

**EVALUACIÓN DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA COLABORATIVO PARA EL  
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE  
LA COMUNA 22 DE SANTIAGO DE CALI.**

**VANESSA CASTILLO SALDAÑA  
IVAN KERTZNUS RIVERA**

**UNIVERSIDAD A  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI**

**EVALUACIÓN DE VIABILIDAD DE UN SISTEMA COLABORATIVO PARA EL  
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE  
LA COMUNA 22 DE SANTIAGO DE CALI.**

**VANESSA CASTILLO SALDAÑA  
IVAN KERTZNUS RIVERA**

**Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
ANDRES LÓPEZ ASTUDILLO**

**UNIVERSIDAD A  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI**

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁG.</b>
<b>RESUMEN.</b> ....	<b>7</b>
<b>SUMMARY.</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>Definición del Problema</b> .....	<b>9</b>
Contexto del Problema.....	9
Justificación.....	13
<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
Objetivo General.....	15
Objetivo del Proyecto.....	15
Objetivos Específicos .....	15
Entregables .....	16
<b>Marco de Referencia</b> .....	<b>17</b>
Marco Teórico.....	17
El problema de los residuos sólidos.....	18
Administración de los residuos sólidos. ....	19
Recolección casa a casa: .....	20
Canecas comunales: .....	20
Recolección en acera: .....	20
Recolección por autoservicio: .....	20
Servicio Contratado: .....	20
Antecedentes o Estudios Previos .....	21
Caso Francia .....	22
Caso Cali.....	23
Impacto y Alcance del proyecto: .....	29
Impacto:.....	29
Alcance:.....	30
<b>Metodología</b> .....	<b>31</b>
Etapa 1: Revisión y Documentación Estado Actual.....	31
Etapa 2: Contraste con casos de éxito. ....	31
Etapa 3: Metodología de sistemas suaves. ....	32
Etapa 4: Propuestas de mejora. ....	32

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>32</b>
Modelo base: Skema Bs- Lille Francia .....	32
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO 1:</b> .....	<b>74</b>
<b>ANEXO 2: Agradecimientos</b> .....	<b>77</b>
<b>ANEXO 3: Registro Fotográfico</b> .....	<b>78</b>
Ejemplo Colegio A: .....	78
Caso SKEMA BS: .....	79
Ejemplo Colegio B: .....	80
Ejemplo Colegio C .....	80
<b>CRONOGRAMA</b> .....	<b>81</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Tasa de reciclaje en Colombia .....	10
Figura 2. Ubicación de la comuna 22 en el mapa de Santiago de Cali.....	11
Figura 3. Colegios, Universidades y Jardines infantiles de la Comuna 22 en Santiago de Cali.....	12
Figura 5. Diagrama ilustrativo de flujo de materiales, agentes de la Supply Chain de residuos sólidos y Autoridades relevantes para el caso de estudio.....	24
Figura 6. Pirámide invertida de la jerarquía de la gestión de residuos.....	30
Figura 7. Modelo base, Skema .....	34
Figura 8. Caracterización de residuos en Skema BS-Lille. ....	35
Figura 9. Esquema de recolección del Colegio A-Cali .....	38
Figura 10. Caracterización de los residuos generados en las instituciones entrevistadas. ....	46
Figura 11. Diagrama de Pareto de residuos sólidos generados anualmente en instituciones de la C22 .....	47
Figura 12. Imagen enriquecida Universidad A. ....	53
Figura 13. Imagen enriquecida Universidad B. ....	54
Figura 14. Imagen enriquecida Universidad D .....	55
Figura 15. Interrelaciones entre sistemas de gestión de residuos en las Universidades de la comuna 22.....	56
Figura 16. Imagen enriquecida Colegio A.....	58
Figura 17. Imagen enriquecida Colegio B.....	60
Figura 18. Imagen enriquecida Colegio C.....	61
Figura 19. Imagen enriquecida Colegio D.....	62
Figura 20. Interrelaciones entre sistemas de gestión de residuos en las Universidades de la comuna 22.....	63
Figura 21. Propuesta de mejora. ....	65

## Lista de Tablas

Tabla 1. Utilización de residuos por tipo de destino en Colombia.....	9
Tabla 2. Producción anual per cápita de Residuos Sólidos (Ton/Hab) (2015) .....	11
Tabla 3. Marco Legal General Ambiental- Residuos sólidos. ....	25
Tabla 4. Residuos reciclados en el año 2017 en Skema BS-Lille.....	35
Tabla 5. Datos Generales Instituciones Educativas. ....	36
Tabla 6. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados en el Colegio A (en kilogramos).....	38
Tabla 7. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad A.....	39
Tabla 8. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad B.....	41
Tabla 9. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad C Sede Pance.....	42
Tabla 10. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad D. ....	42
Tabla 11. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en el Colegio B.....	43
Tabla 12. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en el Colegio C. ....	44
Tabla 13. Promedio anual de residuos sólidos recuperados en las instituciones de la C22 .....	45
Tabla 14. Generación anual per cápita de residuos sólidos recuperables en las instituciones de la C22, en kg. Por instituciones.....	49
<b>Tabla 15. Generación anual per cápita de residuos sólidos en las instituciones de la C22, en kg, por tipo de residuo. ....</b>	<b>51</b>

## **RESUMEN.**

Este artículo plantea una solución integral al problema de gestión de residuos sólidos, por medio de la recuperación de residuos sólidos de las instituciones educativas ubicadas en la comuna 22 de Santiago de Cali. Este proyecto pretende proponer y estudiar la posibilidad de la implementación de un sistema colaborativo de recolección de residuos generados por el clúster educativo de la comuna 22, para así reducir la dependencia en el sistema actual que genera un alto impacto ambiental.

La solución propuesta atiende requerimientos medioambientales y de salubridad, a través de una buena administración de residuos generados por los miembros de las mencionadas instituciones. Por último, busca contribuir al desarrollo socioeconómico de la ciudad, ya que el aprovechamiento de materia prima transformada genera un gran flujo comercial, permitiendo la expansión de un nuevo mercado que atrae beneficios económicos y sociales.

## **SUMMARY.**

This article describes an integral solution for the problem of waste management by the recycling of the trash produced by the education institutions located in the Commune 22 of Santiago de Cali, Colombia. This project proposes and studies the possibility of implementing a collaborative recollection system for the educational institutions of the Commune 22. That way, the dependency on the system of dumps, that contaminates the environment and the community would be reduced.

The proposed solution pretends to finish with the environmental problems by a good management of the waste generated by the members of the aforementioned institutions. Finally, it also looks to contribute with socio- economic development, as the exploitation of processed raw materials generates a huge commercial flow, allowing the expansion of new markets that appeals economic and social benefits.

## INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende mostrar los aspectos más relevantes relacionados con la viabilidad de la puesta en marcha de un sistema integral de administración de residuos sólidos asociativo en Santiago de Cali enfocado en las instituciones educativas de la comuna 22 de este municipio, siendo posible que este sistema involucre un centro de reciclado (similar al parque tecnológico ambiental propuesto por la alcaldía de Santiago de Cali en 2009). Entre estos aspectos se encuentran elementos teóricos importantes relacionados con el impacto ambiental que tienen los sistemas urbanos en cuanto a la gestión de sus residuos sólidos, sus implicaciones y costos socioeconómicos, así como información primaria recolectada por los autores mediante la cual se puede caracterizar el clúster educativo mencionado en cuanto a su generación de residuos sólidos y las operaciones desarrolladas por éste para su disposición final.

Adicionalmente, el lector podrá encontrar una propuesta alternativa al sistema actual que considere a los diferentes agentes involucrados con la cadena de suministro de los residuos sólidos del contexto mencionado, entre los cuales se encuentran: La autoridad ambiental municipal, las instituciones educativas de la comuna 22, el operador recolector de basuras, la comunidad residente y flotante de la comuna 22, los recolectores privados, los acopiadores, los comercializadores y los procesadores de estos materiales, entre otros.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### Contexto del Problema

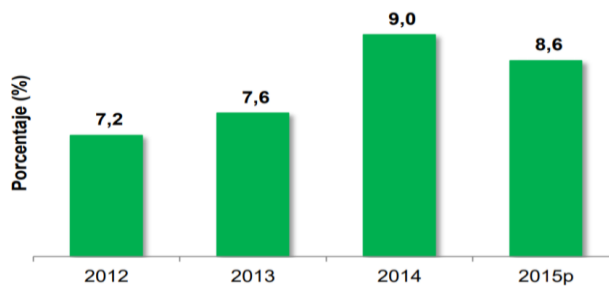
Hoy en día, los residuos generados en América Latina y la mayoría de países en vía de desarrollo son depositados mayoritariamente en vertederos (Hoorweg, 2012). Este sistema viene funcionando desde la revolución industrial y es el principal escenario de disposición adoptado en los países no industrializados. Los vertederos son una solución relativamente económica pero que trae consigo diversas dificultades e impactos ambientales con repercusiones tanto locales como globales (Yang, 2014).

**Tabla 1. Utilización de residuos por tipo de destino en Colombia.**

Utilización de Residuos	Toneladas		Variación anual		Contribución a variación	
	2014	2015p	2014-2015p	Participación 2014	2014-2015p (pp)	
Rellenos sanitarios	8.584.931	8.705.051	1,4%	47,8%	0,7	
Reciclado y nueva utilización	1.823.869	1.706.569	-6,4%	10,2%	(0,7)	
Otros tratamientos	6.484.463,00	6.302.951	-2,8%	36,1%	(1,0)	
Otras industrias	683.759	649.970	-4,9%	3,8%	(0,2)	
Flujos hacia el ambiente	388.028	259.164	33,2%	2,2%	(0,7)	
Utilización total de residuos	17.965.050	17.623.705	-1,9%	100,0%	(1,9)	

**Fuente: DANE (2015). Adaptación Propia.**

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Colombia se generan aproximadamente 18 millones de toneladas de basura al año. Según el Documento CONPES 3874 de 2016: “Si se continúa con la misma dinámica de generación de residuos, sin adecuadas medidas para mejorar su aprovechamiento o tratamiento, y con patrones de producción y consumo insostenibles, en el año 2030 tendremos emergencias sanitarias en la mayoría de ciudades del país y una alta generación de emisiones de gases de efecto invernadero”.



**Figura 1. Tasa de reciclaje en Colombia**  
**Fuente: DANE (2015).**

En el caso de los residuos sólidos municipales de Santiago de Cali, hasta la década pasada, su lugar de disposición final era el vertedero conocido el *Basurero de Navarro*, el cual fue clausurado en 2008 debido ser un vector de problemas de salud pública y riesgos a las personas que habitaban cerca de él. Posterior a su clausura, Cali y otros cinco municipios en la proximidad depositan sus residuos en el relleno sanitario Colomba-El Guabal ubicado en el sur del municipio de Yotoco, a unos 50 km al norte de Cali.

Investigaciones realizadas por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) indican que en Cali se generan en promedio 1,800 toneladas de residuos sólidos al día, de las cuales aproximadamente solo se recupera el 15% y el resto se transporta y dispone en el relleno sanitario El Guabal (Redacción El País, 2017).

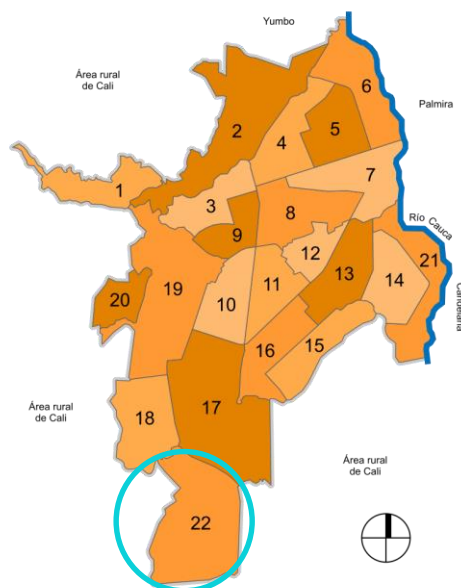
Según el informe anual de la alcaldía de Cali, *Cali en Cifras 2015* (2016), la comuna 22 de Santiago de Cali cuenta con aproximadamente 14,000 personas y tiene una población flotante de aproximadamente 120,000. Ésta comprende alrededor del 5% de los habitantes de la ciudad y su población flotante está conformada mayoritariamente por estudiantes y personal de instituciones educativas. La tabla 3 muestra la generación anual per cápita de residuos de esta comuna vs. el promedio de las comunas de la ciudad.

**Tabla 2. Producción anual per cápita de Residuos Sólidos (Ton/Hab) (2015)**

Comuna 22	Valor medio de las 22 comunas de Cali
1.15	0.26

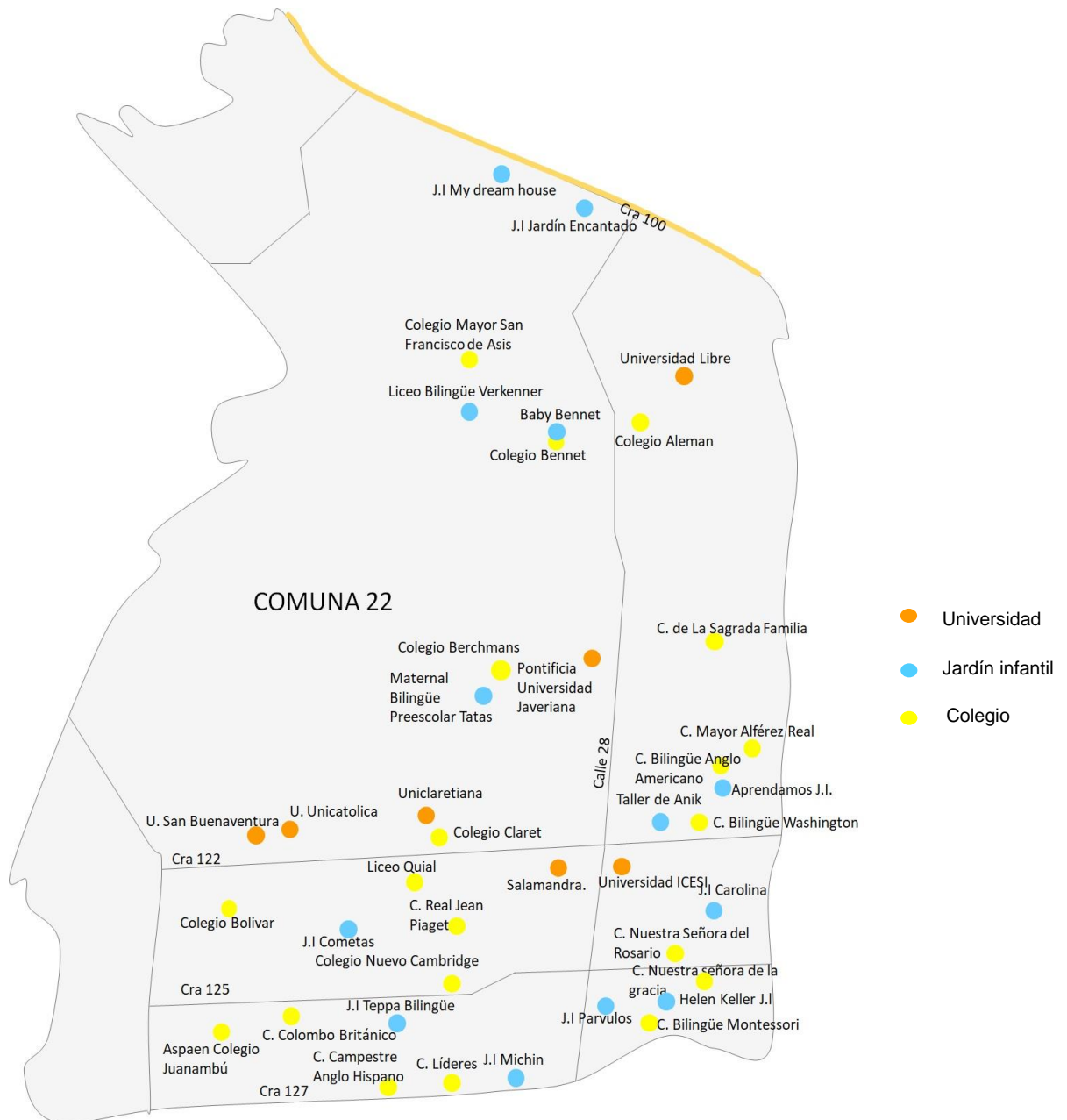
**Fuente: Cali en Cifras 2015 (2016).  
Elaboración Propia**

La comuna 22 es la de mayor extensión en la ciudad, alberga aproximadamente 5 universidades, 21 colegios y 14 jardines infantiles (Dane, 2015). Además, cuenta con altos niveles de congestión vial que pueden hacer complejas las operaciones logísticas diarias relacionadas con la recolección de residuos. Las características mencionadas hacen de esta comuna un microcosmos complejo pero muy apto para ser analizado en el contexto de analizar la viabilidad de un sistema integral asociativo de recuperación del valor material de los residuos sólidos que integre las instituciones educativas de la comuna 22. En un país como Colombia es tan importante encontrar soluciones viables, de origen mixto, y que generen progreso y empleo a la vez que protejan el medio ambiente como uno de los recursos más valiosos de la nación. La figura 2 muestra la ubicación de la comuna en la ciudad de Cali.



**Figura 2. Ubicación de la comuna 22 en el mapa de Santiago de Cali.  
Fuente: Adaptación de Wikipedia.**

Por otro lado, haciendo uso de la herramienta Google Maps, se identificaron los nombres de los colegios, jardines infantiles y universidades ubicadas en la comuna. La figura 3 muestra lo anteriormente mencionado.



**Figura 3. Colegios, Universidades y Jardines infantiles de la Comuna 22 en Santiago de Cali**  
**Fuente: Elaboración propia.**

## **Formulación del Problema**

La población flotante de la comuna 22 pertenece, en su mayoría, a estudiantes de las 40 instituciones educativas que hacen parte de la misma. En este sector se generan una gran cantidad de residuos sólidos, de los cuales se asume un gran porcentaje es recuperable. Esta investigación pretende validar la posibilidad de implementar un sistema colaborativo de gestión de residuos sólidos y diagnosticar la eficiencia en gestión de los de residuos recuperables por parte de los agentes generadores. El porcentaje efectivo recuperado del valor material de los productos desechados es sólo una fracción del valor total, lo cual representa un impacto ambiental focalizado en cuanto a su lugar y momento de generación, pero del cual no se tienen datos estadísticos agregados, detallados ni históricos. Sin embargo, representa una gran oportunidad para la generación de beneficios económicos mediante la recuperación de valor material de los RR.SS. y la comercialización de estos.

## **Justificación**

En las últimas dos décadas se ha dado un aumento de la consolidación de gremios de recicladores, así como el surgimiento de prácticas de integración de subproductos y materiales desechados como materias primas en los procesos productivos industriales. No se han realizado estudios sectoriales a nivel nacional que permitan dimensionar el beneficio socioeconómico agregado de las prácticas de recuperación del valor material de los residuos sólidos. Así como tampoco el impacto ambiental de estos procesos, el cual se espera sea menor al impacto de la disposición que tradicionalmente se le ha dado a los residuos en Colombia, vía relleno sanitario o incineración controlada o a cielo abierto.

El desarrollo de este proyecto presenta una oportunidad para poder entregar a los tomadores de decisiones y formuladores de políticas municipales y empresariales a nivel local una visión detallada de cuán rentable es llevar a cabo actividades de reciclaje en sus respectivos contextos y las principales variables a considerarse para

determinar la viabilidad y efectividad. Todo esto mediante la extrapolación de los hallazgos obtenidos en el contexto de la generación y disposición de residuos sólidos por parte de las instituciones educativas de la comuna 22.

Finalmente, el desarrollo de este proyecto en el contexto de la reciente inclusión de Colombia en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se torna de prima importancia en la medida en que permitirá aportar a llenar los vacíos que hay de información relacionada con el fin del ciclo de vida de los productos que devienen residuos municipales, y que contribuyen a los indicadores de desarrollo social y ambiental en los cuales debe seguir escalando Colombia como parte de sus compromisos al hacer parte de este club; y ultimadamente este tipo de estudios le permitirá a los tomadores de decisiones en el país poder enfocar sus proyectos relacionados con la gestión de residuos sólidos de tal forma que estén alineados con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) # 11 de la ONU: *Ciudades Sostenibles*, y particularmente con el indicador #11.6.1: “Porcentaje de residuos sólidos urbanos recolectados periódicamente con descarga final adecuada con respecto al total de los desechos generados por la ciudad”.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Proponer un sistema colaborativo para la gestión de residuos sólidos recuperables generados en las instituciones educativas de la Comuna 22 de Santiago de Cali que permita reducir el impacto ambiental de estas.

### **Objetivo del Proyecto**

Evaluar la viabilidad de un sistema colaborativo de gestión de residuos sólidos recuperables que integre las instituciones educativas de la comuna 22.

### **Objetivos Específicos**

- Caracterizar los tipos y volúmenes de residuos sólidos generados en el caso de éxito SKEMA Business School-Lille.
- Caracterizar los tipos y volúmenes de residuos sólidos generados por las instituciones educativas de la comuna 22.
- Realizar un análisis de imágenes enriquecidas: Una herramienta usada para modelar visualmente casos de estudio complejos con el propósito de describirlos, entenderlos y solucionarlos.
- Proponer una propuesta de mejora para la gestión de residuos sólidos colaborativo para el desarrollo de las actividades de recuperación de valor material de los residuos sólidos de la comuna 22 de Cali teniendo en cuenta el modelo base de SKEMA BS de Lille-Francia.

## Entregables

- Matriz de caracterización de RR.SS. generados por las instituciones educativas evaluadas de la Comuna 22, que permite ordenar de acuerdo a tipo de institución, categoría o subcategoría de residuo, rentabilidad de comercialización de material, impacto ambiental de tipo residuo, costo de procesamiento, etc.
- Análisis de imágenes enriquecidas que permita caracterizar sistemas de gestión de RR.SS. en las instituciones educativas de la Comuna 22. Con registro cualitativo detallado de casos de éxito.
- Evaluación colaborativa de gestión de residuos sólidos con miras a la implementación de un sistema integrado de gestión de RR.SS. enfocado al reciclado en el clúster educativo en estudio.



## MARCO DE REFERENCIA

Durante la elaboración del proyecto es necesario tener claras referencias útiles para su desarrollo. A continuación, se hace mención a ellas:

- Historia y Casos exitosos en los que se haya implementado el reciclaje como solución al problema de los desechos sólidos. En otras palabras, hacer una comparación de la administración de residuos sólidos entre países/ciudades diferentes a Cali. Hay que tener en cuenta que los residuos sólidos pueden administrarse con rellenos sanitarios, centros de reciclaje e incineración. Aprovechando la visita de los integrantes en Francia, se analizará el contraste entre la recolección de residuos sólidos en Cali y en la ciudad de Lille.
- Otra referencia a tener en cuenta es el reciclaje; significado y todo lo que ello deriva (desarrollo sostenible). Claramente la idea es implementar un sistema asociativo que permita realizar operaciones logísticas para la gestión de residuos sólidos aprovechando las economías de escala de la comuna. Sin embargo, no se puede crear un centro de reciclado sin saber reciclar, cómo funciona y cuáles son los materiales que son altamente recuperables en un proceso de reciclado y re-manufactura.
- También es necesario aclarar el concepto de residuos sólidos, la administración de los mismos, si son biodegradables o no y las causas de un mal manejo de los desechos.
- Composición, funcionamiento y administración de un sistema de reciclaje.

### Marco Teórico

El creciente desarrollo de los países a nivel mundial es una de las principales causas del incremento de generación de residuos sólidos contaminantes en los suelos del planeta. La generación de residuos sólidos está influenciada por el crecimiento económico, el grado de industrialización, los hábitos públicos y el clima local. Estas

prácticas han provocado condiciones que alteran el equilibrio natural de los ecosistemas y enfermedades en los seres humanos.

El problema de los residuos sólidos.

Según la definición de UNEP (2015) los “residuos son materiales descartados o indeseados, abandonados por ser inútiles, innecesarios o exceso de requerimientos. Los residuos pueden ser vistos como la combinación de 4 errores: Sustancia errónea, en cantidad errada, en el lugar equivocado en el momento equivocado”

El hecho de que los estándares de vida e ingresos disponibles aumentan gradualmente en las poblaciones al igual que el consumo de bienes y servicios, resulta en un incremento en la cantidad de residuos sólidos generados. Según un reporte realizado por el Banco mundial (2012) “las ciudades del mundo generan aproximadamente 1,3 billones de toneladas de residuos sólidos al año. Se espera que este volumen crezca a 2,2 billones de toneladas para el año 2025. Globalmente, el costo del manejo de residuos sólidos crecerá de 205,4 billones al año.” Lo anterior demuestra que la generación de residuos sólidos está creciendo con rapidez a nivel global. El no disponer y recolectar apropiadamente los residuos sólidos provoca inundaciones, afectaciones a la biodiversidad, polución en el aire e impactos en la salud pública.

Sin embargo, las principales entidades encargadas de promover el desarrollo sostenible, así como los hallazgos de múltiples estudios y proyectos han demostrado que los residuos que se generan diariamente a nivel mundial tienen un gran potencial de aprovechamiento. La implementación de técnicas apropiadas hace posible la reincorporación de materiales reciclados en las cadenas productivas, disminuyendo los requerimientos de materias primas de primer orden como los árboles, los metales o los hidrocarburos.

## Administración de los residuos sólidos.

Se entiende por gestión de residuos sólidos, al conjunto de actividades enfocadas a proporcionar un tratamiento global y adecuado a los residuos sólidos generados en una zona. La gestión de los desechos es uno de los mayores problemas de muchos municipios en el país y en el mundo.

La administración de los desechos es algo que debería ser implementado en cada sector del país, en especial en las áreas urbanas y las poblaciones que por sus características de biodiversidad y ecosistémicas sean especialmente vulnerables a los impactos ambientales que se derivan del mal manejo de los desechos. El consumismo es mayor en las ciudades si se comparan con las zonas rurales. Este hábito tiene una relación directa con poder adquisitivo de las familias, y en el caso colombiano es claro que en las zonas urbanas habita no sólo un mayor volumen poblacional, sino también una población con mayores recursos económicos, que vive en un estilo de vida que la hace más propensa al consumo de bienes y por tanto generan menor cantidad de residuos. Por lo anterior, los gobiernos deben realizar un trabajo exhaustivo en la recolección de residuos en las ciudades. Los administradores municipales de residuos sólidos deben cumplir rigurosas misiones: recolectar y disponer los desechos de los ciudadanos y hacerlo de la forma más efectiva en términos económicos, sociales y medioambientales.

Por otro lado, La recolección de residuos puede ser separada o mezclada, todo depende de las regulaciones locales. En algunos lugares las personas deben separar sus desechos desde la fuente. El grado de separación cambia de ciudad en ciudad, en algunas puede ser más detallada y estricta y en otras puede ser más simple. “El grado de separación tiene impacto en la cantidad total de material reciclable y la calidad de materiales secundarios que pueden ser suministrados.” (2012, Banco Mundial).

Existen distintos métodos de recolección de residuos, entre ellos se encuentran: Recolección casa a casa, canecas comunales, recogida en la acera, autoservicio y

el servicio contratado. A continuación se habla de cada uno de los métodos mencionados.

Recolección casa a casa:

Se da cuando las empresas recolectoras de desechos recogen la basura de cada casa individualmente. Usualmente el usuario paga una tasa por este servicio.

Canecas comunales:

Son canecas ubicadas en puntos específicos en una localidad o barrio, donde los usuarios llevan sus residuos para desecharlos de manera separada. Los residuos sólidos dispuestos en las mismas son recogidos por el ente municipal encargado, acorde a un horario establecido.

Recolección en acera:

Es cuando los usuarios dejan su basura directamente en la acera fuera de su casa acorde a un horario de recolección establecido por las autoridades locales. (Es un método secundario de recolección casa a casa, no es típico).

Recolección por autoservicio:

Es cuando los usuarios disponen sus desechos en sitios destinados a la disposición de residuos o estaciones de transferencia, o contratan operadores terciarios (o la entidad municipal).

Servicio Contratado:

Es cuando empresas contratan entidades encargadas de la recolección de residuos sólidos y hacen un acuerdo mutuo de horarios de recolecta. Entidades municipales normalmente usan operadores privados y pueden designar las áreas de recolección para promover la colección eficiente de residuos.

La composición de los residuos sólidos municipales se clasifica en: orgánico, plástico, vidrio, metales y otros. Los métodos o formas de reciclaje dependen del producto que se vaya a reciclar, de manera que para conseguir una mayor eficacia económica, energética y medioambiental se debe escoger la opción que más interese a cada tipo de municipio. En el caso de este proyecto, enfocado en la comuna 22 de Santiago de Cali y a las instituciones educativas que se encuentran, los productos que más se desechan son; El papel, el plástico y el vidrio.

### **Antecedentes o Estudios Previos**

Desde su aparición sobre la tierra, el ser humano ha alterado drásticamente su entorno para asegurar su supervivencia, creando objetos que le ayudarán a prosperar dentro del medio. En las primeras épocas de la historia los recursos más utilizados eran los alimentos y la madera, los cuales no generaban mayor contaminación debido a que son orgánicos y por ende se biodegradaban. Con el paso del tiempo, la evolución de la tecnología y la humanidad creció de forma exponencial en conjunto con la extracción y transformación de elementos naturales debido a la expansión de núcleos urbanos. Se desarrolló la metalurgia, la alfarería y la producción de productos químicos, teniendo como consecuencia dificultades para terminar con los residuos generados. Es así como en la Edad Media se formaron los rellenos sanitarios de basura, los desechos eran depositados dentro de las ciudades, lo que provocó problemas de roedores y pulgas, que aumentó a su vez la transmisión de enfermedades en la humanidad como la peste bubónica.

Durante muchos años no se implementaron medidas de control para la disposición de residuos. Según Fabián Tron (2011) magister en Urbanismo y ordenación del territorio de La Universidad Politécnica de Madrid, sólo a partir de la segunda mitad del siglo XX los residuos urbanos empezaron a ser vistos como un problema para el medio ambiente.

Durante las últimas décadas, la preocupación de los gobiernos por la alta contaminación y polución que estaban provocando las industrias y el desarrollo

desmedido ha desatado la aplicación de técnicas correctivas para preservar el medio ambiente. Entre estas técnicas se encuentran la clasificación, recolección y reutilización de residuos sólidos acorde a su composición.

### Caso Francia

En Francia se han esforzado por mantener un sistema sostenible para el manejo de los desechos; en cada ciudad existe un lugar denominado “la Déchèterie”. Es un centro de recolección caracterizado público, es decir, que puede ser utilizado por personas del común.

Las personas que hacen uso la Déchèterie deben adquirir una tarjeta especial, gratuita en un establecimiento público llamado Métropole Européenne de Lille. Una vez que la persona tiene su tarjeta, puede ir cuantas veces quiera al lugar para disponer cualquier tipo de desechos. Dentro de la Déchèterie existen al menos 20 compartimentos diferentes para la clasificación de residuos, entre ellos están; madera, muebles, electrodomésticos, vidrio reciclable, vidrio no reciclable, ropa, lavadoras y estufas, maletas, celulares y computadores, residuos orgánicos, entre otros. Una vez llenos, los compartimentos son recogidos por camiones que se encargan de enviar los desechos a empresas privadas, donde se usan como materias primas en sus procesos de producción.

Pero eso no es todo, en Francia existe un modelo de recolección de desechos en el que el sector privado es fundamental. Por ejemplo, la empresa Esterra recoge los residuos ordinarios generados en las casas de los habitantes de Lila y su metrópolis (en otras zonas hay diferentes empresas encargadas del aseo de la ciudad). Esterra recolecta los desechos 2 veces por semana, miércoles y jueves, los miércoles recogen los envases plásticos y el papel y los jueves recogen los residuos orgánicos y el resto de desechos no reciclables. Para que esto sea posible, las personas clasifican los residuos desde la fuente. Una vez recolectados, los residuos son llevados a un centro de reciclado donde se clasifican. Después de ser recolectados, las botellas, papel y cartón y los productos orgánicos son llevados a diferentes

empresas del sector privado, que se encargan de hacer uso de estos para la generación de nuevos materiales como: nuevas botellas, papel reciclado y compost. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y la buena administración de los residuos sólidos, los desechos no recuperables son incinerados.

### Caso Cali

En el caso de Cali el sistema municipal de gestión de residuos sólidos trabaja a través de un esquema de licencias de operación, que permite a empresas del sector privado realizar la recolección de residuos sólidos, los cuales son dispuestos en un relleno sanitario. En la figura 4 se puede ver un esquema del funcionamiento de este sistema y cómo se integran en él las autoridades oficiales, las asociaciones de recicladores de la comuna 22, así como ciertas empresas privadas que también juegan un papel importante, bien sea como reprocesadores o reutilizadores de la materia prima para reciclarla o ya reciclada respectivamente.

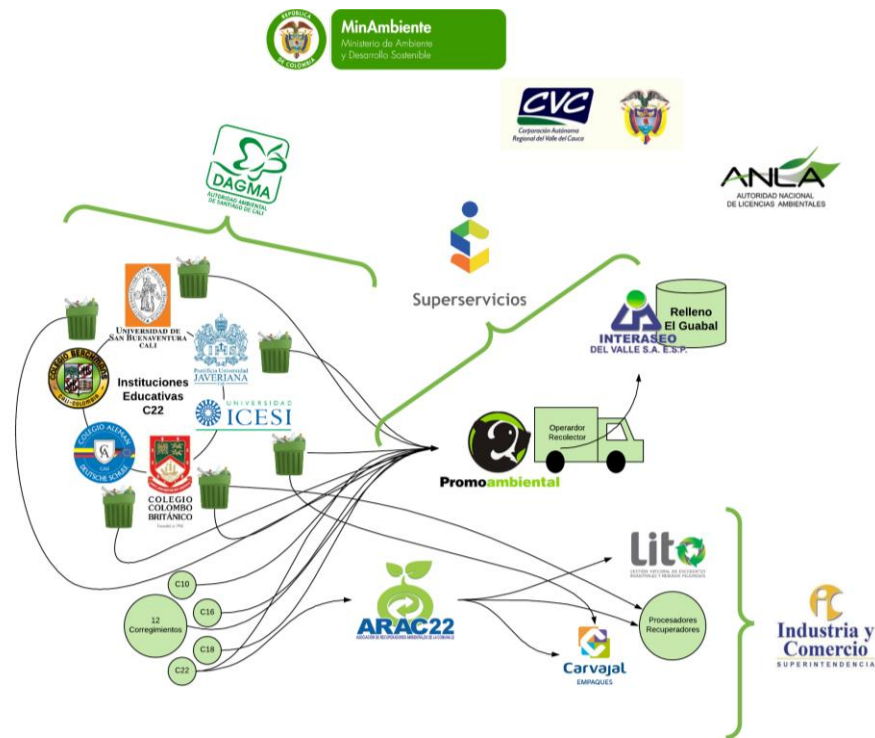


Figura 4. Diagrama ilustrativo de flujo de materiales, agentes de la Supply Chain de residuos sólidos y Autoridades relevantes para el caso de estudio

Logos tomados de los sitios web oficiales de cada empresa.

**Fuente: Elaboración propia**

En Cali y el territorio nacional no es nuevo el concepto de reciclaje, de hecho es uno de los conceptos más abordados en los PRAEs de instituciones de educación primaria y secundaria, como lo corrobora Fernando Núñez, el Director de Calidad y Medio Ambiente del Colegio A en una entrevista con los autores de este proyecto (ver Anexo 3). Sin embargo en todo el territorio nacional no se ha documentado casos de éxito implementados a gran escala de sistemas de reciclaje municipales bien sea urbanos o rurales. Por el contrario, en los casos en los que los ciudadanos por conciencia ambiental deciden separar sus residuos en casa, esta labor es un callejón sin salida en el momento en el que los recolectores de basura institucionales no realizan una recolección y disposición diferenciada.

Se destacan la iniciativa de Carvajal Empaques, que desde inicios del 2017 empezó a recolectar residuos plásticos en colaboración con instituciones educativas y el



sector empresarial. Así como proyectos comunitarios como la recolección y transformación de residuos plásticos de EcoPazífico en Buenaventura.

Dentro de una visita preliminar con el Director del Grupo de Residuos sólidos del DAGMA, Diego Benavides se concluyó que no hay información de línea base relacionada con una caracterización de residuos sólidos generados y sus volúmenes en las instituciones educativas que hacen parte de este sector de la ciudad.

Algunas de las investigaciones académicas que se han realizado en el contexto de los residuos sólidos en esta comuna se han enfocado o bien sólo en residuos electrónicos (Campo, 2013), hospitalarios (Pulido y Sakamoto, 2014), orgánicos (Ramírez y Sarria, 2009), o solamente en instituciones educativas preuniversitarias.

Por último, existe una normatividad ambiental a nivel nacional y regional que regula la administración de residuos, la tabla 3 muestra lo anterior.

**Tabla 3. Marco Legal General Ambiental- Residuos sólidos.**

MARCO LEGAL GENERAL AMBIENTAL - RESIDUOS SOLIDOS				
Norma, nacional o internacional	Fecha de expedición	Fecha entrada en vigencia	Expedida por	Descripción
Ley 23 de 1973	19 diciembre de 1973	20 diciembre de 1973	Presidente	Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional
Decreto ley 2811 de 1974	18 de diciembre de 1974	17 de enero de 1975	Presidente	Código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
Ley 9 de 1979	24 de enero de 1974	25 de enero de 1975	Congreso	Código Sanitario Nacional, lo relacionado con salud pública y salubridad

MARCO LEGAL GENERAL AMBIENTAL - RESIDUOS SOLIDOS				
Norma, nacional o internacional	Fecha de expedición	Fecha entrada en vigencia	Expedida por	Descripción
Constitución política de 1991	20 julio de 1991	20 julio de 1991		El pueblo de Colombia, en ejercicio de su poder soberano, representado por sus delegatarios a la Asamblea Nacional Constituyente, invocando la protección de Dios, y con el fin de fortalecer la unidad de la Nación y asegurar a sus integrantes la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz, dentro de un marco jurídico, democrático y participativo que garantice un orden político, económico y social justo, y comprometido a impulsar la integración de la comunidad latinoamericana, decreta, sanciona y promulga la siguiente.
Ley 99 de 1993	22 diciembre de 93	22 diciembre de 93	Congreso	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 142 de 1994	11 julio de 1994	11 julio de 1994	Congreso	Aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía [fija] y la telefonía local móvil.
PRONAS U 1975 (MINSAL UD)				Programa Nacional De Aseo Urbano a través del Instituto nacional de fomento municipal "INFOPAL" en Arauca todo lo relacionado al saneamiento básico.
Decreto 2104/83	26 de julio de 1983	26 de julio de 1983	Ministerio de Salud	Reglamenta los residuos sólidos con base al Régimen legal del servicio público de domiciliario de aseo.
Resolución 2309 de 1986	24 de febrero de 1986	24 de febrero de 1986	Ministerio de Salud	Normativa complementaria y específica sobre residuos especiales
Ley 55 1993	2 de julio de 1993	2 de julio de 1993	Congreso	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio número 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el Trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra, 1990.
Decreto 2785 de 1994	22 de diciembre 1994	22 de diciembre 1994	Ministerio de desarrollo Económico	Creación de las empresas prestadoras del servicio de aseo; Transformación de las entidades descentralizadas por servicios, prestadoras de los servicio públicos domiciliarios de acueducto y saneamiento básico
Política para la GIRS 1997				Diagnóstico de la situación actual, Objetivos y metas, Estrategias y el Plan de acción. MINAMBIENTE.

MARCO LEGAL GENERAL AMBIENTAL - RESIDUOS SOLIDOS				
Norma, nacional o internacional	Fecha de expedición	Fecha entrada en vigencia	Expedida por	Descripción
ley 1252 de 2008 (Ley 430 de 1998)	27 de noviembre de 2008	27 de noviembre de 2008	Congreso	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones"
Decreto 2981	20 de diciembre de 2013		Ministerio De Vivienda, Ciudad Y Territorio	Modificatorio del Decreto 1713 de 2002: En uso de sus atribuciones previstas en el artículo 189, numeral 11 de la Constitución Política, la Ley 142 de 1994 modificada por la Ley 689 de 2001
Resolución 0754 de 2014	Noviembre 25 de 2014	Noviembre 25 de 2014	Min de Vivienda, ciudad y Territorio, y Min. de Ambiente y desarrollo Sostenible	"Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos"
Guía para la selección de tecnologías de 2002			Ministerio del medio ambiente	Algunas alternativas tecnológicas disponibles Ministerio del medio ambiente.
Resolución CRA No 233 de 2002	7 de octubre de 2002	22 de octubre de 2002	Comisión de Regulación de agua potable y saneamiento básico.	Por la cual se establece una opción tarifaria para los multiusuarios del servicio de aseo, se señala la manera de efectuar el cobro del servicio ordinario de aseo para inmuebles desocupados y se define la forma de acreditar la desocupación de un inmueble "Por la cual se establece una opción tarifaria para los multiusuarios del servicio de aseo, se señala la manera de efectuar el cobro del servicio.
Decreto 1505 de 2003	6 de junio 2002	6 de junio 2002	Presidente	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
Resolución 1045 de 2003	26 de septiembre de 2003	3 de octubre de 2003	Ministerio de Medio Ambiente desarrollo Territorial	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones
Documento CONPES 3530	Junio de 2008		DNP	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos

MARCO LEGAL GENERAL AMBIENTAL - RESIDUOS SOLIDOS				
Norma, nacional o internacional	Fecha de expedición	Fecha entrada en vigencia	Expedida por	Descripción
Decreto 1077	26 de mayo de 2015	26 de mayo de 2015	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	"Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"
Decreto 0596	11 de abril de 2016	11 de abril de 2016	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	"Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones"
Decreto municipal 0291	17 de mayo de 2005	17 de mayo de 2005	Alcalde Municipal de Cali	"Por medio del cual se regula la Gestión Integral de Escombros en el Municipio de Santiago de Cali"

**Fuente: Elaboración propia**

## **Impacto y Alcance del proyecto:**

A continuación se describirá el impacto y alcance que tendrá el proyecto.

Impacto:

- **El reciclaje ahorra materias primas:** El extraer materiales vírgenes está causando pérdida global de hábitats. Los materiales vírgenes deben pasar por una serie de procedimientos para crear productos, proceso que requiere del uso de enormes cantidades de energías y el uso de productos químicos que causan la contaminación del medioambiente. En cambio, si se usan materiales reciclados y se ponen en un proceso de remanufactura, los materiales vírgenes pasan a un segundo plano y dejan de ser la principal materia prima de fabricación en la industria.
- **El reciclaje crea trabajos:** El recoger los desechos y remanufacturarlos requiere de más recursos humanos que la incineración o colocar los residuos en vertederos. Esta técnica permite que cientos de recicladores o personas que no tienen una especialización formal tengan una oportunidad para trabajar.
- **Evita problemas de salud:** Si los residuos no son dispuestos correctamente estos empezarán a atraer insectos, alimañas y animales carroñeros que tienden a ser causantes de la contaminación del aire y del agua, afectando a los habitantes que se encuentren cerca. Los resultados de estudios realizados por Unep (2015) muestran que en las áreas donde los desechos no son recolectados frecuentemente, la probabilidad de diarrea es dos veces mayor y los problemas respiratorios son seis veces más frecuentes que en áreas donde recogen frecuentemente los desechos
- **Beneficio económico:** Un buen sistema de recuperación de residuos permite tener un beneficio económico.

Alcance:

- El proyecto se limitará dentro de Santiago de Cali, a la comuna 22. Dentro de ella se estudiará un número determinado de instituciones educativas (4 universidades y 5 colegios)
- El proyecto se enfoca en dar una remediación de tipo *fin del tubo* de acuerdo a la jerarquía de la gestión de residuos sólidos al problema de disposición de los residuos sólidos convenida en la Convención de Basilea en 2011. Siendo fundamental utilizar sus resultados de manera conjunta con herramientas que mitiguen este problema en etapas previas. La figura 6 muestra lo anterior y el cuadro marcado en la misma muestra el foco en el que se apoyará el proyecto.

**Figura 5. Pirámide invertida de la jerarquía de la gestión de residuos  
Adaptado y traducido de: (2015, UNEP)**



**Fuente: Elaboración propia.**

## METODOLOGÍA

A continuación, se explican los pasos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto.

### **Etapa 1: Revisión y Documentación Estado Actual**

Componentes:

- Documentación de estado actual y variables relacionadas con la gestión de residuos sólidos de Instituciones Educativas en la C22: De esta manera se busca conocer más sobre la situación actual de disposición de los residuos sólidos de las instituciones educativas ubicadas en el sector. Se contactaron instituciones educativas, asociaciones de recicladores, instituciones oficiales y gubernamentales, empresas de recolección de residuos y departamentos de gestión ambiental.
- Investigación cualitativa de generación de residuos: Indica cuáles son los residuos que más se desechan dentro de las instituciones educativas.
- Comparación estado actual de Universidades y Colegios: Comparar permitió analizar las similitudes y diferencias entre las entidades y encontrar los pros y los contras en la gestión de residuos sólidos de cada sistema.
- Registro fotográfico

### **Etapa 2: Contraste con casos de éxito.**

Componentes:

- Identificación de casos de éxito y contacto directo con personas involucradas: Caso Skema Bs en Lille-Francia.
- Investigación cualitativa de generación de residuos en Skema Bs.
- Caracterización cualitativa de los tipos de residuos generados en la institución Skema BS.

- Comparación del caso Cali con el caso de Lille-Francia para buscar propuestas de mejora basada en los sistemas de gestión de residuos sólidos.

### **Etapa 3: Metodología de sistemas suaves.**

- Evaluación con mapas enriquecidos: Las visiones enriquecidas permitieron pensar acerca del sistema y obtener una apreciación más acertada de la situación problema así como identificar hechos factibles para mejorar la situación.

### **Etapa 4: Propuestas de mejora.**

- Realizar una propuesta de mejora para la recolección y disposición de los residuos sólidos de la comuna 22 por medio de un sistema colaborativo que incluya a las instituciones educativas que hacen parte de este sector de la ciudad.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para llevar a cabo el ejercicio de investigación se visitaron distintos colegios y universidades. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

### **Modelo base: Skema Bs- Lille Francia**

Esta institución fue elegida debido a la estancia de uno de los integrantes del grupo en Francia. Se encontró la oportunidad de poder trabajar junto a La Universidad Skema Business School en Lille, la cual brindó información acerca de la administración de residuos sólidos recuperables en la misma así como sobre las campañas de concientización que han llevado a cabo dentro de la institución.

En la actualidad, en Francia, existe una empresa encargada de recoger los residuos sólidos generados en empresas privadas y universidades en todo el país. Esta empresa se lleva el nombre de ELISE (<https://www.elise.com.fr/>), nacida en 1997



en Lille, lleva 20 años recolectando los desechos que luego son reciclados. ELISE recolecta y clasifica 10 tipos de residuos de oficina, entre los que se encuentran; el papel y el cartón, plásticos flexibles, botellas plásticas, vasos plásticos, latas de hierro o aluminio, pilas, cartuchos de impresión, residuos eléctricos y electrónicos, lámparas y tubos de neón y mobiliario de oficina.

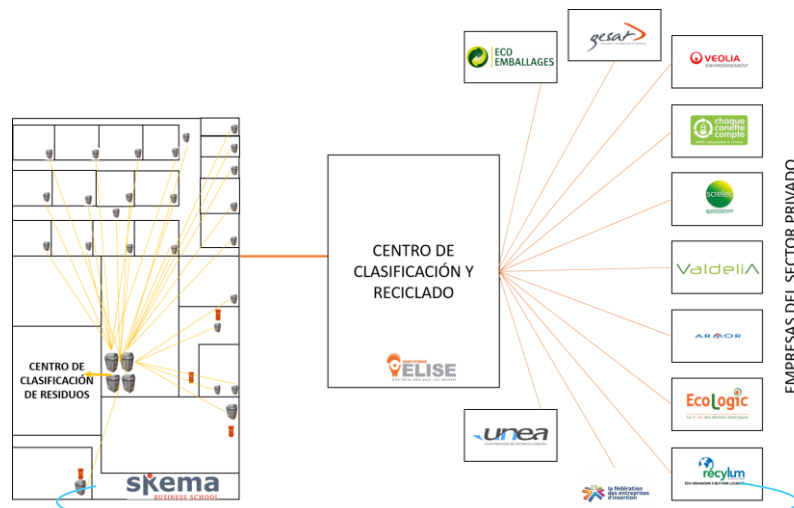
SKEMA Business School-Lille es una de las entidades de educación superior que hace uso del servicio de ELISE y busca seguir un sistema sostenible y sustentable. SKEMA BS es una institución con 9 años de trayectoria en el área de mercadeo, negocios, administración, cadena de suministro, entre otras. Cuenta con una población de aproximadamente 1500 estudiantes.

Dentro del campus existen canecas para depositar todo tipo de papeles, botellas plásticas, pilas, latas metálicas y vasos plásticos. Además, alrededor de toda La Universidad existen carteles que incentivan a los estudiantes a disponer sus desechos en las respectivas canecas. Los aseadores de La Universidad se encargan de incorporar los residuos, ya clasificados, en canecas más grandes. Estas canecas también están clasificadas por el tipo de residuo que debe ir en la misma. Cuando estas están llenas, son llevadas a un lugar donde se alistan para su recogida. Luego, ELISE recoge los desechos del lugar una vez por semana en las entidades con las que trabaja, luego se encargan de sub-clasificar los materiales recolectados. Una vez estos son debidamente clasificados, se venden a empresas privadas donde utilizan estos materiales como materia prima en sus procesos de fabricación.

Otra iniciativa, es la recuperación de cápsulas de café. La asociación entre Nespresso junto con la empresa de envíos La Poste ha hecho posible la recuperación de las mismas. Para recolectarlas, se depositan en unas bolsas biodegradables. Una vez llenas La Poste recoge las cápsulas usadas y provee más bolsas biodegradables. Según estudios realizados por las empresas promotoras de esta iniciativa, el café de las cápsulas puede ser reutilizado en la industria como compost y biogás. En 2016, Skema recicló 55 kilogramos en cápsulas de café, lo

que equivale a 49.5 kg de café y 5.5 kg de aluminio reciclado, economizando 50 kg de CO2.

Lo anterior demuestra que la institución maneja una logística reversa, ya que gestiona el retorno de las mercancías, reduciendo el origen, aumentando el reciclaje, la reutilización de materiales, la sustitución de los mismos, eliminando residuos y desperdicios y apoyando la reparación y re-manufacturación. La introducción del concepto es resultado de la creciente consciencia medioambiental en un país como Francia, que ha llevado a instituciones como Skema a plantearse los problemas de una mala administración de los residuos. La figura 7 muestra el funcionamiento del modelo de la institución.



**Figura 6. Modelo base, Skema.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

Según un informe realizado por la institución en conjunto con ELISE, en el año 2017-2018 en SKEMA se generaron alrededor de 16.000 kg de residuos sólidos, de los cuales recuperaron 13.112,7 kg (87%) a través de procesos de reciclaje. La tabla 3 muestra la cantidad reciclada en el año de cada uno de los residuos que maneja la institución educativa. Estos datos fueron brindados por la encargada de los procesos relacionados con medio ambiente y reciclaje, Katerine Capoen.

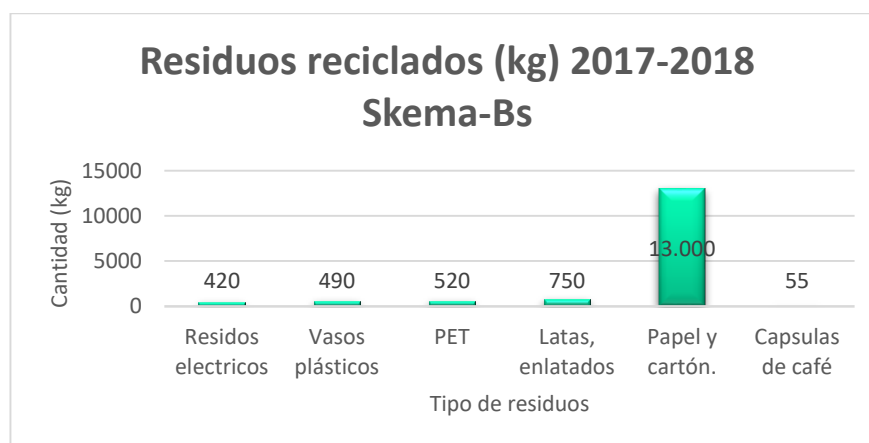
**Tabla 4. Residuos reciclados en el año 2017 en Skema BS-Lille.**

Residuos reciclables	Cantidad (kg)
Residuos electricos	420
Vasos plásticos	490
PET	520
Latas, enlatados	750
Papel y cartón.	13.000
Capsulas de café	55

**Fuente: Información otorgada por Katerine Capoen- Skema BS.**

**Elaboración propia**

Teniendo en cuenta los datos de la tabla 4, se elaboró la caracterización de los residuos sólidos recuperables en la institución, esta información la muestra la figura 8.



**Figura 7. Caracterización de residuos en Skema BS-Lille.**

**Fuente: Información otorgada por Katerine Capoen- Skema BS. Elaboración propia.**

La figura 8 muestra la cantidad de residuos que fueron reciclados en el año lectivo 2017-2018 en Skema Business School. Cómo se puede ver, el papel y cartón son los residuos que más se producen en el lugar. Lo que, desde un principio indicaría

que este tipo de residuos es el que más se produce en las instituciones educativas. Lo anterior puede darse debido a la cantidad de copias, libros, cuadernos y periódicos que los estudiantes usan, además de los documentos educativos utilizados en la parte administrativa de la institución. Sin embargo, si se hace enfoque en la cantidad de vasos plásticos y PET, teniendo en cuenta su peso (qué es mínimo), es una cantidad muy alta de residuos que fueron aprovechados y en los que se aplicó logística inversa.

A continuación, se muestran las estrategias de administración de residuos sólidos de las instituciones que fueron visitadas, estos datos fueron obtenidos debido al contacto que se hizo con las diferentes personas encargadas de la administración de residuos en cada institución:

**Tabla 5. Datos Generales Instituciones Educativas.**

Institución	Tipo	Contacto	Cargo	Nombre del Área	Personal Dedicado	Operarios	Categorías de Separación en la fuente	Población Total	Recolectores
A	Colegio	Fernando Núñez	Director de Calidad y Medio Ambiente	Calidad & Medio Ambiente	Sí	33 total (3 en separación)	5	2000	Promoambiental, LITO, SAAM, Retales & Metales, Datexa
A	Universidad	Juan David Uribe	Auxiliar de Medio Ambiente	SOMA	Sí	4	5	9716	Promoambiental, La Nacional, ReA Proam, Tecniansa
B	Universidad	Margarita Jaramillo	Profesional en gestión ambiental	Recursos físicos	Sí	5 Auxiliares	4	9000	Proambiental, La Nacional, Procesos ecologicos
B	Colegio	Karen Burbano	Auxiliar ambiental	Gestión ambiental	Sí	2 Auxiliares	5	1530	Progecol, Gaya Bitare, Aseo suroccidente, Proasa
C	Universidad	Karen Reyes	Auxiliar de Medio Ambiente	Servicios Generales	No	Tercerizado empresa cosmos	3	3610	Misión Ambiental, RH, FunReAm
D	Colegio	Luis Alfonso Posso	Rector	NA	No	3	NA	546	Proambiental
D	Universidad	Alexandra Torres	Auxiliar administrativa medioambiental	Recursos físicos	Sí	10 Auxiliares, 1 interno	3	9000	Progecol, Innova Ambiental, Proasa

**Fuente: Elaboración Propia, Información recolectada mediante entrevista a encargados.**

Como se puede ver en la tabla 5, en el Colegio A, La Universidad A, La Universidad B, Universidad D, Universidad C, el Colegio B y el Colegio C existe un sistema de recolección y administración de residuos en el cual hay personal asignado exclusivamente a estas labores. Sin embargo, en el Colegio D y La Universidad C el personal de aseo o mantenimiento es quien desarrolla estas tareas de manera no diferenciada.

**Objetivo 1: Caracterización de residuos en instituciones.**

Para la caracterización de los residuos generados en las instituciones, se tomaron los datos históricos a los que se tuvo acceso con las instituciones que realizan una debida administración de los residuos, para así tener una visión más amplia del impacto que tiene el sistema de recolección de las mismas. Para obtener los datos del año 2018 de la generación de residuos de cada institución, se hizo un pronóstico para los últimos meses con el método del promedio móvil simple.

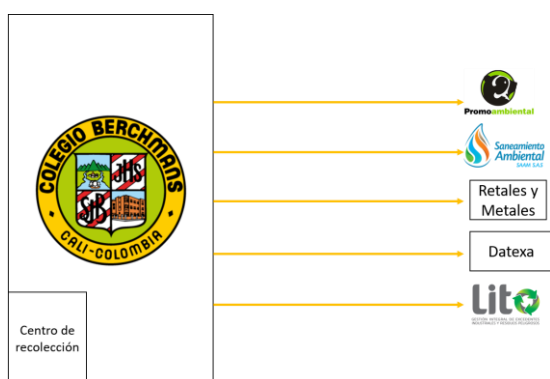
En la tabla 6 se visualiza el peso los de residuos reciclables que el Colegio A vende a recolectores, distinguidos en sus 13 categorías.

**Tabla 6. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados en el Colegio A (en kilogramos).**

Año	2015	2016	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Papel Archivo	2.579,0	3.331,0	3.524,0	787,0	10.221,0	2.555,3
Cartón	2.024,0	2.247,0	2.679,0	967,0	7.917,0	1.979,3
Plegadizas	736,0	852,0	879,0	1.513,0	3.980,0	995,0
Papel Prensa	256,0	393,0	689,0	1.513,0	2.851,0	712,8
PET Color	871,0	1.449,0	1.586,0	1.024,0	4.930,0	1.232,5
PET Transparente	474,0	577,0	627,0	457,0	2.135,0	533,8
Plástico	658,0	679,0	650,0	398,0	2.385,0	596,3
Tapitas	1.282,0	1.449,0	1.644,0	712,0	5.087,0	1.271,8
Otros	595,0	543,0	633,0	421,0	2.192,0	548,0
PVC	428,0	679,0	701,0	508,0	2.316,0	579,0
Aluminio	83,0	99,0	105,0	55,0	342,0	85,5
Chatarra	1.972,0	2.759,0	2.880,0	1.687,0	9.298,0	2.324,5
Cobre	0,0	1,0	1,0	0,5	2,5	0,6
Balastos	12,0	17,0	16,0	8,0	53,0	13,3
Vidrio	150,0	387,0	412,0	189,0	1.138,0	284,5
<b>Total</b>	<b>12.120,0</b>	<b>15.462,0</b>	<b>17.026,0</b>	<b>10.239,5</b>	<b>54.847,5</b>	<b>13.711,9</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

Se identifican los residuos de pulpa de papel, compuestos por: papel archivo, cartón, plegadizas, y papel prensa, como la macrocategoría más significativa de residuos sólidos reciclables de acuerdo a participación en el peso total. La figura 9 muestra el esquema de recolección implementado por el Colegio A, esta institución lleva años mejorando su sistema de recolección de residuos.



**Figura 8. Esquema de recolección del Colegio A-Cali**  
**Fuente: Elaboración propia**

Entidades como La Universidad A, la Universidad B y otras instituciones siguen el mismo modelo de recolección. Sin embargo, a pesar de seguir el mismo modelo de administración de residuos, las instituciones educativas tienen diferentes entidades que prestan este servicio, algunas de estas no se preocupan por tener un prestador de servicio certificado debido a la alta clandestinidad del negocio de reciclaje en la ciudad.

En cuanto al caso de La Universidad A, en la tabla 7 se puede apreciar la generación de sus residuos sólidos generados desde 2015 hasta diciembre de 2018, organizados en 15 categorías dependiendo del tipo de material.

**Tabla 7. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad A**

Producto	2015	2016	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Botellas de jugo hit	358,5	1.134,8	0,0	0,00	1.493,3	373,3
Papel Archivo	9.358,8	7.548,0	6.827,6	16.272,84	40.007,2	10.001,8
Carton	7.965,1	6.071,0	7.882,5	8.908,98	30.827,6	7.706,9
Plegadizas	1.727,0	2.594,1	2.224,0	3.305,90	9.851,0	2.462,7
Papel Prensa	4.369,9	3.002,2	2.152,8	9.344,67	18.869,5	4.717,4
Kraft	56,2	3,8	0,0	0,00	60,0	15,0
PET	3.406,0	2.200,2	2.799,7	2.346,07	10.751,9	2.688,0
Plastico	683,0	690,5	2.421,6	2.101,20	5.896,3	1.474,1
Pasta Templada	56,0	134,3	127,0	105,75	423,0	105,8
Soplado	676,1	403,1	583,3	812,97	2.475,5	618,9
Aluminio	196,6	522,7	0,0	0,00	719,3	179,8
Chatarra	10.052,1	7.844,3	15.815,3	14.771,46	48.483,1	12.120,8
Clausen	17,7	10,1	127,6	4,30	159,7	39,9
Libros	0,0	6.789,4	2.171,0	0,00	8.960,4	2.240,1
Vidrio	0,0	0,0	18,2	80,20	98,4	24,6
<b>TOTAL</b>	<b>38.923,0</b>	<b>38.948,2</b>	<b>43.150,5</b>	<b>58.054,3</b>	<b>179.076,0</b>	<b>44.769,0</b>

**Fuente: Elaboración propia**

De manera coincidente con la distribución de las macro categorías de residuos reciclables del Colegio A, en La Universidad A los productos de pulpa de papel y chatarra comprenden la mayoría de los residuos cuyo modo de disposición es el reciclaje.

En La Universidad A los residuos se disponen en un lugar llamado la UTR (Unidad Técnica de Residuos). En la unidad trabajan 4 colaboradores, estos tienen una ruta cada uno y la realizan una vez al día, las rutas se hacen por fuera de los salones

pues las que son dentro de los salones las realiza SOMAR, entidad encargada de la prestación de servicios de aseo a La Universidad. Todos los residuos recogidos por los colaboradores tanto de SOMAR como los auxiliares son dispuestos en la UTR de manera clasificada.

Esta institución ha implementado estrategias innovadoras para la administración de residuos, entre ellas se encuentra la reutilización de desechables de plástico, una iniciativa que en conjunto con Carvajal ha podido salir adelante. Estos desechables son utilizados para fabricar resinas plásticas y cerrar el ciclo de los materiales que muchos creen no ser reciclables. Además, dentro de La Universidad hay una compostera, en ella van residuos como hojas secas, hojas verdes, raíces, ramas y cascaras de alimentos.

La Universidad tiene una población de 9.716 personas, estos generan 2.635,9  $m^3$  de residuos ordinarios y 44.769,0 Kg de residuos sólidos en promedio son recuperados anualmente.

En cuanto al caso de la Universidad B, en la tabla 9 se puede apreciar la generación de sus residuos sólidos generados desde 2015 hasta diciembre de 2018, organizados en 18 categorías dependiendo del tipo de material.



**Tabla 8. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad B**

Residuos reciclables.(kg) JAVERIANA						
Año	2015	2016	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Papel Archivo	4.982,0	2.922,1	2.461,8	1.990,6	12.356,5	3.089,1
Cartón	6.914,0	6.994,4	9.702,1	8.055,3	31.665,8	7.916,4
Plegadizas	3.505,0	4.704,0	5.530,4	4.439,5	18.178,9	4.544,7
Papel Prensa	2.496,0	2.570,5	1.992,4	1.852,2	8.911,1	2.227,8
Plastico de baja (bolsas)	133,0	53,5	436,8	118,0	741,3	185,3
P.E.T	2.836,0	2.898,5	2.319,0	2.229,2	10.282,7	2.570,7
Plástico	115,0	108,0	110,6	187,7	521,3	130,3
Soplado	331,0	275,4	369,3	452,1	1.427,8	357,0
Desechables	28,0	0,0	0,0	0,0	28,0	7,0
Tetrapack	90,0	122,3	205,0	250,3	667,6	166,9
Aluminio/clausen	159,0	367,3	190,7	190,0	907,0	226,8
Chatarra	960,5	8.028,0	2.001,6	1.906,2	12.896,3	3.224,1
Cobre	46,0	0,0	0,0	0,0	46,0	11,5
Pasta	1.275,6	677,6	1.035,7	999,0	3.987,9	997,0
Vidrio	1.361,0	1.135,3	1.165,9	2.136,9	5.799,1	1.449,8
Libros	0,0	2.578,4	2.092,6	56,3	4.727,3	1.181,8
RAEE	0,0	190,0	0,0	0,0	190,0	47,5
PVC	0,0	82,0	197,9	0,0	279,9	70,0
<b>Total</b>	<b>25.232,1</b>	<b>33.707,3</b>	<b>29.811,8</b>	<b>24.863,4</b>	<b>113.614,6</b>	<b>28.403,6</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

La Universidad B sigue el modelo de las instituciones mencionadas con anterioridad. Sin embargo, tiene un factor que lo diferencia en cuanto a la composición de residuos generados. Esta institución, desde hace un año está implementando una campaña para eliminar los desechables plásticos y de icopor. Es por ello que estos no van a residuos ordinarios, si no que se evita hacer uso de los mismos para que no sea un factor contaminante, pues estos residuos están compuestos por materiales altamente contaminantes y que tienen un tiempo de biodegradación alta. Para eliminar el uso de desechables en la institución, los encargados de la gestión ambiental prohibieron el uso de los mismos en cafeterías y tiendas dentro de la misma.

El lugar donde disponen los residuos es llamado UCA (Unidad Central de Almacenamiento). En la UCA laboran 5 personas, las cuales se encargan de hacer 2 recorridos de recolección de residuos cada una. Existen 2 colaboradores en la mañana, 2 en la tarde y uno que permanece en la unidad todo el día. La Universidad

tiene problemas, pues sus estudiantes no hacen un uso adecuado de los puntos de recolección, haciendo que la clasificación desde la fuente sea un fracaso. Es por lo anterior que los colaboradores de la UCA deben volver a clasificar los productos para darles la debida clasificación. Ellos también se encargan del pesaje y registro del material recolectado. Por último, se puede apreciar que en el año 2016 hubo un alza en la generación de residuos tipo chatarra, esto puede deberse a construcciones realizadas dentro de la institución.

En cuando La Universidad C sede Pance, al ser una institución nueva en la comuna, solamente se tienen los datos de los residuos reciclados en el 2017 y 2018. La tabla 8 muestra los 9 tipos de residuos reciclables que recolecta dicha institución.

**Tabla 9. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad C Sede Pance**

Producto	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Papel Archivo	166,0	102,0	268,0	134,0
Carton	2.107,0	5.991,0	8.098,0	4.049,0
Plegadizas	203,0	0,0	203,0	101,5
Papel Prensa	35,0	152,0	187,0	93,5
Plastico	37,0	363,0	400,0	200,0
Pasta Templada	150,0	430,0	580,0	290,0
Aluminio	1,0	0,0	1,0	0,5
Chatarra	0,0	173,0	173,0	86,5
Vidrio	88,0	209,0	297,0	148,5
<b>TOTAL</b>	<b>2.787,0</b>	<b>7.420,0</b>	<b>10.207,0</b>	<b>5.103,5</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

El manejo de residuos en La Universidad C es tercerizado con la empresa Cosmos.

Dentro de la comuna también se encuentra La Universidad D, la cual empezó en el año presente recolectando clasificadamente 9 tipos de residuos, mostrados en la tabla 10.

**Tabla 10. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en La Universidad D.**

Año	Papel Archivo	Cartón	Plegadizas	PET	Prensa	Aluminio	Chatarra	Pasta	Vidrio	Total
<b>2018</b>	2.411,9	1.830,7	1.427,9	1.040,6	694,7	32,0	4.363,1	287,6	780,4	<b>12.868,9</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

La tabla 11 muestra los 10 tipos de residuos que se recolectan en el Colegio B, el cual se ha esforzado por llevar a cabo una buena administración de los residuos sólidos.

**Tabla 11. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en el Colegio B.**

Año	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Papel Archivo	2.778,1	2.882,4	5.660,5	2.830,3
Cartón	2.048,1	1.718,6	3.766,7	1.883,4
Plegadizas	2.330,5	2.478,5	4.809,0	2.404,5
PET	1.293,4	1.179,5	2.472,9	1.236,5
Plástico	535,9	418,0	953,9	476,9
Otros	64,1	135,6	199,7	99,9
Aluminio	16,6	6,1	22,7	11,4
Chatarra	499,7	647,6	1.147,3	573,6
Pasta	514,4	601,2	1.115,6	557,8
Vidrio	206,6	154,3	360,9	180,5
<b>Total</b>	<b>10.287,4</b>	<b>10.221,8</b>	<b>20.509,2</b>	<b>10.254,6</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

Lo anterior muestra que el Colegio B recolecta en general 10.254,6 Kg de residuos reciclables. A pesar de sus esfuerzos, el colegio tiene falencias al momento de recolectar los residuos desde la fuente. Esta institución cuenta con 2 auxiliares de mantenimiento encargados de clasificar los desechos. Sin embargo, estos cometen errores constantemente y no realizan una debida caracterización de residuos, se pudo apreciar que en residuos ordinarios a veces van botellas, tapas y otros residuos que pueden ser reutilizados.

**Tabla 12. Histórico de cantidad de residuos reciclables recolectados (en kg) en el Colegio C.**

Año	2015	2016	2017	2018	TOTAL	PROMEDIO
Papel Archivo	3.104	4.467	2.275	3.626	13.472	3.368
Carton	305	381	574	785	2.045	511
Prensa	100		930	393	1.423	474
PET	60		30	39	129	43
Chatarra	570		2.099	1.796	4.465	1.488
Tinas Metálicas	115		325	425	865	288
RAEE	370				370	370
Aluminio	40			296	336	168
<b>Total</b>	<b>4.664</b>	<b>4.848</b>	<b>6.233</b>	<b>7.360</b>	<b>23.105</b>	<b>6.711</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

El Colegio C realiza actividades de reciclaje desde el 2007, sin embargo, no han sido regulares en los procesos de administración de residuos, al principio su mayor enfoque eran los productos de papel y cartón. En la actualidad reciclan mayor cantidad de residuos y se enfocan en la mejora continua en sus procesos de clasificación de residuos.

Con los datos de las instituciones mencionadas anteriormente, se hizo una tabla de caracterización de residuos (Tabla 13), donde muestra el promedio anual de residuos sólidos recuperados en las instituciones educativas visitadas de la comuna 22. Cabe aclarar que los Colegios D y un colegio internacional adicional que se visitó pero del cual no se incluyen datos, no cuentan con un sistema de recolección caracterizada, por lo que no se incluyeron en la tabla general de generación de residuos.

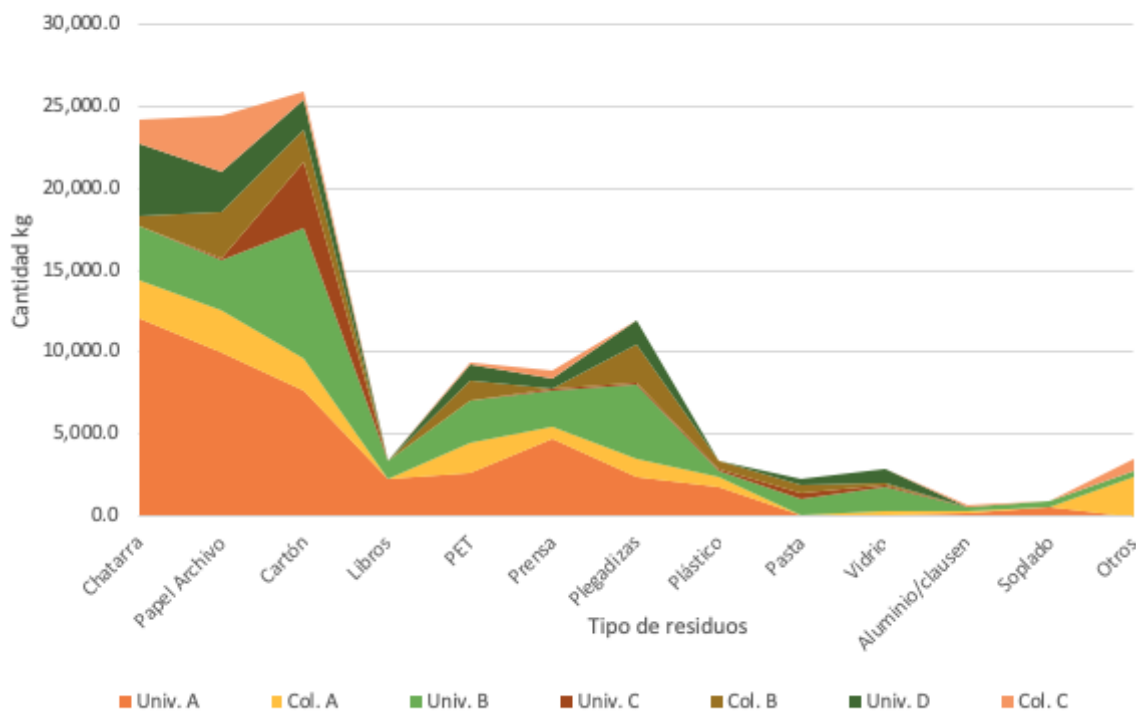
**Tabla 13. Promedio anual de residuos sólidos recuperados en las instituciones de la C22**

Tipo residuo	ICESI (kg)	BERCHMANS (Kg)	JAVERIANA (Kg)	U. LIBRE (sede Pance) (Kg)	COLOMBO BRITANICO (Kg)	SAN BUENAVENT URA (Kg)	BOLIVAR (KG)	Cant (Kg)	Frec	Frec acum
Chatarra	12.120,8	2.324,5	3.224,1	86,5	573,6	4.363,0	1.488,3	24.180,8	0,20	0,20
Papel Archivo	10.001,8	2.555,3	3.089,1	134,0	2.830,3	2.411,9	3.368,0	24.390,4	0,20	0,40
Cartón	7.706,9	1.979,3	7.916,4	4.049,0	1.883,4	1.830,7	511,0	25.876,7	0,21	0,61
Libros	2.240,1	0	1.181,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3.421,9	0,03	0,64
PET	2.688,0	1.766,3	2.570,7	0,0	1.236,5	1.040,6	43,0	9.345,0	0,08	0,72
Prensa	4.717,4	712,8	2.227,8	93,5	0,0	694,7	474,0	8.920,1	0,07	0,79
Plegadizas	2.462,7	995,0	4.544,7	101,5	2.404,5	1.427,9	0,0	11.936,4	0,10	0,89
Plástico	1.847,4	596,3	315,6	200,0	476,9	0,0	0,0	3.436,2	0,03	0,92
Pasta	105,8		997,0	290,0	557,8	287,6	0,0	2.238,1	0,02	0,93
Vidrio	24,6	284,5	1.449,8	148,5	180,5	780,4	0,0	2.868,3	0,02	0,96
Aluminio/clausen	219,7	85,5	226,8	0,5	11,4	32,0	168,0	743,9	0,01	0,96
Soplado	618,9	0	357,0	0,0	0,0	0,0	0,0	975,8	0,01	0,97
Otros	15,0	2.412,6	302,9	0,0	99,9	0,0	658,0	3.488,4	0,03	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>44.769,0</b>	<b>13.711,9</b>	<b>28.403,6</b>	<b>5.103,5</b>	<b>10.254,8</b>	<b>12.868,8</b>	<b>6710,3</b>	<b>121.822,0</b>	<b>1,0</b>	

**Fuente: Elaboración Propia**

Al comparar los tipos de residuos que se producen en las diferentes instituciones investigadas, muchos de ellos se relacionan directamente, haciendo posible una unificación de los mismos. La tabla muestra que en promedio en La Universidad A se reciclan más cantidades de residuos que en las otras instituciones anualmente, sin embargo también es la que más residuos produce, pues esta misma produce aproximadamente 107170,8 kg de residuos ordinarios anualmente, es decir que recupera aproximadamente un 40% de los residuos que produce. Sin embargo, es la única de las instituciones visitadas que recupera tan gran porcentaje de residuos.

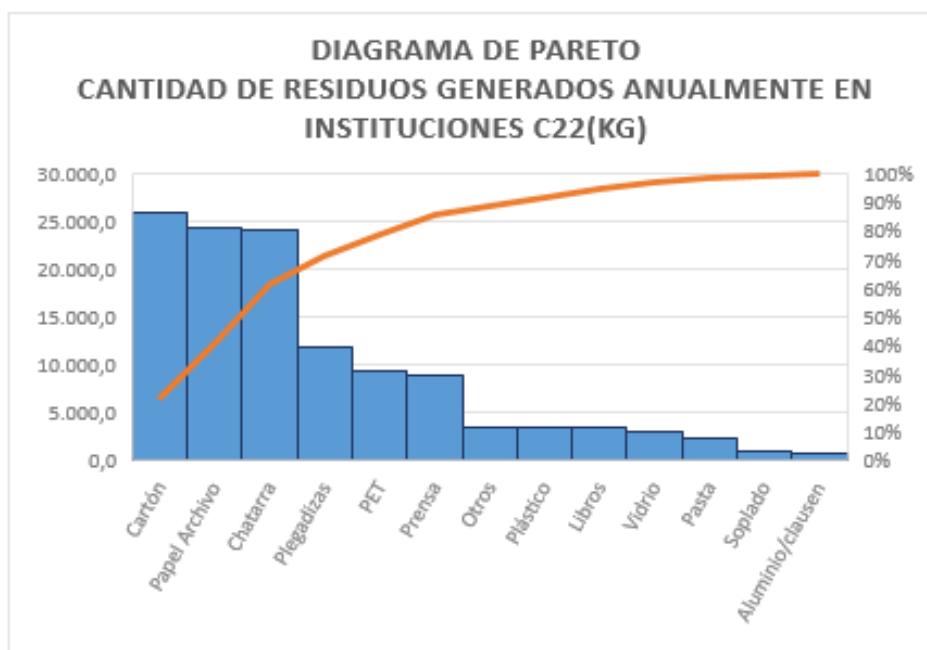
Generación anual total de residuos sólidos en instituciones C22



**Figura 9. Caracterización de los residuos generados en las instituciones entrevistadas.**

**Fuente: Elaboración Propia.**

La figura 10 muestra la caracterización anual total de residuos sólidos en las instituciones educativas de la comuna 22. Para obtener esta información se promedió el histórico de generación anual de residuos sólidos de cada institución por cada material. La caracterización es un tipo de descripción cualitativa que puede recurrir a datos o a lo cuantitativo con el fin de profundizar el conocimiento sobre algo. Para cualificar ese algo previamente se deben identificar y organizar los datos; y a partir de ellos, describir (caracterizar) de una forma estructurada; y posteriormente, establecer su significado (sistematizar de forma crítica) (Bonilla, Hurtado & Jaramillo, 2009). Esta caracterización permite apreciar qué residuos se producen con mayor frecuencia en cada una de las instituciones y unificar la información de generación de residuos en cada una de las mismas.



**Figura 10. Diagrama de Pareto de residuos sólidos generados anualmente en instituciones de la C22**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

El diagrama de Pareto de la figura 11 permite mostrar los pocos triviales, en el contexto, el 80% de los residuos que se generan en las instituciones se encuentran en chatarra, papel, cartón y PET.

Sin embargo, si se hace un análisis más a fondo de la situación, la cantidad generada de residuos está medida en kilogramos y no en volúmenes, por lo que los residuos tipo PET muestran una cifra interesante; 9.302 kg que se recuperan anualmente equivaldrían aproximadamente a 1'094.353 botellas en el caso hipotético de que las botellas pesaran en promedio 8,5 gramos. Lo anterior significa

que, entre las instituciones entrevistadas cada persona consume en promedio 31 botellas PET anualmente.

Lo anterior demuestra que, aunque los residuos de chatarra, papel y cartón son los que más se generan en las instituciones educativas de la comuna 22, la cantidad de residuos PET recolectados es significativa y un punto muy sensible a considerar debido a que este residuo es un derivado del petróleo, con un impacto ambiental asociado mucho mayor a aquél de los residuos de pulpa de papel.

Finalmente, en las tablas 14 y 15 se muestran los residuos promedio per cápita con codificación de color: El primero, asociado a cada institución, el segundo y a cada residuo, a partir de los cuales se obtienen los resultados subsiguientes, que obran como fundamento para las recomendaciones realizadas al final de este documento.

La codificación cromática funciona como un rango continuo para el color de fondo de cada celda que va del rojo al verde, atravesando primero tonalidades naranjas y luego amarillas, en donde los tonos más cálidos (de los cuáles el rojo es el epítome) indican bajos valores, y los colores más frescos (de los cuales el verde es el indicador más alto posible) indican altos valores de la variable analizada: kg de residuos producidos.



**Tabla 14. Generación anual per cápita de residuos sólidos recuperables en las instituciones de la C22, en kg. Por instituciones.**

Institución \ Tipo residuo	UA	UB	UD	UC	CA	CB	CC	
Chatarra	1,248	0,258	0,358	0,024	0,287	2,852	0,930	
Papel Archivo	1,029	0,284	0,343	0,037	1,415	1,576	2,105	
Cartón	0,793	0,220	0,880	1,122	0,942	1,197	0,319	
Libros	0,231	0,000	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	
PET	0,277	0,196	0,286	0,000	0,618	0,680	0,027	
Prensa	0,486	0,079	0,248	0,026	0,000	0,454	0,296	
Plegadizas	0,253	0,111	0,505	0,028	1,202	0,933	0,000	
Plástico	0,190	0,066	0,035	0,055	0,238	0,000	0,000	
Pasta	0,011	0,000	0,111	0,080	0,279	0,188	0,000	
Vidrio	0,003	0,032	0,161	0,041	0,090	0,510	0,000	
Aluminio/clausen	0,023	0,010	0,025	0,000	0,006	0,021	0,105	
Soplado	0,064	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	
Otros	0,002	0,268	0,034	0,000	0,050	0,000	0,411	
<b>Total</b>	<b>4,608</b>	<b>1,524</b>	<b>3,156</b>	<b>1,414</b>	<b>5,127</b>	<b>8,411</b>	<b>4,194</b>	<b>Total 28,433</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

De esta tabla se pueden deducir tres datos primordialmente:

1. Entre las instituciones analizadas, la que más residuos recuperables per cápita genera es el Colegio B, y de hecho las tres instituciones con un mayor volumen total de estos residuos son todas colegios, de los cual surjen tres posibilidades no-mutuamente excluyentes, dignas de un análisis posterior:
  - a. En estas instituciones se realiza una mejor gestión upstream con los usuarios que generan los residuos, de tal manera que este volumen es mayor.
  - b. En estas instituciones las labores de separación post consumo son más efectivas.
  - c. El consumo total de productos elaborados con este tipo de materiales o de empaques es mayor.

2. El impacto anual per cápita en cuanto a residuos recuperables es menor a un (1) kg. Para todas las combinaciones consideradas, salvo en el caso de Chatarra, Papel Archivo, Cartón y Plegadiza en sólo algunas de las instituciones analizadas. De esto se pueden desprender dos posibilidades sujetas a verificación experimental posterior:
  - a. Los residuos recuperables no son dispuestos de manera adecuada por los miembros de las II.EE., de tal manera que en su mayoría estos volúmenes terminan desechados como residuos ordinarios.
  - b. Los materiales recuperables no son consumidos en volúmenes lo suficientemente grandes para que su indicador per cápita asociado tenga si quiera un valor mayor a la unidad en la mayoría de los casos. Esta posibilidad parece ser la más improbable.
3. El mayor potencial de aprovechamiento en las Instituciones Educativas de la comuna se encuentra asociado a los materiales a base de pulpa de papel.

**Tabla 15. Generación anual per cápita de residuos sólidos en las instituciones de la C22, en kg, por tipo de residuo.**

Institución \ Tipo residuo	UA	UB	UD	UC	CA	CB	CC	Total
Chatarra	1,248	0,258	0,358	0,024	0,287	2,852	0,930	5,957
Papel Archivo	1,029	0,284	0,343	0,037	1,415	1,576	2,105	6,790
Cartón	0,793	0,220	0,880	1,122	0,942	1,197	0,319	5,472
Libros	0,231	0,000	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,362
PET	0,277	0,196	0,286	0,000	0,618	0,680	0,027	2,084
Prensa	0,486	0,079	0,248	0,026	0,000	0,454	0,296	1,588
Plegadizas	0,253	0,111	0,505	0,028	1,202	0,933	0,000	3,033
Plástico	0,190	0,066	0,035	0,055	0,238	0,000	0,000	0,585
Pasta	0,011	0,000	0,111	0,080	0,279	0,188	0,000	0,669
Vidrio	0,003	0,032	0,161	0,041	0,090	0,510	0,000	0,837
Aluminio/clausen	0,023	0,010	0,025	0,000	0,006	0,021	0,105	0,189
Soplado	0,064	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,103
Otros	0,002	0,268	0,034	0,000	0,050	0,000	0,411	0,764
<b>Total</b>								<b>28,433</b>

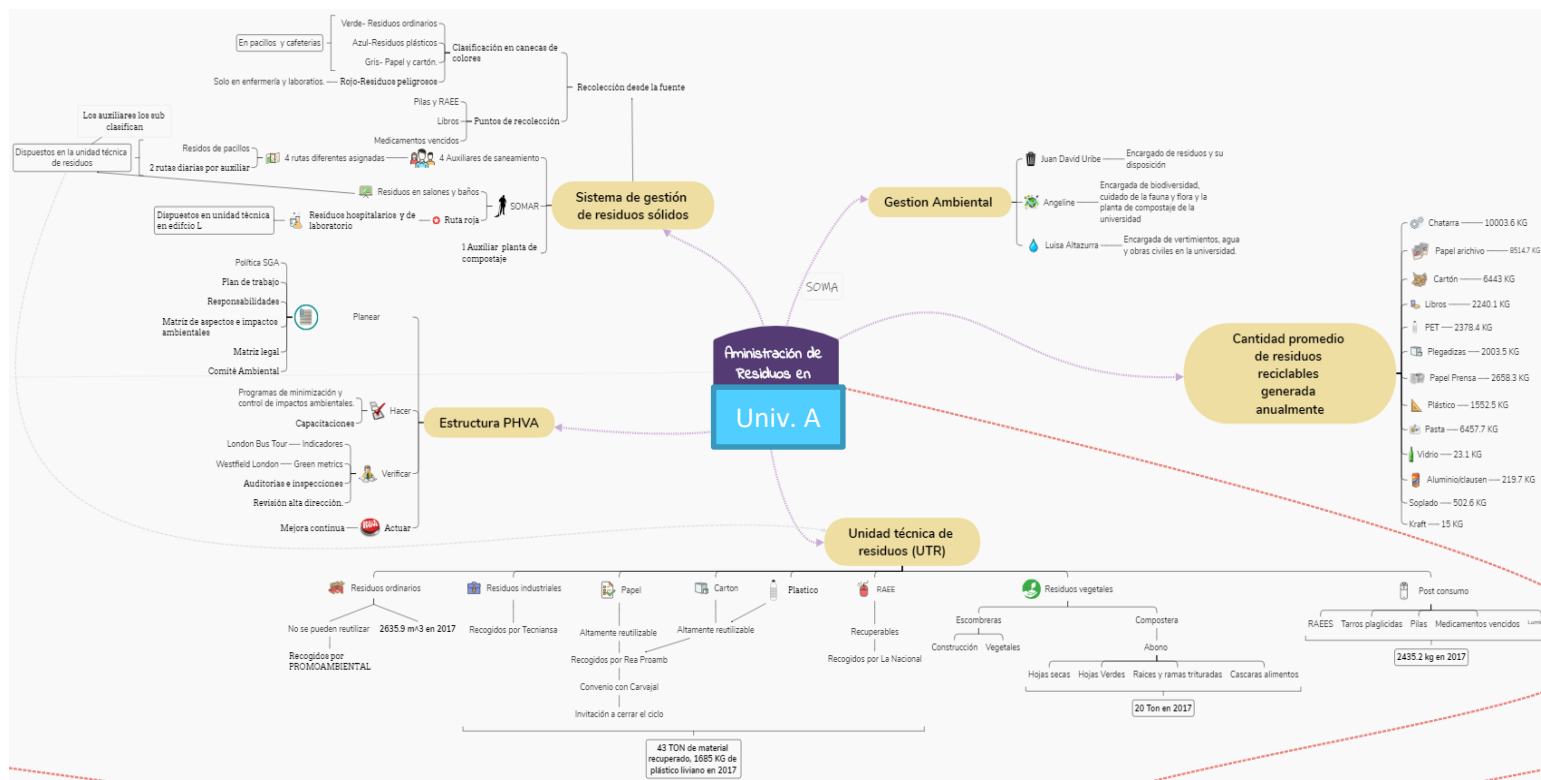
**Fuente: Elaboración Propia.**

Haciendo también un análisis comparativo de los valores analizados en la tabla 13, pero aplicando una codificación de color ordinal de acuerdo a la generación per cápita por institución, obtenemos la representación gráfica dada en la tabla 14 con los siguientes hallazgos, correlacionados con la información cualitativa obtenida en las entrevistas personales realizadas en las visitas a cada institución:

1. El Colegio B, El Colegio A y La Universidad A son las instituciones que, per cápita, obtienen un mayor volumen de residuos recuperables para más tipos de residuos, a pesar de no poder determinar con la información disponible si esto se debe a una mayor producción o una separación más eficiente en unidad técnica de residuos. Mientras que el Colegio C, previamente identificado por su alta generación de residuos recuperables, sólo se destaca debido a la recolección de papel archivo, esto debido a las campañas exitosas y muy enfáticas que se vinculan con políticas de hábitos en el salón de clases de disposición especializada, desde preprimaria hasta bachillerato.

## **Objetivo 2: Análisis de imágenes enriquecidas.**

Un análisis de mapas enriquecidos permite entender más a fondo los sistemas, sus componentes, sus stakeholders y su funcionamiento. La figura 12 muestra cómo las universidades La Universidad A, La Universidad B, y Universidad D administran sus residuos. Así mismo, muestra cómo estos sistemas están interrelacionados y qué debilidades, oportunidades y fortalezas tienen en conjunto.



**Figura 11. Imagen enriquecida Universidad A.**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

La Universidad A cuenta con un sistema de gestión de residuos que incluye 4 auxiliares de saneamiento, auxiliares de SOMAR y 1 auxiliar en planta de compostaje. Los auxiliares de saneamiento se encargan de realizar 4 rutas diferentes en toda La Universidad, y además se encargan de realizar la caracterización de residuos en la unidad técnica de residuos (UTR). Los auxiliares de SOMAR sólo recogen los residuos en salones y los desechan en la UTR pero no caracterizan los residuos. Y el auxiliar de la planta de compostaje se encarga de estar pendiente de los

procesos dentro de la misma. La Universidad trata de tener una estructura basada en el mejoramiento continuo, es por ello que enfocan su estructura en un ciclo PHVA. Sin embargo, a pesar de tener un buen sistema de administración de residuos, la caracterización desde la fuente no es buena.

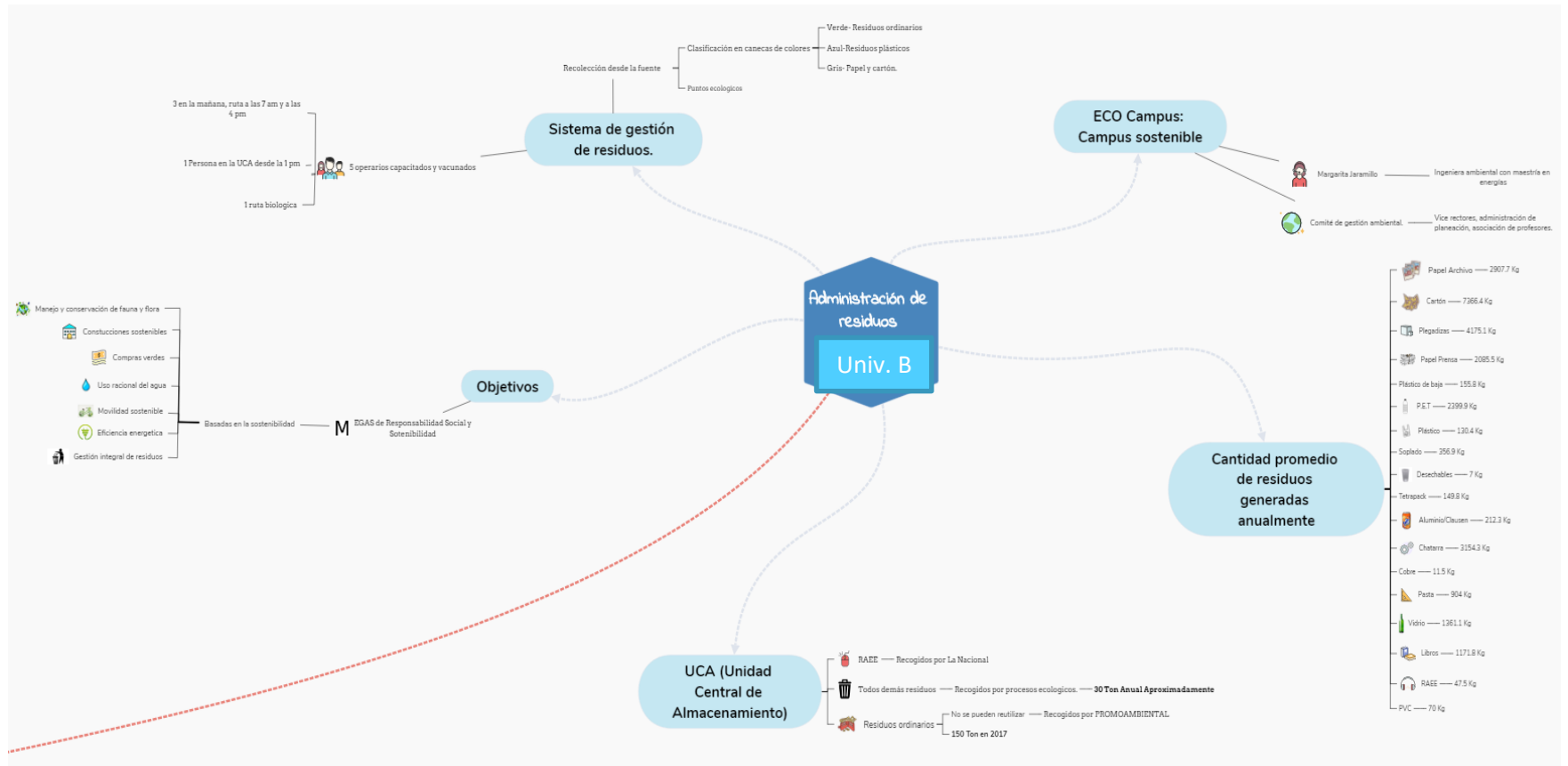
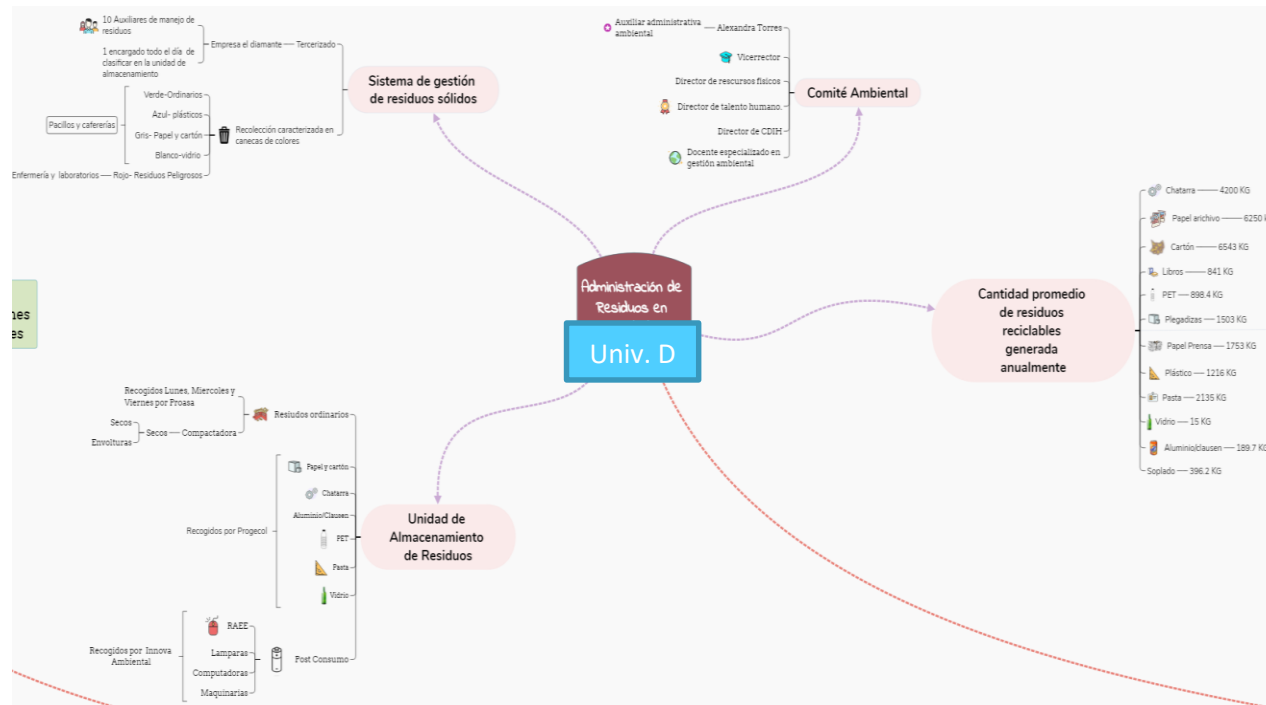


Figura 12. Imagen enriquecida Universidad B.  
Fuente: Elaboración Propia.

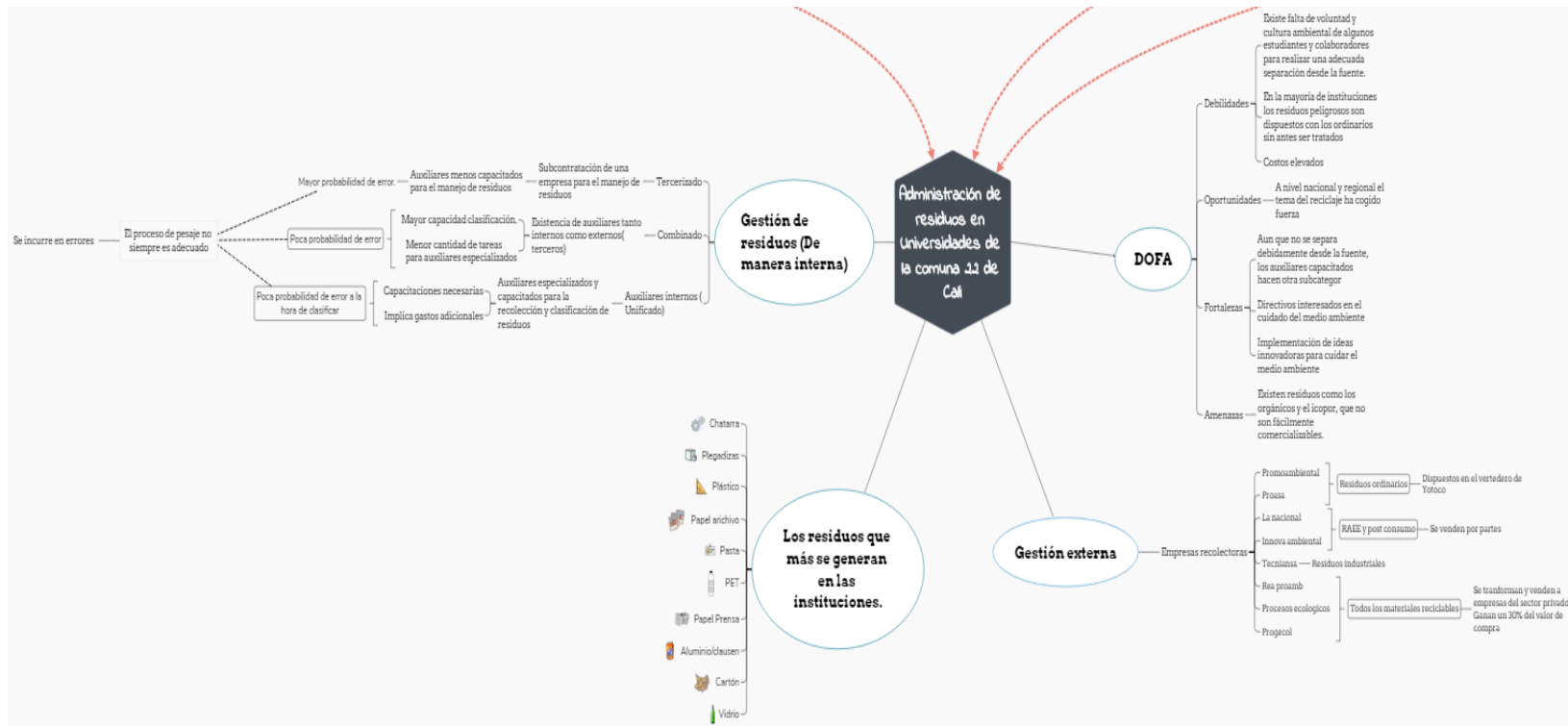
La Universidad B basa sus objetivos en algo que ellos denominan “megas de sostenibilidad”, que es un sistema basado en la búsqueda continua de la sostenibilidad frente a diferentes ámbitos ambientales. En la institución existen 5 operarios, de los cuales 1 permanece en la Unidad central de almacenamiento, y los otros 4 se encargan de hacer rutas de recolección de residuos en la mañana y en la tarde. Al igual que la La Universidad A, esta institución clasifica desde la fuente pero esta no es eficiente debido a la poca consciencia de ciertos estudiantes a la hora de disponer sus desechos. En La Universidad B solo se recicla un 30% de los residuos generados en la institución.



**Figura 13. Imagen enriquecida Universidad D**  
**Fuente: Elaboración Propia**

La Universidad D terceriza la gestión de residuos con una empresa llamada Diamante, donde existen 10 auxiliares encargados de la recolección de residuos y 1 encargado de clasificar los residuos en la unidad de almacenamiento de residuos (UAR).

**Figura 14. Interrelaciones entre sistemas de gestión de residuos en las Universidades de la comuna 22.**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

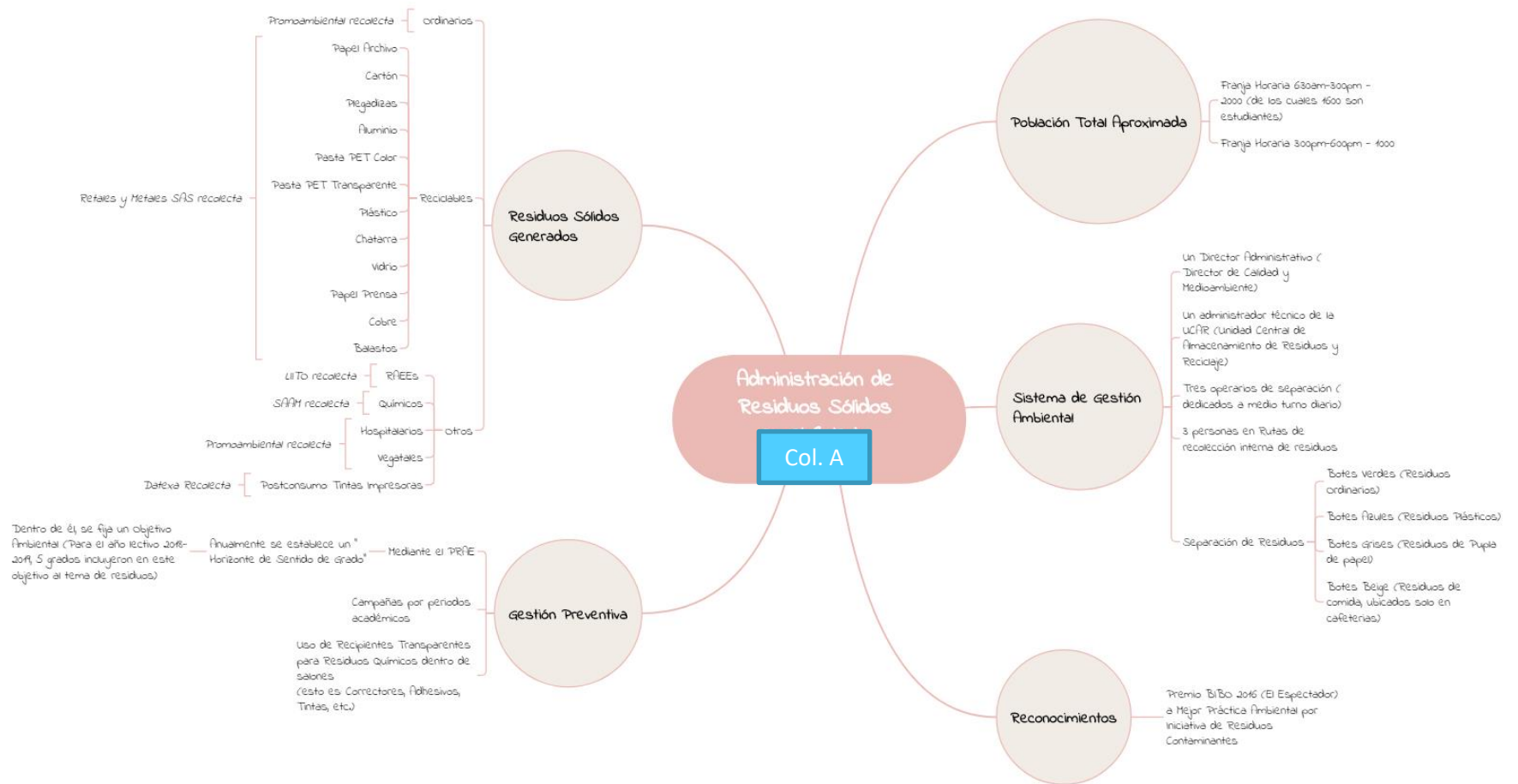




De manera interna, los residuos de las universidades de la comuna 22 tienen 3 diferentes formas de caracterizar desde la fuente sus desechos. Esta puede ser tercerizada, auxiliares internos y mixta. Sin embargo, la gestión mixta y los auxiliares internos tienen más capacidad de realizar la separación desde la fuente, pues estos conocen y entienden el por qué separar y cómo hacerlo.

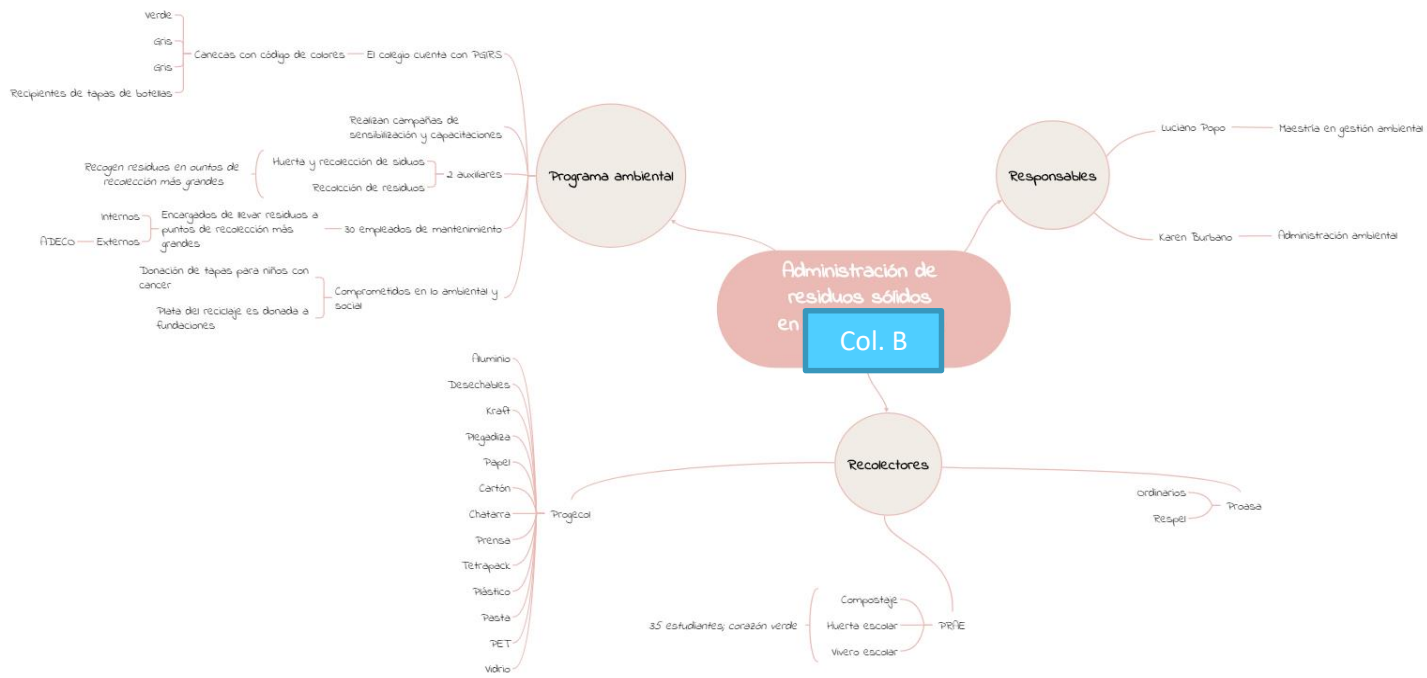
Por otro lado, se encontró que los residuos que más se generan en las instituciones son; Papel, cartón, PET, papel prensa, plegadizas, plástico, aluminio/clausen y vidrio. Y estos son recogidos por empresas como Procesos ecológicos, Rea Proamb y Progecol.

Además se realizó un análisis DOFA, donde se encontró que las debilidades de estos sistemas tienen raíz en la falta de consciencia de las comunidades universitarias y la administración de residuos peligrosos. Las oportunidades se encuentran en el creciente interés demostrado por el sector público frente al reciclaje. Frente a fortalezas, se encontró que los auxiliares tienen la capacidad de hacer una buena clasificación de los residuos, que los directivos de las instituciones muestran interés en el cuidado del medio ambiente y que se han implementado ideas innovadoras para cuidarlo. Las amenazas en un sistema como estos es hacer que todos los residuos sean comercializables, sin embargo, residuos como los ordinarios y el icopor son poco rentables para las instituciones.



**Figura 15. Imagen enriquecida Colegio A**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

El Colegio A es uno de los más organizados en el ámbito medioambiental. En este existen 3 auxiliares encargados de la separación de los residuos y otros 3 que se encargan de hacer la ruta ecológica en el colegio. Esta ruta ecológica es realizada por personal voluntario que dispone los materiales reciclables en puntos ecológicos, y seguidamente estos son llevados a la unidad central de almacenamiento de residuos y reciclaje, donde finalmente se encuentra un administrador técnico encargado de velar por que todos los procesos de clasificación se hagan bien. El colegio cuenta con un PRAE, un PGIRS y cada año fija una meta a alcanzar en el ámbito ambiental. Finalmente fue ganador del premio BIBO (El espectador) en el año 2016 por seguir la mejor práctica ambiental por iniciativa de residuos contaminantes.

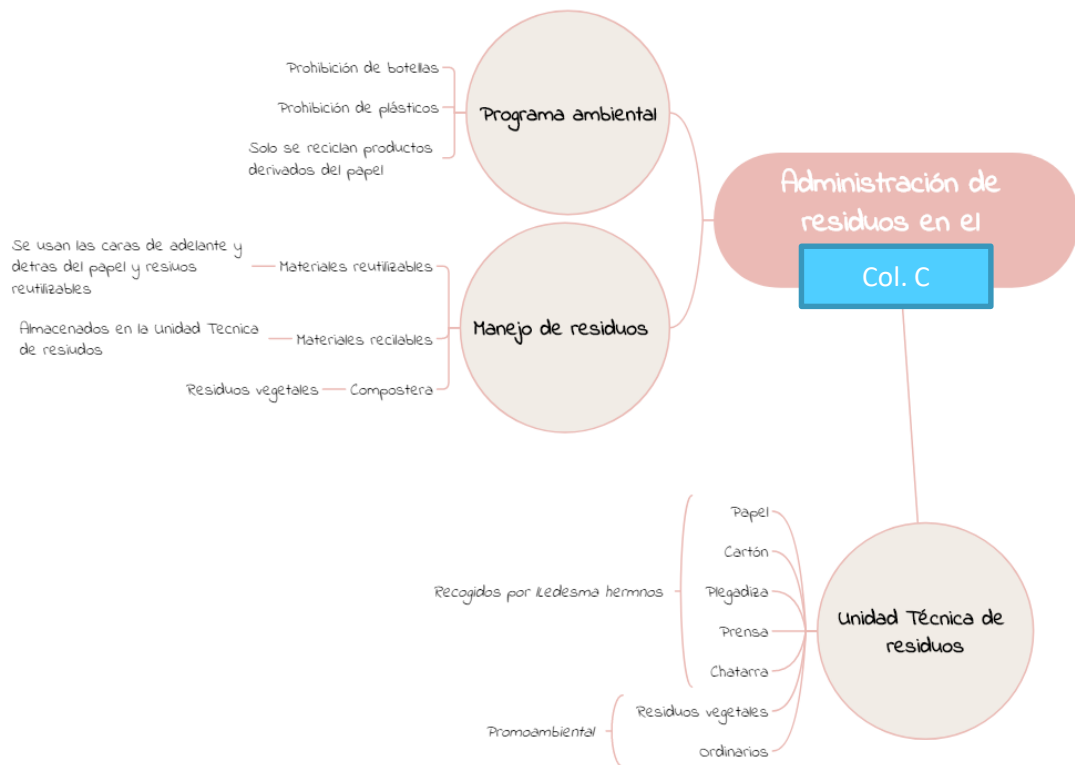


**Figura 16.** Imagen enriquecida Colegio B.

**Fuente: Elaboración Propia.**

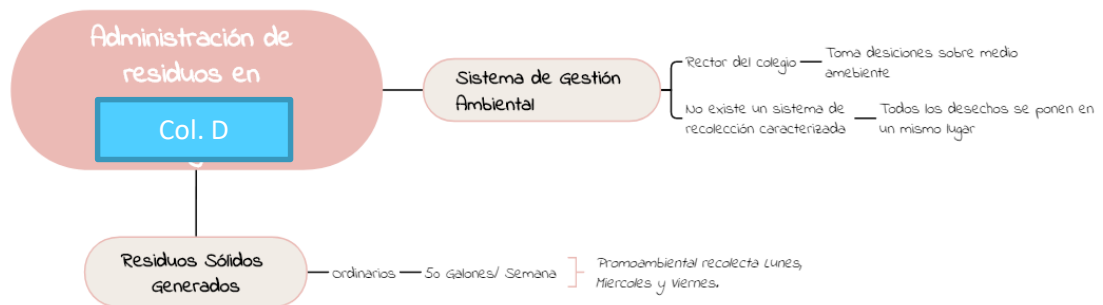
El Colegio B empezó a administrar sus residuos de manera clasificada desde hace 2 años. Anteriormente la empresa que prestaba el servicio de recolección de residuos era Más Ambiente, sin embargo, debido a que no aprovechaban muchos materiales, hace 1 año cambiaron a Progecol, entidad que recolecta 12 tipos de residuos reciclables. A pesar de sus esfuerzos, el Colegio B tiene problemas al momento de recolectar desde la fuente, primero porque los estudiantes y colaboradores no tienen claro dónde va cada residuo, y segundo porque los empleados de mantenimiento no realizan una buena clasificación.

Además de lo anterior, la institución emprendió un proyecto para implementar una compostera, una huerta escolar y un vivero. En el momento ya cuentan con cilantro, tomate y árboles en la huerta. La idea de lo anterior es que el compost se use como alimento para la huerta. Luego, con las plantas producidas en la huerta, se busca hacer el vivero, el cual aún está cómo un proyecto, la idea del vivero es reunir estudiantes de la comuna para plantar árboles alrededor de la comuna o en lugares de la ciudad poco arborizados. Por otro lado, el dinero recolectado por el reciclaje es donado a fundaciones.



**Figura 17. Imagen enriquecida Colegio C.  
Fuente: Elaboración Propia.**

En cuanto al Colegio C se reciclan sobretodo productos derivados de papel, también existen residuos como los RAEE, el aluminio y PET que han sido recuperados pero aún no tienen un modelo óptimo para la recolección y recuperación de estos residuos, pues lo hacen de manera intermitente.



**Figura 18. Imagen enriquecida Colegio D**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

En el Colegio D no existe un método de recolección de residuos de manera clasificada. A esta institución le recoge los residuos Promoambiental 3 veces a la semana y se estima que generan 55 galones de basura semanal. Teniendo en cuenta lo anterior, y que esta institución cuenta con una población de 546 personas, la producción per cápita mensual de residuos ordinarios es de 0,4 gal/per.



**Figura 19. Interrelaciones entre sistemas de gestión de residuos en las Universidades de la comuna 22. Fuente: Elaboración Propia.**

De manera interna, los residuos de los colegios de la comuna 22 caracterizan sus residuos de una forma muy diferente a los modelos de las universidades. En los colegios que tienen un plan de gestión integrado de residuos sólidos, personas de la comunidad (profesores, aseadores y estudiantes) hacen parte de un grupo de apoyo que disponen los residuos reciclables de salones y pacillos en pequeños puntos ecológicos distribuidos en las instituciones. Luego, los residuos son recogidos por auxiliares internos en los puntos mencionados y transportados a las unidades técnicas de residuos, donde se vuelven a clasificar y se almacenan.

Por otro lado, se encontró que los residuos que más se generan en las instituciones son los mismos que los de las universidades; Papel, cartón, PET, papel prensa, plegadizas, plástico, aluminio/clausen y vidrio. Y estos son recogidos por empresas como Progecol y Retales y Metales. Sin embargo, hay instituciones que aún tienen problemas a la hora de administrar sus residuos, así como se encuentran otras que no tienen un sistema de gestión de residuos de manera caracterizada, por lo que sus residuos son todos llevados al vertedero.

Además, se realizó un análisis DOFA, donde se encontró que las debilidades de estos sistemas tienen raíz en la falta de consciencia de las comunidades universitarias, la falta de interés, los elevados costos, la recolección inadecuada de residuos y existen reprocesos. Las oportunidades se encuentran en el creciente interés demostrado por el sector público frente al reciclaje y es una actividad que genera rentabilidad y a su vez, hace parte de la solución a la problemática ambiental. Frente a fortalezas, se encontró que los auxiliares tienen la capacidad de hacer una buena clasificación de los residuos, que los directivos de las instituciones muestran interés en el cuidado del medio ambiente y que se han prohibido materiales difíciles de recuperar. Las amenazas en un sistema como estos es hacer que todos los residuos sean comercializables, sin embargo, residuos como los ordinarios y el icopor son poco rentables para las instituciones.



### Objetivo 3: Propuesta de mejora.

Los modelos de negocio para aprovechamiento de residuos son una alternativa completamente viable para dar solución a la problemática de los residuos independientemente de los recursos disponibles. Teniendo en cuenta los resultados de generación de residuos y los análisis del funcionamiento interno de las instituciones de la comuna 22, se eligió una propuesta que involucró diferentes entidades recolectoras de residuo. Así se tendrían en cuenta entonces 4 tipos de empresas recolectoras: de residuos reciclables, de RAEE, de residuos industriales y de residuos ordinarios.



**Figura 20. Propuesta de mejora.**  
**Fuente: Elaboración Propia.**

La figura 21 muestra la propuesta de mejora para la recolección colaborativa de residuos de las instituciones educativas de la comuna 22. Hay que tener en cuenta que esta es una adaptación del modelo francés, debido a que el último no es aplicable en el entorno de la ciudad de cali.

Lo anterior significa que el modelo frances NO ES VIABLE debido a el avance que tiene con respecto al ambito Colombiano.

La idea de la propuesta es que las instituciones realicen el almacenamiento de residuos en un punto (colegio Berchmanns debido al espacio), y que las mismas tengan asociaciones con empresas del sector privado que utilicen los residuos como materia prima de producción. Así, las instituciones tendrían mayor cantidad de ingresos netos, pues no tercerizarían los procesos de reciclaje.

Sin embargo el proyecto no basa su viabilidad en términos economicos, si no en terminos de reducción de costos, responsabilidad social y ambiental, a contiución se explica un poco al respecto.

Responsabilidad social y ambiental: La idea de la implementación del modelo pretende integrar a los recicladores de la comuna 22, pues estos conocen con mayor profundidad la forma en como se clasifican los residuos. Dentro de la parte ambiental, el reciclar y reutilizar los residuos recuperables ayuda a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el aire, preserva las fuentes hidricas, ahorra energías y reduce la cantidad de residuos que irían al vertedero. Frente a la preservación de fuentes hidricas y la conservación del medio ambiente, esto se puede representar en el reciclado del papel, pues para ello es necesario talar muchos arboles y requiere de grandes cantidades de agua, también con las botellas plásticas y demás residuos que terminan en los mares. El ahorro de energía es otra de las grandes ventajas del reciclaje y, como consecuencia de este menor gasto se facilita el proceso de fabricación y emiten menos gases de efecto invernadero. En muchas ocasiones los consumidores ganan, pues los productos también son más económicos.

Por último, dentro de la propuesta se promovería el forjamiento de lazos estrechos entre las instituciones con miras a una verdadera clusterización de estas. Y los ingresos finales netos que se generasen podrían ser utilizados para realizar labores sociales cómo jornada de arborización de la comuna 22 o ayudar a fundaciones. Es decir, debido a que el monto final recaudado anualmente sería positivo, pero no

mayor a 10 SMMLV por institución, se propondría el uso colectivo de estos recursos para fines como los mencionados arriba y no una redistribución de utilidades.

La tabla 15 muestran los ingresos totales en ventas de residuos recuperables generados anualmente por las instituciones educativas. Para hacerla se promediaron los precios de venta de los residuos recuperables brindados por las instituciones estudiadas y se multiplicaron por la cantidad total vendida anualmente en las mismas.

**Tabla 15. Ingresos totales generados por concepto de venta de residuos recuperables en las Instituciones educativas analizadas**

Material	Precio de Venta (Kg)	Cantidad producida por año (Kg)	Ingresos anuales
Papel Archivo	\$ 540,0	24.180,8	13.057.624,6
Cartón	\$ 325,0	24.390,4	7.926.871,2
Plegadiza	\$ 95,0	25.876,7	2.458.285,3
Prensa	\$ 202,5	3.421,9	692.940,4
Plástico	\$ 650,0	9.345,0	6.074.239,5
P.E.T	\$ 1.400,0	8.920,1	12.488.156,0
Chatarra	\$ 600,0	11.936,4	7.161.827,0
Pasta	\$ 200,0	3.436,2	687.236,4
Aluminio/ Clausen	\$ 2.095,0	2.238,1	4.688.889,3
Vidrio	\$ 68,0	2.868,3	195.042,9
Soplado	\$ 500,0	743,9	371.945,1
Libros	\$ 205,0	975,8	200.042,4
<b>Total</b>		<b>118.333,5</b>	<b>56.003.100,2</b>

**Fuente: Elaboración Propia.**

## CONCLUSIONES

Con el pasar de los años el medio ambiente se ha convertido en tema de preocupación a nivel mundial, debido al deterioro que ha tenido por las actividades realizadas por los seres humanos. En la actualidad los gobiernos junto con empresas del sector privado se han encargado de la preservación del mismo. Una de las acciones implementadas a nivel mundial es la re-manufacturación de productos que ya han sido usados para obtener nuevos productos.

En el documento se hace enfoque al caso Francia, donde existe una empresa del sector privado llamada ELISE que se encarga de recoger 12 tipos de residuos de oficina. Esta entidad presta el servicio de recolección de residuos a colegios, universidades, escuelas de negocios, bancos, oficinas, entre otros. Nació en 1997 en Lille-Francia como una iniciativa para proteger el medioambiente y a su vez para generar empleo en el país. En la actualidad, ELISE es una empresa pionera a nivel nacional, tiene acreditaciones y reconocimientos a nivel mundial y cuenta con 375 colaboradores y 10.200 clientes a nivel nacional. Esta misma presta el servicio de recolección de manera diferenciada a SKEMA Business School en Lille, y en conjunto recuperan aproximadamente el 87% del material generado en dicha institución.

En contraste, la investigación de cómo están administrando los residuos las universidades y colegios de la comuna 22 de Cali muestra que, de las 9 instituciones entrevistadas, 2 no realizan actividades de recolección de residuos de manera caracterizada, por lo que todos sus residuos (reciclables y no reciclables) son dispuestos en el vertedero. Las demás instituciones estudiadas recuperan en promedio 121.822 Kg de residuos, sin embargo, en la gran mayoría no se alcanza a reciclar ni siquiera el 25% de los residuos totales generados en la institución. De lo anterior, las instituciones que más residuos recuperan son La Universidad A con un aproximado del 40% de material recuperado y La Universidad B con un aproximado del 30%.

Por otro lado, el residuo que más se genera es el cartón, en promedio se generan 25,87 toneladas de cartón anualmente en las instituciones entrevistadas. Adicionalmente, para todas las instituciones de la comuna la clasificación desde la fuente no es efectiva, esto debido al nivel de educación de sus estudiantes y colaboradores y a la poca claridad que hay acerca de qué material va en cada caneca, por lo que debe haber auxiliares que se encarguen de volver a clasificar los materiales en las unidades de disposición de residuos.

Teniendo en cuenta el avance que tiene el modelo francés y los años de experiencia que estos tienen en el ámbito de clasificación y recuperación de material generado, el modelo francés no es viable en el ámbito caleño. Sin embargo, se pueden hacer adaptaciones del mismo para aplicar un sistema colaborativo que incluya a las instituciones educativas de la comuna 22 de Cali.

A pesar de los problemas de clasificación desde la fuente, un sistema colaborativo podría hacer que este problema se reduzca, pues no sólo habría un sistema integrado de recolección de residuos, sino que también habría un mayor flujo de información entre instituciones. Lo anterior ayudaría a mejorar aspectos que probablemente no han considerado, compartiendo ideas y desarrollando estrategias en conjunto para mejorar los procesos de recolección de residuos y por ende un mayor impacto positivo.

Un sistema colaborativo de recolección de residuo es una estrategia para preservar el medio ambiente, aumentar la responsabilidad social y abarcar ideas de mejoramiento en los procesos de administración de residuos. Haciendo la comuna 22 la comuna que, aunque genera la mayor cantidad per cápita de residuos, sea la más responsable en ámbitos sociales y medioambientales.

## RECOMENDACIONES

Se realizan las siguientes recomendaciones generales a los tomadores de decisiones vinculados con los sistemas de gestión de residuos sólidos en las instituciones educativas:

Realizar seguimientos periódicos: Esto se hará con el fin de que se lleve control sobre la adecuada separación de residuos desde la fuente. En otras palabras, se recomienda que el sistema de recolección desde la fuente se haga más efectivo por medio de controles y capacitaciones a los auxiliares encargados de la misma. En caso de ser posible, implementar herramientas visuales que instruyan a los auxiliares sobre cómo hacer una clasificación efectiva.

Crear campañas de concientización: Estas serán dirigidas a toda la población estudiantil para que entiendan la importancia de una adecuada clasificación. Por ejemplo, en SKEMA BS hacen uso de cifras llamativas que colocan al lado de las canecas donde los estudiantes y colaboradores desechan sus residuos. Lo anterior puede generar sensibilidad en el público objetivo.

Implementar incentivos eficientes para llevar una adecuada clasificación de desechos: Estos incentivos pueden ser máquinas que cambien botellas o latas por bonos de descuento, juegos dinámicos como una mini cesta de basquetbol para depositar los residuos y hasta uso de máquinas inteligentes con videojuegos incorporados.

Actualizar el PGIRS de cada institución.

Por último se recomienda hacer continuación del proyecto para evaluar la viabilidad económica y hacer un análisis de impacto ambiental del sistema de recolección colaborativo propuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

DANE. (2015). *Boletín técnico, cuenta ambiental y económica de flujo de materiales – Residuos sólidos (2012-2015p)*. 12 de septiembre de 2017. Recuperado de: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas\\_ambientales/cuentas-residuos/BT-Cuenta-residuos-2015p.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/BT-Cuenta-residuos-2015p.pdf)

Hsiao, K. (2001). *An environmental evaluation of landfill systems: Case study from two landfills in south Sweden*. (tesis de maestría en Ciencias Ambientales).

Recuperado de: [https://www.lumes.lu.se/sites/lumes.lu.se/files/hsiao\\_kuang-ling.pdf](https://www.lumes.lu.se/sites/lumes.lu.se/files/hsiao_kuang-ling.pdf)

Yang, N., Damgaard, A., Lü, F., Shao, L-M., Brogaard, L. K-S., & He, P-J. (2014). *Environmental impact assessment on the construction and operation of municipal solid waste sanitary landfills in developing countries: China case study*. Waste Management, 34(5), p. 929-937. Recuperado de:

[http://orbit.dtu.dk/files/119495792/2015\\_Yang\\_et\\_al\\_Environmental\\_impact\\_assessment\\_on\\_the\\_construction\\_and\\_operation\\_of\\_municipal\\_solid\\_waste\\_sanitary\\_landfill\\_postprint.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/119495792/2015_Yang_et_al_Environmental_impact_assessment_on_the_construction_and_operation_of_municipal_solid_waste_sanitary_landfill_postprint.pdf)

Botamino, I. (2005). *Depósito de residuos en vertedero*. Escuela de Organización Industrial (EOI). Recuperado de:

[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45615/componente45613.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45615/componente45613.pdf)

Buenos Aires Ciudad. (2008). *Dónde se llevan los materiales reciclables*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de:

<http://www.buenosaires.gob.ar/ciudadverde/separacion/donde-se-llevan-los-materiales-reciclables>

COINDES. (2016). *Proyecto de Planta de Incineración de Residuos Paraguay*. Recuperado de: <http://coindeso.com/proyectos/proyecto-planta-incineracion-de-residuos-paraguay/>

Tron, F. (2011). *La gestión de residuos sólidos en Tokio, París, Madrid y México*. Instituto Juan de Herrera. Madrid, España.

Alcaldía de Santiago de Cali (2016). *Cali en cifras 2015*. Cali, Colombia.

Recuperado de: Recuperado de:

<https://planeacion.cali.gov.co/caliencifras/Documentos%20pdf/Caliencifras2015.pdf>

Departamento Administrativo de Planeación Municipal (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos*. Cali, Colombia. Recuperado de: Recuperado de:

[http://www.ciudadlimpiacali.com.co/site/Normatividad/PGIRS/PGIRS\\_SANTIAGO DE CALI 2015 2027.pdf](http://www.ciudadlimpiacali.com.co/site/Normatividad/PGIRS/PGIRS_SANTIAGO_DE_CALI_2015_2027.pdf)

Hoorweg, D. y Bhada-Tata, P. (2012) *What a waste, a global review of solid waste management*. The world bank. Washington, EE.UU. Recuperado de:

Recuperado de:

[https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)

Diago, M. (25 jun 2008). Fin al basurero de Navarro. *El Espectador*. Recuperado de: Recuperado de:

<https://www.elespectador.com/impreso/nacional/articuloimpreso-fin-al-basurero-de-navarro>

DAGMA. (2009) Agenda Ambiental. (Comuna 22). Recuperado de:

<https://consejoambiental.files.wordpress.com/2009/10/comuna-221.pdf>

Campo, J.F., López, A.(2013). Logística reversiva en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en universidades y colegios ubicados en la comuna 22 de Cali (tesis de pregrado). Universidad A, Cali, Colombia.

Pulido, J.J., Sakaoto, Y.S., (2014). Propuesta de implementación de un programa de manejo integral de residuos hospitalarios y similares PGIRH en La Universidad A. (tesis de pregrado). Universidad A, Cali, Colombia.



Ramírez, M.A., Sarria, J.F. (2009). Herramienta para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en instituciones educativas de hasta básica secundaria. (tesis de pregrado). Universidad A, Cali, Colombia.

Biblioteca del congreso nacional de Chile (2016). *Políticas públicas pro reciclaje hacen de Suiza un país líder en la materia*. Santiago de Chile, Chile. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/observatorio/europa/noticias/politicas-publicas-pro-reciclaje-hacen-de-suiza-un-pais-lider-en-la-materia>

Capoen, K. (2018). Entrevista personal. Coordinadora de limpieza y reciclaje en Skema BS-Lille. Lille, Francia

Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fundamentos Tomo I*. Montevideo, Uruguay: Centro coordinador del convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.

UNEP. 2015. *Global Waste Management Outlook (GWMO)*. Recuperado de: <https://www.unclelearn.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>

Redacción El País, (21 junio 2017). *Solo el 15 % de los residuos producidos en Cali es aprovechado*. Cali, Colombia. Recuperado de: <http://www.elpais.com.co/cali/solo-el-15-de-los-residuos-producidos-en-es-aprovechado.html>

Revista Dinero, (31 octubre 2017). Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>

Bonilla Castro E., Hurtado Prieto J. & Jaramillo Herrera C. (2009). *La investigación. Aproximaciones a la construcción del conocimiento científico*. Colombia: Alfaomega.

## **ANEXO 1:**

**Relleno Sanitario:** Es un método de disposición final para los residuos sólidos. Particularmente común en países en vía de desarrollo como el principal fin de vida que se le da a sus residuos. Consiste en depositar en una zona particular los residuos recolectados, esparcirlos y compactarlos para posteriormente cubrirlos con algún revestimiento sintético, tierra o ambos. Este proceso se repite cuantas veces sea posible generando capas recubiertas.

**Degradación:** Es un conjunto de reacciones químicas que se presentan de manera sucesiva a cualquier objeto físico con el paso del tiempo y con ayuda de la exposición a otros elementos externos como radiación ultravioleta, que conllevan a la reconfiguración fisicoquímica del material de tal manera que pierde su cohesión y sus moléculas o partes componentes pueden reincorporarse con mayor facilidad al ambiente.

**Residuos Sólidos (RRSS):** Es la manera como se le denomina a las basuras, desechos o subproductos inesperados o no deseados por el hombre cuando en su conjunto son mayoritariamente sólidos.

**Vertimientos:** Es la manera como se le denomina a las basuras, desechos o subproductos inesperados o no deseados por el hombre cuando en su conjunto son mayoritariamente líquidos

**Emisiones:** Es la manera como se le denomina a las basuras, desechos o subproductos inesperados o no deseados por el hombre cuando en su conjunto son mayoritariamente gaseosos.

**Lixiviados:** Son el subproducto líquido que se genera como resultado de procesos físicos o bioquímicos durante el almacenamiento y transporte de los residuos sólidos.

**Reciclaje:** Es un método de disposición en cual se pierde el valor funcional de un producto pues debe destruirse el mismo para poder recuperar el valor material del mismo, por ejemplo triturándolo, de tal manera de que dicho material pueda ser reinsertado en la cadena de valor de otros productos.

**Remanufactura:** Es un método de disposición mediante el cual un objeto es reparado o modificado de tal manera que pueda competir con los criterios de rendimiento del objeto en su estado nuevo.

**Reuso/Reutilización:** Se refiere al alargamiento del ciclo de vida de un producto al continuar siendo utilizado para realizar su misma función bajo distintos parámetros o una función diferente.

**Logística Reversiva/Inversa:** Es la Logística que se encarga de la gestión de la cadena de suministro de los productos con el fin de que estos estén de nuevo en las manos de su fabricante o proveedor, el objetivo de esto es diferente de acuerdo al tipo: Logística de Devoluciones o Logística de Residuos.

**Efecto Invernadero:** Es el proceso mediante el cual la energía calórica de la radiación, especialmente exoterrestre, es absorbida y retenida por los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera terrestre, calentando así el planeta.

**Cambio Climático:** Son los procesos naturales y antropogénicos que conllevan a cambios medibles de comportamientos meteorológicos. Sus componentes más significativos son los antropogénicos, dado que debido a sus dimensiones, su afectación al clima es mucho más rápida y notoria.

**Gases de efecto Invernadero:** Son todos los gases cuya absorción y retención de calor en la atmósfera son lo suficientemente significativas para contribuir al cambio de la temperatura y patrones climáticos en la tierra. Los seis más importantes, según el Protocolo de Kioto, son, en sus fórmulas químicas: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs y SF<sub>6</sub>.

**Huella Ecológica:** Es un indicador del impacto ambiental que tienen los procesos desarrollados por los humanos al compararlos con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar los recursos requeridos para realizar dichos procesos y contar con sus entradas.

**Huella de Carbono:** Se refiere a la cantidad de Dióxido de Carbono o Unidades de Dióxido de Carbono equivalente emitida a la atmósfera atribuible a cierto proceso, industria, o producto. De acuerdo a la forma como se establezca su medición podrá o no incluir los aportes indirectos de los procesos o elementos complementarios o previos requeridos para el desarrollo del mismo.

**Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGRIS):** Es el instrumento de planificación en materia de residuos sólidos que por Ley en Colombia debe regir esta materia en cada municipio. Cuando se desarrolla internamente en una organización también se le llama Plan de Gestión Interna de Residuos Sólidos

**Instituciones Educativas (IIEE):** Sigla utilizada en este documento.

**Fin de tubo:** Se refiere al enfoque práctico o teórico de un agente interesado en un producto, material o cadena de valor en las etapas finales que incluyan al mismo.

**Gestión Upstream:** Se refiere a los procesos ejecutables direccionados a los agentes y procesos de la cadena de valor de un producto previo a su utilización.

**Gestión Downstream:** Se refiere a los procesos ejecutables direccionados a los agentes y procesos de la cadena de valor de un producto posterior a su utilización.

Valor Material: Valor intrínseco de un producto asociado sus componentes físicos.

Valor Funcional: Valor agregado a un producto y valorado por un potencial usuario.

Superintendencia de Servicios Públicos: Organismo que en el sistema legal colombiano se encarga de fiscalizar la gestión de las empresas prestadoras de servicios públicos.

Superintendencia de Industria y Comercio: Organismo que en el sistema legal colombiano se encarga de fiscalizar la gestión de las empresas comerciales.

Reciclabilidad: Es la capacidad de un elemento de ser reciclado, dadas las restricciones tecnológicas y la eficiencia y rentabilidad de dicho proceso en un contexto determinado.

PNUD: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

EMSIRVA E.S.P: Antigua Empresa Pública dedicada a la prestación de servicios de aseo a toda la ciudad de Santiago de Cali.

Promoambiental E.S.P.: Empresa dedicada por contratación estatal a los servicios de aseo público en el Sur de la ciudad de Santiago de Cali.

DAGMA: Departamento Administrativo de Gestion del Medio Ambiente.

IPCC: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático.

Proyecto Ambiental Escolar (PRAE): Instrumento

## **ANEXO 2: AGRADECIMIENTOS**

Andrés Lopez: Tutor temático del documento, Universidad A

Fernando Núñez – Director de Calidad y Medio Ambiente, Colegio A

Milton Fabián García – Director de Servicios Generales, Universidad C

Karen Torres – Auxiliar Ambiental de Recursos Físicos, Universidad C

Luciano Popo – Director de Gestión Ambiental, Colegio B

Karen Burbano – Auxiliar Ambiental, Colegio B

Margarita M. Jaramillo – Profesional en Gestión Ambiental, Oficina de Recursos Físicos, Universidad B Cali

Alexandra Torres – Auxiliar Administrativa Ambiental, Recursos Físicos, Universidad D, Cali

Oscar O. Ospina – Asistente Operativo Ambiental, Colegio C

Diego Arias – Jefe de Mantenimiento, Colegio C

Juan David Uribe – Auxiliar Ambiental en Residuos Sólidos, Universidad A

Angélica Borja – Jefe de Salud Ocupacional y Medio Ambiente, Universidad A

Diego (Dagma) – Director de la Oficina de Residuos Sólidos, DAGMA

Victoria Fajardo – Directora del Comité Ambiental de la Comuna 22, Cali

Katherine Vargas – Tutora metodológica del anteproyecto del presente documento, Universidad A, Cali

Jairo Guerrero – Tutor metodológico del presente documento, Universidad A, Cali

Liliana Montoya – Gerente de Valor Agregado SAS, Candelaria

Juliet Cardona – Coordinadora Departamento Comercial y Logístico, Procesos Ecológicos

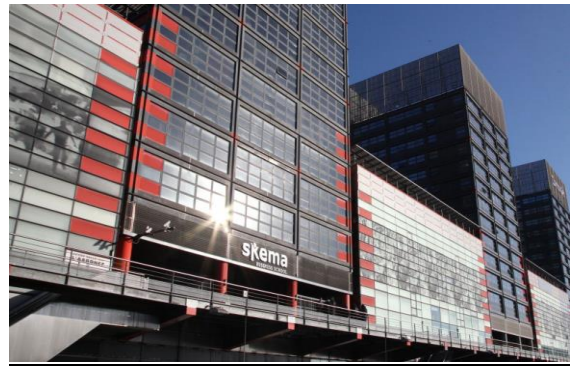
### ANEXO 3: REGISTRO FOTOGRÁFICO

#### Ejemplo Colegio A:

- A: Área de acopio de residuos químicos.
- B: Subestación de recolección de residuos.
- C: Cuarto de separación plásticos.
- D: Cuarto de separación papeles.
- E: Ejemplo de señalética.
- F: Máquina compactadora



## Caso SKEMA BS:



Ejemplo Colegio B:



Ejemplo Colegio C





## CRONOGRAMA

Este es un cronograma elaborado para uso interno de manera interina por los autores de este proyecto, mediante el cual se proyectan algunas actividades fundamentales para el desarrollo y seguimiento del mismo.

Mes	M1							M2							M3							M4							M5							M6							M7							M8						
Semana	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40																									
	ab-01	ab-08	ab-15	ab-22	ab-29	may-06	may-13	may-20	may-27	jun-03	jun-10	jun-17	jun-24	jul-01	jul-08	jul-15	jul-22	jul-29	ago-05	ago-12	ago-19	ago-26	sep-02	sep-09	sep-16	sep-23	sep-30	oct-07	oct-14	oct-21	oct-28																									
Contextualización y revisión de status quo																																																								
Citas con expertos líderes ambientales y entidades municipales																																																								
Ecogenia de fuentes claves de marco teórico																																																								
Identificación de variables, limitantes y similitudes caso francés GRSM																																																								
Elaboración formatos actas-reuniones																																																								
Estructuración Base de datos directores SOMA les																																																								
Diseño matriz comparativa SOMA les																																																								
Citas con recuperadores, recicladores y empresarios de reciclaje																																																								
Elaboración Infográfico Estado Actual Y Oportunidades de Mejor e Inversión (Poster/flyer)																																																								
Visitas les																																																								
Diseño de formato de caracterización de residuos																																																								
Revisión teórica de limitantes logísticas																																																								
Asesoramiento por parte de recicladores																																																								
Diseños de Manuales de Procesos y Procedimientos																																																								
Revisión de descripción de cargo de personal relacionado																																																								
Diseño de señalización																																																								
Diseño de campaña educativa																																																								
Evaluación e identificación de Caso de Éxito																																																								
Actividades por definir																																																								

