicadores mostraremos cifras económicas de cuanto se está perdiendo económicamente, por la falta de reciclaje en la ciudad, cuanto podría ganarse incrementando dicho porcentaje y finalmente una comparativa con países que tienen una cultura, industria y políticas con mayor disciplina al reciclaje, reaprovechamiento y a la economía circular como forma de beneficiar toda una sociedad.

Diagrama de Ishikawa (Diagrama de causa-efecto).

Figura 20 Diagrama de causa-efecto



Fuente: López, C. (2019). Diagrama de causa efecto

De acuerdo a la figura 20, y por medio de una lluvia de ideas se detectaron los principales factores que a criterio del autor, generan el efecto o no conformidad, para nuestro caso: la falta de reciclaje en la población de Bogotá. Como se observa los factores que primordiales son:

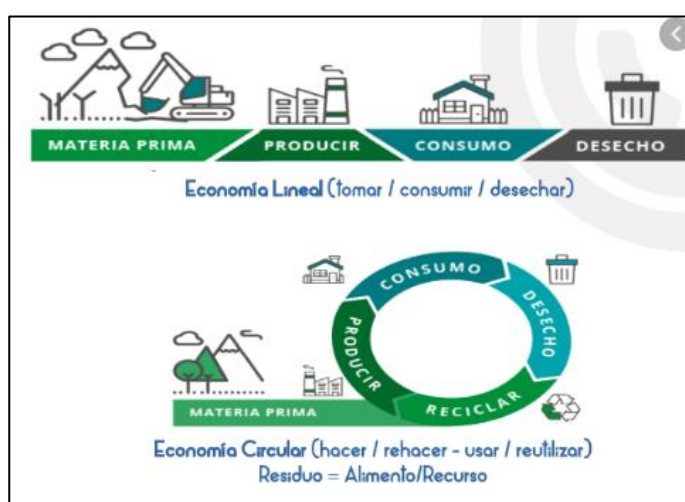
- *Tipo de economía:* El diagrama muestra que la economía lineal, corriente económica que actualmente predomina en Bogotá es uno de los principales factores que genera el efecto negativo de no reciclar, ya que este tipo de economía se basa en producir, vender, adquirir y desechar y no incorpora los residuos que se generan del producto final, ocasionando mayor consumos de materias primas vírgenes y mayores residuos con potencial de ser reciclados, pero lamentablemente desechados en el relleno doña Juana.
- *Industrias:* Ligado con el anterior factor, las empresas en Bogotá, mantienen un enfoque de producción con base a la economía lineal, en la cual el costo-beneficio evaluado sólo se mide por ganancias y rentabilidades económicas adquiridas y no se tiene en cuenta el desarrollo sostenible y la responsabilidad social, para poder producir de una forma sostenible, implementando planes de reutilización de los residuos generados.
- *Ciudadanía y comercio:* Dentro de los factores que influyen, este es uno en el que todos los ciudadanos somos responsables, independientemente que lo ocasionemos por omisión, es decir por desconocimiento. Cómo se ha visto durante todo el documento, se infiere que los residuos que generamos las personas en Bogotá, un porcentaje mayor al 70% podría ser separado en la fuente para que posteriormente pueda ser más fácilmente reciclado, no obstante como ciudadanía desconocemos diversos conceptos básicos, sobre la gran diversidad de materiales o residuos que podríamos haber reciclado y no haber desperdiciado, aún más importante que ese desconocimiento, es el hecho de ignorar el

panorama actual ambiental, en relación a los residuos sólidos no separados ni reciclados, ya hemos visto según proyecciones de la UASEP que la emergencia sanitaria por residuos puede ocurrir en el año 2022.

- *Políticas ambientales:* Las estrategias propuestas por el gobierno, encaminadas a políticas que incorporen una mayor recuperación de materiales aprovechables y reciclaje, lamentablemente no han sido lo suficientemente contundentes ni claras y no han generado el eco suficiente para que la ciudadanía bogotana y los diferentes sectores comerciales e industriales las incorporen. Ya que se evidencia la falta de conceptos sobre reciclaje y separación en la fuente en toda la población de la ciudad, y de igual forma no hay leyes rigurosas que hagan cumplir los decretos emitidos en pro del reciclaje y la sostenibilidad ambiental, y en la formalización de un grupo fundamental en este aspecto, que son las personas recicladoras de oficio. La figura 18 nos muestra una representación gráfica de los dos tipos de economía.

Figura 21.

Economía lineal Vs economía circular



Fuente: Economía colaborativa. (2019). Sitio web: <https://www.bbva.com/es/py/que-es-la-economia-circular-y-por-que-es-importante/>

Stakeholders.

Según definición del (Project Management Institute, Inc, 2013). Identificar los interesados “Es el proceso de identificar a las personas, grupos u organización que podrían ejercer o recibir el impacto de una decisión, actividad o resultado de un proyecto. El beneficio clave de este proceso es identificar el enfoque adecuado para cada grupo de interesados” (p.426) Las partes interesadas que se impactarían del beneficio de incrementar el porcentaje de reciclaje de residuos aprovechables, pueden ser varios sectores y comunidades que se describirán a continuación en la matriz de interesados:

Tabla 3.

Matriz de interesados

Registro de interesados	Nivel de interés	Impacto positivo	Impacto negativo	Estrategias
Ministerio de ambiente y sostenibilidad	Alto	Formula decretos y leyes que promueven incentivar el reciclaje y la sostenibilidad ambiental	Que sean derogadas las leyes o decretos expuestos a favor de la sostenibilidad ambiental	Demostrar evidencia del cumplimiento de la normatividad propuesta
Alcaldía de Bogotá	Alto	Avala y aprueba proyectos relacionados a sostenibilidad ambiental, gestiona recursos	No evidenciar viabilidad en los proyectos de sostenibilidad ambiental propuestos	Cumplir los requerimientos del proyecto
UASEP	Alto	Gestionar los recursos económicos para los proyectos relacionados a servicios de recolección de residuos en la ciudad	Que no incluya dentro de los servicios de recolección de residuos a la población recicladora de oficio	Generar campañas de información relacionadas a la clasificación de los residuos
Población bogotana	Bajo	Adoptar mejores hábitos para disminuir el % de residuos reciclables que llegan a el relleno	Continuar con la cultura de hiperconsumismo sin reutilizar residuos que pueden ser reaprovechados	Hacer participación activa de las estrategias de sostenibilidad ambiental propuestas por el gobierno
Recicladores de oficio	Alto	Recuperan materiales que pueden ser reincorporados en los procesos productivos	Que no sea dignificado su labor y oficio al no estar vinculados directamente a los organismos oficiales de recolección de Bogotá, y por ende sin ningún contrato	Capacitaciones al personal sobre el material que puede ser recolectado y prácticas seguras durante su actividad
Empresas recolectoras de residuos	Alto	Mejorar el % de reciclaje al recolectar mayor cantidad de materiales	No incorporar dentro de su flujo de trabajo al personal reciclador de oficio	Incorporar a los recicladores en sus operaciones, pagando lo justo por el material recuperado por ellos
E.A.A.B ESP	Medio	Lograr disminuir las Toneladas de residuos que se transportan hacia el relleno doña Juana por día	No incluir a los recicladores de oficio, dentro de su actividad de recolección	Dar lugares de disposición adecuados para los diferentes tipos de residuos, para posterior recolección

Fuente. López, C. (2019). Matriz de interesados.

Indicadores de desempeño relacionados al porcentaje de materiales reciclados en Bogotá.

Para ilustrar de forma numérica y sencilla el impacto económico y ambiental que genera el reciclaje, a continuación presentaremos una serie de indicadores de desempeño, en el que compararemos la situación actual de Bogotá (año 2019), frente a otro escenario, en el que la ciudad reciclara en un mayor porcentaje y finalmente también, una comparativa con una de las ciudades con el mayor índice de reciclaje en el mundo, y en las cuales a raíz de aplicar enfoques de economía circular y de desarrollo y sostenibilidad ambiental se evidencia claros beneficios económicos, ambientales y de responsabilidad social al tener una mayor cantidad de empleos directos relacionados a actividades y procesos de reciclaje de materiales.

Tabla 4

Indicadores de gestión en Bogotá 2019

Factor estudiado	Cantidad de materiales reciclados y dispuestos actualmente en Bogotá					
Objetivo	Demostrar la importancia de incrementar el porcentaje de reciclaje en Bogotá en las empresas y hogares					
Dimensión	Aspecto	Indicadores	Periodicidad	Calculo	Unidad de medida	Resultado
Ambiental	Desempeño ambiental	1.) Generación de residuos per cápita/día	Diario	$\frac{\text{Kilogramos residuos per capita}}{\text{día}}$	$\frac{6.300.000 \text{ Kg}}{7.181.469 \text{ personas} * \text{ día}}$	0.88 Kg/día
	Desempeño ambiental	2.) Generación de residuos per cápita/año	Anual	$\frac{\text{Kilogramos residuos per capita}}{\text{año}}$	$\frac{6.300.000 \text{ Kg} * 365}{7.181.469 \text{ persona}}$	321.2 Kg/año
Ambiental	Desempeño ambiental	3.) % de material reciclado en Bogotá/día	Anual	$\frac{\text{Ton residuo reciclado}}{\text{Ton residuo total}} * 100\%$	$\frac{882 \text{ Ton}}{6.300 \text{ Ton}} * 100\%$	14 % de material reciclado
		4.) Rendimiento de producción del compost producido	Diario	$\frac{\text{Ton recibidas residuo orgánico}}{\text{Ton generadas compost}} * 50\%$	$\frac{3213 \text{ Ton}}{6.300 \text{ Ton}} * 50\%$	25.5% de compost generado (Empleado como abono natural para el suelo)
Económico	Desempeño económico	5.) COP. Generado/ Kg compost *día	Diario	$\frac{\text{Precio Kg Compost} * \text{Kg compost}}{1000 \text{ Kg}} *$	$\frac{280 \text{ COP} / \text{Kg} * 819 \text{ Ton}}{* 1000 \text{ Kg}}$	229.320.000 COP/día

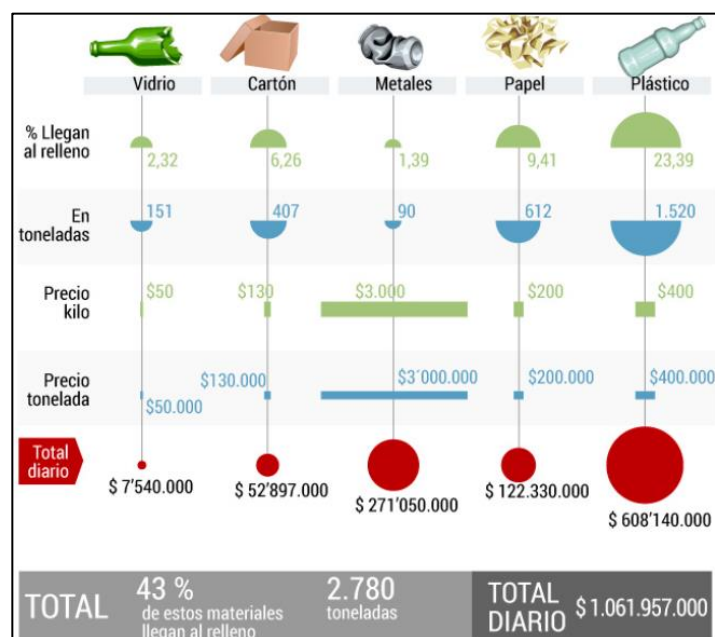
Factor estudiado	Cantidad de materiales reciclados y dispuestos actualmente en Bogotá					
Objetivo	Demostrar la importancia de incrementar el porcentaje de reciclaje en Bogotá en las empresas y hogares					
Dimensión	Aspecto	Indicadores	Periodicidad	Calculo	Unidad de medida	Resultado
Económico	Desempeño económico	5.) COP. Generado/ Kg plástico reciclado*día	Diario	$\frac{\text{precio Kg plastico} * \text{Ton reciclado} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	$\frac{400\text{COP} * 1474 \text{ Ton} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	589.600.000 COP/día
	Desempeño económico	6.) COP. Generado/ Kg papel reciclado*día	Diario	$\frac{\text{precio Kg papel} * \text{Ton reciclado} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	$\frac{200\text{COP} * 592 \text{ Ton} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	118.400.000 COP/día
Económico	Desempeño económico	7.) COP. Generado/ Kg cartón reciclado*día	Diario	$\frac{\text{precio Kg carton} * \text{Ton reciclado} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	$\frac{130\text{COP} * 396.9 \text{ Ton} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	51.597.000 COP/día
		8.) COP. Generado/ Kg vidrio reciclado*día	Diario	$\frac{\text{precio Kg vidrio} * \text{Ton reciclado} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	$\frac{50\text{COP} * 144.9 \text{ Ton} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	7.245.000 COP/día
Económico	Desempeño económico	9.) COP. Generado/ Kg metal reciclado*día	Diario	$\frac{\text{precio Kg metal} * \text{Ton reciclado} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	$\frac{3000\text{COP} * 88.2 \text{ Ton} * 1000\text{Kg}}{\text{dia}}$	264.600.000 COP/día

Fuente. López, C. (2019). Indicadores de gestión en Bogotá 2019

Como podemos observar en los indicadores presentados, incrementar en mayor medida el reciclaje y la separación en la fuente, tanto en áreas domésticas como comerciales o industriales, trae consigo no sólo enormes beneficios ambientales, sino económicos, aproximadamente mil millones de pesos podrían ser recuperados diariamente, además que al reaprovechar estos materiales reciclables que se están enterrando en el relleno sanitario Doña Juana diariamente, también se estaría generando más empleo para el sector de recicladores de oficio, empresas encargadas de procesar y tratar dicho materiales y como forma de responsabilidad social se podría dar una verdadera dignificación al empleo de reciclador, tan merecida por el hecho de la gran labor que estas personas realizan en favor del ambiente y que en la actualidad no se le brinda el apoyo ni el trato que bien merecen. La figura 22, es un resumen de los indicadores presentados, con cifras económicas similares a las halladas con los indicadores.

Figura 22.

Indicadores económicos al incrementar el reciclaje en Bogotá



Fuente. Correa, A., y Ruiz, Y.(2017). Con reciclaje en dos años Bogotá podría comprar a Neymar. Sitio web: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/con-reciclaje-en-dos-anos-bogota-podria-comprar-neymar-articulo-715554>

Comparativo de porcentajes de reciclaje de Bogotá, Versus Oslo Noruega.

Como hemos podido observar en el documento y de acuerdo al Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el ministerio de ambiente y sostenibilidad, en Bogotá en promedio, actualmente tan sólo reciclamos el 14% de lo que arrojamamos en el relleno Sanitario Doña Juana, en contraste a esto realizaremos un comparativo con la ciudad de Oslo, capital de Noruega. Este país recicla actualmente un 98% de sus materiales e incluso su estrategia y políticas de economía circular, reaprovechamiento y separación de materiales reciclables es tal, que incluso importa residuos de otros países como el Reino Unido, quien paga a la ciudad Noruega, para que recicle parte de sus residuos. Anualmente Reino Unido paga en promedio por Tonelada 240.000 COP/Ton y al año está enviando aproximadamente 45.000 Toneladas de residuo. Es decir Oslo está recibiendo un pago aproximado de 900 millones de pesos mensualmente por reciclar los residuos no aprovechados de otros países europeos y el ejemplo de esta ciudad va más allá, ya que los residuos previamente clasificados y separados son incinerados para generación de energía térmica o hidroeléctrica, que abastece gran parte de la ciudad de Oslo.

Tabla 5

Comparativo % de reciclaje Oslo Vs Bogotá

Ciudad	habitantes	% reciclaje
Oslo	681.067	98%
Bogotá	7.181.469	14%

Fuente: Navas, M. (2019). People's attitude, expectations and perceptions about recycling in Oslo Norway

<https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/69532/Talking-Trash-People-s-Attitudes--Expectations-and-Perceptions-about-Recycling-in-Oslo--Norway.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lo mencionado anteriormente y la tabla 5, nos muestra que Bogotá y en general Colombia y Latinoamérica, están muy lejos de alcanzar la eficiencia de Oslo, sin embargo es una muestra de

cómo la economía circular, políticas ambientales bien estructuradas, inversión en tecnología y una cultura ciudadana con hábitos inculcados desde pequeños sobre reciclaje y separación en la fuente, pueden transformar lo que muchos consideraríamos como desperdicios, en material de mucho valor económico y más aún, de valor sustentable y amigable con el ambiente.

Reflexión final. Actualidad relleno sanitario doña Juana.

Como se mencionó a lo largo del documento, el relleno sanitario Doña Juana, es el lugar adjudicado, para la disposición final de los residuos de la ciudad de Bogotá, esto ya desde hace treinta y un años aproximadamente, pese a esto, no quiere decir que los procesos actuales de disposición del relleno sean los más eficientes para disponer los residuos, por el contrario el concepto de relleno sanitario, es la opción económica que resulta más barata sin embargo, en términos de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social, no lo es, y como testigos de este grave impacto ambiental negativo, están las personas que residen en los barrios aledaños a el relleno, a saber el barrio el Mochuelo alto y bajo, donde sus habitantes viven el día a día de lo que es una emergencia sanitaria, que afecta de forma crónica y/o aguda a toda la población, sin discriminar si son ancianos, niños o jóvenes. Todos somos actores directos de esta catástrofe, todos los ciudadanos de Bogotá, organismos de planeación, encargados de velar por la integridad física de las personas, del ambiente y el gobierno nacional y está emergencia que ya viven desde hace décadas los vecinos aledaños al relleno, la viviremos todos los ciudadanos de Bogotá, sin distinción alguna, si no tomamos un cambio total de mentalidad y cultura y empezamos a adoptar la separación en la fuente y el reciclaje como la única forma (desde nuestras posibilidades) de evitar la emergencia ambiental y sanitaria que en pocos años se avecina en Bogotá, sin olvidar que no sólo será competencia de la ciudadanía, sino el gobierno nacional deberá tomar un mayor protagonismo y dictaminar estrategias claras y precisas para buscar disminuir el porcentaje de

materiales reciclables que día a día siguen desperdiciándose y enterrándose en el relleno. Las figuras 23, 24, 25 y 26, son el panorama de lo que actualmente viven las personas del barrio Mochuelo, y de no tomar conciencia y transformación definitiva hacia una economía circular, y un verdadero desarrollo sostenible, podría ser un panorama habitual en toda Bogotá.

Figura 23.

Funcionarios caracterizando los residuos dispuestos en el relleno



Fuente. Informe de la personería. (2017). Doña Juana más de 30 incumplimientos en el manejo del relleno. Nación. *El nuevo siglo*.

<https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/12-2017-mas-de-30-incumplimientos-en-el-manejo-del-relleno-de-dona-juana>

Figura 24

Descarga y compactación de residuos en el relleno



Fuente: Semana sostenible. (2018). Buses de Transmilenio podrían usar biogas sacado de doña Juana. *Semana*.
<https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/de-los-residuos-depositados-en-el-relleno-sanitario-dona-juana-se-haria-combustible-para-transmilenio/41352>

Figura 25

Trampas para vectores (moscas) puestas en casas del barrio el Mochuelo



Fuente: Rivera, M. (2018). El limbo de los afectados de doña Juana. *El Espectador*. Sitio web: <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/vecinos-del-relleno-dona-juana-protestando>

Figura 26.

Panorama del relleno y la problemática sanitaria de los barrios aledaños



Fuente: Publicaciones Semana. (2017). Los niños de preescolar que aprendieron a jugar con las moscas de doña Juana.

Bogotá. *Semana*. <https://www.semana.com/nacion/articulo/relleno-dona-juana-crisis-ambiental/536572>

Conclusiones

- El porcentaje de los materiales que se reciclan en Bogotá es bajo, de tan sólo el 14%, esta es causa principal de que el relleno sanitario Doña Juana se encuentre a puertas de una inminente emergencia sanitaria por basuras dentro de los próximos cinco años.
- El material con potencial de ser reaprovechable que se desperdicia en Bogotá cada día, enviándose al relleno de la ciudad, podría generar un ingreso económico diario aproximado de mil millones de pesos, lo que indica que los residuos que están siendo enterrados todos los días, en el relleno, no son desperdicios, sino son materiales valiosos, que deberían ser reaprovechados, reciclándose y de esta forma disminuir el volumen diario de residuos enterrados, disminuyendo la extracción masiva de recursos y materias primas naturales cada vez más escasas.
- El modelo de economía, actualmente adoptado en la mayoría de las industrias y proyectos en Bogotá y en toda Colombia (porque Bogotá no es la única ciudad de Colombia con un panorama crítico en relación a disposición de residuos) es con base a economía lineal y como se pudo demostrar, se debe cambiar a una economía circular lo antes posible, para poder disminuir la cantidad de residuos y disminuir el actual impacto ambiental negativo.
- Aproximadamente el 51% del material que se dispone en el relleno doña Juana, es de material orgánico, el cual está causando serios impactos ambientales y sanitarios debido a sus gases de efecto invernadero y lixiviados generados, por tal motivo es vital que se adopten medidas correctivas para que este material sea reciclado y pueda ser procesado para producción de compostaje y/o de generación de energía hidroeléctrica o térmica, tal y como ocurre en el exitoso caso de la ciudad de Oslo Noruega.

- Dentro de las causas raíz detectadas que ocasionan que la población de Bogotá no recicle están: La población de Bogotá no tiene conocimiento acerca de que es el reciclaje y la separación en la fuente, hay mucha falta de cultura, como lo refleja el panorama actual de basuras de Bogotá y del mundo, faltan políticas ambientales precisas y pedagógicas por parte del gobierno local y nacional, que involucren a todas las partes interesadas, y que regulen el estricto cumplimiento de la separación en la fuente y la adecuada recolección de los residuos por parte de las empresas encargadas.
- Las personas recicladores de oficio, no están siendo tenidas en cuenta por parte del gobierno y de la sociedad, ya que este personal no se está vinculando de forma formal dentro de las empresas de recolección encargadas, ni se está reconociendo la importancia y valioso aporte al ambiente y a la salud de todos los Bogotanos, que ellos con su trabajo brindan.
- La disposición de residuos sólidos en rellenos, es la forma más barata de hacerlo, sin embargo como forma ambiental o de desarrollo sostenible, es una manera obsoleta para esta época, por lo que se hace urgente replantear su tratamiento y disposición, basándose en los ejemplos de otros países tal y como es el caso de Noruega o Suecia.
- Las empresas y sociedad en general se encuentran bajo una doctrina de hiperconsumismo que está impactando de forma negativa el ambiente y la salud de las personas, este panorama puede cambiar si se adoptan bases de economía circular y se entiende que la mejor forma de aprovechar los recursos naturales es reciclando, reutilizando y reduciendo al máximo los desperdicios generados.

Opinión personal

Del diagrama Causa-efecto elaborado, se identificó de forma clara, que las partes interesadas que tienen un mayor grado de responsabilidad con respecto en adoptar el reciclaje y la separación en la fuente dentro de todas las actividades de una sociedad son: La población de la ciudad de Bogotá, el gobierno nacional y las empresas localizadas dentro de la ciudad.

La población bogotana debe mejorar los procesos de separación en la fuente desde su hogares, y la cultura del reciclaje, entendiendo que la mayoría de los productos que consumimos pueden ser clasificados y reciclados, tal como se observó, el 51% de los residuos sólidos generados es material orgánico, el cuál si es separado en la fuente, puede aprovecharse en su totalidad cómo materia prima para elaboración de compostajes o para que sea incinerado y reaprovechada su energía térmica, de igual forma ocurre con el plástico, el cual si es separado, será reciclado y reaprovechado. Por otro lado el concepto desmedido de hiperconsumismo que actualmente manejamos en la sociedad, debe ser replanteado y/o modificado, entendiendo que el uso desmedido de productos de un solo uso trae consigo mayor generación de residuos, consumo de recursos y materias primas de la naturaleza que no son renovables y las consecuencias son las que en la actualidad padecen las personas que residen en los alrededores de los rellenos sanitarios y que muy probablemente padeceremos todos los bogotanos, de continuar con la misma mentalidad y cultura de economía lineal.

El gobierno nacional es otro de los Stakeholders que debe impulsar la implementación de la cultura del reciclaje y separación en la fuente, en la población bogotana, para esto sus estrategias deben ser socializadas y expuestas de forma generalizada a toda la ciudad, demostrando (como se pudo exponer en el presente documento), que a partir de procesos

sencillos de separación en la fuente y clasificación de residuos, se desprenden muchos beneficios, no sólo en el ámbito ambiental sino también económico. El gobierno debe cuanto antes (y una vez se socialice de forma adecuada las políticas encaminadas a incentivar el reciclaje), mejorar los canales para disponer materiales reciclables en todas las localidades, incluyendo contenedores específicos para materiales tales como pilas, baterías, residuos eléctricos y electrónicos, celulares, los cuáles van a ir aumentando año tras año. Por otro lado es responsabilidad del gobierno integrar a la población recicladora de oficio, en el servicio de recolección de residuos que presta la empresa de Acueducto y alcantarillado de Bogotá, formalizando y dignificando su labor. Finalmente, el gobierno puede adoptar el ejemplo de ciudades como Oslo Noruega y dar beneficios económicos a la ciudadanía, por el porcentaje de materiales reciclables que se separen y se reciclen, dado que esta medida incentiva a toda la población, a querer adoptar el reciclaje y la separación en la fuente como una forma de beneficiarse económicamente.

Finalmente las empresas e industrias localizadas en Bogotá, deben ser parte activa de este cambio de mentalidad y no sólo basar sus políticas corporativas en la generación de rentabilidades económicas sino deben implementar objetivos de desarrollo sostenible que incorporen el reciclaje, la separación en la fuente y la conciencia ambiental dentro de sus procesos y sus empleados, ya que todo proyecto en la actualidad, debería estar basado en los conceptos de economía circular, y desarrollo sostenible, para disminuir la huella ambiental que tanto está afectando el ambiente y que tarde o temprano también nos afectará a todos como sociedad.

Bibliografía

Ayuntamiento de Huelva. (2016). Beneficios del reciclaje. Línea verde.

<http://www.lineaverdehuelva.com/index.asp#>

Arenas, M. (2016). Reciclaje, todo comenzó cuando los griegos descubrieron los vertederos.

<https://blog.ferrovial.com/es/2016/11/reciclaje-comenzo-cuando-los-griegos-descubrieron-los-vertederos/>

Consejo nacional de política económica y social 3874. (2016). Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos

Consejo nacional de política económica y social 3530. (2008). Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos

Correa, A., y Ruiz, Y. (2017). Al relleno llega un verdadero tesoro. Con reciclaje, en dos años Bogotá podría comprar a Neymar. *El Espectador*.

<https://www.elespectador.com/noticias/bogota/con-reciclaje-en-dos-anos-bogota-podria-comprar-neymar-articulo-715554>

García, J. (2014). La historia de la basura. ¿Hemos cambiado?

<http://www.cienciahistorica.com/2014/09/25/la-historia-de-la-basura-hemos-cambiado/>

González, R. (2018). Reciclaje orgánico. Ecología hoy. [https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-](https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-organico)

[organico](https://www.ecologiahoy.com/reciclaje-organico)

Informe de la personería. (2017). Doña Juana más de 30 incumplimientos en el manejo del relleno. Nación. *El nuevo siglo*. <https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/12-2017-mas-de-30-incumplimientos-en-el-manejo-del-relleno-de-dona-juana>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2018).

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3610-bogota-debe-ser-mas-ambiciosa-en-el-reciclaje-y-separacion-en-la-fuente-ministro-de-ambiente>

Navas, M. (2019). People's Attitudes, Expectations and Perceptions About Recycling in Oslo, Norway. <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/69532/Talking-Trash-People-s-Attitudes--Expectations-and-Perceptions-about-Recycling-in-Oslo--Norway.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Norma Técnica Colombiana GTC. (2009). Gestión ambiental, residuos sólidos, guía para la separación en la fuente.

Pérez, V. (1998). Disposición Final de Residuos Sólidos En Bogotá.

<http://www.defensoria.gov.co>

Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos. (2016). <http://www.uaesp.gov.co>

PR Textile recycling. (s.f.n.d). Reciclaje de textiles.

<https://prtextilerecycling.weebly.com/reciclaje-de-textiles.html>

Project Management Institute, Inc. (2013). En *Guía del PMBOK. Quinta edición* (pág. 26).

Newtown Square, Pensilvania: Project Management Institute, Inc.

Publicaciones Semana. (2017). Los niños de preescolar que aprendieron a jugar con las moscas de doña Juana. Bogotá. *Semana*. <https://www.semana.com/nacion/articulo/relleno-dona-juana-crisis-ambiental/536572>

Recytrans. Soluciones globales para el reciclaje. (2015). Tipos de reciclaje.

<https://www.recytrans.com/blog/tipos-de-reciclaje/>

Redacción Bogotá. (2017). Vecinos del relleno doña Juana protestan por proliferación de moscas. *El Espectador*. <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/vecinos-del-relleno-dona-juana-protestan-por-proliferacion-de-moscas/>

Rodríguez, J. (2015). La historia del reciclaje. *Conciencia Eco*.

<https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/#:~:text=En%201690%20d.C.%20se%20introdujo,de%20algod%C3%B3n%20y%20lino%20reciclados>

Semana sostenible. (2018). Buses de Transmilenio podrían usar biogas sacado de doña Juana.

Semana. <https://sostenibilidad.semana.com/actualidad/articulo/de-los-residuos-depositados-en-el-relleno-sanitario-dona-juana-se-haria-combustible-para-transmilenio/41352>

Veeduría distrital. (2018). Diagnóstico del modelo de aseo en Bogotá: El nuevo PGIRS.

<http://veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/files/Publicaciones%202018/Diagnostico>