

**SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS A TRAVES DE
TECNOLOGIA REVERSE-VENDING
BASADO EN INCENTIVOS PARA LA CIUDAD DE MEDELLIN, CON ENFASIS
EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ**

**RICARDO RIOS MORALES
ADRIAN ESTEBAN QUICENO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2016**

**SISTEMA DE RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS A TRAVES DE
TECNOLOGIA REVERSE-VENDING
BASADO EN INCENTIVOS PARA LA CIUDAD DE MEDELLIN, CON ENFASIS
EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ**

**RICARDO RIOS MORALES
ADRIAN ESTEBAN QUICENO**

Trabajo presentado y dirigido para obtener el título de Ingeniero Industrial

Asesor
Yesid Alejandro Ochoa Tabares
Ingeniero en instrumentación y control

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2016**

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 16 de noviembre de 2016.

A mis padres Bertín Ríos y Gladis Morales que tanto se esforzaron por darme la educación y el sustento día a día y enseñarme a ser una gran persona, a mis hermanos Jhonatan Rios y Yurany Rios que me apoyaron siempre en todo el transcurso de mis estudios y a mi novia Alejandra Ospina que de igual manera me apoyo en todo y siempre estuvo ahí.

RICARDO RIOS MORALES

Este trabajo es dedicado a DIOS por brindarme el regalo de la vida, una hermosa familia y las bendiciones que me otorga diariamente. A mi madre Luz Stella Flórez y a mi padre Miguel Ángel Quiceno quienes son mi motor de superación para cada día ser mejor desde todas las dimensiones del ser, y quienes con su esfuerzo y dedicación me acompañaron durante este proceso de formación que marca una gran e importante etapa en mi vida.

ADRIAN ESTEBAN QUICENO FLOREZ

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa un gran agradecimiento a:

Yesid Alejandro Ochoa Tabarez, asesor de grado, ingeniero en instrumentación y control.

Marcela Marin Arias, Coordinadora del Sistema de Gestión Ambiental ITM.

Edwin Moreno, Profesional Gestión Ambiental Colegio Mayor de Antioquia.

Bernabe Alvarado Zambrano, Coordinador del Sistema de Gestión Ambiental
Pascual Bravo, Ingeniero Ambiental.

Y a todas las personas que de manera directa e indirecta colaboraron con el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2 FORMULACION DE PROBLEMA	19
2 DELIMITACION	20
2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	20
2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	20
3 OBJETIVOS	21
3.1 OBJETIVO GENERAL	21
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
4 JUSTIFICACIÓN	22
5 MARCO DE REFERENCIA	23
5.1 MARCO CONTEXTUAL	23
5.1.1 INTERNACIONAL.	23
5.1.2 NACIONAL.	27
5.2 MARCO TÉORICO	40
5.2.1 RESIDUOS SÓLIDOS	40
5.2.1.2 CLASIFICACIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	40
5.2.1.3 DISPOSICIÓN FINAL..	42
5.2. RECICLAJE	43
5.3 MARCO LEGAL	49
6 VARIABLES E INDICADORES	51
7 DISEÑO METODOLÓGICO	52
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO	52
7.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	53
7.2.1 ETAPA 1	53
7.2.2 ETAPA 2	53
7.2.3 ETAPA 3	53
7.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	53
7.3.1 FUENTES DE INFORMACIÓN.	53
7.3.2 TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	54
7.3.3 INSTRUMENTOS PARA REGISTRO DE INFORMACIÓN.	55

8	RECURSOS DEL PROYECTO	58
8.1	RECURSO HUMANO	58
8.2	RECURSOS TÉCNICOS	58
8.3	RECURSOS INSTITUCIONALES	58
8.4	RECURSOS FINANCIEROS	58
9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	60
10	RESULTADOS	61
10.1	PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MATERIAL RECICLABLE EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ.	61
10.2	REGISTROS DE RESIDUOS RECUPERADOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GÓMEZ.	62
10.2.1	INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA.	63
10.2.2	INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ITM:	64
10.2.3	INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO	66
10.2.4	COMPARACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR CADA INSTITUCIÓN.	69
10.2.5	TOTAL, DE RESIDUOS GENERADOS EN LA CIUDADELA UNIVERSITARIA PEDRO NEL GÓMEZ, PRIMER SEMESTRE DE 2016.	70
10.3	LUGARES DE ACOPIO DE MAQUINA REVERSE-VENDING EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GÓMEZ.	71
10.3.1	INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO.	71
10.3.2	INTUICIÓN UNIVERSITARIA ITM.	73
10.3.3	INTUICIÓN UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA.	74
10.4	SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE MAQUINARIA REVERSE-VENDING EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ.	76
10.4.1	CARACTERÍSTICAS DE MAQUINARIA REVERSE VENDING SELECCIONADA.	76
10.5	COMPORTAMIENTO Y PROPIEDADES DEL SISTEMA	78
10.6	IMPACTO AMBIENTAL LOGRADO EN LA CIUDADELA UNIVERSITARIA PEDRO NEL GÓMEZ.	81
10.7	ANÁLISIS DE DATOS ENCUESTA REALIZADA	82
10.8	ANÁLISIS DE INGRESOS MONETARIOS POR VENTA DE RESIDUOS SÓLIDOS	87
11	CONCLUSIONES	91
12	RECOMENDACIONES	92
13	BIBLIOGRAFIA	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Causa-Efecto.....	18
Tabla 2. Reciclaje en las viviendas de Medellín	28
Tabla 3. Potencial aprovechable residencial para Medellín 2015.....	33
Tabla 4. Demanda de materiales aprovechables reciclables 2012-2015	34
Tabla 5. Histórico de Precios de materiales aprovechables reciclables 2012-2015	34
Tabla 7. Marco legal residuos sólidos en Colombia	49
Tabla 8. Marco legal residuos sólidos en Medellín	50
Tabla 9. Instrumento etapa1, Encuesta.....	55
Tabla 11. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el colegio Mayor	63
Tabla 12. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el ITM	65
Tabla 13. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el Pascual Bravo	67
Tabla 14. Datos técnicos E.EC3.....	77
Tabla 15. Indicadores ambientales en la ciudadela Universitaria ´Pedro Nel Gómez, periodo I-2016	81

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Infograma residuos solidos en Medellin	18
Ilustración 2. Maquinaria con sistema SDDR en Alemania	23
Ilustración 3. Maquina Techno-pods en Inglaterra	24
Ilustración 4. Maquina expendedora de cuido en Turquia.	25
Ilustración 5. Maquina recicladora vinculada a supermercados en Costarica	26
Ilustración 6. Maquina recicladora en el interior del campus universitario Cal Poly Pomona	27
Ilustración 7. Composición física porcentual de residuos sólidos del municipio de Medellín sector residencial.	29
Ilustración 8. Composición física porcentual de residuos sólidos del municipio de Medellín sector no residencial.	30
Ilustración 9. Parque ambiental la Pradera	36
Ilustración 10. Sistema inteligente recoleccion de basura en Barrio Naranjal	37
Ilustración 11. Recipientes de material ordinario y reciclable en el Colegio Mayor	38
Ilustración 12. Recipientes de material ordinario y reciclable en ITM	39
Ilustración 13. Simbología del PET	45
Ilustración 14. Esquema investigación proyectiva	52
Ilustración 15. Diagrama de flujo recolección de material reciclable.	61
Ilustración 16. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en colegio Mayor, periodo I-2016	63
Ilustración 17. porcentaje de residuos recuperables en colegio Mayor, periodo I-2016.	64
Ilustración 18. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en el ITM, periodo I-2016	65
Ilustración 19. Porcentaje de residuos recuperables en el ITM, periodo I-2016.	66
Ilustración 20. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en el Pascual Bravo, periodo I-2016.	67
Ilustración 21. Porcentaje de residuos recuperables en el Pascual Bravo, periodo I-2016.	68
Ilustración 22. comparación de cantidad de residuos generados por cada institución.	69
Ilustración 23. Cantidad total de residuos generados en la ciudadela universitaria I-2016.	70
Ilustración 24. Campus universitario Pascual Bravo (sector robledo)	71
Ilustración 25. Foto del lugar donde se situara la maquina reverse-vending en la institución Pascual Bravo.	72
Ilustración 26. Campus universitario ITM (sector robledo)	73
Ilustración 27. Foto del lugar donde se situara la maquina reverse-vending en la institución ITM.	74

Ilustración 28. Campus universitario Colegio Mayor de Antioquia (sector robledo).	75
Ilustración 29. Foto del lugar donde se situara la maquina reverse-vending Colegio Mayor de Antioquia.	75
Ilustración 30. Logo empresa maquina <i>reverse-vending</i> .	76
Ilustración 31. Maquina reverse vending ecomain E.EC3	77
Ilustración 33. Propiedades de la maquinaria	80
Ilustración 34. Esquema de componentes principales de la maquinaria	80

GLOSARIO

ACUMULACION: agrupación o amontonamiento de algo en cantidad.

ALEACIONES: combinación de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos metálicos.

CADENA DE SUMINISTRO: es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor.

CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO: cambio en el número de individuos de una población por unidad de tiempo.

CRECIMIENTO EXPONENCIAL: crecer muy rápidamente en el tiempo

ELEMENTOS BIODEGRADABLES: producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

EXPANSIÓN: ampliación del espacio que ocupa algo.

FACTIBILIDAD: disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados.

FIBRA ORGÁNICA: conjunto de filamentos o hebras susceptibles de ser usados para formar hilos por medio de materiales orgánicos.

LIXIVIADOS: el lixiviado es un tipo de agua que a través de los residuos depositados y que extrae, disueltos o suspendidos, forman materiales a partir de ellos. El lixiviado está formado por la mezcla de las aguas de lluvia infiltradas en el depósito y otros productos y compuestos procedentes de los procesos de degradación de los residuos,

LOGÍSTICA INVERSA: proceso de planificar, implantar y controlar el flujo de productos desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución.

MAVDT: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible

PAULATINAMENTE: aquello que se desarrolla de una manera lenta y por lo general progresiva.

PET: es una resina plástica derivada del petróleo que pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados Poliéster (plástico).

PGIRS: programa de gestión integral de residuos sólidos.

RELLENO SANITARIO: lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos.

RESIDUOS SÓLIDOS: cualquier objeto o material de desecho que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado.

RIESGO BIOLÓGICO: presencia de un organismo, o sustancia derivada de un organismo, que plantea sobre todo una amenaza a la salud humana.

SATURACIÓN: estado de algo existente que ya no admite más cantidad cosas en ella.

SDDR: sistema de depósito de devolución y retorno.

SOMETER: hacer que una persona o cosa reciba o soporte una acción determinada.

SOSTENIBILIDAD: desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de cubrir sus necesidades.

SUCCIÓN: extracción de una cosa, generalmente un líquido, aspirándolo o absorbiéndolo con un instrumento.

TRATAMIENTO: manera de trabajar determinadas materias para su conservación, transformación o modificación.

VIABILIDAD: que tiene probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características.

VIRUS ONCOGÉNICOS: virus que poseen la propiedad de poder transformar la célula que infectan en una célula tumoral.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo el desarrollo e implementación de un nuevo sistema de recolección de residuos sólidos a través de maquinaria *reverse-vending* en la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez, ofreciendo a sus estudiantes estímulos e incentivos económicos que facilitaran el desarrollo de sus actividades académicas o de interés personal desarrolladas en la misma universidad.

La tecnología *reverse-vending* como modelo operacional para la optimización de los residuos sólidos, es un sistema revolucionario con el cual se pretende atacar los altos índices de impacto ambiental a causa de la mala disposición final que se le dan a los desechos en la Ciudadela Universitaria mencionada anteriormente, que a su vez traen consigo una inflación en los costos operativos de recuperación, transporte y depósito final en los lugares establecidos por la ley.

Aparte de estudiar la implementación de un método óptimo para el manejo de residuos, se busca concientizar y crear cultura en la población estudiantil sobre la importancia del reciclaje en las diferentes zonas o lugares donde se realizan las actividades cotidianas, contribuyendo a la minimización del impacto ambiental de una manera global en la ciudad de Medellín, que en la actualidad presenta un panorama ambiental oscuro que a futuro no muy lejano puede empezar a causar efectos nocivos para los habitantes y residentes.

La innovación, cultura y tecnología son tres aspectos que le dan la vuelta al mundo y que se requiere introducir en las diversas sociedades para impulsar las economías emergentes dinamizando a su vez la dimensión ambiental y social para garantizar un bienestar integro para todos.

Palabras claves:

Sostenibilidad, optimización, residuos sólidos, impacto ambiental, reciclaje, materia prima, desechos, incentivos.

ABSTRACT

This project aims at the development and implementation of a new system of solid waste collection through machinery reverse-vending at the University Ciudad Pedro Nel Gómez, offering stimuli students and economic incentives to facilitate the development of their academic activities or personal interest developed at the university.

Technology reverse-vending as an operational model for the optimization of solid waste, is a revolutionary system which aims to tackle the high levels of environmental impact because of bad disposal that are given to waste in the University Ciudad mentioned above, which in turn bring inflation in operating costs of recovery, transport and final disposal in places established by law.

Apart from studying the implementation of an optimal method for waste management, it seeks to raise awareness and create culture in the student population about the importance of recycling in different areas or places where everyday activities are contributing to the minimization of environmental impact in a comprehensive manner in the city of Medellin, which currently has a dark environmental landscape that not too distant future can start to cause adverse effects on residents and residents.

Innovation, culture and technology are three aspects that give around the world and introduce required in different societies to boost emerging economies turn boosting environmental and social dimension to grantizar integro well-being for all.

Key words: Sustainability, optimization, solid waste, environmental impact, recycling, raw material, waste, incentives.

INTRODUCCIÓN

El reciclaje es un proceso cuya finalidad es convertir residuos o desechos de las actividades cotidianas de la humanidad en nuevos productos o en materia para su posterior utilización, gracias al reciclaje se reduce el uso de la energía, la contaminación del aire y del agua, el consumo de nuevas materias primas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de reciclaje creando incentivos en la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez para que los estudiantes depositen el material PET en dispositivos tecnológicos de reciclaje a través de maquinaria *reverse-vending*, dicha maquinaria, es un sistema inteligente que consiste en la recepción de residuos sólidos por parte del usuario, y posteriormente le otorga el pago respectivo por el producto en forma de recarga de saldo en su carnet estudiantil.

El sistema de recolección de residuos mencionado anteriormente será un modelo de preservación ambiental, que ayuda a disminuir los índices ambientales producto de la mala disposición final de los desechos; logrando un elevado grado de compromiso y desarrollo de nuevas metodologías de captación de residuos, la cual beneficia directamente al medio ambiente y a las empresas recolectoras de este material.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Colombia ha venido destacándose en los últimos tiempos como uno de los países de América Latina que ha tenido una economía con crecimiento exponencial, razón que la ha conducido a la expansión, permitiendo que se logre vincular con las demás economías emergentes.

Ante esta situación se despunta un crecimiento acelerado y desordenado que experimentan las ciudades colombianas; en estos últimos años, la clase media colombiana se duplicó, pasando del 15% a casi el 30% de la población, y la tasa de pobreza se redujo del 50% al 35% según (Lafuente, 2015); ejemplo de esto el aumento de habitantes en el área urbana de la ciudad de Medellín, el cual pasó de 1.793.491 de personas en 1993 a 2.464.322 en 2015 (DANE, 2009), lo que genera una fuerte presión sobre los recursos naturales demandados para alcanzar a suplir los requerimientos de los habitantes.

A consecuencia de ello se evidencia el aumento en la cantidad de productos y servicio destinados a la satisfacción de ciertas necesidades, como es el ejemplo de la canasta familiar, masificando la generación de residuos sólidos y por ende el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero. De los 1.112 municipios que hay en Colombia, según la información reportada al Sistema Único de Información (SUI) por los prestadores del servicio de aseo, en el año 2012 en Colombia se generaron aproximadamente 25.079 toneladas diarias de residuos, de las cuales el 90.99% (22.819,2 ton/día) fueron dispuestas en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento de residuos sólidos, mientras que el 9.01% restante (2.260 ton/día) no fue dispuesto adecuadamente.

Se estima que solo 13% de los residuos sólidos generados anualmente son recuperados y reincorporados en el ciclo productivo y de estos, solo el 7% son recuperados y comercializados por los recicladores de oficio. (Castro, 2014)

En Medellín, los residuos sólidos generados por los habitantes han pasado de 496.920 toneladas en el 2009 a 584.680 en el 2014, produciendo 0,66 kilogramos de desechos por habitante en un día. según (Contraloría General de Medellín, 2014); sin embargo se estima que la cantidad total de residuos se puede recuperar un 30%, meta de la administración actual de la ciudad (Valencia Gil; Juan Carlos, 2013)

Sin embargo la falta de cultura ciudadana y de un programa que contemple la reeducación civil desde las diferentes perspectivas (Políticas, sociales, tecnológicas, ambientales) es lo que ha consentido una inadecuada separación en la fuente y la ausencia de un modelo óptimo de recolección de residuos; promoviendo que se esté lejos de alcanzar la meta de recuperación de las administraciones gubernamentales y contribuyendo a la reducción de la vida útil del relleno sanitario la pradera; generando mayores impactos ambientales producidos por los residuos orgánicos en su proceso de descomposición natural: gas metano, dióxido de carbono (CO₂), lixiviado; también, por los residuos incinerados intensificando la concentración del efecto invernadero y la polución de recursos hídricos como ríos y quebradas como puntos de disposición final de residuos.

Otro factor de relevancia es la falta de apoyo y garantías al gremio de los recicladores, que ha provocado un manejo ineficiente de estos recursos, debido a que las empresas recolectoras no tienen reflejados en sus planes maestros como metas de mayor ambición o el alcance y avance necesario para presentar prioridad a este gremio. (Corantioquia, 2006) A causa de esto, los recicladores informales no han sido considerados en la inclusión del proceso totalmente, como tampoco las rutas de recolección selectivas para el aprovechamiento de todos los materiales; además se evidencia la falta de integración y comunicación entre las rutas de acumulación y los recicladores; como resultado se impide la oportunidad de rescatar en la fuente los residuos sólidos reciclables y no facilita la logística adecuada y encarece la actividad. Dado que en los centros de acopio se saturan las bodegas, es complejo el proceso de clasificación y empaque para la posterior comercialización.

Por otro lado, la Directora del Área Metropolitana, Consuelo Ordóñez de Rincón, indicó que hay preocupación entre las cooperativas de reciclaje, pues tienen que gastar gran parte de su presupuesto para pagarle a sus operarios, pues el proceso no está tecnificado, no cuenta con bandas transportadoras, ni sistemas de clasificación por densidad o imanes, y por ello depende mucho de la mano de obra. (Liberal, 2013)

Finalmente, la escasez de la evaluación de las diversas dimensiones; físicas, políticas, culturales y económicas no ha permitido obtener nuevas alternativas solución a una problemática de grandes proporciones.

Ilustración 1. Infograma residuos solidos en Medellin



Tabla 1. Causa-Efecto

SITUACION	POSIBLES CAUSAS	EFFECTOS	PREGUNTA	OBJETIVOS
Mala disposición de residuos sólidos en todo el valle de aburra.	<p>Falta de programas de atención y recolección</p> <p>Poca cultura de reciclaje y preservación ambiental</p> <p>Crecimiento demográfico</p> <p>Altos índices de consumo de clase media y alta</p>	<p>Contaminación ambiental</p> <p>Propagación de enfermedades.</p> <p>Pérdida de valor agregado a estos productos.</p>	<p>¿Cómo optimizar la disposición final de residuos sólidos como el PET, a través de un sistema integral de reciclaje y recolección de este producto.</p> <p>¿Qué medidas han tomado en todo el Valle de Aburra el</p>	<p>Desarrollar un sistema de recolección y disposición de productos reciclables usados para reintegrarlos a nuevos procesos productivos en forma de materias primas.</p>

	<p>Carencia de logística inversa en nuestras empresas</p> <p>Falta de divulgación de políticas públicas y presión por parte del Gobierno hacia el sector privado.</p>		<p>sector privado y las entidades públicas respecto a los productos cuando culmina su vida útil</p>	
--	---	--	---	--

1.2 FORMULACION DE PROBLEMA

¿Es posible que por medio de un proceso tecnológico se pueda contribuir a la re-educación de la cultura de reciclaje en la población y se permita contribuir eficientemente a la actividad productiva del reciclaje de residuos sólidos en la ciudad de Medellín, particularmente en el campus universitario Pedro Nel Gómez?

2 DELIMITACIÓN

2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Este proyecto se realizará en la ciudad de Medellín, objetivamente en la Ciudadela universitaria Pedro Nel Gómez, ubicada en el sector de Pilarica, barrio Robledo. La ciudadela universitaria Pedro Nel Gómez está compuesta por las instituciones de Educación Superior Pascual Bravo, instituto técnico metropolitano (ITM) y Colegio mayor de Antioquia. A las tres instituciones las atraviesa un pasaje urbano entre las calles 65 y 73, además cuenta con una infraestructura de 1.274 metros cuadrados para el edificio de servicios del Colegio Mayor y la plazoleta de acceso, 2.300 metros cuadrados de zonas verdes y 506 metros cuadrados para el nuevo edificio de servicios del Pascual Bravo. Además, la Fuente de las Américas Unidas, obra donada por el Maestro Pedro Nel Gómez. (El colombiano, 2015)

2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El proyecto se realizará en los dos semestres del año 2016, abarcando los meses de enero hasta diciembre, dándole cumplimiento al cronograma planteado en el apartado 8 de este trabajo.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad de implementar un sistema de reciclaje de algunos residuos sólidos como el PET a través de maquinaria *reverse-vending* en la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar la situación actual en cuanto a proceso y disposición de residuos sólidos en Medellín y en la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez a través de técnicas como la observación y revisión documental.
- Medir la aceptación del sistema por parte del estudiantado académico en el campus universitario Pedro Nel Gómez a través de la técnica encuesta.
- Determinar cuáles son los residuos más generados por las tres universidades que contribuyen a un mayor impacto ambiental.
- Idear un sistema de incentivos económicos para los estudiantes de la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez

4 JUSTIFICACIÓN

Con el objetivo de mantener un desempeño tan alto como el de ser una de las ciudades más innovadoras del mundo y buscando respuestas tecnológicas a las necesidades de la ciudad en materia de un sistema eficiente de recolección de basura y reciclaje; el presente proyecto tiene la ambición de realizar un sistema de incentivos a través de herramientas tecnológicas que permita dar una alternativa de integración del sistema de acumulación de residuos y el gremio de los recicladores, por medio de la articulación y participación de la ciudadanía en un plan que genere anticipadamente cultura ciudadana y responsabilidad por el medio ambiente. Contribuyendo paulatinamente al alcance de los objetivos gubernamentales en materia de reciclaje y reducción del impacto ambiental frente al efecto invernadero y mitigación de la contaminación de fuentes hídricas de la ciudad; como también, el aumento de la vida útil del relleno sanitario la Pradera ubicado en el municipio de Don Matías.

Este proyecto permitiría a la ciudad de Medellín y a la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez continuar con su Visión de sostenibilidad materializado en soluciones tecnológicas y culturales que reflejan una formación emprendedora y pujante de la población, cooperando con un manejo eficiente de los recursos por medio de una separación en la fuente adecuada, brindando apoyo y garantías al gremio de los recicladores y permitiendo la postulación de metas de alto alcance.

El componente estructurante de este diseño, facilitaría el crecimiento y sostenibilidad en tres principios que abanderan las administraciones locales, que es la generación del valor económico, el impacto social y el impacto ambiental, puesto que tendría un plus vanguardista frente a otras ciudades del país y admiración de los Medellínenses, dado a la generación de nuevos productos y/o servicios que puede traer consigo una adecuada separación en la fuente desde el punto de vista cultural; conjugando la tecnología, con la gestión organizacional y la inclusión social para satisfacción de las necesidades poblacionales.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO CONTEXTUAL

5.1.1 Internacional.

5.1.1.1 Sistema de depósito, devolución y retorno (SDDR) en Alemania.

Alemania cuenta desde hace más de 7 años con un sistema de depósito, devolución y retorno llamado por sus siglas en inglés (*SDDR*) recuperando el 98,5% de los envases desechados de bebidas de todos los almacenes de cadena del país. El sistema consiste en introducir la lata de aluminio o botella de PET en algunas máquinas que están afuera de varios supermercados de la zona, un sensor identifica el tipo de envase y al ser ingresado devuelve un vale con el reembolso del dinero que el cliente dejó inicialmente en las tiendas por la compra de la bebida.

Ilustración 2. Maquinaria con sistema SDDR en Alemania



Fuente: <http://www.daphnia.es/revista/55/articulo/1087/Que-hago-con-la-lata,n.d>

En este modelo planteado (SDDR) se puede ver que todos los actores participantes en la cadena de suministro de la fabricación y comercialización de las bebidas en envases PET y latas vuelven a estar presentes, en su mayoría en la cadena inversa de estos materiales; los productores están presentes en el momento de ayudar financieramente al montaje del programa y al pagar al operador logístico para que acopie todo el material, que luego será vendido a plantas procesadoras, se encuentra también los comercializadores como distribuidores del producto final que luego serán las plataformas de recolección y acopio de estos materiales, por otro lado están los consumidores como fuente de alimentación y proveedores de la cadena de suministro inversa y por último esta la administración pública como

veedora y contralora de la gestión de los residuos y de la transparencia de sus manejos. (Jiménez García & Briceño Blanco, 2014).

5.1.1.2 Techno-pods o cubos verdes en Inglaterra. En la ciudad de Londres (Inglaterra), instalaron unos dispositivos que almacena el papel de la prensa gratuita que es dejado en las calles, además de transmitir en tiempo real las noticias de todo tipo, ya sean financieras, políticas, entretenimiento o comerciales. Estos dispositivos vienen dotados con pantallas LED de bajo consumo que ahorran hasta un 40% de energía, comúnmente son llamados *Techno-pods* o “cubos verdes”, ya que gracias a ellos se está ahorrando 500 kilos de papel diario. (Chicanol, n.d.)

Ilustración 3. Maquina *Techno-pods* en Inglaterra



Fuente: <http://cubeme.com/green/technology/>, 2013

5.1.1.3 Máquinas expendedoras de cuidado que alimentan a animales callejeros en Turquía. En Estambul (Turquía) una empresa llamada *Pugedon* creó máquinas expendedoras de cuidado para perros y gatos, además de agua, que alimentan a los animales a cambio de basura para ser reciclada, consiguiendo un doble fin: mantener las calles limpias y a los animales con las barrigas llenas. Lo más interesante es que la empresa responsable de las máquinas dispensadoras ha prometido al gobierno no tener que pagar nada por ellas ni por su mantenimiento siempre que les den la posibilidad de colocar las máquinas donde deseen. (Pinto, 2014).

Ilustración 4. Máquina expendedora de cuidado en Turquía.



Fuente: <http://www.sopitas.com/477169-con-ustedes-las-maquinas-expendedoras-de-comida-para-animales-callejeros/>, 2015

5.1.1.4 Sistema de Dispositivo Inteligente (SDI) una idea innovadora para reciclar tus envases vacíos. Costa Rica también le apunta al desarrollo sostenible ingresando en su comunidad una máquina que recibe el material reciclable, ya sea plástico, vidrio o latas de aluminio y te emite un boleto con un código de barras el cuál, luego de realizar tus compras y presentar tu tarjeta de Auto frecuente, puedes quedar participando en una rifa de artículos de empresas patrocinadoras.

Las máquinas dispensadoras cuentan con una pantalla donde se transmite el Eco-Channel, con instrucciones sobre su uso, cortos sobre conservación al medio ambiente y anuncios comerciales.

Este proyecto es liderado por la empresa Reciclaje *Costa Rica Network*, quién es la empresa responsable del proyecto y distribuidor exclusivo de la marca *TOMRA* (líder en equipo de reciclaje mundial). Esta empresa realizó una alianza estratégica con la cadena de supermercados del Auto mercado y Florida Bebidas para ofrecer esta moderna alternativa para reciclar. (Chelenieto, 2012)

Ilustración 5. Máquina recicladora vinculada a supermercados en Costarica



Fuente: <https://quibodotcom.wordpress.com/tag/sistema-de-deposito-inteligente/>, 2012

5.1.1.5 Iniciativa de reciclaje por medio de maquina recicladora en el interior del campus universitario Cal Poly Pomona. La alianza entre *PepsiCo* y *Cal Poly Pomona* dio como resultado la implementación de 3 maquinarias recicladoras dentro del campus universitario con un solo objetivo: reciclar el mayor número de botellas que sea posible.

Por cada botella o lata reciclada, *PepsiCo* hará una donación a la iniciativa empresarial *Bootcamp* para los veteranos con discapacidades, un programa nacional que ofrece formación gratuita, en el espíritu empresarial y la gestión de pequeñas empresas.

El proceso de reciclaje comienza cuando los usuarios introducen su nombre y otra información de identificación básica y reciben una tarjeta de bonificación, luego al ingresar la botella, la maquina lee el código de barras de cada artículo por medio de un escáner y procesa la cantidad de artículos, una vez realizado ese proceso, la máquina ofrece a los usuarios la opción de imprimir un recibo con información de la

cuenta y el número de puntos ganados. Estos puntos pueden ser canjeados por descuentos en el campus o de entretenimiento, restaurantes y viajes cupones en Greenopolis.com.(Polycentric, 2010)

Ilustración 6. Maquina recicladora en el interior del campus universitario Cal Poly Pomona



Fuente: <http://news.uark.edu/articles/20348/university-of-arkansas-teams-with-pepsico-for-a-greener-tomorrow>, 2013

5.1.2 Nacional.

5.1.2.1 Comportamiento en el manejo de residuos sólidos en los hogares de Medellín. La siguiente información ha sido evaluada y extraída de dos fuentes muy fiables y concretas en todo lo que tiene que ver con el reciclaje en la ciudad de Medellín.

Uno de los referentes es el SIAM5 (Sistema de Información del Servicio Integrado de Aseo para Medellín y sus Cinco Corregimientos), el cual viene trabajando desde el año 1997 en un sistema integral de aseo, dando como resultado el desarrollo e implementación de un Sistema de Información computacional, implementado con tecnologías de punta que se ha convertido en la herramienta de soporte para la planeación, ejecución y rediseño de los servicios que presta Emvarias (Empresas Varias de Medellín). Dicho Sistema está diseñado de tal forma que requiere y facilita la incorporación de los cambios que se suscitan en el constante y cambiante entorno en el que la Empresa presta sus servicios.(Emvarias, 2016).

El otro referente que se tuvo muy en cuenta para el análisis de la información fue el informe del Plan de Gestión Integral de Residuos SÓLIDOS (PGIRS) de los años

2006, 2014 y 2016-2027 de la Alcaldía de Medellín, El cual se define como el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, fundamentado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado.(Minvivienda, 2016).

- **Residuos peligrosos:** Las medicinas, remedios médicos, las jeringas usadas, los envases y envolturas de venenos son desechos que comúnmente son producidos en los hogares de Medellín. Lastimosamente a estos desechos no se le realiza ningún control como clasificarlos aparte de los demás desechos, ya que nuestras amas de casa mezclan este tipo de residuos con los demás residuos, juntándolos todos en una sola bolsa plástica. Se estima que el 80% de los usuarios hacen esto y lo mismo sucede con residuos como pilas, baterías y radiografías que deberían tener un manejo y tratamiento diferente.
- **Lugar de almacenamiento o disposición:** En cuanto al lugar utilizado para el almacenamiento; el 62,6% de las viviendas prefiere hacerlo en el patio, un 29.5% en la cocina y un 7.9% en otros sitios. El lugar en donde se dejan este tipo de residuos varía dependiendo del estrato socioeconómico. En los estratos 1 y 2 se da con mayor frecuencia una presentación en forma de acopio ya sea en una esquina o en un andén, a diferencia de los estratos 3, 4, 5 y 6; donde los residuos se dejan en la puerta de acceso a la vivienda.
- **Separación en la fuente.**

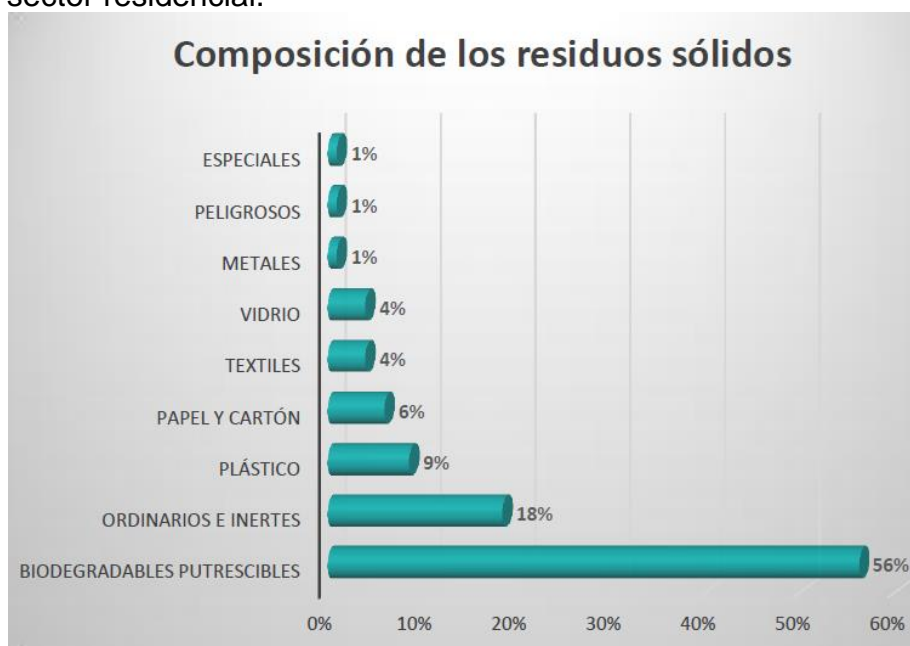
Tabla 2. Reciclaje en las viviendas de Medellín

Concepto	Porcentaje o valor
Viviendas que separan material recuperable, reutilizable o reciclable	34.5%
viviendas que no saben lo que pasa con aquellos residuos una vez puestos a disposición de recicladores o empresa de servicio	22.5%
Viviendas que venden este tipo de residuo reciclable	2.7%

Viviendas que regalan este tipo de residuo reciclable por lo general a recuperadores informales o a chatarreros	55.7
Viviendas que reutilizan este tipo de residuos	0.8%
Cantidad de residuos separados percapita	0.4% Kg/hab x día
Densidad de población	4 habitantes/vivienda

Fuente: SIAM5, Sistema de información del servicio integrado de aseo para Medellín y sus cinco corregimientos, 2010

Ilustración 7. Composición física porcentual de residuos sólidos del municipio de Medellín sector residencial.



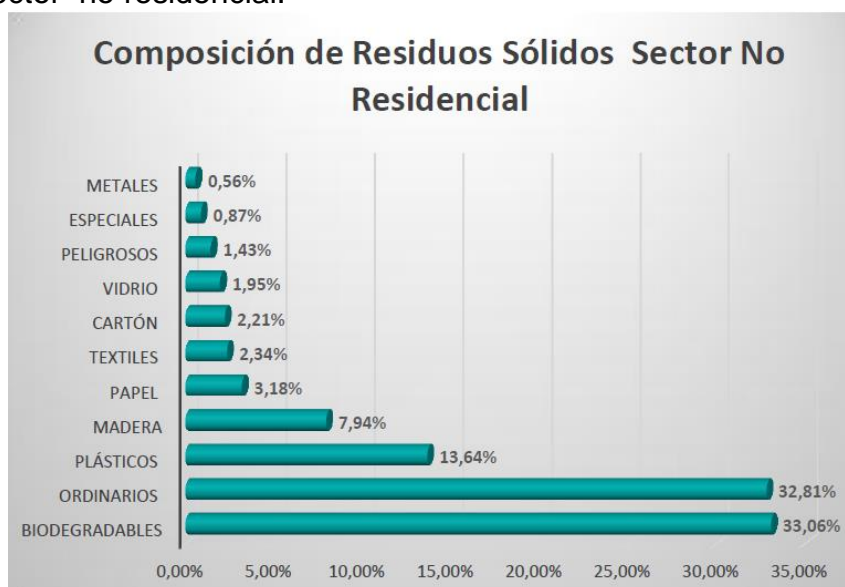
Fuente: Minvivienda, 2016.

En la ilustración 7, se observa la composición de residuos sólidos de la ciudad de Medellín se puede apreciar, que la mayor cantidad de residuos generados son los biodegradables putrescibles, con un porcentaje del 56% y en orden de mayor consumo le siguen los ordinarios e inertes con un porcentaje del 18%.

5.1.2.2 Comportamiento en el manejo de residuos sólidos en las empresas e instituciones de Medellín. Para el almacenamiento de los residuos sólidos no residenciales se prefiere el uso de canecas de 55 galones de capacidad, seguidamente las cajas estacionarias de 4Yd3 y 6Yd3 en el Sector Industrial. Otros recipientes como canecas de 35 galones y de menor capacidad, cajas estacionarias de 3Yd3, 2Yd3 son igualmente comunes principalmente en el sector Comercial, Universidades, Colegios y Urbanizaciones. El sitio de presentación se da en función del tipo y magnitud de la actividad de Su generador hay quienes cuentan con recolección interna por lo que presentan sus residuos al interior de la entidad, seguidamente y en forma descendente, el andén y la calle se utilizan para presentar estos residuos no residenciales.

En las Industrias, el Comercio y en las Instituciones es común que la Empresa de aseo envíe un vehículo de cargue frontal para la recolección (44.4% para industrias, 68.4% para comercio y 62.5% para las instituciones); en orden descendente el servicio se cubre con vehículos de cargue frontal (43.4%, 21.1% y 32.8% respectivamente) y finalmente se muestra el uso de volquetas (9.1% 7.0% y 4.7% respectivamente). Aunque es alta la cantidad de entidades no residenciales que manifiestan tener programas de separación en la fuente (93.5% de Industrias, 72.5% comercio, 76.7% en Instituciones) son pocos los registros obtenidos de cantidades recuperadas, que en total ascienden a 13.1 Ton/día de R.S. separados por entidades no residenciales de la ciudad de Medellín” (García & Pardo, n.d.)

Ilustración 8. Composición física porcentual de residuos sólidos del municipio de Medellín sector no residencial.



Fuente: Minvivienda, 2016.

En la ilustración 8 sobre composición de residuos sólidos sector no residencial se muestra una similar participación entre los residuos biodegradables con un porcentaje, del 33,06% y los residuos ordinarios con un porcentaje del 32,81%; los de menor participación son los residuos metales con el 0,56%.

5.1.2.3 Aprovechamiento de residuos sólidos e inclusión de recicladores. Actualmente Empresas Varias de Medellín no realiza recolección selectiva en la ciudad de Medellín; por lo tanto, en los vehículos recolectores se mezclan residuos aprovechables y no aprovechables.

La recolección y clasificación de estos residuos se hace de manera manual por los recicladores de la ciudad y las asociaciones vinculadas a esta actividad.

En el municipio de Medellín actualmente se aprovecha el 14,6 % de los residuos generados, tanto del sector residencial como del no residencial.

Hasta el año 2015 se tiene conocimiento de 349 bodegas entre pequeñas, medianas y grandes, según su capacidad de almacenamiento, contando con 2.256 recicladores. (Municipio de Medellín, 2015).

La mayoría de los recuperadores informales de la ciudad de Medellín son hombres, representando el 86.5%, el 69.3% de estos poseen en sus familias entre 1 y 5 personas que igualmente se dedican a la labor de la recuperación de materiales, donde trabajan entre 6 y 7 días a la semana y su actividad se basa prácticamente en las rutas de recolección existentes en la ciudad, realizando recorridos antes del paso del vehículo recolector.

Las etapas de su trabajo, se resumen en: La preparación del recipiente de almacenamiento, recolección, selección, clasificación y finalmente la venta del material. Las ganancias oscilan entre \$5000 (27.9% de recuperadores) y 35.000 (0.9% de recuperadores). El 68.5% de estos obtienen ganancias teóricas inferiores a \$10.000 diarios, en promedio estas ganancias ascienden aproximadamente a \$9300 día por recuperador.

Los materiales que más se recuperan son el cartón, el papel archivo y la chatarra, recuperando aproximadamente 258.67 Ton/día, cantidad que no incluye materiales que ingresan a industrias como Peldar (2000 Ton/trimestrales) Simesa (a la que ingresan alrededor de 600 Ton/día de las cuales solo 100 Ton/día provienen de la Ciudad) y Productos Familia donde ingresan materiales de diferentes ciudades del País.

Finalmente, teniendo en cuenta este dato, podemos inferir que de las 389.2 Ton/día recuperadas, 253.4 Ton/día se recuperan informalmente en esta misma área de estudio. Esta cifra de recuperación de materiales (389.2 Ton/día) representa aproximadamente un 18% de los residuos sólidos generados en Medellín y su área Metropolitana.(Garcia & Pardo, n.d.)

5.1.2.4 Mercado del PET en Colombia. Para referirnos a la demanda de PET en Colombia, es importante aclarar que la mayoría de este material es destinado al sector productivo de bebidas no alcohólicas, como por ejemplo las gaseosas, el té, los jugos y el agua embotellada.

Las bebidas no alcohólicas se consumen en todas las poblaciones, siendo el estrato medio el mayor comprador con un 62% de participación, seguido por el bajo con un 29%, mientras el alto ocupa un 9% de dicha industria. Estas cifras están ligadas al crecimiento del país, ya que según datos del DANE, el consumo per cápita de estos refrescos creció un 7% durante los últimos cinco Años (2009-2013). (LEGIScomex, 2014).

El mercado de las bebidas no alcohólicas, listas para consumir, está compuesto de acuerdo con sus volúmenes de ventas por: bebidas gaseosas, con un 64%; los jugos de frutas, con un 17%; el agua embotellada, con un 9%; el té, con un 3%; las bebidas energizantes 4% e isotónicas, con un 4%.(Diario el Heraldó, 2015)

Para Luis Felipe Bedoya Acevedo, jefe de la planta de PET de Socya, entidad que se dedica al reciclaje de materiales, afirmó que durante 2015 en el país se recuperaron entre 3.000 y 3.500 toneladas de envases PET, lo que representa tan solo 26% del total, Es decir estamos hablando de aproximadamente 13.000 toneladas de botellas PET producidas anualmente, en donde el 74% de estos envases van a parar a los rellenos sanitarios.(Diario La Republica, 2016).

5.1.2.5 Mercado de material reciclable en medellin

Tabla 3. Potencial aprovechable residencial para Medellín 2015.

Potencial Aprovechable	Generación Reciclables	Generación Orgánicos
Comuna	ton/día	ton/día
1 Popular	9,1	29,0
2 Santa Cruz	8,3	27,1
3 Manrique	11,6	35,7
4 Aranjuez	12,6	36,7
5 Castilla	12,2	34,4
6 Doce De Octubre	14,6	43,4
7 Robledo	13,6	45,8
8 Villa Hermosa	9,9	31,1
9 Buenos Aires	11,3	32,7
10 La Candelaria	7,9	23,9
11 Laureles Estadio	14,5	42,3
12 La América	9,8	30,9
13 San Javier	10,0	31,6
14 Poblado	20,4	76,2
15 Guayabal	8,1	23,7
16 Belén	18,6	57,5
Total	192,4	602,1

Potencial Aprovechable	Generación Reciclables	Generación Orgánicos
Corregimiento	ton/día	ton/día
Palmitas	1,35	0,77
San Cristóbal	5,48	16,82
AltaVista	3,37	4,78
San Antonio de Prado	9,23	21,40
Santa Elena	8,59	4,54
Total	28,02	48,31

Fuente: Municipio de Medellín, 2015

Se logra observar en la tabla 3 que los barrios con mejor repartición territorial (POT) y mayor estrato socioeconómico, son mejores generadores de material reciclaje que el de los barrios con menor estrato, socioeconómico que están ubicados en las laderas de la ciudad, esto puede ser debido a las condiciones y las características sociales de este segmento de población, se deduce que su grado de responsabilidad ambiental es más significativo que los barrios populares de Medellín.

Tabla 4. Demanda de materiales aprovechables reciclables 2012-2015

Demanda de materiales Aprovechables Reciclables	
Material	Cantidades (ton.)
Metales	1423,17
Papel y cartón	8858,21
Vidrio	3233,30
Plásticos	2402,98
Otros	145,48
Total	16063,14

Fuente: Municipio de Medellín, 2015.

En la tabla 3, el mayor residuo aprovechado es el cartón y el papel, seguido del vidrio y el plástico, esto se debe a que como los mayores recicladores son las personas informales que se dedican a esta actividad (recicladores), ellos aprovechan los residuos generados por los hogares y los almacenes y hacen uso de él, destinándolo en los acopios más cercanos del lugar de recogida de dicho material.

Tabla 5. Histórico de Precios de materiales aprovechables reciclables 2012-2015

Material	Año	Cantidad (ton.)	Compra \$/kg	Venta \$/kg	% Excedentes
Chatarra (12,75%)	2012	42	\$369	\$439	15,98%
	2013	122	\$391	\$473	17,37%
	2014	256	\$395	\$453	12,78%
	2015	258	\$370	\$436	15,20%
Archivo (15,37%)	2012	54	\$508	\$697	27,16%
	2013	219	\$565	\$665	15,02%
	2014	265	\$295	\$660	55,31%
	2015	244	\$566	\$658	13,86%
Periódico (5,730%)	2012	53	\$100	\$139	28,12%
	2013	79	\$104	\$171	39,11%
	2014	104	\$108	\$190	43,32%
	2015	81	\$110	\$206	46,60%
Cartón (25,053%)	2012	220	\$139	\$203	31,90%
	2013	363	\$173	\$220	21,28%
	2014	429	\$159	\$282	43,72%
	2015	370	\$160	\$426	62,44%
Vidrio casco blanco (11,9%)	2012	90	\$130	\$200	35,00%
	2013	117	\$130	\$212	38,68%
	2014	239	\$130	\$205	36,63%
	2015	210	\$130	\$199	34,69%

Pasta (4,081%)	2012	36	\$353	\$405	12,78%
	2013	56	\$356	\$408	12,76%
	2014	69	\$354	\$498	28,95%
	2015	64	\$350	\$545	35,74%
Pet Transparente (3,545%)	2012	35	\$545	\$710	23,35%
	2013	54	\$548	\$855	35,89%
	2014	52	\$560	\$869	35,58%
	2015	55	\$657	\$982	33,07%
Plegadiza (4,6%)	2012	47	\$80	\$135	40,74%
	2013	80	\$78	\$126	38,19%
	2014	65	\$50	\$132	62,09%
	2015	61	\$50	\$158	68,25%
Vidrio casco ámbar (4,19%)	2012	22850	\$130	\$220	40,91%
	2013	61070	\$130	\$225	42,22%
	2014	93300	\$130	\$223	41,74%
	2015	53800	\$130	\$224	41,99%

Fuente: Municipio de Medellín, 2015

En la tabla 5 se evidencia que tanto el vidrio como la pasta y el periódico son materiales que en sus últimos 4 años su precio de compra varia muy poco, en cambio materiales como plegadiza y archivo su precio de compra fluctua mucho año tras año. Además, que el precio de ventas es casi el doble del precio de compra, lo que se deduce que el acopio de reciclaje tiene una rentabilidad del 100%.

5.1.2.6 Problemática en el parque ambiental la Pradera. La disposición de estos desechos sólidos se lleva a cabo en el parque ambiental llamado “la Pradera” el cual es de tipo regional en donde un total de 22 municipios disponen sus residuos. El relleno se encuentra ubicado en un área de 354 hectáreas en el municipio de Don Matías, a 57 km de la ciudad de Medellín, y recibe 2.787 ton/día, de las cuales Medellín genera aproximadamente 1.795 ton/día de residuos sólidos. Este relleno sanitario presenta múltiples problemas de impacto ambiental, entre ellos la no existencia de un sistema de tratamiento para los lixiviados. En la actualidad cuenta con una laguna de estabilización como sistema de pre-tratamiento, el cual viene funcionando desde el año 2003. Los vertimientos tienen caudales muy grandes, causando contaminación de recursos hídricos cercanos como el Río Porce y las quebradas afluentes La Música, La Jagua y La Piñuela, pues en su composición se encuentran materiales persistentes y sustancias toxicas las cuales han degradado

la calidad de las aguas y de ecosistemas hídricos, en los que habitan especies que deben ser protegidas. (Noguera & Olivero, 2010)

Ilustración 9. Parque ambiental la Pradera



Fuente: https://www.flickr.com/photos/medellin_digital/sets/72157656696288370/, n.d

5.1.2.7 Sistema de incentivo al reciclaje en la comuna 13 san Javier. La Corporación Realimentar en la comuna 13 creó un programa social donde cambia reciclaje por mercados. Desde hace más de 40 años, la señora Marta Elena Rodríguez lleva recogiendo material reciclaje en San Javier, lugar donde vive y cuenta que desde que ingresó al programa se ha visto beneficiada, ya que los alimentos que le dan a cambio del reciclaje son más económicos que en el mercado. Esa iniciativa fue creada por 5 ambientalistas que notaron el desempleo y la pobreza, además del mal manejo que estas personas les daban a los residuos sólidos de la zona, la iniciativa ahora está en 5 barrios de la zona, con proyección a extenderse a más zonas y beneficiar a más personas. (Pareja, 2014)

5.1.2.8 Sistema de transporte de basura por medio de ductos de succión. Medellín comprometida con ser una de las ciudades más importantes en materia de sostenibilidad ambiental, le apunto un novedoso y tecnológico sistema de recolección de Basura, El novedoso proyecto implementado en el barrio en Naranjal, trata de transportar las basuras producidas en casas por tuberías o ductos de succión que las desplaza directamente a la planta de procesamiento, La basura es introducida en el sistema a través de compuertas; los residuos son transportados por medio de una red de tuberías hasta unos contenedores, mediante una corriente de aire de más de 70 km/h ; el aire utilizado para el transporte es depurado en el

sistema de filtrado, antes de ser devuelto a la atmósfera, explicó la EDU el responsable de coordinar el montaje del sistema, denominado también Envac, es el español José Luis Juaristi Ortouste, conjuntamente con la empresa de Desarrollo Urbano -EDÚ- y varios ingenieros que montarán la infraestructura. (Zapata, 2013).

Ilustración 10. Sistema inteligente recolección de basura en Barrio Naranjal



Fuente: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/basuroducto-de-naranjal-avanza-a-la-realidad-GH1328459>, 2015.

Por todo lo anterior podemos constatar que, en otros lugares del mundo como Europa y Asia, se han venido implementando metodologías eficientes y sostenibles para la creación de una cultura de reciclaje, integrando aspectos ambientales y económicos por medio de la inserción de máquinas reverse-vending, las cuales muestran ser una herramienta ideal para el reciclaje en la fuente, haciendo de esto un proceso ecológico, sostenible y responsable.

5.1.2.9 Acciones ambientales en el Corredor Universitario Pedro Nel Gómez

- La Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia pensando en el desarrollo de su actividad académica con base en la sostenibilidad es la primera Institución de Educación Superior pública en Medellín y Antioquia en recibir el Certificado de ICONTEC NTC ISO 14001 versión 2004 y certificación internacional IQNET, por tres años y rescata la pertinencia del modelo de gestión de residuos; con su sistema de gestión ambiental pretende diseñar, implementar, mantener y mejorar continuamente el desempeño ambiental de la Institución, involucrando las partes interesadas con el fin de controlar los impactos ambientales generados en el desarrollo de sus actividades. Actualmente viene idealizando campañas como piensa en

verde, y formalizando grupos como tejido verde que en los últimos años han buscado la manera de impactar principalmente a los estudiantes, docentes y empleados de la Institución con el manejo de los residuos sólidos, y con la preservación del medio ambiente. (“Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia,” n.d.)

Ilustración 11. Recipientes de material ordinario y reciclable en el Colegio Mayor



- El ITM (Instituto Técnico Metropolitano) tiene como objetivo general dentro de su política ambiental “promover el desarrollo sostenible teniendo como referente la política ambiental del ITM, a través de la ejecución de programas orientados a la prevención y minimización de los impactos ambientales adversos y la optimización de los recursos en los procesos institucionales, fomentando entre los miembros de la comunidad ITM una responsabilidad ambiental, enmarcada en el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente”. (“Política Ambiental – ITM,” n.d.)

Los siguientes son los Programas Ambientales en los que se enfoca el Sistema de Gestión Ambiental Institucional:

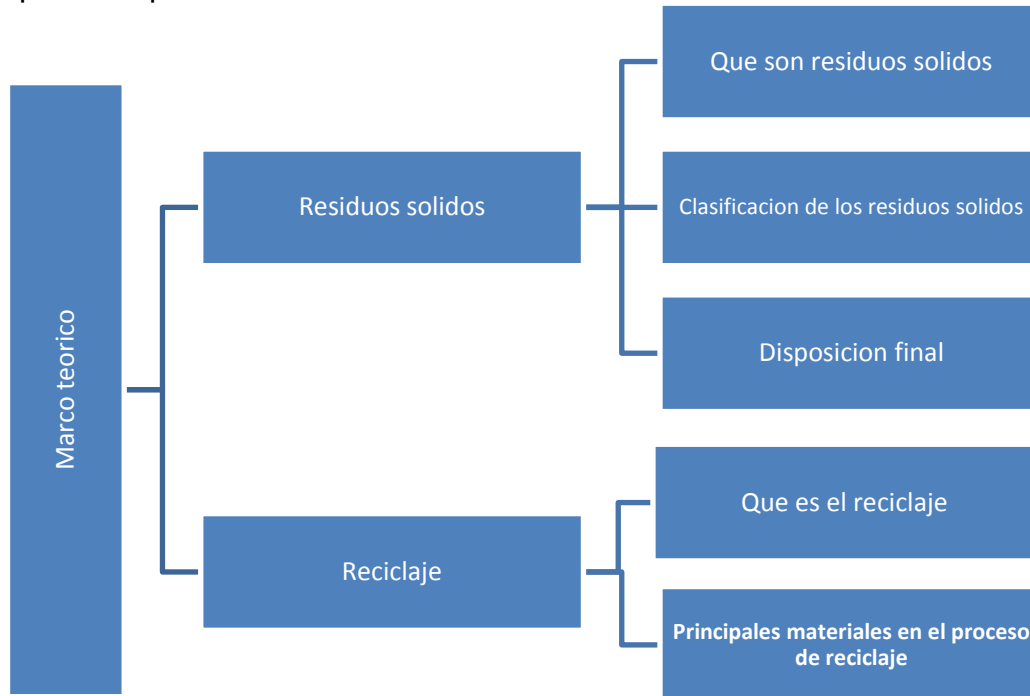
- Programa de uso Eficiente y Ahorro de Agua
- Programa de uso Eficiente y Ahorro de Energía
- Programa para el manejo Integral de Residuos Sólidos
- Programa para el Almacenamiento Adecuado de Sustancias Químicas
- Programa de Educación Ambiental.

Ilustración 12. Recipientes de material ordinario y reciclable en ITM



5.2 MARCO TEÓRICO

Mapa conceptual 1. Síntesis de referencias teóricas.



5.2.1 Residuos sólidos

5.2.1.1 Que son residuos sólidos. Un residuo solido se considera o define como un objeto o material de desecho que se genera tras la transformación o utilización de un producto o bien de consumo y se deja después de haber obtenido su utilidad. Es la basura generada por los consumidores diariamente que después va dirigida a un lugar de depósito.

5.2.1.2 Clasificación y origen de los residuos sólidos. Según criterios y parámetros del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, existen 11 tipos de residuos: Residenciales, comerciales, industriales, institucionales, hospitalarios, peligrosos no hospitalarios, escombros, lodos, agrícolas, limpieza de parques y jardines y barrido de áreas públicas. (Corantioquia, 2005).

- **Residuos residenciales:** Todos los que son generados en los hogares, como alimentos, envases, botellas plásticas o de vidrio, papel, cartón, etc.
- **Residuos comerciales:** Son todos los generados por la actividad propia del comercio de los servicios como restaurantes, bares, cafeterías, de la hostelería, oficinas, tales como: Papel, cartón, residuos orgánicos de alimentos, botellas plásticas, de vidrio, cubiertos desechables, entre otros
- **Residuos industriales:** Generados en las industrias o fábricas de generación o transformación de productos como, por ejemplo: Sustancias tóxicas, inflamables, corrosivas, polvo y fibras de asbesto, ácidos y bases, alquitranes, entre otros.
- **Residuos institucionales:** Son los que son producidos por la actividad de instituciones como asociaciones y agremiaciones, de defensa, educación, Financieras, Instituciones comunitarias, oficinas del gobierno, recreación, servicios, algunos son: Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos, residuos especiales, etc.
- **Residuos hospitalarios:** Son el conjunto de desechos que genera un centro de atención de la Salud durante el desarrollo de sus funciones.

Según la Alcaldía mayor de Bogotá, se estableció de manera organizada las actividades necesarias que garanticen la Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios y Similares, de acuerdo con los lineamientos de la Resolución 1164/2002, clasificando estos residuos de la siguiente manera:

- **No peligrosos:** Biodegradables (vegetales, residuos alimenticios no infectados, papel higiénico, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica), reciclables (papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros), inertes (icopor, algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos), Ordinarios o comunes (aquellos generados en el desempeño normal de las actividades, se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento).
- **Peligrosos:** Son los Infecciosos o de riesgo biológico que contienen microorganismos patógenos tales como bacterias, parásitos, virus, hongos, virus oncogénicos y recombinantes como sus toxinas, capaces de crear una enfermedad infecciosa, se clasifican en: Biosanitarios (gasas, algodones, guantes, cuerpo de jeringas, etc.),

corto punzantes (agujas, restos de ampollitas), residuos químicos (son los restos de sustancias químicas y sus empaques o cualquier otro residuo contaminado con estos), fármacos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados (aquellos medicamentos vencidos, deteriorados y/o excedentes de sustancias que han sido empleadas en cualquier tipo de procedimiento)

- **Residuos peligrosos no hospitalarios:** Residuo o desecho que poseen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente, de igual manera se considera residuo peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.
- **Residuos escombros:** Están generados por el sector de la construcción tales como: Residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro.
- **Residuos lodos:** Son los desechos producidos por las plantas de aguas de tratamiento, como grasas, proteínas, carbohidratos, bacterias, metales pesados.
- **Residuos agrícolas:** Son las fracciones de un cultivo que no constituyen la cosecha propiamente dicha dichos residuos se generan de los restos de cultivos o de limpiezas que se hacen del campo para evitar las plagas o los incendios algunos son la leña, los purines u otros elementos.
- **Residuos de limpieza de parques y jardines:** Este tipo de residuos son los que son generados por las personas que visitan estos lugares como: envases, papel, cartón, residuos orgánicos, de comida; o residuos que son producto del mantenimiento de los lugares señalados como: Césped, flores, arbustos, entre otros.
- **Residuos de barrido de áreas públicas:** Es el resultado del barrido de carreteras, calles, parques, o aquellas zonas de recreo o tránsito público, algunos son: Polvo, estiércol, colillas de cigarrillo, envolturas y envases de plástico, cartón, pedazos de vidrio, animales muertos etc.

5.2.1.3 Disposición final. Según Corantioquia (2005) uno de los productos del PGIRS (plan de gestión integral de los residuos sólidos) es la generación y desarrollo de nuevas metodologías geográficas (SIG) para la selección de áreas oportunas donde se dará una disposición final de los residuos sólidos generados en todo el valle de aburra y sus municipios aledaños, esto está apoyado en el decreto

838 de 2005 y en estudios previamente realizados por el ministerios de ambiente, el área metropolitana del valle de aburra y Corantioquia.

El objetivo es crear una herramienta que permita preseleccionar zonas con propiedades físicas para crear y establecer rellenos sanitarios regionales o municipales incorporables en los nuevos planes y programas básicos de ordenamiento territorial. El desarrollo metodológico comentado, así como se genera en el PGIRS regional posee carácter indicativo y esta expresado que se debe continuar con evaluaciones de campo, y detallar suficientemente todas las dimensiones que rodean el sistema metodológico tales como físicas, políticas, bióticas, culturales, sociales, y análisis para una alternativa anticipada y consistente con la complejidad que encierra el proceso.

5.2.2 Reciclaje

5.2.2.1 Que es el reciclaje. Gonzales (2007) dice “el término reciclaje se define como la utilización de desperdicios para la refabricación del mismo producto o la elaboración de productos nuevos”. Es la actividad de recolectar y recuperar los desechos con el fin de reintegrarlos al ciclo económico, sacando su provecho como materia prima para la generación de nuevos productos, con lo que se puede generar desarrollo económico, desarrollo social y protección ecológica y ambiental. (Röben, 2003).

“Generalmente el reciclaje es una actividad que se realiza más o menos clandestinamente y sin organización por personas individuales que escogen los materiales recuperables de la basura y los venden a intermediarios”. (Roben, 2003), estos interventores pasan los materiales por un tratamiento artesanal y rudimentario (limpieza, compactación), después lo comercializan en talleres o fabricas que los procesan.

5.2.2.2 Principales materiales en el proceso de reciclaje. Roben (2003) plantea que los materiales más reutilizados en nuevos ciclos productivos son los siguientes:

5.2.2.1.1 Papel y cartón

- Bond blanco de primera: Dentro de esta clasificación se tiene a todos los recortes o refiles de papeles nuevos blancos.

- Bond impreso y archivo: En esta categoría se puede clasificar todo tipo de papel tomando como base el bond blanco que tiene impresión, tinta u otra escritura.
- Krafi: Son todos los recortes o papeles utilizados para envoltura de materiales o alimentos
- Cartón: El cartón está compuesto generalmente de tres capas. En el interior se encuentra una capa de corrugado fino o grueso que da la estabilidad al cartón; esta capa está conformada o cubierta en sus dos lados con papel Kraft blanqueado o café, hay cartones que tienen otra composición como, por ejemplo, (cubiertos con papel brillante, con una capa interior que no es corrugado etc.) no entran en esta categoría.
- Periódico: En esta clasificación están todos los diarios, revistas de papel periódico, directorios telefónicos, cuadernos de papel periódico (cartillas), libros y en general papel periódico impresos.

5.2.2.1.2 Plásticos:

- Polietileno Tereftalato (PET).

El PET fue desarrollado por primera vez en el Reino Unido en los primeros años de la segunda guerra mundial para su uso en fibras sintéticas, aunque su desarrollo comercial no llegaría hasta los años 50. En estos momentos, el PET es un material de suma importancia industrial, siendo utilizado mayoritariamente en la producción de fibras sintéticas y en la industria del envasado.(Arencón Osuna, 2002). Según la (Revista Colombiana de materiales, n.d.) El PET es un polímero lineal termoplástico con una amplia gama de propiedades, lo cual lo hace apto para ser procesado mediante múltiples procesos de transformación y le confiere una vasta aplicabilidad.

La primera comercialización del PET como botella se llevó a cabo en los EE.UU, produciéndose en Europa a partir de 1974(Dpto. química organica, n.d.), Desde entonces, la fabricación de PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico, logrando un alto nivel de calidad y una diversificación en sus empleos, gracias a sus significantes propiedades como su gran ligereza, resistencia mecánica a la compresión y a las caídas, alto grado de transparencia y brillo, barrera contra los gases, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es 100% reciclable y se identifica

con el número uno, o las siglas PET, o "PETE"(Hachi Quintana & Rodriguez Mejia, 2010)

El PET (Tereftalato de polietileno), se fabrica a partir de dos materias primas derivadas del petróleo: etileno y paraxileno. Los derivados de estos compuestos (respectivamente, etilen glicol y ácido tereftálico) son puestos a reaccionar a temperatura y presión elevadas para obtener la resina PET (Tereftalato de polietileno), en estado amorfo.(Barrios, 2009)

- La naturaleza del PET: Un kilogramo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos de gas natural y 13% de aire.³ El paraxileno, extraído del petróleo crudo, permite la obtención del ácido tereftálico al oxidarse con el aire. Por su parte, el etileno, derivado del gas natural, se oxida con aire para la obtención del etilenglicol. El PET resulta de la combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol.(Mansilla Pérez & Ruiz Ruiz, 2009)

Ilustración 13. Simbología del PET



Fuente: <http://www.scielo.org.ve>, n.d

según Cornish (S.F) las propiedades más favorables de los plásticos con respecto a otros materiales son las siguientes:

- **Ligereza:** Los plásticos, pesan poco, y poseen pocas densidades en el rango de 830 a 2500 kg/m³.
- **Elasticidad:** Tienen la capacidad de soportar grandes esfuerzos sin fractura, y pueden recobrar su forma original cuando la fuerza es retirada.

- **Resistencia a la fatiga:** Soportan esfuerzos mecánicos y recobran su posición original.
- **Bajo coeficiente de fricción:** Ante la fricción no se calientan, aunque no estén lubricados, esta propiedad la pueden utilizar en baleros o engranes.
- **Aislamiento térmico:** No son buenos conductores térmicos, lo que implica que pueden ser utilizados como utensilios de cocina, o envases para el transporte de líquidos.
- **Resistencia a la corrosión:** Tienen la capacidad de resistir soluciones acuosas saladas y ácidos débiles.
- **Costo:** Tomando en cuenta el volumen, son muy económicos, es considerado más barato que el metal.

En la sociedad moderna el consumo de plásticos ha aumentado considerablemente, se estima que crece un 4% anualmente producto del desarrollo tecnológico paralelamente, cuyo uso se ha extendido en el campo convencional de los envases en la fabricación y realización de materiales, insumos y componentes de la industria de automoción, vivienda, vestido. (Arandes, Bilbao, López, 2004).

Según dichos autores en los materiales plásticos su reutilización está limitada al 1-2% producto de que en la sociedad actual cada vez hay más estándares que rigen la calidad del producto, y el plástico obtenido de los envases de productos alimenticios y embalajes, por razones sanitarias no se deben utilizar en la fabricación de nuevos envases para alimentos. Las tecnologías de reciclado han ido evolucionando, y al tratarse de materiales plásticos es de importancia destacar las principales tecnologías de reciclado de plásticos tales como:

- El tratamiento primario: Consiste en obtener un producto en condiciones similares a través de operaciones mecánicas, este tipo de reciclado se aprovecha en recortes de plantas de producción, y corresponde a un porcentaje muy reducido en los residuos plásticos.
- Tratamiento secundario: En este tratamiento se fusionan los desechos y son convertidos en productos de diversas formas y con mayor características de aplicaciones, son diferentes a las del plástico original; esta tecnología se

utiliza particularmente en la industria automotriz y se estima que el 20% de los plásticos son reciclados a través de esta tecnología.

- Reciclado terciario: Este es conocido también como “reciclado químico” busca el aprovechamiento de todos los elementos constitutivos del plástico por transformación de dicho material en hidrocarburos; los métodos pueden ser químicos o térmicos dependiendo del tipo de polímero.
- Reciclado cuaternario: Consiste en la incineración para recuperar energía.

En la actualidad es muy utilizado dado a los problemas medioambientales, el procedimiento químico que se utiliza en este es la solvis, o descomposición química, la cual permite realizarse por varios caminos y procedimientos: Metanólisis, glicolisis, hidrolisis y aminólisis.

Tormos, Fernández, Soriano, Sanchis (2011) plantean el desarrollo de materiales absorbentes acústicos obtenidos a partir de restos de botellas de plásticos y dicen “En el ámbito de acústica de la edificación es común el uso de materiales fibrosos como materiales absorbentes acústicos. Uno de estos materiales cada vez más utilizado es la lana de poliéster”. Un problema característico que actualmente presenta el chip virgen de poliéster es que se obtiene del petróleo, cuyo precio no hace más que incrementarse en los últimos años. El uso de estos materiales también se ha extendido a otros ámbitos como el diseño de recintos acústico con material absorbente en el interior de cajas de altavoces o en su uso conducciones de aire acondicionado.

Para la validación del uso de las nuevas e innovadoras fibras de PET en la fabricación de lanas se comparan los resultados obtenidos con las nuevas lanas, respecto a las obtenidas con el chip virgen del petróleo, utilizando el mismo proceso de fabricación industrial, sin modificaciones, Se ha medido el coeficiente de absorción en incidencia normal de múltiples muestras para valorar el comportamiento acústico de las muestras realizadas con base del PET reciclado, y se han comparado con las muestras originales. Dichas mediciones sirven como factor de medición del comportamiento acústico; también se ha realizado medición en el componente de absorción, procedimiento que se realiza en cámara reverberante y se ha creado un modelo semi-empírico del modelado del comportamiento acústico de las lanas basadas en el PET reciclado

Este desarrollo de producto ha logrado obtener una ventaja importante y es que la maquinaria utilizada utilizada para la elaboración de las lanas de poliéster a partir de chip virgen de poliéster es la misma, sin modificaciones, que obtiene las basadas en los copos de reciclado de botellas de plástico. Los autores dicen “El proceso de

fabricación de las lanas de poliéster es como un no tejido, vía seca y por termo-fusión. La fibra de poliéster de origen se peina y se introduce en la maquinaria. La caula acaba generando lanas de poliéster mediante termo-fusión” esto está dado ya que la fibra se funde a 140-150 °C lo que ocasiona que el material se comprima a la densidad deseada en función de la capacidad de la maquinaria.

5.2.2.1.3 Vidrio: Roben 2003 dicta que el vidrio de botellas o recipientes es un producto 100 % reciclable dado a que no sufre de un desgaste o deterioro de sus propiedades de calidad por el proceso de reciclaje. Además, el uso de vidrio reutilizable baja eficientemente los costos de energía para los productores de vidrio.

5.2.2.1.4 Metales: En este grupo podemos encontrar los siguientes elementos:

- Hierro y acero: Es el producto férreo más común en los desechos domiciliarios, por lo regular estos son las latas de productos alimenticios como latas de atún, salsa de tomate, conservas de frutas y vegetales.
- Aluminio: Los productos de este tipo que se pueden encontrar regularmente en los desechos son los siguientes: Latas de bebida (cerveza, gaseosa), ollas y sartenes usados, folio de aluminio.

5.2.2.1.5 Desechos textiles: En esta categoría se encuentran los siguientes:

- Saquillos: Los saquillos usados de yute o de fibra de plástico por lo regular no tienen un mercado para venderse o comercializarles. Generalmente están en mal estado y dado a eso no sirven más como embalaje comercial.
- Textiles de Fibra Orgánica o Plástica: De los textiles que son arrojados y desechados como basuras, existen textiles buenos, se debe pensar de acuerdo a las condiciones locales, en la oportunidad de lavarlos y recuperarlos para venderlos como ropa usada. Los harapos se puede recuperar para varios fines, en algunas ciudades y localidades se utiliza este material para los rellenos de colchones, almohadas, juguetes, etc.

5.2.2.1.6 Pilas: Las pilas por lo general son entregadas por los usuarios en los puntos de generación (supermercados, tiendas de electrodomésticos, joyerías, relojerías, tiendas de fotografía) o en contenedores específicos en la calle de forma separada (pilas grandes y pilas botón).

5.3 MARCO LEGAL

En el siguiente cuadro se relacionan los principales documentos de Política y el marco jurídico representado por las leyes, decretos y resoluciones que aplican al manejo de residuos sólidos y al servicio público de aseo; por lo tanto, no están los relacionados con residuos hospitalarios y peligrosos. (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2014).

Tabla 6. Marco legal residuos sólidos en Colombia

RESIDUOS SOLIDOS GENERALES EN COLOMBIA	
Resolución MVCT 1045 de 2003	Esta resolución adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Se encuentra en proceso de actualización como parte del Decreto 2981 de 2013.
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS COLOMBIA	
Decreto 838 de 2005 Disposición	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 específicos para identificar y evaluar dichas áreas; así como determina los instrumentos de control y monitoreo técnicos para la operación de los rellenos sanitarios

Fuente: Minvivienda, n.d

La siguiente tabla relaciona el marco legal que rige para el manejo de residuos sólidos en la Ciudad de Medellín.

Tabla 7. Marco legal residuos sólidos en Medellín

RESIDUOS SOLIDOS EN MEDELLIN	
Decreto N. 0440 de 2009	Por medio de la cual se adopta el manual para el manejo Integral de residuos sólidos (PMIRS) del Área Metropolitana y del valle de Aburra y se dictan disposiciones generales para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Municipio de Medellín. (Alcaldía de Medellín, 2009)
Artículo 88 del Plan de Desarrollo Nacional	Con el fin de visibilizar la labor de los recicladores y de las unidades productivas, el Plan de Desarrollo Nacional en su Artículo 88 habla del incentivo a la actividad de aprovechamiento de los residuos sólidos, esto con el fin de garantizar la remuneración a la labor.
Ministerio de Salud y protección social Resolución 718 de 2015	Establece un descuento la tarifa del aseo, bien sea por reciclaje o cuando la Superintendencia de Servicios Públicos compruebe que un operador incurrió en fallas en la prestación del servicio, como incumplimientos en los horarios y rutas de recolección.

Colombia según los decretos y las leyes creadas para el manejo de los residuos sólidos, se podría decir que va en muy buen camino, ya que en sus planes de gestión y en sus políticas ambientales se están involucrando actores que anteriormente no se habían tenido en cuenta, además de la creación de herramientas que ayudan al mejoramiento de los indicadores ambientales por medio de incentivos.

6 VARIABLES E INDICADORES

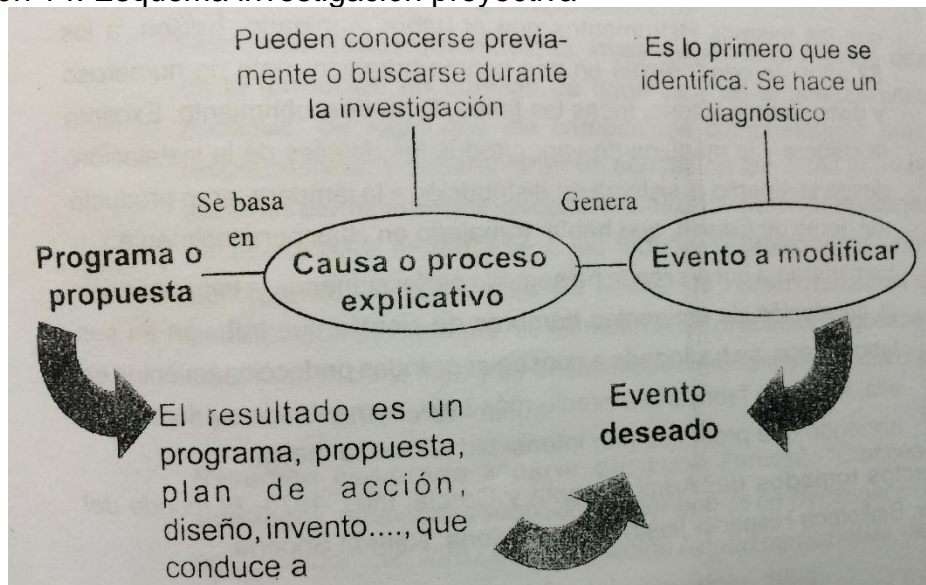
VARIABLE	APLICACIÓN	INDICADORES
RESIDUOS	Determinar cantidad de residuos	Kg
COSTO	Diagnosticar el costo de recolección	\$
ALMACENAMIENTO	Conocer espacio disponible	m3
INGRESOS	Determinar utilidades por venta	\$
RECICLAJE	Identificar nivel de residuos de acuerdo al tipo.	% material

7 DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

El proyecto que se está trabajando es de tipo investigación Proyectiva, ya que se está indagando acerca de la viabilidad y factibilidad en la implementación de un sistema de incentivos en la ciudadela universitaria Pedro Nel Gómez a partir de la recolección de residuos sólidos como el PET, el cual implica explorar el mercado de reciclaje, para luego describir como se viene desarrollando el proceso de recolección y disposición de estos residuos y finalmente explicar y proponer un nuevo sistema de incentivos, recolección y disposición de residuos por medio de máquinas reverse-vending.

Ilustración 14. Esquema investigación proyectiva



Fuente: (Hurtado de Barrera, 2010)

Para llevar a cabo y satisfactoriamente el desarrollo del proyecto, se identificarán, programarán y ejecutarán actividades cualitativas y cuantitativas para descubrir un valor agregado apuntado al desarrollo sostenible, lo que indica un enfoque mixto ya que hay que tener en cuenta el sentir y parecer de las personas, y las respectivas mediciones y parámetros cuantitativos para generar satisfacción en las personas que van a tener interacción y se van a beneficiar del sistema de recolección de residuos en el que se está trabajando.

7.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

7.2.1 ETAPA 1: En esta etapa del proyecto se realizará un diagnóstico de como es el proceso de recolección de residuos sólidos por parte de EMVARIAS y demás empresas prestadoras del servicio, y como es la respectiva disposición final de los desechos, observando el proceso operativo, y el estado actual en cuanto a condiciones funcionales del relleno sanitario La Pradera, lugar a donde van a parar los desechos generados en el área metropolitana y en municipios aledaños a la zona.

7.2.2 ETAPA 2: Determinar cómo es el manejo y disposición final que la Ciudadela Pedro Nel Gómez le da a sus residuos.

7.2.3 ETAPA 3: Idear el sistema de incentivos por reciclaje en la ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez.

En las anteriores etapas se realizarán diversas actividades como observación de procesos y revisión documental de informes realizados por las instituciones como EMVARIAS, La Pradera, etc., además de visitas y reuniones con los actores involucrados en el proceso de reciclaje de toda la ciudadela universitaria, para obtener y sustraer información y conocimiento por parte de los directamente implicados.

7.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

7.3.1 Fuentes de información.

- **Primarias:** No se ha tomado referencia de personas expertas en el tema de reciclaje, ya que se tomó como entes referenciales a entidades gubernamentales e instituciones públicas que brindan información precisa de la situación entorno al reciclaje en la ciudad de Medellín y el campus universitario Pedro Nel Gómez.
- **Secundarias:** Periódicos: El Colombiano, El Tiempo, El País, diarios: La Voz del Muro, informes oficiales de instituciones públicas: Alcaldía de Medellín,


Contraloría General de Medellín, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial; informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas: Universidad Polycentric. Corantioquia, DANE. Universidad de Antioquia, Universidad de Medellín, Institución universitaria Pascual Bravo, Institución universitaria ITM, Institución universitaria Colegio Mayor de Antioquia, artículos indexados, trabajos de grados, entre otros.

7.3.2 Técnicas para recolección de información.

- **Técnica de revisión documental (técnica etapa 1):** Esta técnica consiste en realizar un rastreo de información por medio de revisión documental, acerca de informes, indicadores, estadísticas, etc. sobre reciclaje y residuos sólidos, tanto en la ciudad de Medellín, como en el campus Universitario Pedro Nel Gómez.
- **Técnica de encuesta (técnica etapa 2):** Las encuestas es un instrumento de recolección de información que se utilizara para determinar cómo el estudiantado de todo el campus universitario Pedro Nel Gómez percibe la idea de instaurar un sistema de incentivos beneficiando a la comunidad académica y al medio ambiente.
- **Técnica de observación (técnica etapa 1 y 2):** Observar el proceso operativo de recolección y disposición final de los residuos sólidos en el campus universitario Pedro Nel Gómez, además de identificar los materiales desechados más predominantes en nuestra ciudadela universitaria por medio del análisis y evaluación de los informes suministrados por las personas encargadas de la parte ambiental de cada institución.

7.3.3 Instrumentos para registro de información.

Tabla 8. Instrumento etapa1, Encuesta

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO</p> <p>TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN CULTURA Y VIDA.</p>	INSTRUMENTO ESTAPA I: ENCUESTA	Versión:	
		Página:	
		Código:	
		fecha actualización:	
OBJETIVO: Percibir la aceptación del proyecto por parte del estudiantado de todo el campus universitario.	REALIZADA POR:		
	FECHA		
	ZONA LUGAR		
DESCRIPCION: Este formulario es elaborado con fines académicos para el desarrollo de un proyecto Universitario, por ende, se requiere que el encuestado lo realice con responsabilidad y consciencia, pues el resultado final servirá para la toma de decisiones en la viabilidad de una nueva adopción de un sistema de incentivos para el reciclaje de PET en la ciudad de Medellín, con énfasis en el campus universitario Pedro Nel Gómez a través de maquinaria reverse-vending.			
Percepción de sistema de incentivos para reciclaje de Residuos sólidos en el campus universitario Pedro Nel Gómez *Obligatorio ¿Elija su Institución Universitaria? * <ul style="list-style-type: none"> • Institución Universitaria Pascual Bravo • Institución Universitaria ITM • Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia ¿Elija su rango de Edad? * <ul style="list-style-type: none"> • 12-18 • 18-25 • 25-35 • 35-50 • 50-70 			

¿Cómo considera usted el reciclaje de residuos sólidos en la ciudad de Medellín? *

- Excelente
- Muy Bueno
- Regular
- Malo

¿Existe en su institución un sistema integral de recolección de residuos sólidos? *

- SI
- NO
- NO SE

¿En la institución usted deposita el material reciclable en sus respectivos contenedores? *

- SI
- NO

Si su respuesta anterior es "SI" Responda la siguiente pregunta: ¿Cuál de estos materiales recicla en su institución?

- Papel
- Vidrio
- Plástico
- Textiles
- Metales
- Material electrónico
- otro

Si su respuesta anterior es "NO" Responda la siguiente pregunta: ¿Cuál de los siguientes motivos es el causante de no reciclar en su institución?

- La institución no cuenta con recipientes para reciclar.
- no identifiqué cuáles son los materiales que hay que reciclar
- me da pereza leer e identificar donde depositarlo
- no me beneficia económicamente de esa actividad
- no le veo importancia
- la institución no incentiva o no tiene los medios para incentivar este tipo de actividades.

- Otro:

¿Le gustaría que la institución beneficiara a todos sus estudiantes por medio de un incentivo para reciclar? *

- SI
- NO

¿Cuál de estos beneficios le gustaría que le diera la institución por reciclar? *

- descuentos en la matricula
- pago de certificados
- descuento en la cafetería
- pago de parqueadero o gimnasio
- pago de fotocopias
- Otro:

¿Estás de acuerdo con que se disponga de puntos de acopio de material reciclable en la institución, donde te concedan saldo o puntos en tu carnet estudiantil para redimirlos con los beneficios mencionados anteriormente? *

- SI
- NO

¿Crees que al implementar este tipo de sistemas de incentivo en el campus universitario nos ayudaría a disminuir los índices de residuos y ayudaría a posicionarnos más aun como una ciudad innovadora y sostenible? *

- SI
- NO

¿Te comprometerías en adoptar este tipo de sistemas y hacer buen uso de los acopios? *

- SI
- NO

Elaboro:	Reviso:	Aprobó:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

8 RECURSOS DEL PROYECTO

8.1 RECURSO HUMANO

Para el desarrollo de este trabajo realizaron su aporte las siguientes personas:

- Yesid Alejandro Ochoa, Asesor Metodológico.
- Ricardo Ríos Morales. Estudiante de Ingeniería Industrial
- Adrián Esteban Quiceno Flórez. Estudiante de Ingeniería Industrial

8.2 RECURSOS TÉCNICOS

- Computador
- Internet.
- celular

8.3 RECURSOS INSTITUCIONALES

- Biblioteca Institución Universitaria Pascual Bravo

8.4 RECURSOS FINANCIEROS

	Valor
Alimentación	\$120.000
Papelería	\$60.000
Transporte	\$180.000
<u>Total</u>	<u>\$360.000</u>

9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

SISTEMA DE RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE MEDELLIN POR MEDIO DE MAQUINARIA REVERSE-VENDING																				
ACTIVIDADES 2016	MES				AGO				SEP				OCT				NOV			
	SEMANA				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Selección de la temática																				
2. Asesorías técnicas y metodológicas																				
3. Reuniones del equipo																				
4. Recolección de la información																				
5. Revisión del proyecto																				
6. Correcciones																				
7. Trabajo de campo																				
8. Seguimiento del proyecto																				
9. Análisis																				
10. Proceso del proyecto																				
11. Recomendaciones																				
12. Correcciones																				
13. Presentación y entrega del trabajo de grado																				

10 RESULTADOS

10.1 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE MATERIAL RECICLABLE EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ.

El proceso de recolección y manejo de residuos sólidos en el campus universitario Pedro Nel Gómez se puede decir que es muy semejante en las 3 instituciones (Pascual Bravo, ITM, Colegio Mayor), pero es importante aclarar que cada institución tiene sus metodologías para tratar cada material de estos.

El diagrama anterior es una panorámica general de como es el flujo de proceso de reciclaje en la ciudadela universitaria, existiendo pequeñas diferencias como por ejemplo el personal de aseo de cada institución son de empresas diferentes, también las cooperativas de reciclaje, cada institución decide a quien darle la disponibilidad de estos residuos y finalmente los depósitos de disposición de material son distintos en cada institución, pero cada uno sigue la misma directriz para darle cumplimiento a los requisitos del sistema de gestión, ya que cada una tiene implementado un sistema de gestión de residuos sólidos.

Ilustración 15. Diagrama de flujo recolección de material reciclable.



10.2 REGISTROS DE RESIDUOS RECUPERADOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GÓMEZ.

Se estuvo haciendo seguimiento acerca de los diferentes tipos de residuos que generaba todo el campus universitario Pedro Nel Gómez en un periodo de 6 meses, (enero-julio, de 2016), abarcando 4 conjuntos de materiales como el metal, papel y cartón, plástico y vidrio. Entre estos 4 grupos se dividen los siguientes materiales. (Los mencionados son los materiales más predominantes):

Metal:

- Aluminio
- Chatarra.

Papel y cartón:

- Papel plegadizo
- Papel archivo
- Cartón
- Tetrapack
- Periódico

Plástico:

- Pasta
- Plástico PET
- Vasos desechables
- Bolsas plásticas y envolturas

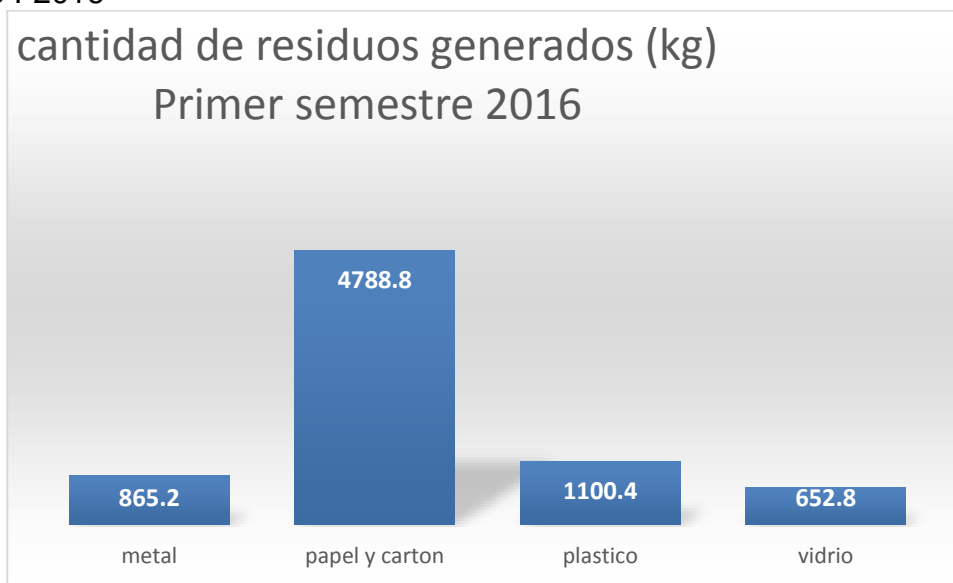
Vidrio:

- Vidrio seleccionado
- Envases de vidrio

En cada institución la cantidad varia, ya que esto depende mucho del número de cafeterías que tenga la institución, su población académica y sus carreras o sectores económicos, pero los materiales mencionados anteriormente son los más preponderantes en toda la ciudadela Universitaria.

10.2.1 Institución universitaria Colegio mayor de Antioquia. Se hizo un seguimiento de los residuos recuperados en la institución universitaria Colegio Mayor de Antioquia en el periodo I-2016, arrojando los siguientes resultados:

Ilustración 16. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en colegio Mayor, periodo I-2016



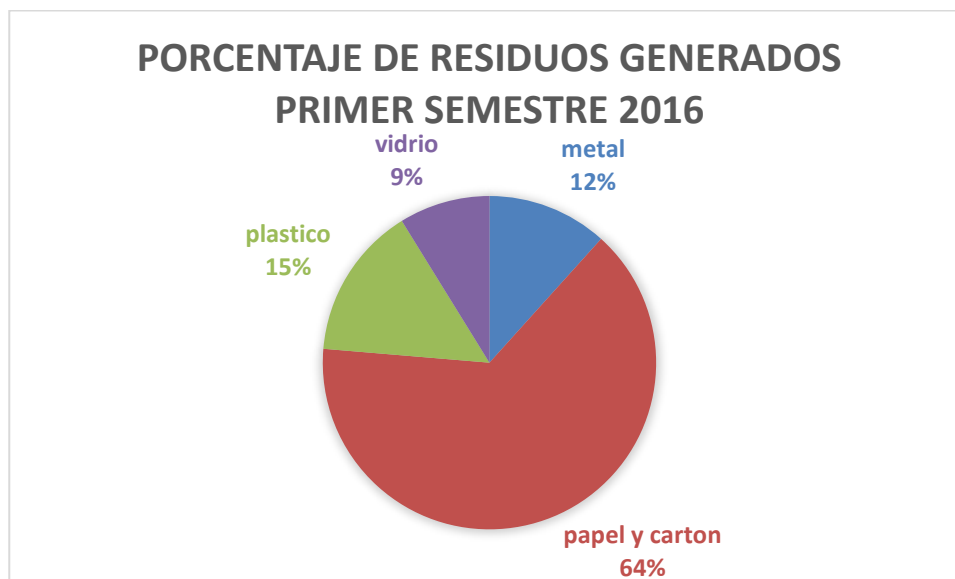
Fuente: Moreno, Edwin. Información Material Recuperable IUCMA. 2016. E-mail.

Después de la recolección de la información de los residuos sólidos generados en el Colegio Mayor de Antioquia, se analizó el porcentaje de participación de los diferentes residuos.

Tabla 9. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el colegio Mayor

DISTRIBUCION PORCENTUAL							
COLEGIO MAYOR	PLASTICO			PAPEL Y CARTON			
	Pasta	Pet	Plástico	Archivo	Cartón	periódico	Plegadiza
cantidad	139.2	560.2	401	3052.4	1062	133	541.4
porcentaje	13%	51%	36%	64%	22%	3%	11%
total	1100.4			4788.8			

Ilustración 17. porcentaje de residuos recuperables en colegio Mayor, periodo I-2016.

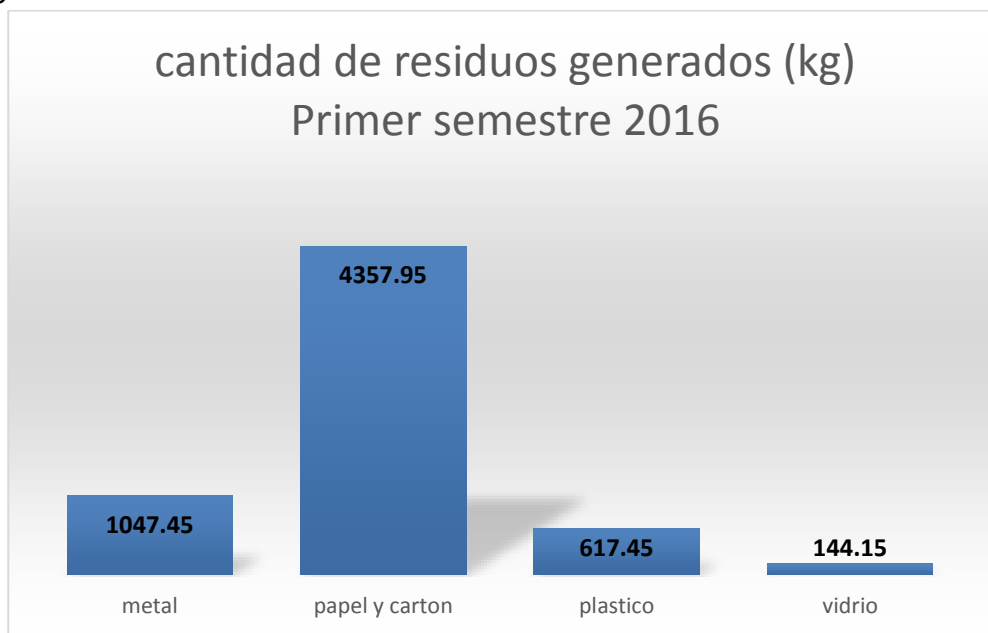


Fuente: Moreno, Edwin. Información Material Recuperable IUCMA. 2016. E-mail.

Se logra observar en las gráficas que el material más predominante es papel y cartón con un porcentaje de representación del 64%, aproximadamente 4,7 toneladas generadas en estos 6 meses. El material vinculante es el papel archivo y cartón.

10.2.2 Institución universitaria ITM. De igual manera que en el Colegio Mayor, también se realizó un seguimiento de los residuos recuperados en la institución universitaria ITM en el periodo I-2016, arrojando los siguientes resultados:

Ilustración 18. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en el ITM, periodo I-2016

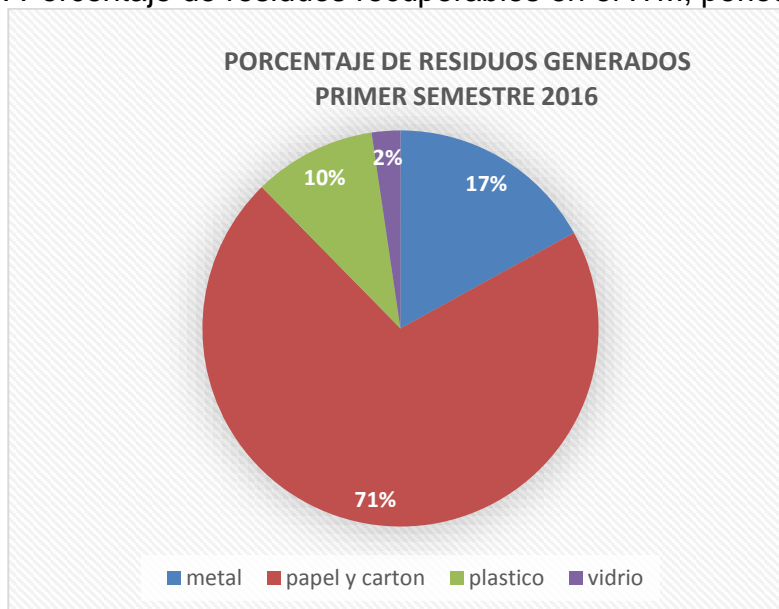


Fuente: Marin Arias, Marcela. Aforo 2016. 2016. E-mail.

Tabla 10. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el ITM

DISTRIBUCION PORCENTUAL							
	PLASTICO			PAPEL Y CARTON			
ITM	Pasta	Pet	Plástico	Archivo	Cartón	periódico	Plegadiza
cantidad	74.1	296.4	247.0	1462.75	2294.95	600.25	0
porcentaje	12%	48%	40%	34%	53%	14%	0%
total	617.45			4357.95			

Ilustración 19. Porcentaje de residuos recuperables en el ITM, periodo I-2016.

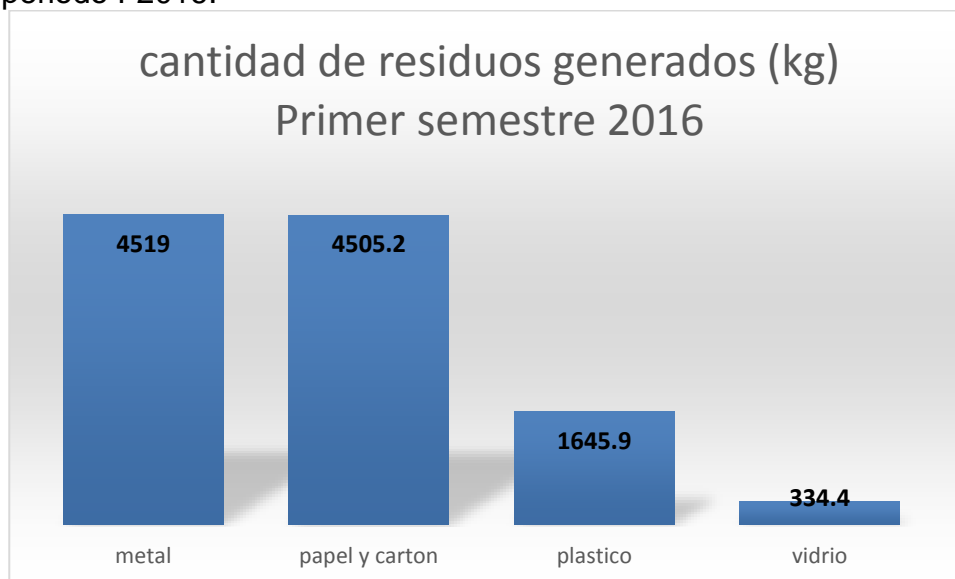


Fuente: Marin Arias, Marcela. Aforo 2016. 2016. E-mail.

En esta institución se evidencia cantidades importantes en los residuos de papel y cartón, contrario a la institución Colegio mayor en donde la mayoría de sus residuos estaba representada en plástico y metal. En comparación con el Mayor, el ITM supera en 8 veces la cantidad y en el plástico el mayor supera al ITM aproximadamente en el doble. Como se mencionó anteriormente el comportamiento de los materiales en cada institución es diferente una de la otra.

10.2.3 Institución universitaria pascual Bravo. En la institución universitaria Pascual Bravo de igual manera se hizo seguimiento a los residuos en el mismo periodo que las dos instituciones anteriores y este fue el resultado que arrojó:

Ilustración 20. Cantidad en kilogramos de residuos recuperables en el Pascual Bravo, periodo I-2016.



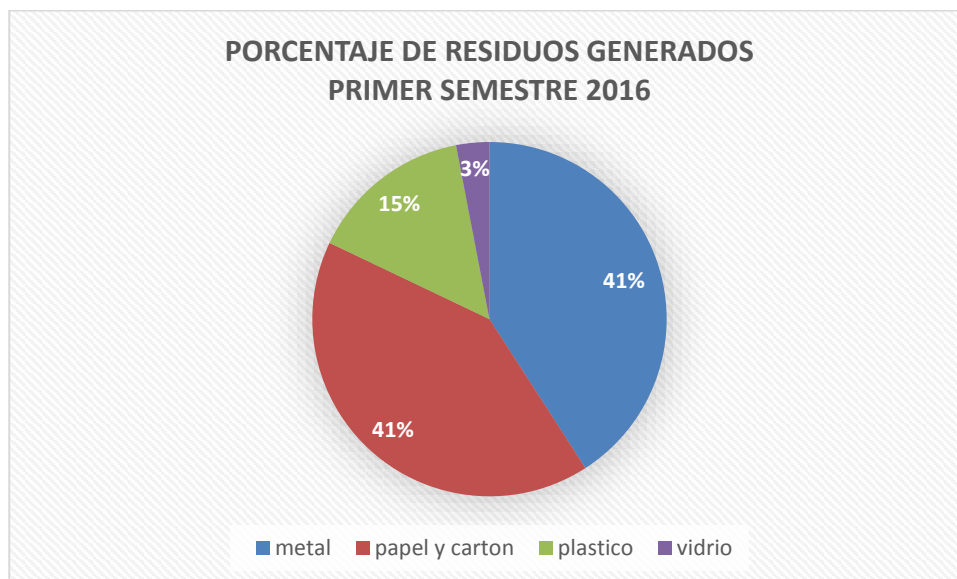
Fuente: Zambrano, Bernabe Alvarado. Reporte Reciclaje. 2016. E-mail.

De igual manera como se realizó en el ITM, en la Institución Universitaria Pascual Bravo se recolecto la información de residuos generados y se analiza el porcentaje de participación de materiales como plásticos, papel y cartón que son uno de los objetos de estudio de este proyecto.

Tabla 11. Distribución de materiales plásticos, papel y cartón en el Pascual Bravo

DISTRIBUCION PORCENTUAL							
	PLASTICO			PAPEL Y CARTON			
PASCUAL BRAVO	Pasta	Pet	Plástico	Archivo	Cartón	periódico	Plegadiza
cantidad	248.6	988.7	408.6	2046.4	1620.6	352.6	485.6
porcentaje	15%	60%	25%	45%	36%	8%	11%
total	1645.9			4505.2			

Ilustración 21. Porcentaje de residuos recuperables en el Pascual Bravo, periodo I-2016.

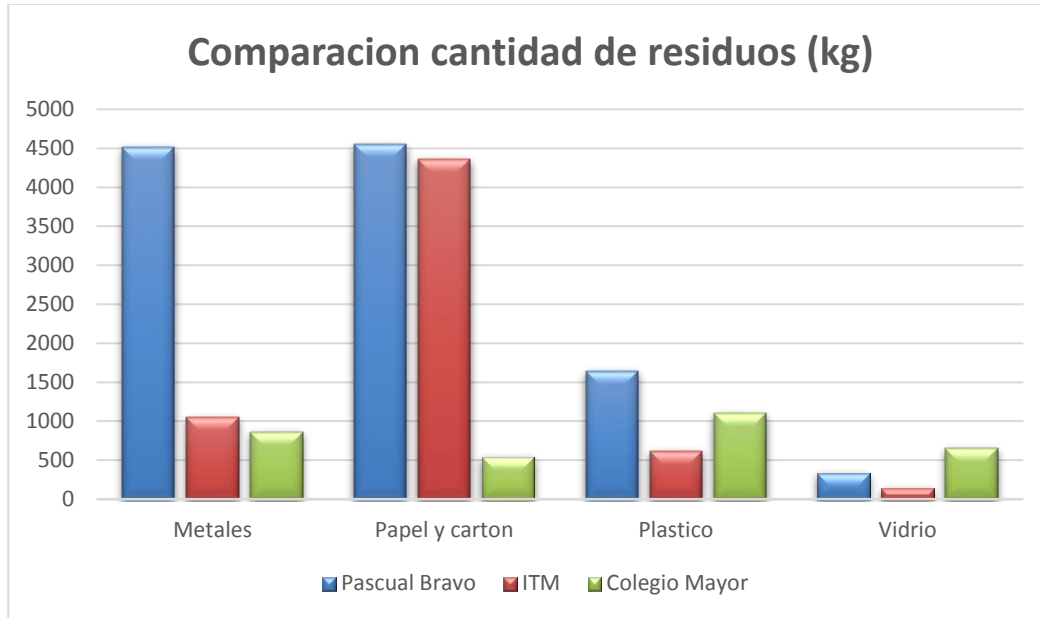


Fuente: Zambrano, Bernabe Alvarado. Reporte Reciclaje. 2016. E-mail.

Se observa que el metal, el papel y el cartón en el pascual bravo están en la misma cantidad de generación, aproximadamente 4,5 toneladas este primer semestre, siendo una cifra mayor en comparación con las demás instituciones, de igual manera el plástico y el vidrio también fueron materiales superiores que en las otras dos instituciones, siendo superados más del doble respectivamente.

10.2.4 Comparación de residuos sólidos generados por cada institución.

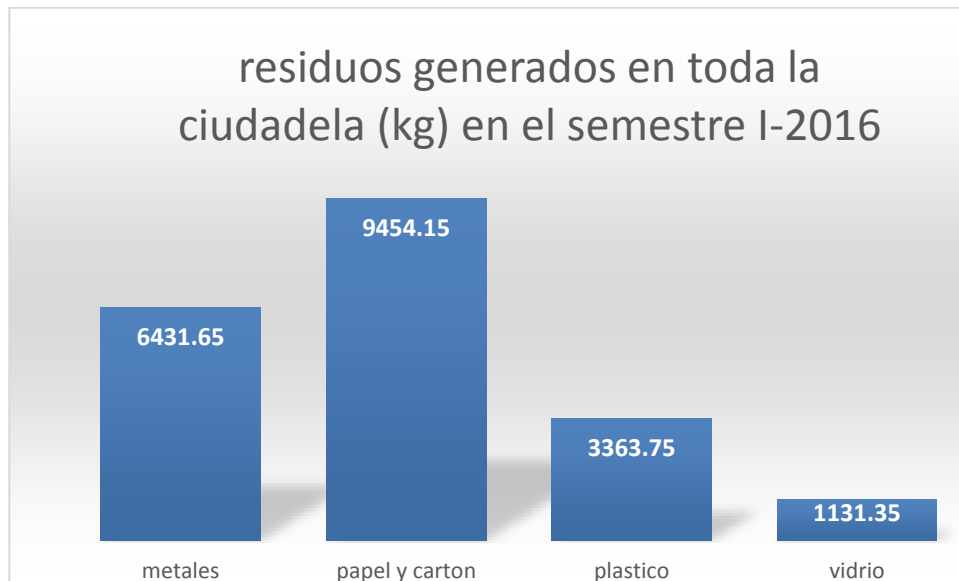
Ilustración 22. comparación de cantidad de residuos generados por cada institución.



La grafica muestra un comportamiento muy interesante, ya que se puede observar que la institución que más genera residuos es el Pascual Bravo, seguida del ITM y finalmente el Colegio Mayor, además se puede destacar también que el residuo metal es muy representativo en el pascual bravo, esto se debe a que como es una institución que lleva un legado metalmecánico la generación de este residuo podría ser causado por las actividades en sus laboratorios. Por otro lado, el comportamiento del residuo plástico y vidrio es muy similar en cuanto a cantidad en las 3 instituciones y finalmente el Colegio Mayor tiene una generación de residuos muy homogéneo en sus 4 tipos de desechos, no es tan disperso como lo es en las otras dos instituciones.

10.2.5 Total, de residuos generados en la ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez, primer semestre de 2016.

Ilustración 23. Cantidad total de residuos generados en la ciudadela universitaria I-2016.



10.3 LUGARES DE ACOPIO DE MAQUINA REVERSE-VENDING EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GÓMEZ.

10.3.1 Institución universitaria Pascual Bravo.

De acuerdo a la distribución de los bloques y al tránsito de las personas por el campus universitario, el sitio más idóneo para establecer el lugar de operación de las maquinas reverse-vending, es en el punto señalado del mapa (A), ya que en el punto A es donde está ubicado el restaurante más grande y transitado de toda la institución y por ende todos los residuos como botellas plásticas, latas de gaseosa y papeles giran en torno a este lugar.

Ilustración 24. Campus universitario Pascual Bravo (sector robledo)



Fuente: <http://www.pascualbravo.edu.co/index.php/lainstitucion/campusrobledo>, 2016.

El lugar señalado como el punto A donde ira el dispositivo de recolección hace alusión al restaurante central que se puede visualizar mediante la siguiente ilustración:

Ilustración 25. Foto del lugar donde se situará la maquina reverse-vending en la institución Pascual Bravo.



10.3.2 Institución Universitaria ITM.

El lugar demarcado en el mapa (B) es el lugar más acorde para instalar la maquina reverse-vending en la institución ITM ya que en esta plazoleta es donde se agrupan todos los restaurantes de la institución y es el punto central de todo el campus

Ilustración 26. Campus universitario ITM (sector robledo)



Fuente: Correa, Alejandro. Distribución Campus ITM. 2016. E-mail.

El lugar señalado como el punto B donde ira el dispositivo de recolección hace alusión a la plazoleta central donde están ubicado la mayoría de restaurantes y tiendas de la institución ITM en la siguiente imagen:

Ilustración 27. Foto del lugar donde se situará la maquina reverse-vending en la institución ITM.



10.3.3 Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

De igual manera que en las dos instituciones se pensó instalar la maquina en la tienda o restaurante principal de la institución, y esta está localizado en la parte trasera de todo el campus, ya que es allí donde más se concentra y concurre todo el estudiantado de la institución.

Ilustración 28. Campus universitario Colegio Mayor de Antioquia (sector robledo).



Fuente: Gonzales Román, Geidy Yohana. Plano De Localización IUCMA. 2016. E-mail.

El lugar señalado como el punto C donde ira el dispositivo de recolección hace alusión al restaurante central del mayor que se puede visualizar mediante la siguiente ilustración:

Ilustración 29. Foto del lugar donde se situará la maquina reverse-vending Colegio Mayor de Antioquia.



10.4 SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE MAQUINARIA REVERSE-VENDING EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ.

De acuerdo al tipo de residuos que más se genera en la ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez se deduce que la maquinaria más idónea para implementar sería una almacenadora y compactadora de papel, ya que es el residuo más predominante en todo el campus, pero haciendo el sondeo en la búsqueda de la maquinaria se encontró que las que ya existen solo procesan material plástico, metal o vidrio; si se requiriera una que tuviera también un compartimento o un proceso más para reciclar y almacenar papel habría que mandarla a diseñar y fabricar y el costo de adquisición sería muy elevado. Por eso se decidió implementar una máquina que tuviera tres tipos de desechos: botellas de PET, latas de aluminio, vasos de plástico y tapas para gaseosa, siendo una máquina común que se puede adquirir en cualquier mercado internacional (China, Alemania, Japón, España, Costa Rica, etc.).

10.4.1 Características de maquinaria reverse vending seleccionada.

Existen muchos proveedores que puedan suministrar este tipo de máquina, pero por facilidad en negociación, soporte y precio, se decidió elegir la empresa española eco main, ya que además de su pronta respuesta fueron uno de los pocos que mostraron interés.

Ilustración 30. Logo empresa máquina *reverse-vending*.



Fuente: www.ecomain.es, n.d

Ecomain nace para satisfacer un mercado verde que acaba de nacer, es una empresa joven que lanzó en septiembre 2013 la primera Reverse Vending Machine en España después de dos años de investigación. Son fabricantes y distribuidores, además cuentan con instalaciones propias de I+D+I y servicio técnico disponible 24 horas. Cuenta con más de 15 modelos diferentes de máquinas para todo tipo de materiales, siendo la E.EC3 elegida para satisfacer nuestra necesidad en el campus universitario Pedro Nel Gómez.

Ilustración 31. Máquina reverse vending ecomain E.EC3



Fuente: www.ecomain.es, n.d

Sistema compactador de residuos ecológico con reducción de hasta un 90% del volumen inicial. Separación y compactación automática de residuos. Estructura en acero de alta calidad y pintura en polvo con RAL 9016. Sistema protegido por 4 patentes internacionales registradas. Conformidad: normativa y certificación registrados CE. Cumplimiento de los estándares de seguridad, sistemas anti-intrusiones, anti-atasco y anti-vandalismo. Protecciones eléctrico/electrónica según Normativa de máquinas.

Pantalla LCD alfanumérica retro iluminada con estado de funcionamiento de la máquina y guía de usuario. Posibilidad de gráficos personalizados.

Material recogido: botellas de PET, latas de aluminio, vasos de plástico, compartimento tapones.

Compartimentos: 3 con compactación.

Tabla 12. Datos técnicos E.EC3

Dimensiones (Ancho, fondo, alto)	Peso	Alimentación	Potencia	Fonometría (Ruido)	Tiempo de ciclo de compactación
880x620x1530	190 kg	230V/50Hz	0.21 W standby hp 1,0 - 0,75 kW – A 5,6	< 70 dB	Hasta 2 botellas/seg

aberturas	# de contenedores	Volumen de almacenamiento	# de latas por contenedor	# de vasos por contenedor	# de botellas (0,5lts) por contenedor
3	3	aprox. 450 litros	aprox. 800	aprox. 900	aprox. 210

De acuerdo a las especificaciones de la maquinaria reverse vending E.EC3, Las capacidades de almacenamiento tanto de los vasos de pet y las bebidas en latas de aluminio se extraen de cálculos muy simples como, por ejemplo: Una botella de PET de 0,5Litros pesa aproximadamente 28 gramos, multiplicado por la cantidad especificada en la maquina nos da 5880 gramos, es decir, 5,8 kg. Las latas de aluminio pesan 15 gramos, es decir, 12 kg y los vasos desechables pesan aproximadamente 3 gramos, es decir, 2,7 kg.

Sumando las cantidades de plástico entre vasos desechables y botellas de PET se calculan unos 8,5 kilogramos de capacidad. Tomando como referencia el Pascual Bravo, que es la institución que más genera desechos, (aproximadamente 270kg mensuales), estaríamos recopilando diariamente 9 kilogramos, es decir, una cantidad muy semejante a la que se estima recopilar con la máquina.

10.5 COMPORTAMIENTO Y PROPIEDADES DEL SISTEMA

De acuerdo a la maquina identificada que hará parte del sistema que interactuará con los estudiantes y todo el personal del campus universitario Pedro Nel Gómez, se quiere que sea una máquina de fácil manejo y que su proceso de operación sea lo más rápido y efectivo posible.

El usuario llevara sus residuo reciclable al lugar donde están dispuestas las maquinas e introducirá el material en ella, (lastas de gaseosa, botellas plásticas, tapas y vasos desechables), una vez hecho este proceso, la maquina identificara el material y le pedirá la identificación al usuario, (el usuario se identificara con el carnet estudiantil), luego de procesar el material, la maquina automáticamente le carga un saldo o unos puntos al carnet, ya que el dispositivo tendrá sistemas de lectores de tarjetas RFID y estará enlazada con la base de datos de los estudiantes y todo el personal de la ciudadela universitaria.

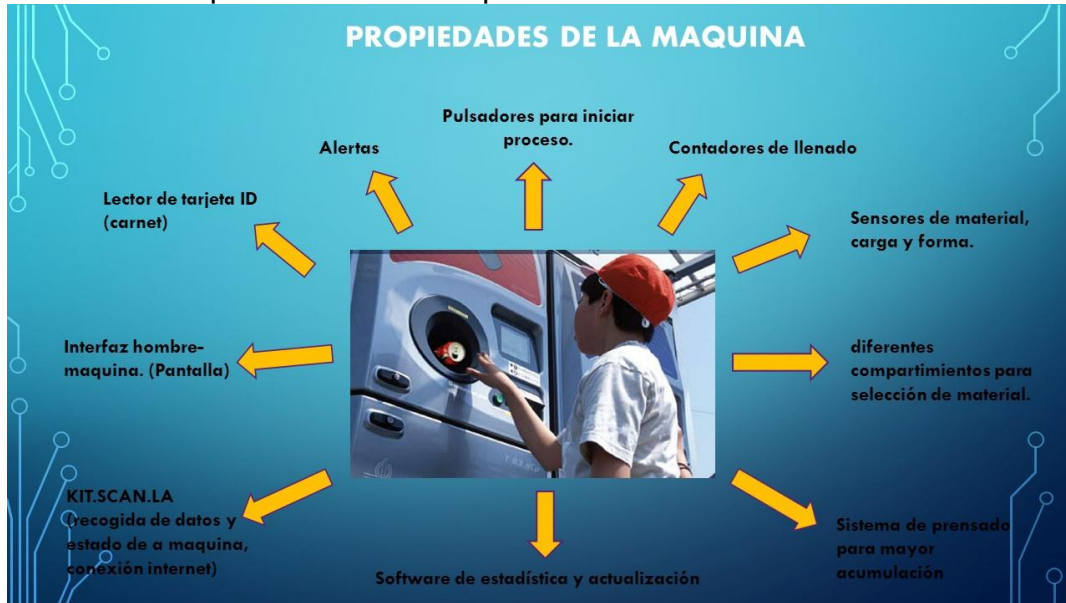
Finalmente, el residuo será almacenado y compactado en las maquinas, mostrando siempre en tiempo real indicadores como cantidad, tipo de material, etc. Además de generación de alarmas una vez alcance el tope de la cantidad procesada.

Ilustración 32: Producto mínimo viable.



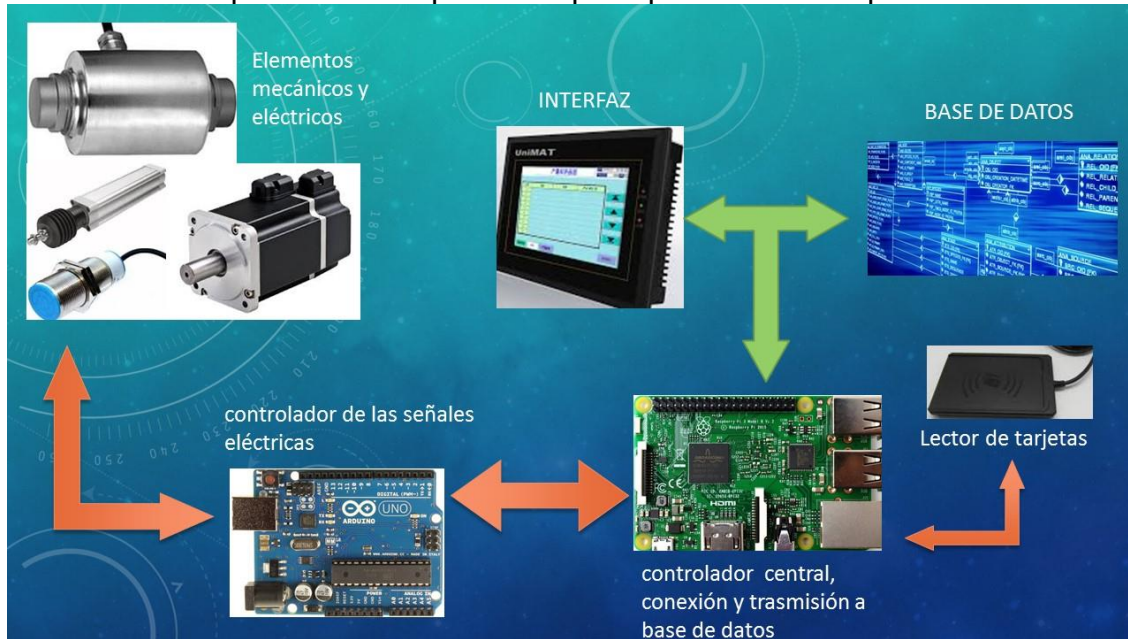
La diversidad de características y propiedades de la maquinaria permitirá un sistema multifuncional para la recolección de los diversos residuos, amigable y fácil de manipular.

Ilustración 32. Propiedades de la maquinaria



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33. Esquema de componentes principales de la maquinaria



Como se dijo anteriormente y de acuerdo a la ilustración 33 y 34 la maquina tendrá diferentes actuadores electromecánicos que ayudan a almacenar y compactar los residuos, además de permitir el ingreso del material.

Tendrá un sistema de gestión enlazado a un software en donde se podrá apreciar en tiempo real el comportamiento y los indicadores que la maquina va generando, esto con el fin de ayudar a la toma de decisiones y a la fácil administración y sostenimiento del sistema.

Las maquinas contarán con pantallas LCD donde se podrán observar mensajes institucionales y publicitarios, plasmando contenidos como indicadores ambientales, noticias, desarrollos tecnológicos y eventos académicos, aportando información valiosa que ayuden a crecer el pensamiento y el nivel de consciencia de todos los que interactúan con ella.

10.6 IMPACTO AMBIENTAL LOGRADO EN LA CIUDELA UNIVERSITARIA PEDRO NEL GÓMEZ.

Trabajando conjuntamente con la cooperativa de reciclaje Recimed, que es la prestadora del servicio de recolección y disposición de los materiales reciclables en la institución universitaria Pascual Bravo, se extrajeron unos indicadores ambientales, logrando evidenciar el ahorro significativo en temas como espacio en relleno sanitario, disminución en el consumo de agua, de árboles y de energía, tomada a partir de la generación de residuos reciclables en el periodo I-2016 en el campus universitario Pedro Nel Gómez.

Tabla 13. Indicadores ambientales en la ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez, periodo I-2016

MATERIALES	PASCUAL BRAVO	COLEGIO MAYOR	ITM
Metales	4519	865	1047
Papeles y cartones	4554	541	4357
Plástico	1645	1100	617
Vidrio	334	652	144
Indicadores ambientales			
AHORRO ENERGIA (KW-Hora)	11,700	1,404	11,310
AHORRO AGUA (litros)	337,800	39,960	313,500
AHORRO MINERALES (petróleo) litros	4,081	5,284	2,083
ARBOLES	72	9	69
DISMINUCION EMISION DE CO2 (Kg)	1,410	162	1,200
ESPACIO RELLENO SANITARIO (m3)	11	2	10

Fuente: Alzate, Johan. Aforo Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez. 2016. E-mail.

10.7 ANALISIS DE DATOS ENCUESTA REALIZADA

En la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez se les realizó a los estudiantes una encuesta para identificar cual era el nivel de aceptación y percepción del proyecto de residuos sólidos, como percibían el reciclaje en Medellín, que beneficios les interesaría recibir por la actividad de reciclar, entre otras cosas, y después de la recolección de la información se realizó un respectivo análisis con el que se determina lo siguiente:

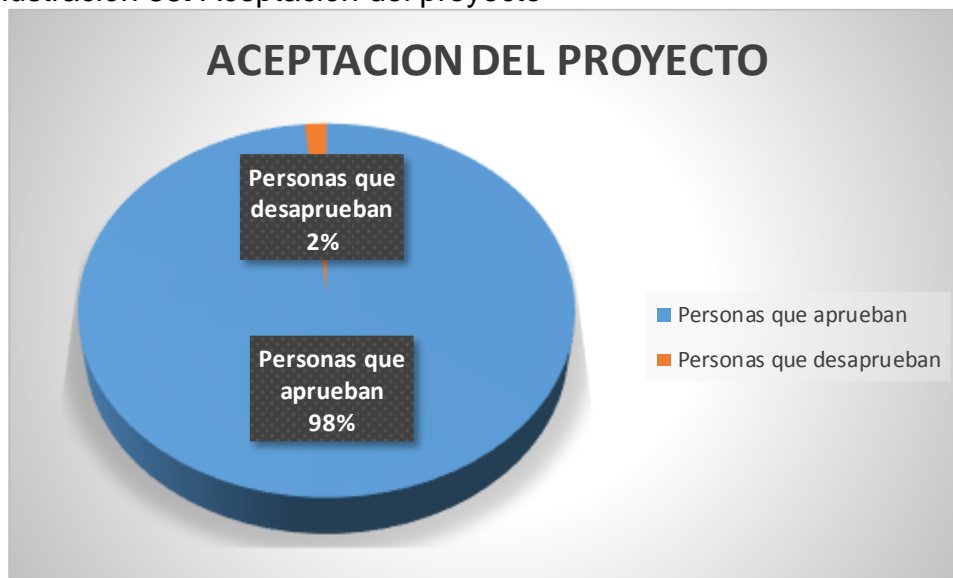
- **Aceptación del proyecto por parte del estudiantado**

Se concluye con los resultados obtenidos por la encuesta que el 98% de los estudiantes equivalente a 257 personas, de una población de 261 personas encuestadas, percibe el proyecto de una manera positiva y por ende le da su aceptación frente al 2% de los estudiantes equivalente a 4 personas que no están de acuerdo con la implementación del proyecto.

Tabla 16. Resultados aceptación del proyecto

ACEPTACION DEL PROYECTO		
	N°	%
Personas que aprueban	257	98,47
Personas que desaprueban	4	1,53
Total Personas encuestadas	261	100

Ilustración 35. Aceptación del proyecto



- **Incentivos por actividad de reciclar**

Después de haberle realizado a los estudiantes las diferentes propuestas de incentivos por reciclar en sus diferentes instituciones, se da a conocer la mayor muestra representativa de interés por dichas propuestas, que equivale al 70,5 % del total de respuestas de la encuesta, donde se evidencia un agudo gusto por recibir beneficios tales como: descuentos en pago de la matrícula, descuentos en pago de certificados, pago de fotocopias, pagos en la cafetería, pago de parqueadero, pago de gimnasio, entre otros.

Tabla 17. Sondeo beneficios económicos.

BENEFICIOS	CANTIDAD PERSONAS	%
Descuentos matricula	85	32,57
Descuentos en la matricula, pago de certificados, descuento en la cafeteria, pago de parqueadero o gimnasio, pago de fotocopias	28	10,73
Pago de fotocopias	21	8,05
Descuentos cafeteria	18	6,90
Descuentos en matricula y cafeteria	12	4,60
Pago de parqueadero y gimnasio	8	3,07
descuentos en la matricula, pago de parqueadero o gimnasio	7	2,68
Pago de certificados	5	1,92
Total	184	70,50
Personas encuestadas	261	100

- **Percepción del reciclaje en Medellín**

Se le pregunto a los estudiantes como percibían el sistema de reciclaje en la Ciudad de Medellín para recolectar información que sirviera para apalancar la necesidad de crear un mejoramiento en el sistema de recolección de residuos de la ciudad, y los hallazgos fueron los siguientes:

Tabla 18. Percepción del reciclaje en Medellín

PERCEPCION RECICLAJE EN MEDELLIN	N° personas
Excelente	4
Muy bueno	32
Regular	171
Malo	54

- **Sondeo conocimiento de sistemas de reciclaje en la ciudadela.**

De igual manera se indago a los estudiantes sobre su conocimiento acerca de la existencia de un sistema integral de reciclaje en la Ciudadela Universitaria y se evidencia las siguientes respuestas:

Tabla 19. Sondeo conocimiento de sistemas de reciclaje

¿EXISTE UN SISTEMA DE RECICLAJE EN LA CIUDELA UNIVERSITARIA?			
	SI	NO	NO SE
N° estudiantes	153	19	89

Con esto se evidencia que hay que establecer estrategias para fortalecer la cultura de reciclaje en la zona de estudio, ya que los actores que día a día interactúan y tienen contacto con el medio, tienen un bajo nivel de empoderamiento ambiental para pretender realizar acciones de preservación por el medio ambiente.

- **Percepción del proyecto en disminución de residuos y aportes en innovación y sostenibilidad según diferentes edades.**

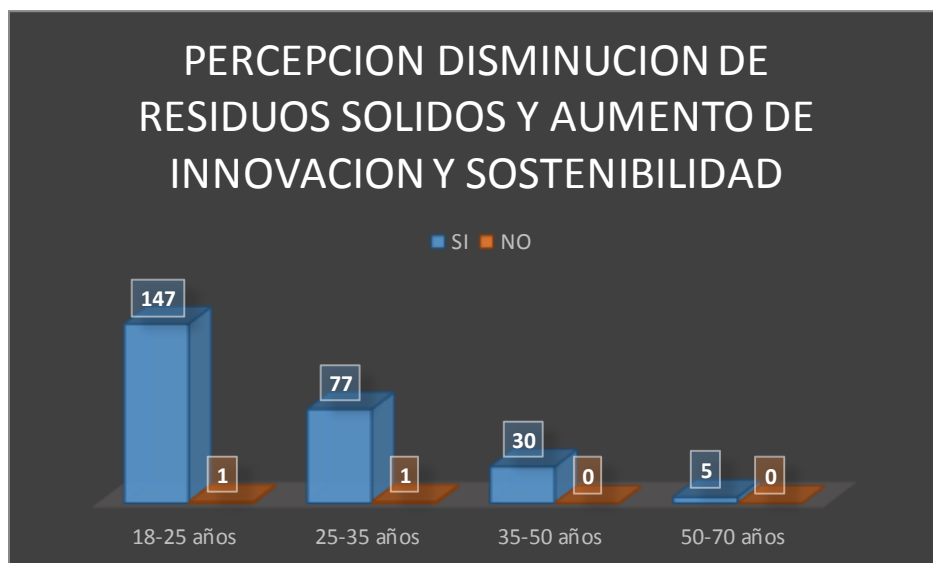
La encuesta realizada la realizaron diferentes personas en diferentes rangos de edades, con el objetivo de identificar el sentir de las personas con respecto al proyecto desde diferentes pensamientos y edades, se puede evidenciar y encontrar lo siguiente:

Tabla 20. Percepción del proyecto según edades

PERCEPCION DEL PROYECTO SEGÚN EDADES				
Rango de edades	Numero de personas	% de personas	¿Disminuirá nivel de residuos sólidos aportando a la innovación y sostenibilidad?	
			SI	NO
18-25 años	148	56,70	147	1
25-35 años	78	29,89	77	1
35-50 años	30	11,49	30	0
50-70 años	5	1,92	5	0

De la muestra de datos se obtiene que el 56,70% de los encuestados son personas de los 18 a los 25 años de edad, donde 147 de ellos perciben el proyecto como una oportunidad para aportar a la innovación y a la sostenibilidad, y solamente 1 persona no observa posibles beneficios. De ahí le siguen las personas en un rango de edad de los 25 a los 35 años quienes tuvieron una participación del 29,89% donde 77 de ellos destacan los beneficios mencionados anteriormente, y solo 1 persona no observa beneficios. De los 35 a los 50 años hubo 30 personas para un porcentaje de 11,49% donde todos perciben posibles beneficios. Por último, se encuentra el rango de edad de 50 a 70 años con 5 personas, que representa un porcentaje de participación del 1,92% de la muestra, en este segmento todos observan el proyecto positivamente.

Ilustración 36. Percepción disminución de residuos sólidos y aumento de innovación y sostenibilidad



10.8 ANALISIS DE INGRESOS MONETARIOS POR VENTA DE RESIDUOS SOLIDOS

Se realizó un estudio con base en la cantidad total de residuos de cada institución, y con base en el precio de compra actual de cada residuo para determinar cuál sería el margen de ingresos en la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez por venta de los mencionados anteriormente.

Tabla 21. Valor de residuos reciclados en la ciudadela universitaria Pedro Nel Gómez periodo I-2016.

INGRESOS ECONOMICOS POR VENTA DE RECICLAJE CAMPUS UNIVERSITARIO PEDRO NEL GOMEZ SEMESTRE 1-2016				
TOTALES:	\$ 8,772,020.53			
	ELEMENTO	KG	PRECIO DE COMPRA \$	INGRESO \$
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO	Plástico			
	Pasta	248.6	\$ 350	\$ 87,010
	Pet	988.7	\$ 657	\$ 649,576
	Plástico	408.6	\$ 180	\$ 73,548
	Cartón y papel			
archivo	2046.4	\$ 566	\$ 1,158,262	

	Cartón	1620.6	\$	160	\$	259,296
	Periódico	352.6	\$	110	\$	38,786
	Plegadiza	485.6	\$	50	\$	24,280
	Vidrio	334.4	\$	130	\$	43,472
	metal (chatarra)	4519	\$	370	\$	1,672,030
	TOTAL					\$ 4,006,260.30
INSTITUCION UNIVERSITARIA ITM	Plástico					
	Pasta	74.1	\$	350	\$	25,935
	Pet	296.376	\$	657	\$	194,719
	Plástico	246.98	\$	180	\$	44,456
	Cartón y papel					
	archivo	1462.75	\$	566	\$	827,917
	Cartón	2294.95	\$	160	\$	367,192
	Periódico	600.25	\$	110	\$	66,028
	Plegadiza	0	\$	50	\$	-
	Vidrio	144.15	\$	130	\$	18,740
	metal (chatarra)	1047.45	\$	370	\$	387,557
	TOTAL					\$ 1,932,542.43
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIO MAYOR DE ANTIOQUIA	Plástico					
	Pasta	139.2	\$	350	\$	48,720
	PET	560.2	\$	657	\$	368,051
	Plástico	401	\$	180	\$	72,180
	Cartón y papel					
	archivo	3052.4	\$	566	\$	1,727,658
	Cartón	1062	\$	160	\$	169,920
	Periódico	133	\$	110	\$	14,630
	Plegadiza	541.4	\$	50	\$	27,070
	Vidrio	652.8	\$	130	\$	84,864
	metal (chatarra)	865.2	\$	370	\$	320,124
	TOTAL					\$ 2,833,217.80

Después de haber hecho la relación de las cantidades de residuos generados con sus respectivos precios de compra se pudo determinar que los ingresos de la ciudadela universitaria por venta de las materias recolectada es una suma monetaria de \$8,772,020.53 distribuidas en las tres universidades de la siguiente manera:

- Institución Universitaria Pascual Bravo: \$ 4,006,260.30
- ITM: \$ 1,932,542.43
- Colegio Mayor de Antioquia: \$ 2,833,217

La implementación de este sistema de reciclaje a través de la tecnología *reverse-vending* sin lugar a duda optimizara el manejo que hoy se le dan a los residuos sólidos en el foco de estudio de este proyecto, como lo es la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez donde diariamente se generan grandes cantidades de desechos producto de las actividades cotidianas que allí se desempeñan, y con proyecciones mensuales, semestrales y anuales se convierten en millones de toneladas residuales que como destino final tienen parques naturales como La Pradera.

Medellín hoy, es una ciudad que avanza en tecnología e innovación, y con este conocimiento busca combatir la problemática ambiental que hoy vive a causa de la falta de programas para dinamizar los procesos operativos tradicionales que realizan, y a falta de la cultura que la ciudadanía hoy no acoge. La cultura es la raíz y base del desarrollo desde cualquier dimensión y localidad, y para esto, es necesario incursionar en la implementación de programas en los que se les muestre a todos sus habitantes los grandes problemas ambientales que se viven junto con todos sus perjuicios y deficiencias, al igual que realizar una sensibilización del debido manejo que se le deben dar a los residuos generados y el ético comportamiento que se debe tomar con los lugares naturales y públicos como los son los parques, ríos y quebradas; con el fin de realizar una construcción de cultura de preservación que sea desarrollada, mantenida y transmitida a toda la ciudadanía.

El compromiso por dar fortaleza al desarrollo de proyectos sostenibles para mitigar y minimizar los impactos ambientales debe iniciar por los entes públicos y privados que en función de sus actividades diarias más aportan en materia de contaminación y desgaste ambiental. La Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez con sus diversos proyectos que hoy se desarrollan y ejecutan en los tres entes académicos, como lo es el desarrollo de energía limpia y la reutilización de energías renovables busca contextualizar el manejo de los residuos sólidos de una manera sostenible donde se pueda brindar bienestar a todos los actores involucrados tanto internos como externos y realizar un aporte a la calidad de vida desde las diferentes dimensiones.

La solución integral que hoy se plantea a parte de traer consigo beneficios ambientales, trae consigo beneficios económicos a corto mediano y largo plazo para todas las personas que decidan interactuar con el proyecto y para las instituciones que decidan ponerlo en ejecución. Los estudiantes, profesores y demás trabajadores de la ciudadela que decidan usar el servicio funcional de dicho modelo recibirán estímulos económicos que se verán reflejados en la disminución del costo por servicios tomados en el mismo lugar, entre ellos se pueden encontrar, descuentos en pago de matrícula, descuento en pago de cafetería descuentos en pago de certificados, fotocopias y demás papelería, descuentos en pago de parqueadero entre otros. Esta serie de beneficios ayudara a crear y desarrollar cultura de reciclaje en la población que a su vez inicia y contribuye a la toma de comportamientos éticos y educados con el medio ambiente.

Las instituciones, que en este caso es la ciudadela universitaria mencionada anteriormente, al implementar el modelo, disminuirán notoriamente los costos operativos en que tienen que incurrir con empresas contratistas como RECIMED para la recolección y clasificación de los diferentes residuos sólidos, y posteriormente los costos logísticos que vienen anclados al manejo de los residuos, por desplazamiento y puesta en el lugar final de disposición.

La finalidad del proyecto es brindar soluciones en materia de sostenibilidad donde se puedan obtener ganancias desde las diferentes dimensiones, como lo es la ambiental, la económica y la social, para así generar bienestar y desarrollo integro en las diferentes localidades y a las diferentes comunidades.

11 CONCLUSIONES

- Con este proyecto se pudo realizar un diagnóstico para identificar el manejo que las tres instituciones universitarias pertenecientes a la Ciudadela Universitaria Pedro Nel Gómez les dan a los residuos sólidos, y determinar que se necesita implementar un sistema como modelo operacional capaz de integrar la recuperación de los residuos sólidos, con la minimización de costos y los impactos ambientales causados por la indebida disposición final de los desechos.
- Aun no existe una cultura de reciclaje en los estudiantes, profesores y trabajadores de las diferentes universidades que se analizaron; debido que la preservación ambiental es una tarea colectiva, es de gran importancia iniciar una sensibilización estratégica con soluciones económicas para los individuos, hasta lograr la toma de conciencia de la población y por ende el empoderamiento de una cultura ciudadana que permita salvaguardar el medio ambiente.
- Aunque se han realizado muchas campañas de capacitación y sensibilización con inversiones elevadas en recursos, aun no existe esa herramienta o esa manera de captar al usuario para que destine el residuo en los recipientes que corresponde, lo que nos hace preguntar si la solución está en los dos caminos de la sanción o el incentivo.
- Medellín y Colombia en general vienen trabajando desde hace mucho tiempo en la sostenibilidad ambiental y el compromiso social y animal. Este compromiso se refleja en la creación de políticas públicas como por ejemplo el incentivo al reciclaje, la capacitación y formalización de recicladores y los sistemas y planes de gestión que se han elaborado en todo el territorio nacional, esto es una señal de que vamos por muy buen camino.
- Hasta la época solo en Medellín se está reciclando aproximadamente el 13% de los residuos generados anualmente, pero según los trabajos realizados y las proyecciones generadas se espera que este indicador crezca exponencialmente año tras año.

12 RECOMENDACIONES

- Realizar un mayor aprovechamiento de la sinergia que hoy tienen las tres universidades y maximizar la retroalimentación de las lecciones aprendidas que han dejado las nuevas metodologías a causa de los nuevos proyectos ejecutados, para la respectiva optimización de procesos en cualquiera de los entes académicos.
- La institución Universitaria Pascual Bravo en el transcurso de su historia académica se ha caracterizado por formar profesionales íntegros, competentes y dinámicos en los diferentes sectores para los diversos mercados, pensando en la constante mejora continua de la educación como eje transversal y articulador del desarrollo social, se recomienda brindar más interés a las iniciativas que toman y presentan los estudiantes de la institución, ya que hay debilidades en el apoyo y contribución; acceder a la información de carácter pública se convierte más en un proceso obstructor que en un proceso de asistencia y acompañamiento, lo que desmotiva y desacelera el desarrollo del conocimiento.
- Medellín viene consolidándose como una de las ciudades más innovadoras y sostenibles de todo el mundo, es por eso que es importante involucrar a todos los actores de la sociedad a este tipo de proyectos e ideas, para que juntos se establezcan directrices que ayuden mitigar el daño ambiental causado por las actividades diarias propias del ser y además de ayudar a posicionar esta ciudad aún más dentro del círculo de ciudades más ingeniosas y comprometidas con la responsabilidad social empresarial y el cuidado del medio ambiente.
- Es de suprema importancia crear lazos de amistad entre sector público y privado para jalonar y apoyar ideas y proyectos que tengan un impacto con la economía nacional, la sociedad y el medio ambiente, es por eso que se debe facilitar el encuentro entre las diferentes partes que involucra dicho proyecto y que la información no se estanque o se vea limitada por falta de interés, compromiso o falta de divulgación, ya que muchas veces no se conoce lo que se viene desarrollando en las diferentes áreas y sectores y esta información o trabajo se pierde porque no llegan a sus campos de interés.

13 BIBLIOGRAFIA

- Alcaldia de Medellín. Decreto_440_2009_MunicipioMedellin.pdf (2009). Retrieved from [http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion No peligrosos/Decreto_440_2009_MunicipioMedellin.pdf](http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20No%20peligrosos/Decreto_440_2009_MunicipioMedellin.pdf)
- Arencón Osuna, D. (2002). *Efectos De La Incorporación De Polietilentereftalato Sobre La Estructura Y Propiedades Mecánicas De Materiales Compuestos Polipropileno-Vidrio. Tesis doctoral.*
- Barrios, A. (2009). *propuesta del reciclaje del tereftalato de polietileno (pet) en puerto morelos en el estado de quintana.*
- Castro, J. K. (2014). *Informe sobre la política pública de inclusión de los recicladores de oficio en la cadena de reciclaje.* Medellín. Retrieved from <http://www.medellincomovamos.org/file/3610/download/3610>.
- Chelenieto. (2012). Reciclando en el Automercado. Retrieved April 2, 2016, from <https://quibodotcom.wordpress.com/tag/sistema-de-deposito-inteligente/>
- Chicanol. (n.d.). Una forma innovadora de reciclar papel. Retrieved April 2, 2016, from <http://www.chicanol.com/una-forma-innovadora-de-reciclar-papel-technological-innovative-way-recycle-paper/>
- Contraloria General de Medellin. (2014). *Indicadores Ambientales 2014.* Medellín. Retrieved from http://www.cgm.gov.co/medio_ambiente/Indicadores Ambientales/Indicadores Ambientales/INDICADORES 2014 - Info Ambiental 2015.pdf
- Corantioquia. (2005). “ Plan de gestión integral de residuos sólidos regional del Valle de Aburrá” Entre Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) – Universidad de Antioquia (U . de A .) – Asociación de Ingenieros Sanitarios y Ambientales de Antioquia (AINSA), 26–41.
- DANE. (2009). *Municipio de Medellin proyecciones de la población 2006-2015.* Medellín. Retrieved from [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal del Ciudadano/Planeaci?n Municipal/Secciones/Indicadores y Estad?sticas/Documentos/Proyecciones de poblaci?n 2005 - 2015/0 Libro Proyecciones 2006 - 2015.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci?n=Municipal/Secciones/Indicadores y Estad?sticas/Documentos/Proyecciones de poblaci?n 2005 - 2015/0 Libro Proyecciones 2006 - 2015.pdf)
- Diario el Herald. (2015). Las bebidas no alcohólicas mueven \$3,5 billones al año | El Herald. Retrieved from <http://www.elheraldo.co/economia/las-bebidas-no-alcoholicas-mueven-35-billones-al-ano-225111>
- Diario La Republica. (2016). solo el 26% de las botellas plasticas se recicla. Retrieved from http://www.larepublica.co/solo-26-de-las-botellas-pl%C3%A1sticas-se-recicla_357536
- Dpto quimica organica, universidad de V. (n.d.). tipos_de_pet. Retrieved May 11, 2016, from http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/tipos_de_pet.htm
- El colombiano. (2015). Listos diseños de la Ciudadela Educativa Pedro Nel Gómez. Retrieved from <http://www.elcolombiano.com/antioquia/listos-disenos-de-la-ciudadela-educativa-pedro-nel-gomez-FX1725601>
- Emvarias. (2016). SIAM5. Retrieved April 28, 2016, from

- <http://www.emvarias.com.co/SitePages/siam5.aspx>
- García, R. A. A., & Pardo, O. L. H. (n.d.). *sistema de información del servicio integrado de aseo para medellín y sus cinco corregimientos*. Medellín. Retrieved from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005609/DocumentosOffice/viernes/ModulodeGestiondelosResSolToxPeli/LosSIGcomoherramientasp araelmanejoeficientedelosr.pdf>
- Hachi Quintana, J. G., & Rodríguez Mejía, J. D. (2010). *Estudio de Factibilidad para reciclar envases plásticos de Polietileno Tereftalado (PET), en la ciudad de Guayaquil*. Retrieved from <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
- Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. (n.d.). Retrieved from <http://www.colmayor.edu.co/>
- Jiménez García, G., & Briceño Blanco, M. C. (2014). *Modelo De Recolección De Residuos Sólidos Botellas Plásticas Y Latas Utilizando Como Aliado El Sistema De Transporte Masivo En Bogotá*.
- Lafuente, J. (2015, September 27). Colombia: una potencia emergente en América Latina. *El País*. Medellín: Ediciones El País. Retrieved from http://economia.elpais.com/economia/2015/09/25/actualidad/1443187822_806022.html
- LEGIScomex. (2014). *Bebidas no alcohólicas en Colombia-Informe sectorial*, 17.
- Liberal, V. (2013). Falta tecnificar proceso de reciclaje. Retrieved February 13, 2016, from <http://www.packaging.enfasis.com/notas/67484-falta-tecnificar-proceso-reciclaje>
- Mansilla Pérez, L., & Ruiz Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster, 27, 1025–9929.
- Medellín, municipio de medellín. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS Municipio de Medellín* (Vol. 1). Medellín.
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. Marco de la gestión ambiental y social (2014). Retrieved from <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos Solidos/Marco de Gestio?n Ambiental y Social 2014.pdf>
- Minvivienda. (2016). *Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS*. Retrieved April 28, 2016, from <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>
- Noguera, K. M., & Olivero, J. T. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: Caso Colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 34(132), 347–356. <http://doi.org/0370-3908>
- Pareja, D. J. (2014). En barrios cambian reciclaje por mercados. Retrieved March 13, 2016, from <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/en-barrios-cambian-reciclaje-por-mercados/14522160>
- Pinto, L. (2014). *Maquinas expendedoras de cuido para perros*. Retrieved April 2, 2016, from <http://lavozdelmuro.net/idea-excelente-maquinas-expendedoras-de-turquia-que-alimentan-a-animales-callejeros/>
- Política Ambiental – ITM. (n.d.). Retrieved from

- <http://www.itm.edu.co/dependencias/sistema-de-gestion-ambiental/politica-ambiental/>
- Polycentric. (2010). Dream Machines Offer Rewards for Recycling. Retrieved April 2, 2016, from http://polycentric.cpp.edu/2010/07/dream_machines_rewards_recycling/#.VwAy1HrDItF
- Revista Colombiana de materiales. (n.d.). degradacion hidrolitica del PET, 93–99.
- Röben, E. (n.d.). El Reciclaje Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico.
- Valencia Gil; Juan Carlos. (2013). Medellín, lejos de la meta ideal en reciclaje de residuos sólidos. Retrieved February 11, 2016, from http://www.elcolombiano.com/historico/medellin_lejos_de_la_meta_ideal_en_reciclaje_de_residuos_solidos-FDEC_223457
- Zapata, G. O. (2013). Medellín, a la vanguardia en tratamiento de basuras. Retrieved March 13, 2016, from http://www.elcolombiano.com/historico/medellin_a_la_vanguardia_en_tratamiento_de_basuras-HCEC_256203