

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS ECO EFICIENTES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS EMPRESAS CORASEO S.A Y SEACOR S.A

TRABAJO DE GRADO

CINDY PAOLA CARRANZA PÉREZ
CAROLINA MENDOZA GONZALES

BOGOTÁ, COLOMBIA
2016

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS ECO EFICIENTES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS EMPRESAS CORASEO S.A Y SEACOR S.A

TRABAJO DE GRADO

CINDY PAOLA CARRANZA PÉREZ
CAROLINA MENDOZA GONZALES

DAVID ANDRES SANCHEZ BONELL

ADMINISTRACION EN LOGISTICA Y PRODUCCION / ADMINISTRACION DE
NEGOCIOS INTERNACIONALES

BOGOTÁ, COLOMBIA
2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar nuestras vidas con su sabiduría llevándonos por los caminos que nos conducen a nuestra verdadera vocación profesional. A la vida por permitirnos estar siempre en el lugar y en el momento correcto para reconocer y aprender de aquello que realmente nos apasiona, gracias a esto hoy somos el resultado de las experiencias vividas, los conocimientos adquiridos y las personas conocidas que quedaran plasmados en este trabajo.

A nuestros familiares por su apoyo incondicional en todas y cada una de las etapas de nuestras vidas pero sobre todo a nuestros padres quienes fueron testigos de nuestros esfuerzos y voz de aliento los momentos de dificultad, con ellos especialmente queremos compartir el gozo y la alegría de culminar una etapa más en nuestras vidas.

A nuestra alma mater Universidad del Rosario por alimentar nuestros conocimientos y fortalecer las bases de nuestro pensamiento que nos permitirán desempeñarnos como profesionales exitosos en nuestra sociedad. A nuestros profesores por forjar nuestro carácter con su disciplina y sus consejos llenos de sabiduría, pero en especial nos gustaría agradecer a nuestro profesor y asesor de tesis David Andrés Sánchez Bonell por interesarse en nuestro proyecto de grado y hacerlo posible transmitiéndonos su pasión por la investigación y la crítica situación ambiental actual, guiándonos con paciencia y profesionalismo durante su desarrollo.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1 Justificación	13
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo general	14
1.2.2 Objetivos específicos	14
2. MARCO REFERENCIAL	15
2.1 Marco teórico-conceptual	15
2.1.1 Generalidades y conceptos sobre los residuos solidos.....	16
2.1.2 Análisis en el contexto colombiano de residuos sólidos y sus problemáticas	26
2.1.3 Estado del arte en residuos sólidos y las alternativas implementadas en Colombia	28
2.2 Marco teórico-legal	31
2.3 Contexto empresarial, análisis y caracterización de los residuos sólidos de la zona de influencia	35
2.3.1 Localización	35
2.3.2 Panorama comercial de la empresa.....	35
2.3.3 Gestión financiera.....	36
2.3.4 Panorama operativo de la empresa	39
2.3.5 Caracterización de los residuos sólidos del grupo empresarial.....	40

3. METODOLOGÍA	43
3.1 Fases	43
4. PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESCOGIDAS DEL MERCADO Y SU ANÁLISIS PARA LA ADAPTACIÓN EN EL GRUPO EMPRESARIAL CORASEO S.A Y SEACOR S.A	50
4.1 Modificador molecular catalítico (G.E.P).....	50
4.2 Tecnología basura cero	58
4.3 Wastaway J.C de Colombia	66
4.4 Vitalgroup Panamá	75
5. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS CUATRO ALTERNATIVAS	86
5.1 Análisis a nivel de las consideraciones de la empresa.....	86
5.2 Análisis a nivel logístico	88
5.3 Análisis a nivel ambiental.....	89
5.4 Análisis a nivel financiero	90
6. CONCLUSIONES	91
7. RECOMENDACIONES	94
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características fisicoquímicas y microbiológicas de los residuos sólidos.....	17
Tabla 2 Clasificación de residuos sólidos	17
Tabla 3 Composición general de los residuos sólidos domiciliarios en América Latina y el Caribe	18
Tabla 4 Comparación de las técnicas de disposición final entre África y OECD. (Millones de toneladas por año) y el porcentaje del total de basura dispuesta en cada región.	23
Tabla 5 Marco legal internacional en materia de manejo ambiental	31
Tabla 6 Marco legal colombiano para la gestión integral de residuos solidos	33
Tabla 7 Indicadores comerciales.....	36
Tabla 8 Cuadro comparativo estado de resultados	37
Tabla 9 Cuadro comparativo balance general	38
Tabla 10 Cuadro comparativo indicadores financieros.....	38
Tabla 11 Indicadores operativos	39
Tabla 12 Índice de producción per cápita municipio de San Carlos.....	42
Tabla 13 Resultados caracterización de RSU municipio de San Carlos	42
Tabla 14 Consideraciones iniciales.....	45
Tabla 15 Análisis ambiental del modificador molecular	56
Tabla 16 Análisis ambiental de la tecnología Cero Contaminación	64
Tabla 17 Análisis ambiental de la alternativa Wastaway.....	73
Tabla 18 Producción productos y subproductos en los 5 primeros años	74
Tabla 19 Resumen de productos y subproductos por cada 5 toneladas de residuos procesados...77	77
Tabla 20 Análisis ambiental de la tecnología Vitalgroup Panamá	83
Tabla 21 Cuadro de análisis de las consideración de la empresa con las alternativas evaluadas..86	86
Tabla 22 Cuadro comparativo a nivel logístico de las alternativas evaluadas	88

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Toneladas dispuestas de residuos sólidos en Colombia.....	21
Gráfica 2 Rellenos sanitarios en los municipios colombianos	22
Gráfica 3 Fuente de residuos sólidos urbanos en Colombia.....	27

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Camiones compactadores.....	39
Ilustración 2 Servicio de recolección y barrido	40
Ilustración 3 Medición de los contenedores y cálculo de peso y volumen	41
Ilustración 4 Comparación disposición de basura en relleno sanitario y disposición de basura en el reactor de deshidratación.	62

GLOSARIO

Almacenamiento: Consiste en guardar los residuos sólidos temporalmente en depósitos o contenedores para su posterior recolección por parte del prestador de servicios con fines de aprovechamiento y disposición final.

Aprovechamiento: Proceso en el cual a través de un manejo integral de los residuos sólidos, algunos materiales que pueden ser recuperados e incorporados nuevamente al ciclo económico y productivo de forma eficiente, esto gracias a la aplicación de métodos como la reutilización, el reciclaje, la incineración para generar energía, el compostaje, etc., conllevando a beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. (Presidencia de la Republica, 2002)

Caracterización: Estudio que por medio de la selección de una muestra representativa de la población puede identificar componentes o características propias de los residuos tales como la cantidad, el origen, composición entre otros (Florez Lopez, 2009).

Generador: Persona que produce y declara los residuos sólidos producidos ante la entidad encargada de su recolección, lo que lo convierte en un usuario del servicio público de aseo.

Producción per cápita (P.P.C): Indicador que permite calcular y determinar la cantidad de residuos sólidos desechados por una persona en un lapso de tiempo. La producción per cápita o P.C.C está expresada en (Kg/Hab)*Día. (Cantanhede, Monge, & Caycho, 2005)

Reciclaje: Conjunto de actividades que tienden a la recuperación, transformación y elaboración de un material útil compuesto parcial o completamente de residuos. (Castells, 2012)

Residuo: Cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación vigente así lo estipula. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial , 2007)

RESUMEN

Los residuos sólidos como consecuencia directa de las actividades humanas, han representado un reto desde sus inicios, de ahí se empezaron a desarrollar técnicas y prácticas para garantizar una adecuada gestión de los residuos, nuestros primeros ancestros encontraron en los botaderos a cielo abierto la solución más fácil para disponer los desechos de animales y residuos de comida en sitios cercanos a sus viviendas, por ejemplo, los griegos poseen registros de la inauguración del primer relleno municipal en la ciudad de Atenas hace más de 2000 años. La evolución de las culturas, la revolución industrial y el crecimiento poblacional acelerado han modificado no solo la composición sino también la cantidad de los residuos sólidos producidos, haciendo cada día más difícil su adecuada gestión debido a su alto grado de toxicidad, la ausencia de materiales biodegradables y su volumen, traduciendo esto en un gran impacto. El panorama no es muy alentador y los pronósticos emitidos por el Banco Mundial prevén que para el año 2025 los niveles mundiales de residuos sólidos urbanos alcancen 2,2 millones de toneladas por año.

Basada en el interés por la adecuada gestión de los residuos y la disminución del impacto ambiental de las empresas Coraseo S.A y Seacor S.A, la presente investigación busca seleccionar la metodología y/o tecnología más apropiada teniendo en cuenta las condiciones económicas, logísticas y de infraestructura de la empresa y la comunidad involucrada. En primera instancia se estudió en profundidad el panorama empresarial y posteriormente se seleccionó un grupo de cuatro propuestas para la transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos que fueron evaluadas a nivel económico, normativo, medio ambiental. Los datos analizados sugieren entre otras cosas, un robustecimiento del marco legal ambiental colombiano y mundial, una mayor colaboración económica de los organismos internacionales y las entidades bancarias y finalmente una reducción en los costos de las tecnologías disponibles para el aprovechamiento de los residuos sólidos, haría posible el sueño de las sociedades de gestionar efectivamente los residuos sólidos generando el menor impacto ambiental posible y en el caso del grupo empresarial Cordobés lograr innovar y emprender con un proyecto eco eficiente como el que se evaluó.

Palabras clave: Residuos sólidos, utilización, tecnologías, eficiencia, impacto ambiental.

ABSTRACT

The solid wastes have existed since the dawn of humanity, as a direct result of human activities. Since then the proper management of solid waste has been a challenge for the population centers, taking us to the development of techniques and practices that remain until today. Our early ancestors found in opencast landfills the easiest solution to dispose of animal and food waste at sites near their homes, for example, the Greeks have records of the first municipal landfill in the city of Athens more than 2000 years ago. The evolution of cultures, the industrial revolution and population growth accelerated have changed not only the composition but also the volume of waste produced, making it increasingly difficult the proper management due to its high toxicity and the absence of biodegradable material, it is resulting in a significant impact on the environment. The picture is not very encouraging and projections issued by the World Bank foresee that by 2025 global levels of urban solid waste will reach 2.200 million tons per year.

Based on interest on adequate waste management and reduce environmental impact that the business unit composed by Coraseo S.A and Seacor S.A has as a company slogan, this research seeks to select a methodology and/or most appropriate technology taking into account the economic, logistical and infrastructure conditions of the company and the community involved. In this order of ideas, first, we studied in depth the business scene and later a group of four proposals for transformation and utilization of solid wastes, these proposals were evaluated in economic, regulatory and environmental level. The analyzed information suggest among other things, some changes in the Colombian and global environmental legal framework, more economic help from the international organizations and bank entities, and finally a reduction on the costs of the available technologies for the use of solid wastes, in order to make possible the dreams of the society to manage properly the solid wastes generating minimal environmental impact and especially in the case of the Cordoban Business group an innovation opportunity and an entrepreneur eco-efficient projects like the ones that were evaluated on this research.

Keywords: Solid waste, utilization, technologies, efficiency, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente preocupación a nivel mundial sobre la disposición final de los residuos sólidos y el desastroso impacto ambiental que hemos experimentado, consecuencia de prácticas inadecuadas, se ha desarrollado toda una normativa alrededor de este tema tanto a nivel nacional como internacional, obligando a las empresas prestadoras de esta gestión a adherirse a nuevas tecnologías y prácticas que promuevan una mejor disposición y aprovechamiento de los residuos sólidos en pro de minimizar el impacto en el entorno natural. Sin embargo, a pesar de la implantación de esta normativa persiste la incógnita sobre el futuro de nuestro planeta, la cantidad de contaminación y residuos sólidos generados día tras día nos ha puesto a dudar sobre la perdurabilidad del mismo, incluso nos atrevemos a afirmar que en 20 años aproximadamente necesitaríamos otro planeta con la misma capacidad para deshacernos de las basuras y desechos que generamos a diario. El punto crítico de este problema es que no se mantiene en el tiempo, sino que incrementa cada día de acuerdo con las necesidades humanas de consumo en expansión.

Para nadie es un secreto que en la actualidad son las grandes empresas quienes finalmente se encargan de determinar nuestro entorno social, político y ambiental; es por esto que desde el interior de las mismas se deben proponer e implantar soluciones que promuevan cambios positivos en el entorno. Cualquier estrategia creada con la intención de generar beneficios para la empresa y su entorno tendrá mayor aceptación, ya que además de representar una ventaja competitiva empresarial, cuando las consecuencias de las malas prácticas perjudiquen aún más nuestra calidad de vida esta se convertirá en una necesidad para nuestro medio ambiente.

Por todo esto nuestra investigación se centra en descubrir y analizar las mejores alternativas de disposición final de residuos sólidos para el grupo empresarial Coraseo S.A y Seacor S.A, el cual ha demostrado el compromiso adquirido tanto con la sociedad civil como con el medio ambiente, su buena gestión, su sistema de buenas prácticas y su preocupación por la comunidad, transformándose así en una empresa moderna con un alto grado de responsabilidad social. Por tanto, la adopción e implantación de una tecnología sustentable y/o una estrategia de manejo responsable de residuos se alinea totalmente con los objetivos y razón de ser de la empresa.

1. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Justificación

Las recientes manifestaciones del cambio climático y los evidentes signos de contaminación de aguas, suelo y subsuelo en la actualidad se traducen en el móvil principal del presente trabajo de investigación. Las predicciones para los años venideros nos proponen un panorama negativo para la mitad del siglo: basados en estudios científicos organizaciones como la ONU afirman que para el 2050 algunos océanos como el Ártico se deshelaran durante los meses de verano y que para esta misma fecha el mundo estará atravesando crisis de tipo energético, hambrunas y escases de recursos como consecuencia de un incremento poblacional desmedido (Carbonell, 2014). Preocupadas por el panorama actual queremos a través de nuestro conocimiento y formación, proponer una herramienta que contribuya a la reducción de los impactos climáticos y ambientales en el largo plazo que trae consigo la inadecuada gestión de los residuos sólidos, fundamentadas en el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos y en cumplimiento del decreto 1077 de 2015 expedido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

Cabe resaltar que más que un proyecto universitario el presente documento tiene la intención de plantear un precedente en el ámbito académico colombiano con respecto a la gestión integral de los residuos sólidos y la incorporación de la logística de operaciones junto a la adopción de nuevas tecnologías como herramientas claves que aseguran la perdurabilidad de las empresas en el tiempo a la vez que se reduce el impacto ambiental.

La implantación de cualquier tipo de tecnología, basadas en las recomendaciones planteadas en el presente documento, representaría no solo un gran avance en el ámbito de la gestión integral de los residuos sólidos a nivel nacional sino que se traduciría en una oportunidad de negocios y una fuente adicional de ingresos para el grupo empresarial, al mismo tiempo que demuestra su grado de compromiso con el medio ambiente y la sociedad.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar las estrategias y tecnologías más viables asociadas a la disposición final de los residuos sólidos para las empresas CORASEO S.A y SEACOR S.A, ofreciéndoles así una herramienta para la toma de decisiones que le aseguren su perdurabilidad en el tiempo, que generen un ingreso económico, reduzcan el impacto ambiental y beneficien a la comunidad usuaria del servicio.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar y evaluar las diferentes estrategias y/o tecnologías disponibles para el aprovechamiento de los residuos sólidos, teniendo en cuenta sus ventajas y desventajas, su impacto en el ámbito logístico, ambiental y financiero; teniendo en cuenta la adaptabilidad de las mismas a las condiciones empresariales del departamento de Córdoba.
- Proponer un conjunto de soluciones integrales que busquen la reducción del impacto ambiental generado por los residuos sólidos urbanos en el corto y mediano plazo, mediante la adopción de tecnologías y estrategias que permitan el aprovechamiento de los residuos.
- Sentar un precedente investigativo en Colombia en el tema de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, a través de la adopción de estrategias e implantación de tecnologías que permitan el aprovechamiento de los mismos.
- Proponer una estrategia pionera en Colombia para el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos que sirva como referencia en el sector de servicios públicos, identificando nuevos nichos de mercado y oportunidades de negocios para aquellas empresas encargadas de la recolección y el transporte de residuos sólidos enmarcados en el contexto de la gestión integral de los mismos.

2. MARCO REFERENCIAL

Para este proyecto asumiremos teóricamente el manejo y la gestión integral de los residuos sólidos como un concepto de vital importancia para el desarrollo de cualquier investigación que se relacione con la disposición final de los residuos sólidos, su tratamiento y aprovechamiento. Con la intención de unificar conceptos esenciales y que estaremos abordando a lo largo de la misma, definiremos en este apartado desde diferentes fuentes teóricas las nociones básicas que hacen parte del análisis de residuos sólidos a nivel nacional e internacional.

Por otra parte, abordaremos el marco teórico legal que nos dará una visión a gran escala de las leyes y la reglamentación que regulan la gestión integral de los residuos sólidos a nivel mundial y especialmente en Colombia. Con este apartado buscaremos identificar claramente las condiciones legales en las que se desarrolla la gestión integral de los residuos sólidos, cuales son las tecnologías y procesos de aprovechamiento permitidos por la ley y bajo qué parámetros se debe manejar su aplicación en Colombia.

Finalmente expondremos el estado del arte sobre la gestión integral de los residuos sólidos en el contexto educativo y empresarial en Colombia, enunciaremos las diferentes alternativas y programas aplicados en el contexto nacional actualmente y evaluaremos críticamente la pertinencia de su implantación, los volúmenes de inversión requeridos, la rentabilidad de estos proyectos y las consecuencias que acarrea para la comunidad este tipo de tecnologías.

2.1 Marco teórico-conceptual

En este apartado se expondrán algunos supuestos y conceptos básicos relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos, para esto se hará uso de diferentes fuentes y autoridades en el tema, nacionales e internacionales, los cuales permitirán llegar a definiciones y conceptos propios que servirán como base teórica para el desarrollo de esta investigación.

2.1.1 Generalidades y conceptos sobre los residuos solidos

Supuestos básicos de los residuos sólidos en el marco nacional e internacional

El primer acercamiento de la normatividad colombiana en el tema se dio en el decreto 1713 de 2002 donde se estipula: “resido solido o desecho, es cualquier objeto, materia, sustancia o elemento solido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.” (Presidencia de la Republica, 2002).

En su libro, J. Glynn busca explicar los residuos sólidos en un sentido más amplio como todos aquellos materiales solidos desechados de actividades municipales, industriales o agrícolas aclarando que se considerara como residuos sólidos solo aquellos que son responsabilidad de un municipio y que usualmente son recolectados por él (Henry & Heinke, 1999). Sin embargo, Andrés, P y Rodríguez, R., identifica el término residuo como una consecuencia de todos los procesos productivos que involucren transformación de materia y energía (Rodriguez & Andres, 2008). Los autores argumentan que un residuo podría ser cualquier recurso en un momento o lugar inadecuado. Se explica entonces que los residuos actúan en función del espacio y tiempo, en un mismo proceso productivo un material u objeto puede cambiar su condición a residuo en cualquier momento o viceversa, igualmente aquellos materiales que en algunos lugares son considerados como residuos en otros pueden ser considerados como productos aprovechables en un determinado entorno social, cultural y geográfico.

Con el fin de integrar los conceptos anteriormente expuestos, esta investigación definirá entonces los residuos sólidos como todo aquel objeto, materia o sustancia que se obtiene como resultado de cualquier proceso de transformación, uso o aprovechamiento del cual su poseedor se desprende o tiene la intención de desprenderse debido a que no puede ser utilizado nuevamente para ser entregado a un tercero que se encargará de su disposición final.

Clasificación de los residuos sólidos

Todas las teorías estudiadas y empleadas coinciden en la clasificación de los residuos sólidos en ocho grandes grupos, cabe mencionar que su clasificación no solo depende de su lugar de origen si no de su composición química, física y biológica. Para efectos del trabajo daremos una clasificación muy detallada y con las especificaciones requeridas para tener la información necesaria en la búsqueda de nuestras alternativas eco-eficientes. Las tablas a continuación mostrarán las diferentes características para clasificar los residuos:

Tabla 1 *Características fisicoquímicas y microbiológicas de los residuos sólidos.*

Características	Tipo	Unidad de medida	Definición
Químicas	Poder calorífico	Kcal/Kg	Capacidad potencial de calor que puede desprender un material cuando es quemado.
	pH	Unidades pH	Indicador del grado de acidez o alcalinidad de los residuos.
	Sustancias químicas compositivas	%	Porcentajes de cenizas, materia orgánica, C, N, K, Ca, P, relación C/N, humedad, entre otros.
	Composición gravimétrica	%	Peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de RS.
Físicas	Materia orgánica	%	Indica la capacidad de biodegradación de los residuos sólidos.
	Humedad	%	Característica de gran importancia al momento de la compresión de residuos, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, incineración y recuperación energética.
	Peso específico	Kg/m ³	Relación del peso de los RS en función del volumen.
	Compresibilidad	%	Grado de compactación o reducción de volumen de una masa de residuos sólidos bajo presión determinada.
Microbiológicas	Producción per cápita	Kg/hab/día	Relación de la cantidad de residuos generados diariamente por un habitante de un lugar o región determinada.
	Agentes patógenos o microorganismos degradadores (virus, bacterias, hongos, otros)	UFC	Microorganismos presente en los RS que pueden ayudar en la degradación de los mismos o convertirlos en focos patógenos.

Fuente: Elaborado por (Avendaño Acosta, 2015)

Tabla 2 *Clasificación de residuos sólidos*

TIPO DE RESIDUOS	DEFINICIONES
Urbanos	Generados en viviendas y los resultantes de la limpieza de espacios públicos como parques y vías públicas. No requieren de técnicas especiales para su manipulación y control y están administrados en su disposición final por la entidad de aseo público en Colombia.
Residenciales	Aquel que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en establecimientos asimilables a estas, (Leyva & Guzman, 1988). Se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica y humedad, además de su estrecha relación entre su caracterización y el estrato socioeconómico de donde proviene. (Ver tabla 3).

Comerciales	Generados por establecimientos comerciales y mercantiles como restaurantes, almacenes, hoteles y mercados, (UNEP, 2013). Se generan en su mayoría materia orgánica, después papel, vidrio, cartón, plásticos, cenizas, metales y por últimos residuos peligrosos.
Institucionales	Generados en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, religiosos, así como en terminales aéreos, terrestres, fluviales y marítimos, entre otras entidades.
Industriales	Originados de los procesos de transformación y producción en las industrias. El grado de contaminación y la composición de los residuos dependen de la industria a la que pertenecen.
Inertes	Aquellos residuos que no experimentan ningún tipo de transformación física, química o biológica representando un menor impacto medioambiental, sin embargo no implica que no deban ser tratados con especial cuidado y siempre llevándose a cabo medidas y acciones que limiten su impacto, según la norma de gestión ambiental ISO 14001 (Econocom) ¹ .
Peligrosos	Aquellos residuos que por sus características (tóxicas, infecciosas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radioactivas o reactivas) puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental. También son aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos, se consideran residuos peligrosos. (Presidencia de la Republica, 2002)
Agrícolas	Se producen en las zonas rurales como consecuencia directa de las actividades agrícolas y ganaderas. Dentro de los principales residuos contaminantes provenientes de este sector se encuentran los productos agroquímicos y demás líquidos contaminantes empleados en la fumigación de los cultivos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 *Composición general de los residuos sólidos domiciliarios en América Latina y el Caribe*

Tipo de Residuo	Promedio (%)
Orgánicos	49,3
Papel y Cartón	18,8
Metal	2,3
Vidrio	1,6
Textiles	4,3
Plásticos	10,3
Inertes y otros	13,4
Total	100,0

Fuente: Elaborado por (Curio, Rosin, Teixeira, & Francisco, 1997)

¹ Econocom es un grupo europeo proveedor de servicios digitales para negocios, esta investigación sobre la gestión ambiental logra definir específicamente los residuos sólidos inertes.

En la tabla está expresada en términos porcentuales la composición general de los residuos sólidos domiciliarios para la región de América Latina y el Caribe según el BID² y la Organización Panamericana³. Aquí se estima una generación de residuos sólidos domiciliarios o residenciales media diaria de 0,58 kg por habitante la cual está constituida por desperdicios de cocina, papeles, plástico, depósitos de vidrio y metálicos, cartones, textiles, desechos de jardín, tierra, etc. En general en la región esto representa entre un 50% a 70% del total de RSM⁴.

Generación e impacto de los residuos sólidos urbanos

La generación de los residuos sólidos urbanos depende en gran parte de factores socioeconómicos, hábitos de consumo, grado de industrialización y la actividad económica predominante en la población estudiada. A pesar de que en la actualidad ya existen algunos hábitos que permiten la reducción del impacto en cuanto a la generación de residuos sólidos es preciso que se comiencen a implantar algunas alternativas de separación y aprovechamiento en la fuente que permitan la reutilización y disminución de los recursos que se están malgastando y que extiendan la vida útil de los lugares de disposición final o rellenos sanitarios, los cuales cada día son más escasos debido al incremento de los residuos sólidos y a la dificultad de encontrar terrenos baldíos alejados de la presencia humana y/o fuentes hídricas de vital importancia.

Otra de las grandes problemáticas en la generación de los residuos sólidos es que esta aumenta proporcionalmente al crecimiento de la especie humana y la industrialización. Los investigadores del Banco Mundial, aseguran que para el 2025 la generación de los RSU podría duplicarse, ya que la P.P.C pasará de 1,2 a 1,42 Kg/Habitante; por ende la producción actual de 1.300 millones tn/año será de 2.200 millones para el 2025. (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012)

² BID, Banco Interamericano de Desarrollo, reconocido por sus grandes e importante inversiones en temas de innovación y desarrollo.

³ Organización Panamericana de la Salud, entidad dedicada a controlar y coordinar políticas en pro a la salud y el bienestar en los países americanos.

⁴ RSM: Residuos Sólidos Municipales

Análisis de ciclo de vida de los productos

El análisis del ciclo de vida de un producto tiene relación con su trazabilidad, esta herramienta permite identificar las características y evaluar todos los impactos del producto desde su origen, extracción de materias primas, producción, utilización, disposición final hasta su posible reutilización. Aparte de identificar las características del producto, se enfoca en el rediseño de productos bajo la premisa que los recursos energéticos y materias primas no son ilimitadas. El primer ACV fue realizado en 1969 por el Midwest Research Institute para Coca Cola, donde el objetivo era disminuir el consumo de recursos al igual que la cantidad de emisiones al ambiente.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO), organismo que ha desarrollado una serie de estándares enfocados en la Gestión Ambiental, entre ellos encontramos el ISO - 14040 sobre el ACV de carácter voluntario. Según la ISO 14040, el ACV consta de cuatro fases:

- Definición del objetivo y alcance del estudio: se deben determinar las razones por las cuales se realiza el estudio, el alcance teniendo en cuenta los límites y restricciones del sistema, la definición completa del producto y el sistema involucrado.
- Análisis del inventario: recolección de datos y procedimientos de cálculos para cuantificar las entradas y salida de un sistema.
- Evaluación de impacto: se evalúan la importancia de los impactos ambientales basados en los datos recolectados e indicadores relacionados.
- Interpretación: es aquí donde lo hallado en el análisis de inventario y la evaluación de los impactos se consideran juntos para así proporcionar resultados coherente con los objetivos y el alcance establecido.

La legislación internacional en temas ambientales es una gran presión para las organizaciones, no solo viene de la presión obligatoria del cumplimiento de las normas, sino de la futura competencia entre empresas ambientalmente proactivas que aprovecharan las oportunidades emergentes en la evolución del escenario ambiental. Incluso a corto plazo el ACV será la base para evaluar aquellos productos que sean capaces de ingresar al comercio internacional, pues los países desarrollados no estarán dispuestos a financiar contaminación al tiempo que están invirtiendo en métodos ecológicos.

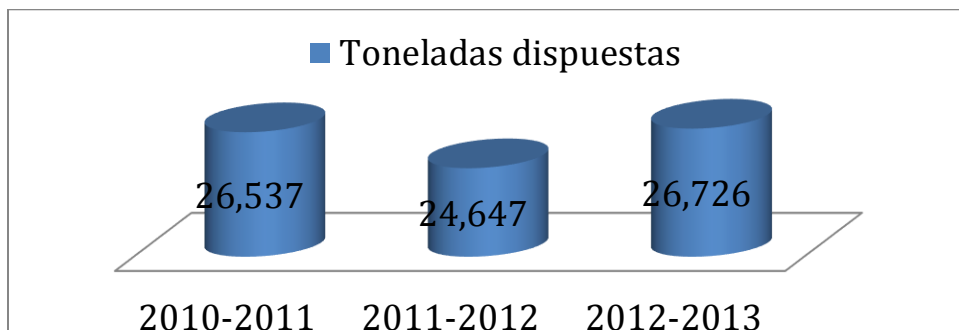
Estado actual del barrido y limpieza de vías públicas en Colombia y Latinoamérica

Es el conjunto de acciones del servicio público de aseo tendientes a dejar las áreas y vías públicas libres de todo residuo sólido, esparcido o acumulado, de manera que dichas áreas queden libres de papeles, hojas, arenilla y cualquier otro objeto o material susceptible de ser removido manualmente o mediante el uso de equipos mecánicos, según el decreto 2981 (Ministerio de Vivienda, 2014)

Basado en los estudios del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Sakurai, 2012), existen dos tipos de barrido y limpieza en áreas públicas: la manual y la mecánica, el método más utilizado en Colombia y la mayoría de los países Latinoamericanos es el manual, ya que de esta forma se emplea abundante mano de obra poco calificada, es por ello que implementar un sistema de barrido y limpieza mecánico tendría que considerar la capacidad de la ciudad para ofrecer mano de obra calificada e ingresos para mantenimiento y gastos que este sistema conlleve.

Generalidad de la disposición final de residuos sólidos

Es el proceso efectuado por el prestador del servicio que consiste en aislar los residuos de forma definitiva, para lo cual se emplean lugares diseñados para esta actividad con el fin de evitar la contaminación masiva y preservar la salubridad del entorno.

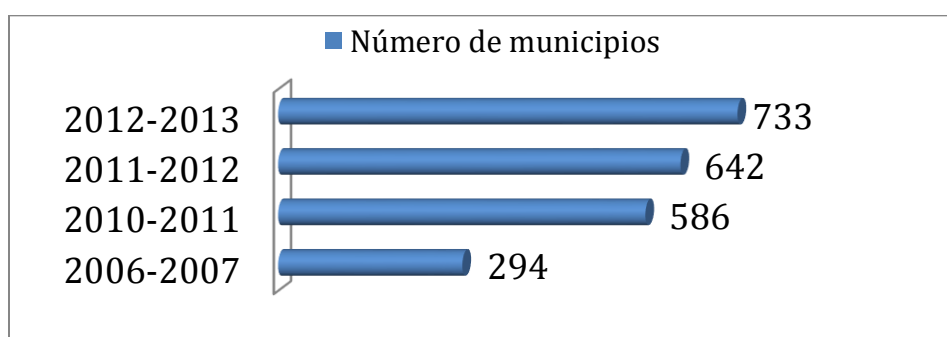


Gráfica 1 *Toneladas dispuestas de residuos sólidos en Colombia*

Fuente: Elaboración propia a partir de (DANE, 2014).

Para el análisis del comportamiento del componente de disposición final se asocian dos variables, la tasa de generación de residuos y la cantidad presentada por el generador al servicio público de aseo, “la cual mantiene una tendencia de crecimiento; en el año 2013 aumento 0,7% con respecto al 2011 y 8,4% con respecto al 2012; vale la pena mencionar que con el tiempo se han optimizado los procesos de registro y pesaje en los rellenos sanitarios” (DANE, 2014).

Aunque en Colombia los rellenos sanitarios son el método de disposición final legal más común, es imperioso implementar o buscar nuevas alternativas, pues según las estadísticas, los rellenos sanitarios regionales (cada vez más demandados y subutilizados), están llegando al tope de su viabilidad. En un futuro se requerirá de una alternativa que ayude a mitigar la producción de basura y el impacto en el ambiente. En la siguiente grafica se muestra la evolución de los municipios que han venido utilizando los rellenos sanitarios como único método desde el 2006.



Gráfica 2 *Rellenos sanitarios en los municipios colombianos*
Fuente: Elaboración propia a partir de (DANE, 2014).

A pesar de todo, estas cifras también implican la eliminación progresiva de formas de disposición final que no están controladas por entes encargados y no manejan un plan de gestión adecuado, en particular, los botaderos a cielo abierto que a la fecha de hoy aún se registran en 111 municipios como método de disposición final en el país (DNP, 2016). Con el objetivo de ubicar la situación colombiana en comparación con las tendencias que hay en territorios con situaciones sociales y políticas diferentes, la siguiente tabla muestra las técnicas de disposición final de los residuos sólidos en los países Africanos y los países de la OECD⁵.

⁵ Por sus siglas en inglés, Organization for Economic Cooperation and Development: Es una convención internacional de 14 países congeniados para coordinar sus políticas económicas y sociales.

Tabla 4 *Comparación de las técnicas de disposición final entre África y OECD. (Millones de toneladas por año) y el porcentaje del total de basura dispuesta en cada región.*

Técnicas de disposición final	África		OECD	
Vertederos a cielo abierto	2.3	44%	-	0%
Relleno sanitario	2.6	50%	242	42%
Compostaje	0.05	1%	66	12%
Reciclaje	0.14	3%	125	22%
Incineración	0.05	1%	120	21%
Otros	0.11	2%	20	3%

Fuente: (Lindell, 2012)

Gestión integral de residuos sólidos

La legislación colombiana (Presidencia de la Republica, 2002) define la gestión integral de los residuos sólidos como el conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos la finalidad más adecuada desde el punto de vista medioambiental, teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia y posibilidades de aprovechamiento y recuperación.

Se argumenta que la gestión integral de los residuos sólidos debe ser considerada una parte integral de la gestión ambiental (Instituto Nacional de Ecología de Mexico, 2001). La GIRSM⁶ está asociada al control del manejo integral de los RSM y todas las actividades que esto contempla como: reducción en la fuente, reusó, reciclaje, barrido, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final. La GIRSM debe estar en armonía con la salud pública, la economía local, la conservación y otras consideraciones ambientales. Una gestión eficiente de los RSM se debe basar en una planeación profunda la cual será resumida o contemplada en un plan de GIRSM. Este plan debe realizarse cimentado en un diagnóstico inicial de la situación para disponer de la información necesaria. El resultado de la información obtenida y los objetivos de la comunidad en cuanto a este tema determinaran las prioridades, acciones operativas y actividades de aprovechamiento.

⁶ GIRSM: Gestión integral de los residuos sólidos municipales.

Plan integral de gestión de los residuos solidos

Es el instrumento a través del cual las municipalidades o las entidades de planeación regional establecen las metas, objetivos, proyectos, programas y actividades obligatorias para el manejo de los residuos sólidos, teniendo en cuenta las políticas de gestión integral de los residuos en un periodo de tiempo determinado. Aun así existen fuentes que consideran estos procesos extenuantes y largos, particularmente en el libro *Handbook of Solid Waste Management*, se menciona que “la gestión de los residuos sólidos es un proceso complejo debido a que involucra muchas tecnologías y disciplinas” (Tchobanoglous & Kreith, 2002), pero al ser un plan integral que comprende prácticamente el análisis completo del ciclo de vida del residuo, resulta un mal necesario, es decir, es un conjunto de técnicas complejas para llegar al resultado deseado y así poder mitigar los impactos negativos al medio ambiente, además estos planes están hechos para concientizar y educar a las personas de las practicas correctas de las actividades productivas.

A pesar de que en América Latina se presentan bajos niveles en la gestión de los residuos sólidos, se han empezado a fortalecer las políticas ambientales con el fin de regular la mala manipulación de los residuos y de incentivar las alternativas de aprovechamiento para los mismos. Para (Botta, Berdier, & Deleuil, 2002) “Además del aumento cuantitativo de la producción y el consumo, tiene lugar un cambio cualitativo en lo referente a lo que se consume y la frecuencia con que se consume. Hoy en día, las preferencias de consumo se inclinan cada vez más hacia la moda que hacia la durabilidad. Cambios rápidos en la moda y una vida de los productos más corta estimulan este consumo perpetuo” (p. 104). Por tal razón, y por la alerta mundial sobre los desastres naturales, en la actualidad toman fuerza planteamientos ambientales que buscan unificar medidas idóneas para mitigar los impactos negativos asociadas a los procesos productivos y actividades cotidianas.

En Colombia, el Ministerio de Vivienda y el Ministerio de Ambiente por medio de la Resolución 0754 del 2014, adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización del PGIRS, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. A grandes rasgos el contenido incluido en estos planes es:

1. Organización para la formulación del PGIRS: Aquí se expondrán las partes que estarán involucradas, el grupo interdisciplinario compuesto por un grupo coordinador y uno técnico.
2. Línea base: Es la situación actual del municipio o región donde se hará el seguimiento, allí se recopila toda la información necesaria para saber el estado actual de la gestión integral de residuos sólidos, la identificación de los posibles problemas, causas y efectos.
3. Objetivos y Metas: Este espacio es para formular las proyecciones del plan integral, es decir, teniendo como base el árbol de problemas se plantearán una serie de objetivos y situaciones esperadas con el proyecto.
4. Programas y Proyectos: Aquí se materializan los objetivos y metas, o sea, es donde se exponen todos los programas y proyectos viables para cumplir con los objetivos propuestos inicialmente, sin embargo este procedimiento lleva consigo un análisis previo de las posibles técnicas alternativas para conseguir dichos objetivos.
5. Cronograma: Aquí se debe indicar las actividades generales y específicas de cada uno de los proyectos que se planean ejecutar y las personas que estarán a cargo de dichas actividades, indicando el tiempo en el que se desarrollaran (corto, mediano o largo plazo).
6. Plan Financiero: En esta sección se deben asignar los recursos financieros disponibles en las diferentes actividades para determinar la viabilidad del proyecto.
7. Implementación, evaluación y seguimiento: Después de haber planificado todos los pasos a seguir, asignado los recursos necesarios y evaluar todas las metodologías, se procede a la ejecución del mismo, después la evaluación y seguimiento con el fin de identificar avances y las dificultades en la implementación del PGIRS y así poder implementar acciones correctivas.
8. Revisión y actualización del PGIRS: De acuerdo a las actualizaciones que se le hagan a la resolución, los responsables deberán hacer los respectivos ajustes y actualizaciones.

Recolección y alternativas de recolección

Consiste en recoger las basuras de uno o más generadores efectuados a través del prestador del servicio público de aseo. Esta actividad se ha venido modificando a lo largo de los años a medida que se ha fortalecido la preocupación por el cuidado del medio ambiente, en algunas

regiones como en la mayoría de ciudades Españolas se ha optado por modificar el método de recolección es decir no es un método puerta a puerta como normalmente se ve en Colombia, si no que se disponen unos contenedores en cada cuadra aproximadamente con el fin de recolectar la basuras por materiales y así facilitar la separación de los residuos.

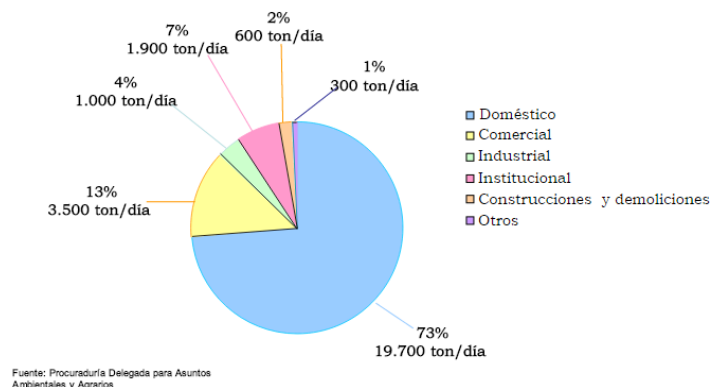
Separación en la fuente y su normatividad

En el contexto colombiano de la GIRSM se entiende por separación en la fuente a la clasificación de los residuos sólidos realizada en el sitio donde son generados para su posterior recuperación y aprovechamiento. (Presidencia de la Republica, 2002)

La separación en la fuente es una actividad que debe realizar el generador de los residuos sólidos, este debe seleccionarlos y almacenarlos en contenedores especiales que faciliten su posterior recolección, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. La separación en la fuente permite que la calidad de los residuos que sean re aprovechables se mantengan evitando que se contaminen o ensucien los demás residuos sólidos. Generalmente para facilitar el proceso de separación en la fuente se emplean contenedores de diferentes colores o la localización de contenedores especiales en puntos estratégicos (ICONTEC, 2009).

2.1.2 Análisis en el contexto colombiano de residuos sólidos y sus problemáticas

De acuerdo a nuestra clasificación previa de los residuos sólidos según su fuente, muchos estudios demuestran que en Colombia son los residuos sólidos domésticos los que predominan en las basuras dispuestas del país (Ver ilustración 2). Este tipo de residuos sólidos se caracterizan por tener un gran impacto en el ambiente por su alto contenido de humedad lo que implica mayor generación de lixiviados y gases tóxicos.



Gráfica 3 *Fuente de residuos sólidos urbanos en Colombia*
Fuente: (TecnolBTsenyoritas, 2000)

El común método de los rellenos sanitarios usado en Colombia resulta ser una técnica aparentemente económica y no tan contaminante, aun así la capacidad de los mismos está quedando corta para las 26.975 toneladas de basuras producidas diariamente a nivel nacional, municipios como Bucaramanga han encendido la alerta roja por la preocupante situación de no haber lugares adecuados para la disposición de los residuos (Economía & Negocios, 2015).

La meta actual en el país es implementar rellenos sanitarios con mayor vida útil, invertir en nuevas tecnologías como el biogás, eliminar los métodos de disposición final no aceptados legalmente, entre otros, lo que implica ciertos esfuerzos y mecanismos de apoyo como: incentivar un cambio positivo a la población Colombiana por medio de la disminución del costo del servicio público correspondiente, lograr el apoyo de la gente en conductas como reciclar, apoyar a las asociaciones de recicladores existentes, incentivando este trabajo digno que mantiene cerca de 22.000 familias. Actualmente el reciclaje corresponde al 17% de los residuos sólidos dispuestos en país y el objetivo es alcanzar un 20% a corto plazo. (DNP , 2015)

La ARB⁷ representa a 21 cooperativas afiliadas de recicladoras de la capital colombiana, un ejemplo de organización para muchas corporaciones que intentan iniciar su actividad y dejar un precedente en la situación actual medioambiental. Las gestiones realizadas por dichas cooperativas están estipuladas en la Ley 511 de 1999, donde una vez más se menciona la gran importancia de la política gubernamental en el futuro de los programas comunitarios de reciclaje.

⁷ Asociación de Recicladores de Bogotá

2.1.3 Estado del arte en residuos sólidos y las alternativas implementadas en Colombia

A raíz de la necesidad de deshacernos de las basuras y de comprometernos con el medio ambiente, en la última década se ha incrementado el interés por analizar e investigar diversas alternativas o tecnologías que demuestren su eficiencia en tratar los residuos sólidos de tal forma que generen un subproducto servible y totalmente funcional. Varias organizaciones se han enfocado en implementar programas de capacitación para concientizar a la comunidad sobre la importancia de reciclar y separar desde la fuente, otras empresas se han dedicado a conseguir patentes de tecnologías y sistemas que permitan reutilizar los residuos para obtener productos derivados de ciertos materiales o generar servicios públicos como lo es la energía eléctrica.

En Colombia muchas de las investigaciones se enfocan en la descripción de la situación actual en el territorio y la implantación de programas comunitarios, uno de ellos por ejemplo, se enfoca en el análisis de ciclo de vida como propuesta para la evaluación de la sostenibilidad de sistemas productivos, realizado por Aida Sanes Orrego en la Universidad Nacional de Colombia en el 2012.

Con respecto a tecnologías y evaluación de proyectos, Viviana Andrea Reinosa Jaramillo realizó un estudio educativo por parte de la Universidad Tecnológica de Pereira en el 2011, en donde evaluó diversas alternativas para el manejo de residuos sólidos en el municipio de Balboa Risaralda. Por otro lado en Uruguay, Diego Moratorio, Ignacio Rocco y Marcelo Castelli, realizaron un estudio de campo enfocado a la implementación de una técnica que pudiera convertir los residuos sólidos específicamente en energía, pues la situación energética en Uruguay cuenta con las fuentes más comunes de extracción y de allí surgió la necesidad del aprovechamiento de residuos sólidos para generar un tipo de energía alterna.

Adicionalmente hay una serie de proyectos nacionales donde se han implementado tecnologías eco eficientes, muchas de estas han triunfado con el tiempo, pero hubo otras que no han podido sobrepasar los obstáculos económicos y políticos, aunque su objetivo inicial era el mismo: implementar soluciones alternas que fueran amigables ambientalmente.

- La planta RSU, proyecto innovador impulsado por la empresa de energía del archipiélago de San Andrés Islas, Providencia y Santa Catalina de Colombia (Eedas), pone al servicio una planta generadora de al menos 4 GWh por año de energía eléctrica a base de residuos sólidos, beneficiando 17.000 usuarios sin contar el aporte al problema de basuras que tiene esta región. Para llevar a cabo este proyecto se invirtieron 24.380 millones de pesos, incluyendo gran cantidad de estudios preliminares donde analizaron las condiciones de clima, caracterización de residuos sólidos, composición del agua en el área, monitoreo de suelo, aire y ruido, estado socioeconómico y por supuesto destacaron en estas investigaciones la gran necesidad de llevar a cabo un proyecto en una población donde el recurso energético es muy inestable y escaso.

La capacidad de generación de esta planta es de 1.8 MW y consume en promedio 28 toneladas de basura al día (IPSE, 2012), esto aportaría la cobertura energética de gran parte de la isla. Sin embargo ahora la planta y el proyecto están en pruebas para lograr disponer de esta energía producida en múltiples fines como la cocina. Uno de los mayores impactos de esta invención es la disminución en el nivel de emisiones de CO₂, así mismo la reducción en costos en el escenario actual de la energía pública

Este proyecto aunque suena muy exitoso y efectivo, realmente cuenta con graves fallas y desventajas ya que es impulsado por el grupo Sopesa y depende del gobierno nacional y de los entes encargados de emitir los permisos y licencias, uno de los percances más grandes hasta ahora es que el ente territorial no les ha otorgado el manejo del relleno sanitario Magic Garden como fuente proveedora de los residuos sólidos y es sin duda una de las partes más esenciales para poner en marcha esta planta.

- Como complemento al orgullo nacional, en Bogotá existe otro proyecto generador de biogás a base de residuos sólidos ubicados en el relleno de Doña Juana. Esta planta nació con la necesidad primordial de reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que genera el mismo relleno sanitario, adicionalmente Biogás Dona Juana S.A ESP infunde la posibilidad de acceder al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con el fin de participar en el mundo de los Certificados de Reducción de Emisiones, y resulto ser tan grande su objetivo que hoy son el cuarto proyecto MDL más grande del mundo operando uno de los rellenos sanitarios más grande de Latinoamérica. (ANTRAM, 2015).

La planta genera actualmente 600 KW/h de energía eléctrica, bajo un sistema de combustión de residuos sólidos por medio de antorchas de alta eficiencia, equipos de extracción, plantas de tratamiento y de generación de energía eléctrica con unos motogeneradores. Siendo su actividad una de las más eficientes en Colombia por sus logros y resultados ambientalmente, pues anualmente se reducen un poco más de 700.000 toneladas de CO₂ además la parte social y comunitaria se ha visto beneficiada ya que el 24% de los recursos obtenidos por los Certificados de Reducción de Emisiones son invertidos en programas sociales enfocados a concientizar a la población de la situación ambiental actual.

En el 2012 esta planta pasó por una crisis ya que dependía económicamente de los bonos verdes y retribuciones internacionales, pues en esa época la caída del precio de los certificados de reducción de emisiones permitió que hubiera un desequilibrio económico en esta concesión y se vio obligada a renegociar con sus socios el acuerdo inicial. Además la energía producida solo alcanzaba para cubrir las necesidades de la planta, por eso se están generando alternativas para ampliar su capacidad o generar otro tipo de producto final a base de los residuos para beneficiar a las viviendas capitalinas.

- Por otra parte está la empresa Termólisis y Reciclaje de Colombia ESP. SCA, pionera en la termólisis, proceso físico-químico por el cual se rompe la unión de las moléculas que forman la materia orgánica, convirtiéndola en energía eléctrica.

Este proyecto se instaló en el Valle de Aburrá, en el departamento de Antioquia, para el 2007 (Tabares H, 2006). Luego de la recolección de la basura por parte de las empresas de aseo, es llevada a la planta, allí pasa por tres procesos: separación, reciclaje de basuras; termalización de la biomasa (Cracking); y finalmente, la generación eléctrica por ciclo combinado. Luego la biomasa es triturada y enviada al secador, de donde sale con una humedad cercana al 10%. De allí pasa al termolizador, donde el reactor de Thermolysis, operado a alrededor de 400°C, produce la craquización de las moléculas orgánicas complejas en moléculas más simples, resultando un gas compuesto por Metano, Etanol y Butano, y un Coke orgánico. El empresario indicó que todo este proceso es limpio, pues no genera malos olores, la presencia de roedores, y además controla los gases tóxicos que emiten los desechos y dañan la capa de ozono, por lo que se acoge al Protocolo de Kyoto, al que está inscrita Colombia.

2.2 Marco teórico-legal

Con la intención de formular una propuesta viable y en concordancia con la normatividad colombiana es de vital importancia para el desarrollo de esta investigación ubicarnos en el contexto jurídico nacional e internacional respecto a la gestión integral de los residuos sólidos y la conservación del medio ambiente.

Debido a la gran biodiversidad en Colombia, ha sido una de las primeras naciones en el continente en referir una normativa que regule la explotación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Durante la década de los setenta aparece el código de recursos naturales no renovables y de protección al medio ambiente, aun así no contaba con medidas correctivas o sancionatorias. Es con la aparición de la constitución de 1991 que la legislación ambiental colombiana adquiere su máxima expresión pues contempla como derecho fundamental tener un ambiente sano como garantía de la calidad de vida de la población. (Brigantini, Diaz, & Vergara, 2003). Posteriormente en 1993 con la ley 99 se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se organiza el sector público encargado de la gestión del medio ambiente y el sistema nacional ambiental SINA.

En materia ambiental, Colombia se ha adherido a las tendencias mundiales mediante la firma de diferentes acuerdos y tratados sobre el cuidado y preservación del medio ambiente. Dentro de las cuales podemos destacar la declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo, el protocolo de Kyoto, el protocolo de Montreal y los convenios de Viena, Basilea y Róterdam (Falla, 2010). En las tablas a continuación expondremos brevemente un resumen de la normatividad legal tanto en el contexto internacional como en el contexto nacional.

Tabla 5 *Marco legal internacional en materia de manejo ambiental*

Convenio/ tratado/ protocolo	Expedido por	Aspecto ambiental	Component e ambiental	Descripción
Declaración de Río sobre el medio ambiente y desarrollo	ONU	Protección de la integridad del sistema ambiental	Agua, suelo, aire, flora y fauna	Se estableció una alianza mundial equitativa a través de la creación de niveles de cooperación entre los estados con la finalidad de proteger la integridad del sistema ambiental.
Ley 164 del 27 de octubre de	ONU	Emisiones atmosféricas	Aire	Busca la estabilización de las concentraciones de gases de efecto

1994				invernadero en la atmosfera.
Ley 629 de 27 diciembre 2000	ONU	Emisiones atmosféricas	Aire	A través del cual se aprueba el protocolo de Kyoto tiene como objetivo la reducción de emisiones y fomentar la eficiencia energética.
Ley 29 de 1992	Congreso de Colombia	Sustancias agotadoras de la capa de ozono	Aire	Por medio de la cual se aprueba el protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono
Ley 30 del 5 de marzo de 1990	Congreso de Colombia	Protección de la capa de ozono	Aire	Ratifica el convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, la que busca evitar impactos nocivos de la capa de ozono sobre la salud humana, el medio ambiente y al mismo tiempo promueve los estudios científicos al respecto.
Ley 253 de enero 9 de 1996	Congreso de Colombia	Transporte transfronterizo de residuos sólidos	Residuos	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea. Pone control sobre el movimiento transfronterizo de residuos sólidos peligrosos.
Ley 1159 de 20 septiembre 2009	Congreso de Colombia	Consumo de productos químicos para fumigación	Suelo, agua, fauna y flora	Por la cual se aprueba el convenio de Rotterdam acerca del procedimiento para la aplicación de plaguicidas y productos químicos peligrosos.
Ley 165 de 9 de noviembre de 1994	Congreso de la republica	Conservación de la diversidad biológica	Fauna y flora	El cual aprueba el convenio sobre la diversidad biológica cuyo objetivo es la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes.
Ley 17 de enero 22 de 1981	Congreso de Colombia	Comercio internacional de especies amenazadas	Flora y fauna	Aprueba la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres", suscrita en Washington, D.C. el 3 de marzo de 1973.
Ley 106 del 10 de diciembre de 1985	Congreso de Colombia	Explotación de los recursos amazónicos	Agua, suelo, aire, flora y fauna	La cual ratifica el tratado de cooperación amazónica que cual promueve el desarrollo armónico de los territorios amazónicos buscando equidad y preservación del medio ambiente.
Ley 1440 de 2011	UNASUR	Integración energética. Conservación de la biodiversidad y recursos hídricos. Disminución de las causas y efectos del cambio climático.	Suelo, agua, aire, flora y fauna.	Por medio de la cual se aprueba el "Tratado Constitutivo de la Unión de Naciones Suramericanas", hecho en Brasilia, Brasil, el 23 de mayo de 2008. Contiene herramientas importantes en el marco de la integración energética y la protección de la biodiversidad, los recursos hídricos y los ecosistemas, así como la cooperación en la prevención de las catástrofes, en la lucha contra las causas y los efectos del cambio climático

Fuente: Elaboración propia

Marco legal colombiano vigente para la gestión integral de los residuos sólidos

Tabla 6 *Marco legal colombiano para la gestión integral de residuos solidos*

Norma o ley	Expedido por	Aspecto ambiental	Componente ambiental	Descripción
Decreto 2811 de 1974	Presidencia de la República	Aprovechamiento de residuos solidos	Residuos	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Por medio de normas explica, que se deben emplear mejores métodos tecnológicos en la gestión integral de los residuos sólidos, prohíbe la descarga de residuos que contaminen el ambiente y promueve la investigación de metodologías para la reincorporación de los RS al proceso natural y para su tratamiento y recolección.
Ley 09 de 1979	Congreso de la República	Generación de residuos sólidos y protección del medio ambiente	Residuos	Código Sanitario Nacional y protección del Medio Ambiente. Contempla medidas sanitarias para la protección del medio ambiente. Recalca la responsabilidad de los generadores de residuos sólidos en la GIRS y establece las normas para la protección de las personas derivadas de la manipulación de plaguicidas.
Constitución Política de 1991	Asamblea nacional constituyente	Protección del medio ambiente por parte del estado y la prohibición de importación de residuos sólidos peligroso.	Medioambiente en general	La constitución nacional contiene 49 artículos alusivos al medio ambiente, donde se cita el deber del estado de proteger la diversidad e integridad del medio ambiente: Es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación (Art 8). Y de prevenir y controlar aquellos factores que causen el deterioro ambiental: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar el desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución (Art 80).
Ley 99 de 1993	Congreso de la República	Saneamiento del medio ambiente y control de sustancias degradantes del medio ambiente.	Aire, suelo, agua, flora y fauna.	Con esta ley se crea el ministerio del medio ambiente y se regula y organiza el sector público encargado de la conservación del medio ambiente (SINA). Regula las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y establece límites máximos para la

				emisión, descarga, transporte, uso y vertimiento de sustancias que puedan degradar el medio ambiente.
Ley 142 de 1994	Ministerio de Desarrollo	Obligaciones ambientales de las empresas prestadoras de servicios públicos	Medioambiente en general	Está contemplado en esta el régimen de los servicios públicos. Especifica las obligaciones de las empresas prestadoras de servicios públicos con el desarrollo de sus actividades de tal manera que no se afecte el medio ambiente. Da lineamientos a estas empresas para cumplir su función social y la función ecológica.
Norma Técnica GTC 24 de 1996	ICONTEC	Gestión ambiental y separación en la fuente.	Residuos	Contiene la guía técnica colombiana de gestión ambiental y da lineamientos acerca de la separación en la fuente y el código de colores para la separación de los residuos.
Ley 511 de 1999	Ministerio del Medio Ambiente	Reciclaje de residuos sólidos	Residuos	Recalca la obligación de los entes territoriales de propiciar condiciones de vida digna para las personas que obtienen su sustento de actividades de reciclaje, establece el día del reciclador y crea nuevos incentivos para el reciclaje.
Decreto 1096 de 2000 RAS - 2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Gestión de residuos	Residuos	Contiene los principios y criterios fundamentales para el sector de aseo que se deben tener en cuenta para la adecuada GIRS y residuos peligrosos. Incluye directrices para actividades como reducción en la fuente, reciclaje y tratamiento y disposición final. Contiene los principios operacionales de gestión aplicables tanto a generadores como receptores de los residuos sólidos.
Decreto 1713 de 2002	Presidencia de la República	Separación en la fuente y actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos.	Residuos sólidos	Obliga a todos los usuarios del servicio de aseo urbano a separar en la fuente de generación. Unifica el vocabulario fundamental para la gestión de residuos sólidos en Colombia, con este decreto se deroga el decreto 605 de 1996. En él se contempla la obligación de los entes territoriales a mantener actualizado un plan de gestión integral de los residuos sólidos y obliga a los usuarios del servicio a realizar actividades de separación en la fuente.

Fuente: Elaboración propia a partir (Brigantini, Diaz, & Vergara, 2003)

2.3 Contexto empresarial, análisis y caracterización de los residuos sólidos de la zona de influencia

En este apartado se presenta toda la información referente al contexto en el que se desarrolla la actividad de la empresa; se mencionarán aspectos relevantes como la localización de los municipios en los que se opera, sus condiciones, una breve descripción de la situación comercial, económica y la actividad operativa. La recolección de esta información se realizó a través de entrevistas personales con los directivos, documentales e investigaciones previas que reposan en los archivos empresariales al igual que una serie de visitas en terreno para observar el funcionamiento de la operación y realizar la recolección de pruebas, datos y fotografías que sirvieran como complemento a nuestra investigación.

2.3.1 Localización

La unidad empresarial de aseo perteneciente al grupo empresarial VD asociados opera bajo las empresas CORASEO S.A E.S.P en los municipios de Cerete, Sahagún, ciénaga de oro, San Carlos y Ayapel simultáneamente SEACOR S.A E.S.P opera en los municipios de Buena Vista, La Apartada, Montelibano, Planetarica, Pueblo Nuevo y Puerto libertador.

2.3.2 Panorama comercial de la empresa

La unidad de aseo compuesta por ambas empresas atiende en promedio 74 mil usuarios distribuidos en los municipios anteriormente mencionados. A continuación se resumirá en una tabla los principales indicadores comerciales para la unidad de aseo.⁸ (Saenz, 2015)

⁸ Basada en declaraciones del director comercial Roberto Sáenz en una entrevista el 15 de Noviembre del 2015.

Tabla 7 *Indicadores comerciales*

PRINCIPALES INDICADORES COMERCIALES		
INDICADOR	CORASEO S.A E.S.P	SEACOR S.A E.S.P
Promedio de facturación mensual	\$537.000.000	\$810.000.000
Eficiencia del recaudo	86%	78%
Promedio cartera mensual	14%	22%

Fuente: Elaboración propia

El portafolio de servicios para ambas empresas es el mismo, siendo las actividades principales la recolección, transporte de residuos y el barrido de áreas públicas, también cuentan con otros servicios ocasionales que se realizan a petición de los usuarios interesados o según las demandas de servicios que realice la municipalidad, entre estas se encuentran las actividades de lavado de áreas públicas, poda de árboles en vías o áreas públicas y corte de césped. (Sierra, Lopez, & Saenz, 2016)

Durante la entrevista Sáenz afirma que: “a pesar encontrarse fusionadas en su parte administrativa y operativa las empresas CORASEO S.A y SEACOR S.A cuentan con dos sistemas tarifarios diferentes para efectuar su facturación y posterior cobro por el servicio prestado”. Para el caso de SEACOR el término de la tarifa es contractual y se basa en lo establecido en la ley 142, este sistema tarifario establece el incremento del valor de la tarifa conforme al incremento del IPC, en términos más sencillos cada vez que el IPC presenta un incremento de tres puntos porcentuales el operador está autorizado a incrementar o no su tarifa en la misma proporción.

2.3.3 Gestión financiera

Según declaraciones realizadas por la directora financiera de tercerización Leila Sáenz (L. Sáenz, comunicación personal, 11 de abril de 2015) el objetivo principal para la unidad de negocios durante el año 2015 fue el cumplimiento de las obligaciones económicas adquiridas con entidades financieras, proveedores y terceros. Los estados de resultados proporcionados por la unidad de aseo permitió la construcción de un cuadro comparativo (cifras en miles de pesos) para ambas empresas durante el año 2015.

Tabla 8 *Cuadro comparativo estado de resultados*

ESTADO DE RESULTADOS				
dic-15				
CUENTAS	CORASEO S.A E.S.P	%	SEACOR S.A E.S.P	%
Ingresos operacionales	\$ 7.474.500	100%	\$ 9.800.832	100%
Costo de ventas	\$ 4.338.800	58%	\$ 6.111.676	62,5%
UTILIDAD BRUTA	\$ 315.700	42%	\$ 3.689.156	37,6%
Gastos de admon y ventas	\$ 460.686	6,2%	\$ 817.796	8,3%
Depreciaciones	\$ 5.011	0,1%	\$ 325.242	3,3%
Amortizaciones	\$ 1.960.248	26,2%	\$ 8.472	0,1%
Provisiones	\$ 351.981	4,7%	\$ 1.357.510	13,9%
UTILIDAD OPERACIONAL	\$ 357.775	4,8%	\$ 1.180.136	12,0%
INGRESOS NO OPERACIONALES	\$ 18.989	0,3%	\$ 9.141	0,1%
Financieros	\$ 5.692	0,1%	\$ 5.465	0,1%
Otros	\$ 13.297	0,2%	\$ 3.676	0,0%
GASTOS NO OPERACIONALES	\$ 295.638	4,0%	\$ 912.709	9,3%
Financieros	\$ 240.880	3,2%	\$ 909.374	9,3%
Otros	\$ 54.758	0,7%	\$ 3.334	0,0%
UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTO	\$ 81.126	1,1%	\$ 276.568	2,8%
Provision impuestos	\$ 52.490	0,7%	\$ 129.246	1,3%
UTILIDAD/ PERDIDA NETA	\$ 28.636	0,4%	\$ 147.322	1,5%
INGRESOS MENSUALES	\$ 622.875		\$ 816.736	

Fuente: Estado de resultados Coraseo S.A y SEACOR S.A del 2015

La directora financiera Leila Sáenz afirma que ambas empresas tuvieron un aumento en los ingresos respecto al año anterior, esto debido a la facturación de nuevos usuarios y el incremento tarifario en el 2015. Igualmente los costos de venta se vieron incrementados, situación asociada al incremento de los ingresos, mientras que los gastos administrativos se redujeron como consecuencia de las economías de escala alcanzadas durante el último año derivado de la fusión empresarial. Se puede observar que los gastos financieros en general para ambas empresas representan un porcentaje significativamente alto respecto al total de los gastos no operacionales.

Se realizó el mismo ejercicio de construir un cuadro comparativo (en miles de pesos) con las cifras correspondientes al balance general para ambas empresas durante el año 2015 que nos permitirá conocer el monto en activos y pasivos de la organización.

Tabla 9 Cuadro comparativo balance general

BALANCE GENERAL		
	CORASEO S.A E.S.P	SEACOR S.A E.S.P
ACTIVO	\$ 7.250.438	\$ 12.272.541
Disponible	\$ 254.475	\$ 3.346.782
Deudores	\$ 6.177.240	\$ 7.434.871
Propiedad planta y equipo	\$ 15.803	\$ 1.434.933
Activos diferidos	\$ 802.920	\$ 55.415
PASIVO	\$ 6.289.243	\$ 9.481.062
Obligaciones financieras	\$ 1.383.794	\$ 8.075.980
Proveedores	\$ 402.229	\$ 259.120
Acreedores	\$ 4.158.375	\$ 706.250
Impptos. Contribuciones y tasas	\$ 151.933	\$ 143.898
Obligaciones laborales	\$ 140.422	\$ 166.568
Pasivos estimados	\$ 52.490	\$ 129.246
PATRIMONIO	\$ 961.195	\$ 2.791.479
Capital suscrito y pagado	\$ 1.200.000	\$ 2.500.000
Reservas	\$ 6.464	\$ 35.416
Revalorizacion del patrimonio	\$ 914	\$ -
Resultado del ejercicio	\$ 28.636	\$ 147.322
Resultados del ejercicio	\$ 274.819	\$ 108.741

Fuente: Balance general Coraseo S.A y SEACOR S.A en el 2015

Vemos que la empresa CORASEO S.A E.S.P, para el año 2015 finalizó con un valor total en activos de 7.250 millones COP. Los deudores a esa fecha ascienden a 6.177 millones representando un 85% del total de activos. Durante este año los activos de la compañía se vieron disminuidos en un 13% igualmente los pasivos un 15% mientras que el patrimonio incrementó en un 3%. Por su parte la empresa SEACOR S.A E.S.P posee activos que ascienden a 12.272 millones. Los deudores equivalen a un 60,5% del total de los activos con un valor de 7.434 millones. Tanto los activos como los pasivos de la compañía aumentaron en 18% y 25% respectivamente comparado con el año 2014.

En cuanto a la rentabilidad y endeudamiento se resumieron los principales indicadores en el cuadro a continuación basados en el informe de gestión empresarial para el año 2015.

Tabla 10 Cuadro comparativo indicadores financieros

CUADRO COMPARATIVO INDICADORES FINANCIEROS		
INDICADOR	CORASEO S.A E.S.P	SEACOR S.A E.S.P
Indicadores de rentabilidad		
Margen bruto de utilidad	42%	38%
Margen operacional	5%	12%
Margen EBITDA	36%	29%
Indicadores de endeudamiento		
Endeudamiento total	87%	77%
EBITDA	\$ 2.675 millones	\$ 2.872 millones

Fuente: (Sierra, Lopez, & Saenz, 2016)

2.3.4 Panorama operativo de la empresa

A continuación, se describirá resumidamente la operación para los municipios de cada empresa, datos como: la cantidad de vehículos, el recorrido que realizan para llegar al lugar de disposición final, los kilómetros barrido entre otros datos técnicos para una mejor comprensión del modelo de negocio y algunos costos involucrados en la operación. La siguiente tabla muestra indicadores operativos del grupo empresarial Cordobés.

Tabla 11 *Indicadores operativos*

PRINCIPALES INDICADORES OPERATIVOS		
INDICADOR O DATO	CORASEO S.A E.S.P	SEACOR S.A E.S.P
No. Vehículos compactadores 12,5 Ton	4	2
No. Vehículos compactadores 8 Ton	4	2
No. Otros vehículos	0	2
Promedio toneladas diarias	102	110
No. Empleados operativos	71	87

Fuente: Elaboración propia a partir de (López, 2015)



Ilustración 1 *Camiones compactadores*

Fuente: Archivos empresariales Coraseo S.A y Seacor S.A 2016

Ambas empresas emplean como sitio de disposición final el relleno sanitario Loma Grande, operado por la empresa Servigenerales en la ciudad de Montería. La empresa SEACOR S.A tiene una frecuencia de recolección de 3 veces a la semana para el área residencial y 6 veces a la semana para zonas céntricas, comerciales y vías principales. La empresa Coraseo S.A. tiene una frecuencia de recolección para zona residencial urbana de 3 veces a la semana y para zona residencial rural de 2 veces por semana, igualmente cuenta con una frecuencia de 6 días a la semana para zonas céntricas, comerciales y vías principales, la única ciudad o municipio que cuenta con servicio permanente de recolección 7 días de la semana es Cereté. (Rutas y horarios de recolección, 2016).

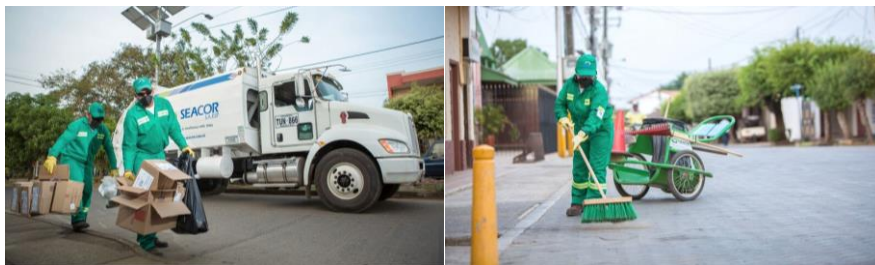


Ilustración 2 Servicio de recolección y barrido
Fuente: Archivos empresariales Coraseo S.A y Seacor S.A 2016

La cobertura de barrido y recolección para ambas empresas en todos los municipios oscila entre un 95 % y 100% siendo la periferia las zonas más críticas (Lopez, Sierra, & Saenz, 2016). En cuanto al aprovechamiento, el mayor avance realizado por la empresa en el aspecto educativo y desarrollo de campañas de concientización y manejo de residuos sólidos a través de la separación en la fuente como parte del compromiso social empresarial (Seacor S.A , 2015).

2.3.5 Caracterización de los residuos sólidos del grupo empresarial

Con fines prácticos y gracias a nuestras sugerencias, la empresa decidió avanzar en el proceso de caracterización de los residuos sólidos producidos por las comunidades atendidas, con el fin de identificar los elementos que tienen mayor y menor presencia en los residuos sólidos, una vez conociendo esta información se le facilitara la toma de decisión a la empresa. La empresa decidió elaborar el estudio en San Carlos, su municipio más representativo, para después generalizarlo a los demás debido a que sus condiciones socioeconómicas y de consumo son similares. Los resultados y la metodología empleada a groso modo, son:

Análisis y selección de la muestra

La toma de muestras fue de tipo no probabilístico, los participantes se escogieron de acuerdo al criterio del investigador el cual consideró que la muestra escogida era representativa. Se escogieron 60 viviendas del municipio de San Carlos como muestra. Se tomó la producción

diaria de basuras de cada vivienda y local comercial con la intención de determinar el peso, volumen y densidad. La población corresponde al número de habitantes de San Carlos.

Toma de muestra

La toma de la muestra se realizó durante 8 días en los cuales se entregaron 4 tipos de bolsas plásticas a los habitantes de las viviendas distribuidas de la siguiente forma: bolsa negra para los residuos no reciclables, bolsa verde para los residuos orgánicos, bolsa azul para los residuos reciclables y bolsa gris para los residuos de baño.

Para la medición tanto del volumen como del peso de la basura producida, se construyeron una serie de contenedores de madera de forma rectangular que facilita los cálculos matemáticos, una vez se tomaba la muestra proveniente de las casas los materiales eran separados según sus características y puestos en estos contenedores para determinar su peso y volumen.



Ilustración 3 Medición de los contenedores y cálculo de peso y volumen
Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la caracterización

Como resultado de una encuesta realizada en conjunto con la caracterización se evidencio que el 67% de los encuestados no realizan separación en la fuente ni aprovechamiento y la producción per cápita de residuos es 0,59 kg/ hab. La tabla a continuación presenta información resumida sobre la producción per cápita para este municipio como resultado de la investigación.

Tabla 12 *Índice de producción per cápita municipio de San Carlos*

TIPO DE ZONA	PRODUCCIÓN PER CÁPITA PPC Kg/(Hab.x día)
Residencial	0,594
Comercial	0,0594
Institucional	0,0594
Total	0,713

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la caracterización residencial se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 13 *Resultados caracterización de RSU municipio de San Carlos*

Biodegradables u Orgánicos	2,373966292	56,38%
Alimentos, frutas y verduras	1,566235955	37,20%
Madera	0,031617978	0,75%
Materia orgánica	0,098073034	2,33%
Otros	0,00541573	0,13%
Residuos de zonas verdes	0,672623596	15,97%
No Reciclables	0,612067416	14,54%
Higiénicos y servilletas	0,173634831	4,12%
Otros	0,112707865	2,68%
Polvo y arenas	0,321758427	7,64%
Residuos comunes	0,003966292	0,09%
Reciclables	1,224455056	29,08%
Aluminio	0,025595506	0,61%
Archivo	0,000730337	0,02%
Cartón	0,006764045	0,16%
Corrugado	0,561561798	13,34%
Kraft	0,000747191	0,02%
Mezclado	0,000269663	0,01%
Otros	0,016162921	0,38%
Papel	0,167022472	3,97%
Periódico	0,020314607	0,48%
PET	0,067668539	1,61%
Plástico	0,180286517	4,28%
Plegadizo	0,067348315	1,60%
PVC	0,002044944	0,05%
Vidrio	0,107938202	2,56%
Total general	4,210488764	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Siendo un 56% de ellos residuos biodegradables u orgánicos como alimentos, madera y otro tipo de materia orgánica. 14,54% no reciclables como higiénicos y servilletas y el otro 29% está representado en materiales reciclables como periódico, cartón, plástico y pet.

3. METODOLOGÍA

Como se mencionó, el objeto de la presente investigación consiste en obtener como resultado una metodología adecuada para la gestión de los residuos sólidos para la unidad de negocios conformada por la empresa SEACOR S.A. y CORASEO S.A. Con la intención de lograr una mayor veracidad y exactitud en los resultados de esta investigación emplearemos el método de evaluación de proyectos con el cual se compararán las diferentes metodologías y/o técnicas de manera tal que se llegue a la opción más viable para la empresa a nivel económico, logístico y medioambiental, y que simultáneamente permita la incursión en nuevos segmentos de negocio.

3.1 Fases

Primera fase

En la primera fase de la investigación los esfuerzos están enfocados a la recolección de diferentes fuentes de consulta nacional e internacional relacionadas con la gestión integral de residuos sólidos, se exponen conceptos necesarios para la comprensión de los temas a tratar, se explica la legislación vigente en Colombia respecto a la GIRS, se mencionan algunas de las principales alternativas disponibles a nivel mundial para el aprovechamiento de los residuos centrando nuestra atención en aquellas tecnologías que ya hayan sido implantadas en Colombia y/o que se encuentren en estudio, para esto se abre un apartado denominado estado del arte.

Segunda fase

Una vez finalizada la consulta teórica se procede a reconstruir el panorama empresarial de la unidad de negocios a través de la recolección de información primaria proporcionada por los directivos de la organización. En este apartado se destacan los aspectos más relevantes de la

empresa como: Municipios atendidos y cantidad de usuarios que esto representa, los servicios prestados y el monto facturado por estos, equipos, materiales y recursos humanos con los que cuenta la empresa para el desarrollo de la operación, lugar de disposición final, frecuencia de recolección, número de toneladas recogidas y nivel de aprovechamiento de los residuos sólidos actualmente. Es importante resaltar que esta fase se logra a través de entrevistas personalizadas con los personajes más influyentes en las operaciones de la empresa y en la toma de decisiones administrativas de la misma, con el fin de obtener la información más verídica posible.

Tercera fase

Ya conociendo las condiciones en las que se desarrolla la actividad de la empresa, se menciona una serie de consideraciones basadas en la situación actual de la empresa que servirán como herramienta para evaluar cualitativamente las alternativas que se presentaran en la cuarta fase, a continuación se expondrán las consideraciones escogidas por el grupo empresarial.

Consideraciones para definir alternativas

Una vez contextualizados en la situación de la empresa y el estado del arte de las investigaciones avanzadas en Colombia, estableceremos una serie de consideraciones para el análisis de las alternativas más viables y que se ajusten a la situación actual de la empresa.

Cubrimiento de las necesidades y condiciones: La primera consideración a tener en cuenta son las necesidades específicas de la comunidad o de la operación actual, la clave aquí es asegurar que la tecnología implantada esté de acuerdo al tamaño de la producción de residuos sólidos de la comunidad y la composición de los mismos.

Costos del sistema: La segunda consideración está más relacionada con los requerimientos para la operación y mantenimiento del mismo , ya que el costo de la implantación de la tecnología no debe ser muy elevado y debe mantener relación con la facturación de la empresa y su capacidad de endeudamiento, actualmente según las expectativas de la junta directiva y las del

gerente de la organización se cuenta con una disponibilidad aproximada de 10 millones de dólares para realizar inversión en tecnologías de aprovechamiento de residuos.

Riesgo de inversión y flexibilidad del sistema: La tercera consideración se refiere al riesgo de inversión y flexibilidad del sistema ante cambios futuros en la operación, pese a que la inversión se realizaría durante el próximo año la junta de socios ha decidido emplear una tecnología que sea capaz de adaptarse al crecimiento futuro de la operación, el pensamiento está enfocado a una tecnología a largo plazo más que a una tecnología inmediata. Siendo así consideramos proyectos que tengan una vida útil mayor a 10 años a pesar de que el tiempo de recuperación de la inversión sea mayor.

Una vez filtradas las alternativas a través de las tres consideraciones iniciales se evaluarán las alternativas por medio de preguntas o consideraciones más específicas de la siguiente forma:

Tabla 14 *Consideraciones iniciales*

TIPO DE CONSIDERACIÓN	PRINCIPALES CUESTIONAMIENTOS
TIPO DE RESIDUO PROCESABLE	• ¿Qué residuos o materiales pueden ser procesados por la planta? • ¿Qué se produce a partir del residuo? • ¿Qué opciones alternativas existen dependiendo de la relación residuo procesado/subproducto del residuo?
PRE-PROCESAMIENTO	• ¿Es necesario para la operación de la planta, que los residuos sean pre procesados (separación de algunos componentes, trituración)? • ¿El procesamiento será desarrollado en forma manual o mecanizada?
INSTALACIONES O PLANTAS EXISTENTES	• ¿Cómo es la planta propuesta en relación a otras existentes en funcionamiento considerando el tipo de residuo procesado, su localización, vida útil, mecanismos de financiamiento de compra, etc.? • ¿Cuántas plantas de este tipo están actualmente en operación? • ¿Qué tipos de problemas han presentado esas plantas?
SERVICIO DE RECOLECCIÓN EXISTENTE	• ¿Cómo se relaciona la planta propuesta con el sistema de recolección de residuos actualmente existente en su región? • ¿Es necesario realizar recolección selectiva de materiales?

OPERACIÓN/MANTENIMIENTO	• ¿Qué grado de conocimientos/experiencia laboral requiere el personal que operará el sistema? • ¿Cuánta gente es necesaria?
OPERACIÓN/CONDICIONES LOCALES	• ¿Representa el clima (temperatura, humedad, precipitaciones, vientos, etc.) de la zona, algún tipo de problema para el óptimo funcionamiento de la planta? • ¿Cuántas plantas del tipo propuesto, están localizadas en climas similares al de su zona/región?
MERCADO	• ¿Existe mercado disponible para los productos que genere la planta?
FINANCIAMIENTO	• ¿Cómo obtuvieron financiamiento plantas similares propuesta por la misma empresa?
RESIDUOS	• ¿Qué residuos son producidos por la planta propuesta? • ¿Alguno de esos residuos debe ser tratado como residuo peligroso? • ¿Quién será responsable por la disposición de estos residuos? • ¿Qué costo estimado tendrá esta actividad?
IMPACTOS AMBIENTALES	• ¿Cuáles son los impactos ambientales asociados a este tipo de planta o tratamiento? • ¿Qué experiencia tiene el vendedor en el cumplimiento de normas ambientales aplicables a plantas similares a la propuesta?
LOCALIZACIÓN	• ¿Cuál debe ser el tamaño del terreno destinado para la implantación del terreno? • ¿Cuánto será el costo de esto y en qué lugar debe ser localizado a fin de que cumpla con las condiciones actuales de la operación?
PERMISOS	• ¿Qué permisos requiere la planta para ser construida, en el lugar propuesto? • ¿Quién se responsabiliza por la obtención de los permisos para construir y operar la planta?
FALLAS	• ¿Qué sucederá con los residuos si parte o toda la planta presenta una falla que no le permita operar? • ¿Cuáles son las consecuencias financieras esperadas?
DISEÑO DE LA PLANTA	• ¿Qué edificios u otro tipo de construcciones serán parte de la planta? (estacionamientos, parques)
CRECIMIENTO FUTURO	• ¿Cómo se adaptará la planta al futuro crecimiento de la cantidad de residuos a ser procesados?
PROPIEDAD	• ¿Quién será el propietario de la planta? • ¿Cuál es la propuesta base de negociación al fin del período de servicio contratado?

DURACIÓN DEL CONTRATO	• ¿Cuál es la duración propuesta para el contrato? • ¿Cuál es el precio que se garantiza sobre este período?
----------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

Debido a que se busca la mayor exactitud posible en el resultado de esta investigación una vez concluida la evaluación cualitativa basada en las consideraciones, se evalúa igualmente cada una de estas tecnologías a nivel logístico, medio ambiental y económico de la siguiente manera:

Análisis logístico

El sector logístico ha tomado gran auge en el mundo empresarial, en las técnicas eficientes de aquellas compañías que le apuestan al éxito y la competitividad limpia, es por esto que para nuestro proyecto es tan importante tener en cuenta un análisis completo a nivel logístico que nos ayude a determinar la mejor opción para Coraseo y Seacor con respecto a la alternativa más eficiente y limpia para la disposición final de los residuos sólidos.

Dentro de este análisis, identificaremos las ventajas y desventajas de la implementación de la tecnología y para ello se tendrán en cuenta los factores de porcentajes de utilización de la tecnología, tiempos de implementación y ejecución, transporte y costos adicionales.

Análisis ambiental

Este es un argumento importante en la búsqueda de la mejor alternativa. Aunque suene redundante, analizar ambientalmente una tecnología que trabaja en pro al beneficio ambiental, es importante denotar los niveles de beneficios que generaría a la comunidad, la empresa y el mismo ambiente, adicionalmente identificar cuáles son las actividades que afectan negativamente para dar un control operativo posible por medio de las leyes que regulan los temas relacionados en Colombia.

Para efectos de este análisis usaremos un método conocido como matriz de valoración de aspectos e impactos ambientales⁹. Esta matriz cuenta con tres fases, la primera es la identificación del aspecto ambiental donde se enumeran las actividades o proyectos que se vayan a evaluar, luego se identifica el aspecto ambiental, es decir la acción que genera un impacto ambiental, después clasificamos dicha actividad en negativa o positiva, (no todos los impactos ambientales son negativos), la segunda fase se nombra como valoración del impacto, aquí se determinan una serie de parámetros específicos para lograr el valor final, los indicadores de valoración son los siguientes:

- Carácter (C) = (+ ó -), este indicador clasifica la actividad en positiva o negativa.
- Magnitud del impacto (M) = (Alta=2 o baja=1), mide el grado de afectación a el ambiente.
- Frecuencia (F) = (Constante=3, Frecuente=2, Eventualmente=1), indica la cantidad de veces que se repite el impacto.
- Extensión (E) = (Regional=3, Local=2, Puntual=1), indica el espacio geográfico afectado por la actividad.

A partir de estos indicadores se determinara por medio de una formula el valor del impacto, esta es una forma de determinar la magnitud positiva o negativa del impacto:

$$IMPACTO\ VALORADO = C * (3M + F + E)$$

Finalmente, se pasa a la fase de control operativo donde se identifican las acciones de prevención, mitigación, reducción y control como solución a los impactos ambientales negativos, en caso de que sean positivos se identificara una forma de controlarlos, después de esto se identificará una normativa Colombiana aplicable a las acciones correctivas propuestas y por último se definirán los componentes ambientales en los que aplicarían las acciones correctivas. Los posibles resultados oscilarán en 5 (+ ó -) y 12 (+ ó -), donde 5 será el menor valor de impacto y 12 el mayor valor de impacto ambiental.

⁹ Método adquirido en las clases de Eco-eficiencia con el profesor Edgar Mauricio Mera en la Universidad del Rosario.

Análisis financiero

Se evalúa cada una de las alternativas con respecto a la capacidad y condiciones de inversión y endeudamiento del grupo empresarial Cordobés, igualmente se identifican y resaltan los principales indicadores financieros como lo son: el costo oportunidad, inversión inicial, tasa interna de retorno, valor actual neto y pay back, esto se logra a partir de la información proporcionada por cada una de las empresas participantes en la búsqueda de la tecnología.

Cuarta fase

Concluida la etapa de evaluación de los proyectos a nivel cuantitativo y cualitativo, se obtiene como resultado las determinaciones comparativas más aproximadas, en cuanto a beneficios y desventajas de las alternativas evaluadas, para que la empresa tenga argumentos para tomar la mejor decisión en la inversión de un proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos.

Finalmente se explican las conclusiones del proyecto como instancia investigativa y académica, con este documento la junta directiva de las empresas SEACOR S.A y CORASEO S.A será capaz de tomar una decisión fundamentada en bases teóricas sólidas y le permitirá finalmente la implantación de una estrategia que no solo prolongue el ciclo de vida del vertedero lo máximo posible, sino que al mismo tiempo reduzca el impacto ambiental de los residuos sólidos en Córdoba, se integre a la comunidad como parte fundamental en el proceso y adicionalmente genere nuevos modelos alternativos de negocio.

4. PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS ESCOGIDAS DEL MERCADO Y SU ANÁLISIS PARA LA ADAPTACIÓN EN EL GRUPO EMPRESARIAL CORASEO S.A Y SEACOR S.A

A continuación se explicará toda la información confidencial proporcionada por empresas nacionales e internacionales dueñas de las tecnologías (ver cuadro comparativo en anexo 1).

4.1 Modificador molecular catalíptico (G.E.P)

G.E.P (The Green Energy Power) Es una compañía italiana que se ocupa de la búsqueda de nuevas tecnologías alternativas para la producción de energía alternativa, representada por su presidente, el ingeniero Lucio Carpinelli. Esta compañía trae una propuesta de tecnología italiana con el fin de tratar definitivamente el problema de las basuras en el mundo, su propuesta consiste en la reestructuración molecular cataléptica de los residuos sólidos, el proceso explica que todos los residuos ingresados deben pasar por un proceso de remoción de los heteroátomos (oxígeno, nitrógeno, azufre y eventualmente cloro). La operación química de reestructuración molecular es por medio de un catalizador y un agente neutralizante el cual asegura la transformación de los heteroátomos en las correspondientes sales de metales alcalinos y/o alcalinos terrosos. Luego se procede al mecanismo de recalentamiento obtenido por la fricción del material a aproximadamente 350°C o por medio del catalizador para que luego el sistema de centrifugado se encargue de convertir la energía cinética en energía térmica con un correspondiente aumento de la temperatura del fluido. En el proceso los gases producidos son aspirados por bombas de vacío, los gases no condensables son enviados a un tanque y por lo tanto previo pasaje a un sistema de filtros y carbones activos, son enviados al ambiente respetando las leyes en materia. El líquido combustible sintético producido es enviado a un tanque de almacenaje y sucesivamente al grupo electrógeno para la producción de energía eléctrica. (G.E.P s.r.l)

El balance energético resulta ser fuertemente positivo para la compañía beneficiaria pues el consumo de energía que requiere este proceso es apenas el 10% de la energía producida, incluso

para la empresa Seacor S.A y Coraseo S.A resulta ser un sistema aún más rentable ya que los subproductos generados son el combustible sintético, gas y agua.

La capacidad de operación de esta tecnología está dada por 400 toneladas por día, es un sistema con competencia asimétrica, es decir no existen en la actualidad consorcios que prometan los mismos resultados y los medios para llegar a ellos, lo que significa que la empresa que decida implantar este sistema tendría una ventaja en el mercado de exclusividad. Su funcionalidad por otro lado está científicamente garantizada y comprobada desde comienzos del año 2007, momento en el que se ha venido perfeccionando con fines de investigación industrial.

En términos gerenciales esta propuesta fue expuesta a Coraseo y Seacor y el costo de la inversión previamente negociada fue de 61 millones de euros, esta inversión incluye la maquinaria y su instalación, la maquinaria se compone por una plataforma de carga constituida por tres tanques completos con sistema de dosificación y bomba de carga, un reactor centrífugo y la columna de destilación. Fuera de la instalación el proveedor de esta tecnología se encargara de cumplir con el tiempo de verificación de la misma, para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema. Adicionalmente la inversión cubre una garantía de 12 meses a partir de la fecha de verificación de la instalación. (G.E.P s.r.l)¹⁰

Evaluación de la alternativa según consideraciones de la empresa

Como pilar principal para la toma de decisiones para el grupo empresarial VD, la tecnología que se seleccione como adecuada debe ser coherente con la capacidad operativa actual y la composición de los residuos producidos en la comunidad involucrada. G.E.P ofrece esta tecnología caracterizada por operar bajo una capacidad de 400 toneladas por día, resultando eficiente operativa y económicamente, de cualquier modo, esta es de las primeras debilidades de esta alternativa, pues actualmente Coraseo y Seacor cuenta con una producción de 220 toneladas de residuos sólidos por día, lo que refleja un 50% menos de la capacidad de la tecnología,

¹⁰ Ver anexos 2 y 3 asociados con documentación oficial de la tecnología.

implicando una capacidad ociosa de la planta y no alcanzar los niveles óptimos para que se dé un retorno de la inversión.

En temas económicos y presupuestales, el grupo empresarial Cordobés, cuenta con un presupuesto de inversión limitado pero más que dinero pretende entregar todo el empeño y esfuerzo que requiera la implementación y adecuación de la alternativa escogida, en el caso de G.E.P, la empresa requiere de una inversión de 61 millones de euros que incluye: maquinaria y dispositivos tecnológicos, instalación, garantía de su funcionamiento en el momento de instalación y en los 12 meses siguientes. Sin embargo, la implementación de esta tecnología tiene múltiples costos adicionales y/u ocultos que no están incluidos bajo el monto de inversión, como lo son: el espacio estructural en el cual se instalará la planta tecnológica, el personal adecuado y capacitado para la manipulación de la misma (aunque para este sistema no se requiere mayor operación de personal pues funciona automáticamente en un 90%), el modelo de enseñanza para la empresa y la misma comunidad que permita conocer como funcionara este nuevo sistema de disposición final de residuos sólidos y la importancia de apoyar alternativas como estas para el beneficio común, la ampliación o apertura de licencias requeridas para la ejecución y puesta en marcha del proyecto y finalmente una serie de costos no visibles, que se irán posicionando los cuales a lo largo de la implementación.

Uno de los requerimientos principales para llevar a cabo la operación es la clasificación previa de los residuos sólidos, la tecnología fue creada con el fin de disminuir el impacto ambiental de las basuras en el ambiente y la transformación molecular requiere de la separación y clasificación de ciertos materiales que no son aptos para ser procesados dentro de este sistema algunos debido al alto grado contaminante y otros debido a que pueden averiar la maquinaria. Teniendo en cuenta esto podemos determinar una gran debilidad de esta propuesta pues según la normatividad colombiana¹¹, la única forma posible de separar los residuos es desde la fuente, es decir una vez que entren a la empresa prestadora de servicios no será posible realizar la separación y aunque la empresa ha planteado organizar campañas de capacitación y sensibilización para la comunidad de tal forma que ellos sean quienes aporten a la separación, no lo vemos financieramente viable, pues aparte de que esta tecnología cuenta con un costo de

¹¹ Decreto 1713 de 2002, expedido por la Republica de Colombia

inversión altísimo, el invertir en campañas de enseñanza y normativas reguladoras para la comunidad sugiere un incremento en el presupuesto.

En otros términos, esta alternativa como apuesta a la innovación y búsqueda del mejoramiento continuo de la empresa suena bastante interesante, actualmente las empresas Coraseo y Seacor cuentan con un presupuesto de 10'000.000 USD y la inversión requerida es de 61 millones de Euros aproximadamente, una cifra que supera por mucho las esperanzas de innovación con G.E.P. De cualquier modo, la parte económica no es del todo un obstáculo, pues en la actualidad existen diferentes alternativas de financiación propia para aquellas empresas interesadas en invertir en tecnologías verdes, una posible alternativa de financiación es el leasing o la búsqueda de los bonos verdes que son brindados por el Banco Mundial y corporaciones relacionadas. Adicionalmente el hecho de que la compañía italiana tenga una experiencia de 8 años con esta tecnología favorecería en gran parte las garantías expuestas a sus posibles clientes y así mismo ofrece la opción de financiación por parte de organismos públicos o entes interesados.

Finalmente, se considera una alternativa estratégicamente viable pues en Colombia sería la primera vez que se implementa una tecnología que busque el aprovechamiento de las basuras con el fin de generar un recurso que hoy en día es escaso en ciertos sectores del país. Adicionalmente en el departamento de Córdoba son pocas las empresas públicas y privadas de servicios públicos y si el grupo VD se enfoca a sacar adelante un proyecto como este, ganaría el reconocimiento de la comunidad y la satisfacción de ser una de las pocas empresas privadas conscientes del drama climático existente.

Evaluación de la alternativa según análisis logístico

Índice de utilización

Toneladas recogidas por día en Seacor S.A y Coraseo S.A	Capacidad en toneladas de la planta por día
220	400

Teniendo en cuenta los datos anteriores podremos proceder a la formulación del índice de utilización: capacidad utilizada (la que Coraseo y Seacor recogen diariamente y la que realmente se utilizará) y capacidad disponible (capacidad que la tecnología es capaz de soportar para ejecutar sus operaciones eficientemente), con esto calcularemos el porcentaje de eficiencia.

$$Utilización = \frac{capacidad\ utilizada}{capacidad\ disponible} \times 100$$

$$Utilización = \frac{220}{400} \times 100$$

$$Utilización = 55\%$$

El 55% de utilización se puede interpretar como un indicador no muy favorable para esta alternativa pues a pesar de ser una propuesta innovadora, las empresas Coraseo S.A y Seacor S.A estarían desfasadas en el costo de la inversión y la misma producción que la planta propone garantizar, ya que el desperdicio de espacio, tiempo, energía y dinero es muy grande y a diferencia de otras alternativas, este tipo de tecnología no se adecua a la demanda y las condiciones del grupo empresarial Cordobes.

Transporte

Esta alternativa no afectaría en absoluto en términos de transporte y técnicas que se utilizan para el recorrido de recolección de residuos sólidos, pues las actividades exteriores vendrían siendo las mismas para llevar al lugar de acopio las basuras, solo cambiaría el lugar al que se dirigen los vehículos para depositar, ya que implementada esta tecnología los actuales rellenos sanitarios serían innecesarios, aun así el número o el tipo de carros se mantendrían dado que esta tecnología no requiere condiciones especiales en cuanto a los vehículos de basuras.

Tiempos de implementación y operación

Una de las condiciones expuestas en el documento donde se presentó la tecnología al grupo Cordobés, es el tiempo de entrega del proyecto con instalaciones, igual 10 a 12 meses, un lapso que resulta un poco largo ya que este es el tiempo que la empresa italiana demora en importar sus maquinarias y demás, sin contar con el tiempo que requiere Coraseo y Seacor para sacar los licenciamientos y permisos pertinentes para poder implantar esta tecnología en Colombia.

Costos adicionales

Como se mencionó anteriormente, los principales costos adicionales visibles hasta el momento son: la adquisición de un terreno apto para implementar la tecnología, las capacitaciones al personal para el correcto uso de esta tecnología y su óptimo aprovechamiento, las campañas de sensibilización y enseñanza dirigidas a la comunidad que jugaría un papel muy importante en esta propuesta pues de ellos depende que las operaciones y la tecnología funcione eficientemente con la correcta separación de residuos sólidos. Aunque parezca poco, en realidad es un costo grande para la empresa, el implementar metodologías de enseñanzas, los espacios en los que se dicten las charlas, el tiempo para dedicarles a las personas, no es un proceso fácil de ejecutar.

Por otro lado, uno de los costos más relevantes por el tiempo que implica y el costo económico, es el tema de licencias y permisos que requiere importar una tecnología de esta magnitud al país, lo que haría esta una alternativa de una u otra forma muy difícil de aprobar.

Evaluación de la alternativa según análisis ambiental

Tabla 15 *Análisis ambiental del modificador molecular*

IDENTIFICACIÓN DEL ASPECTO AMBIENTAL					VALORACIÓN DEL IMPACTO				CONTROL OPERATIVO		
No.	Proyecto/Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Carácter	Magnitud	Frecuencia	Extensión	Impacto valorado	Acciones de prevención, mitigación, reducción y control	Normativa aplicable	Componente del ambiente en el que aplica
1	Funcionamiento de instalaciones	Consumo de energía	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo (-)	Alta (2)	Constante (3)	Puntual (1)	-10	Mantenimiento en la colocación y disposición de tomas, canaletas y cableado	Decreto 2331 de 2007	Agua y aire
2	Adecuación de las instalaciones	Generación de residuos de manejo especial (escombros, llantas, entre otros)	Contaminación visual, suelo, agua y aire	Negativo (-)	Baja (1)	Eventual (1)	Puntual (1)	-5	Realizar guías para las existencias de escombros y aplicarlas para eliminar este desecho.	Ley 1259 del 2008, Resolución 541 de 1994	Suelo, aire y comunidad
3	Almacenamiento y entrega de Residuos Sólidos Aprovechables	Generación de residuos aprovechables reciclables	Contaminación del agua y del suelo	Negativo (-)	Baja (1)	Frecuente (2)	Local (2)	-7	Investigar y reciclar todo desperdicio generado.	Decreto 1140 de 2003	Agua y suelo
4	Almacenamiento de sustancias químicas	Derrame de productos químicos	Contaminación del aire, afectación a la salud.	Negativo (-)	Baja (1)	Eventual (1)	Local (2)	-6	Capacitar empleados para el manejo de químicos	Decreto 4741 del 2005	Suelo, aire y comunidad
5	Suministro de combustible	Consumo de combustibles	Contaminación del aire, afectación a la salud.	Negativo (-)	Alta (2)	Eventual (1)	Local (2)	-9	Capacitar empleados para el manejo de combustibles	Decreto 4741 de 2005	Suelo, aire y comunidad

Fuente: Elaboración propia

En la actividad numero 2 donde se mencionan las emisiones de gases, es referido a los gases producidos que después son aspirados por bombas de vacío y se tratan por medio de filtros y carbones activos, que póstumamente se envían a la atmósfera, puede que la planta respete los mecanismos de purificación de los gases emitidos pero hasta el momento no sabemos cuáles son los niveles de contaminantes que tienen estos gases y vapores, es por esto que debemos guiarnos hasta el momento por la normatividad colombiana mencionada en el mismo cuadro, pues hay ciertos estándares que no se pueden sobrepasar al tratarse de plantas energéticas y de resistencias.

Después de esta explicación podemos ver que hay varios puntos evaluados negativamente y que las acciones de prevención y mitigación requieren de un presupuesto adicional para su implementación, el único punto positivo de acuerdo a este análisis es que se está disponiendo de los residuos sólidos de una forma diferente a los rellenos sanitarios, también el hecho que se están generando recursos de los cuales todo el mundo es dependiente para el diario vivir y se están agotando poco a poco.

Evaluación de la alternativa según análisis económico

Esta tecnología en su informe de presentación de la propuesta, no presenta datos económicos representativos que nos permita como investigadores evaluar la pertinencia o no de la implantación, los representantes argumentan que se trata de información confidencial que se puede revelar una vez se demuestren las intenciones de la implantación. El único dato representativo a nivel económico que se obtiene es el costo de la implantación por un valor de 61 millones de euros. La propuesta no presenta información alguna sobre la vida útil del proyecto, el valor aproximado del mercado de los subproductos obtenidos ni en qué sector pueden ser empleados, por lo cual se hace imposible el cálculo de los flujos de caja para el proyecto, el valor actual y mucho menos la tasa interna de retorno TIR. El único aporte financiero que podríamos lograr es lo ya mencionado en las consideraciones, acerca de las posibilidades de financiación y los costos adicionales y ocultos que podrían llegar a presentarse a lo largo de la implementación de la tecnología.

4.2 Tecnología basura cero

La Fundación Alianza Tecnológica Cero Contaminación es un ente dedicado al desarrollo de tecnologías y proyectos en beneficio al medio ambiente y la recuperación de zonas degradadas. Esta fundación Colombiana se acoge al marco legal nacional proponiendo un sistema de mineralización en residuos sólidos, reincorporándolos al suelo, utilizándolos como elementos base dentro de la nutrición vegetal en el área forestal para la producción de madera y para la recuperación de áreas deforestadas. Adicionalmente está avalada por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia por la cual participó por Colombia en el Concurso Mundial de Medio Ambiente en España en 2007, además está avalada por los Conferencistas del primer congreso internacional de la **National Safety Council** sobre salud ocupacional, manejo defensivo y atención de emergencias: *“Una visión global en el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, tecnologías más limpias Abril 12 del 2012*, lo que da una garantía para empresas como Coraseo y Seacor que están pensando en adoptar la tecnología.

Una característica por resaltar es que requiere de un espacio de por lo menos una hectárea por celda de deshidratación, ítem que no va incluido en el costo de inversión, lo que sí va incluido es el personal capacitado para operar, supervisar y controlar las actividades para lograr la deshidratación y mineralización de los residuos sólidos dispuestos, incluyendo también la reparación del sistema en caso de problemas y fallas. Este sistema tecnológico, se asimila al proceso de digestión anaeróbica y el compostaje pues su funcionamiento consiste en:

FASE 1: FASE MESÓFILA: Inicialmente se disponen los residuos sólidos en los reactores de deshidratación, debidamente monitoreados e impermeabilizados a una temperatura de 30°C, donde un gran porcentaje de la materia se compone de agua (lixiviados), los cuales se irán vaporizando.

FASE 2: FASE TERMÓFILA: En esta fase la temperatura se ira graduando a unos 85°C por medio de la adición de microorganismos especiales que de tal forma que se permita la vaporización de todos los líquidos que contiene los residuos, es importante mencionar que este reactor está perfectamente cubierto y diseñado para que los olores y vapores (dióxido de carbono) sean eliminados sin el riesgo de su contacto con el ambiente exterior y su posible

contaminación, adicionalmente este reactor está cubierto internamente para evitar la filtración de líquidos por los subsuelos.

FASE 3: FASE DE ENFRIAMIENTO: En esta etapa la temperatura se ira regulando para llegar a la estabilización y maduración de la materia orgánica.

FASE 4: ESTABILIZACIÓN: Finalmente la materia orgánica resultante después de un proceso de 12 a 15 meses se estabilizará y como producto resultante, queda el 30% del volumen inicial depositado, un 30% de materia orgánica perfectamente utilizable para abono orgánico tipo A, abono que se puede comercializar a las pequeñas y medianas fincas para la reforestación y aprovechamiento de tierras. (Fundación Alianza Tecnológica Cero Contaminación, 2015)

Una de las grandes ventajas de este proyecto es que se minimizaría el costo de operaciones, es decir en este sistema no es necesario los movimientos mecánicos y manuales de los residuos ni de los lixiviados, basta con una permanente supervisión del programa y su progreso desde la base de control. Adicionalmente no requiere de una planta de tratamiento de lixiviados, ya que estos se eliminarían totalmente por medio del proceso químico explicado anteriormente.¹²

Evaluación de la alternativa según consideraciones de la empresa

El mencionado proyecto de basura cero es una alternativa que lleva consigo un proceso menos tecnológico y menos elaborado que las demás alternativas expuestas, sin embargo parece ser igual de eficiente en su operación como las demás según su funcionamiento.

Con respecto al proyecto expuesto por la Fundación Colombiana, la primera consideración a evaluar se refiere, a la capacidad de operación y el mecanismo de funcionamiento. Basura cero es un proyecto que calcula un manejo de residuos sólidos en su mayoría ordinarios de aproximadamente 20,000 toneladas por año, es decir unas 55,55 toneladas por día, con cuatro celdas de deshidratación habría una capacidad disponible de 222 toneladas por día, teniendo en cuenta que las empresas Seacor y Coraseo recogen 220 toneladas por día, este sería un escenario

¹² Ver anexos 4,5 y 6 asociados con documentación oficial de la tecnología.

de utilización casi perfecto, igualmente, podemos concluir que la tecnología Basura Cero resulta ser una opción flexible ya que se adecua a las condiciones de las empresas.

En términos sociales, esta tecnología resulta ser altamente benéfica para la comunidad y aquellas personas involucradas con la recolección de basuras que realiza Coraseo y Seacor, ya que el mecanismo de disposición final de los residuos no afectaría ambientalmente, pues la emisión de olores y vapores tóxicos que normalmente se emitirían con el relleno sanitarios se reducirían a 0 con el proyecto de basura cero, incluso disminuiría visiblemente la contaminación pues lo que se ve descubierto en un relleno sanitario se eliminaría con los reactores y sus respectivas cubiertas.

El resultado final de las operaciones de cada celda de deshidratación sería de un 30% del total de los residuos sólidos orgánicos dispuestos más un 29% de los residuos inorgánicos que según la caracterización realizada de residuos sólidos en las zonas se recogen. Es decir, la tecnología está apta para deshidratar y mineralizar residuos orgánicos, pero esto no quiere decir que no se pueda operar con materiales inorgánicos, la alternativa que la empresa tiene en mente es que estos materiales inorgánicos resultantes se depositen en un relleno sanitario o venderlos a una corporación interesada en este tipo de materiales. Como no se puede hacer una separación de los residuos en el lugar de operación, esta sería la forma correcta y legal de operar, se podría hacer una separación en la fuente pero ya vimos que esta alternativa resulta costosa para la empresa. Con respecto al 30% de la materia orgánica resultante, sería donada a fincas y corporaciones que se dediquen a la reforestación y recuperación de zonas degradadas, debido a que un abono de tipo A no genera mayores ingresos y su venta no genera mayor rentabilidad.

El costo de inversión que propone la Fundación Alianza Tecnológica Cero Contaminación a Coraseo y Seacor es de 377,507.000 COP incluyendo la patente de invención N° 12-208607 de capacidad de 20,000 toneladas por año, con el sistema de reactor de deshidratación y reducción controlada, las instalaciones eléctricas pertinentes y demás software de control. Sin embargo el costo real que se invertiría sería de 1,510.028.000 COP, lo que resulta ser más viable que la propuesta anterior en términos económicos, sin embargo el monto de la inversión no incluye el terreno (cuatro hectáreas en este caso) en el cual se realizara la operación, una propuesta que la empresa considera con respecto a este tema sería el financiamiento externo para la adquisición de

un terreno propio y con el espacio suficiente para poder implementar el proyecto con las condiciones que Seacor y Coraseo requieran.

En términos financieros muy generales, en el tiempo de operación de la tecnología (12 a 15 meses aproximadamente) no se estarían generando costos adicionales, pues en el momento que la tecnología se implemente el grupo empresarial Cordobés dejaría de pagar el costo del alquiler de los rellenos sanitarios y este dinero se dispondría para financiar el costo del nuevo terreno.

En términos legales, la propuesta se beneficiaría por el decreto 838 de 2005, que maneja toda la normatividad de rellenos sanitarios y las técnicas de disposición final, ya que la tecnología de rellenos sanitarios es la única para funcionamiento legal en el país que no exige certificaciones adicionales o patentes, por lo que el programa basura cero sería de gran ventaja legal para Coraseo y Seacor, evitando demoras en el proceso de ejecución y confirmación de la patente.

Actualmente la patente ha sido exitosamente implementada en varios sectores del país, lo que representa para la empresa una garantía de eficiencia, mas no sería un proyecto de total exclusividad en el país, pero si se logra el acuerdo darían la exclusividad en el departamento de Córdoba y la zona costera del país, según charlas previas entre la empresa y la Fundación.

Evaluación de la alternativa según análisis logístico

Indicador de utilización

Toneladas recogidas por día en Seacor S.A y Coraseo S.A	Capacidad en toneladas de un reactor de deshidratación por día
220	55,5

Con base en estos datos principales podríamos deducir el indicador de gestión más conocido por los estudios económicos y logísticos, el indicador de utilización, para determinar la efectividad en la capacidad de operación de los reactores de deshidratación de acuerdo a la capacidad demandada de residuos sólidos en los sitios que se recolectan.

$$Utilización = \frac{capacidad\ utilizada}{capacidad\ disponible} \times 100$$

$$Utilización = \frac{220}{55,5 \times 4} \times 100$$

$$Utilización = 99,09 \%$$

Para efectos del análisis de este indicador recordaremos que, si se implanta esta tecnología, se invertiría en 4 reactores de deshidratación para cubrir la capacidad de residuos sólidos. Ahora bien, podríamos decir que al implementar la tecnología Basura Cero, el indicador de utilización sería de 99,09% lo que resulta muy beneficioso para nosotros pues no habrían espacios de desperdicio significativos en las celdas de deshidratación.

Transporte

Actualmente los recorridos diarios de los carros de basuras se centran en el recorrido de recogida de residuos sólidos, para finalmente dirigirse al centro de acopio, o sea los rellenos sanitarios que correspondan a la zona de recolección, y allí depositar las basuras recolectadas. Con la implementación de la tecnología Basura cero, los movimientos serían básicamente los mismos: el recorrido de recogida de residuos y el transporte al lugar de operación donde se ubicaran las celdas de deshidratación, y como se puede apreciar en las imágenes, la técnica de depósito de los residuos al lugar de tratamiento actual y de la tecnología propuesta es la misma.



Ilustración 4 *Comparación disposición de basura en relleno sanitario y disposición de basura en el reactor de deshidratación.*

Fuente: (Vanguardia.com, 2013)

Fuente: (Contaminación, 2015)

Tiempos de implementación y operación

Como se mencionó en la evaluación de la tecnología según las consideraciones de la empresa, el primer resultado de las operaciones se vería en un transcurso de 12 o 15 meses después de implantada la tecnología en el terreno, lo que indica que es un proceso operativo largo pero en el que los resultados serán eficientes, pues del 100% de toneladas dispuestas en cada celda de deshidratación solo quedara un 30% de la materia orgánica convertido en abono para su póstuma donación y el 29% adicional de residuos inorgánicos según la caracterización de los residuos sólidos en las zonas que cubre las empresas Seacor S.A y Coraseo S.A.

Costos adicionales

Ya dijimos que la inversión inicial a la tecnología Basura Cero no incluye el terreno donde se ubicaran las celdas de deshidratación, sin embargo para la empresa SEACOR S.A y CORASEO S.A no sería un costo adicional el comprar un terreno apto para esta operación, pues en el momento que se implemente la tecnología la empresa dejara de gastar dinero en el alquiler de los actuales rellenos sanitarios porque no serán necesarios una vez tengan las celdas a disposición.

Un costo que se presentará a largo plazo, es la técnica que se implemente para la disposición del 29% de los desechos inorgánicos sobrantes de la operación de deshidratación y mineralización, pues como ya se ha dicho este tipo de residuos merece una técnica de disposición adecuada para evitar la contaminación al medio ambiente, una de las alternativas es disponerlo en un relleno sanitario o venderlo a corporaciones interesadas en comprar este tipo de materiales. Analizando la parte de talento humano, no habría costos adicionales pues la inversión de esta tecnología incluye la mano de obra calificada para que controle y supervise los procesos de mineralización y deshidratación, por lo que no habría necesidad de invertir en capacitaciones ni mano de obra calificada.

Evaluación de la alternativa según análisis ambiental

Tabla 16 *Análisis ambiental de la tecnología Cero Contaminación*

IDENTIFICACIÓN DEL ASPECTO AMBIENTAL					VALORACIÓN DEL IMPACTO				CONTROL OPERATIVO		
No.	Proyecto/Actividad	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Carácter	Magnitud	Frecuencia	Extensión	Impacto Valorado	Acciones de Prevención, Mitigación, Reducción y Control	NORMATIVA APLICABLE	COMPONENTE DEL AMBIENTE EN EL QUE APLICA
1	Funcionamiento de instalaciones	Consumo de energía	Agotamiento de los recursos naturales	Negativo (-)	Alta (2)	Constante (3)	Puntual (1)	-10	Mantenimiento y en la colocación y disposición de tomas, canaletas y cableado	Decreto 2331 de 2007	Agua y aire
2	Adecuación de las instalaciones	Generación de residuos de manejo especial (escombros, llantas, entre otros)	Contaminación visual, suelo, agua y aire	Negativo (-)	Baja (1)	Eventual (1)	Puntual (1)	-5	Realizar guías para las existencias de escombros y aplicarlas para eliminar este desecho.	Ley 1259 del 2008, Resolución 541 de 1994	Suelo, aire y comunidad
3	Almacenamiento y entrega de Residuos Sólidos Aprovechables	Generación de residuos aprovechables reciclables	Contaminación del agua y del suelo	Negativo (-)	Baja (1)	Frecuente (2)	Local (2)	-7	Investigar y reciclar todo desperdicio generado.	Decreto 1140 de 2003	Agua y suelo
4	Almacenamiento de sustancias químicas	Derrame de productos químicos	Contaminación del aire, afectación a la salud.	Negativo (-)	Baja (1)	Eventual (1)	Local (2)	-6	Capacitar empleados para el manejo de químicos	Decreto 4741 del 2005	Suelo, aire y comunidad
5	Suministro de combustible	Consumo de combustibles	Contaminación del aire, afectación a la salud.	Negativo (-)	Alta (2)	Eventual (1)	Local (2)	-9	Capacitar empleados para el manejo de combustibles	Decreto 4741 de 2005	Suelo, aire y comunidad

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a este análisis podemos ver que de las cuatro actividades evaluadas hasta el momento, teniendo en cuenta que no se ha implementado la tecnología, dos son valoradas como altamente positivas y dos negativamente pero con un impacto muy bajo, lo que resulta ser un análisis positivo para la tecnología Basura Cero, porque además de generar beneficios para la comunidad y el ambiente está sustentada bajo varias normas legales que promueven actividades eco eficientes como estas. El hecho de que Seacor S.A y Coraseo S.A quiera implementar una tecnología o alternativa diferente a los comunes rellenos sanitarios genera un plus en el marco estratégico de la empresa a nivel nacional e internacional, así una ventaja competitiva.

Evaluación de la alternativa según análisis económico

Primero, requerimos identificar la vida útil del proyecto que para este caso particular es de N años ya que las celdas pueden ser vaciadas en su totalidad cuantas veces se desee y ser empleadas de nuevo para recibir residuos sólidos.

Segundo, debemos determinar la periodicidad de los ingresos o del rendimiento del proyecto, aparentemente este es un proyecto con una periodicidad anual debido a que es solo después del año de puestas en funcionamiento las celdas se obtendrán los resultados del proceso. A pesar de todo, esta condición no es una limitante, dado que economiza en su totalidad los costos de la disposición final que representan mensualmente en promedio 120 millones de pesos, produciendo un flujo de caja positivo. En resumen, el valor total de la inversión inicial estaría alrededor de 1510 millones de pesos debido a la necesidad de implantarse 4 celdas, realizando cálculos sencillos al año se economizaría en disposición final aproximadamente 1440 millones de pesos al año menos el valor de la disposición final de la merma (aproximadamente 30% de merma por cada celda en operación) que se deberá pagar cuando se saque el contenido de cada celda. Teniendo en cuenta que se cobra un valor aproximado de 21 mil pesos por tonelada dispuesta al interior del relleno sanitario y que la merma total para las tres celdas sería de 20.000 toneladas al finalizar el año. Se deberá pagar entonces por la disposición de la merma para las cuatro celdas 420 millones de pesos.

Esto nos deja como resultado que con una inversión inicial de 1510 millones la empresa en el primer año tendrá un flujo negativo en 70 millones ya que la inversión inicial supera el costo total anual de disponer los residuos en un relleno sanitario, si a esta situación le sumamos el valor de disposición de la merma tendríamos entonces un valor negativo equivalente a 490 millones de pesos durante el primer año de funcionamiento. Esta situación plantea un negocio poco atractivo al corto plazo, sin embargo si la analizamos al largo plazo, la inversión en la construcción de las celdas solo se realiza una vez pues tienen una vida útil de N años, siendo así a partir del segundo año solo se tendrá como costos el valor de la manutención del sistema y el valor de la disposición final de la merma. Con estos datos podemos calcular unos costos aproximados por año de 450 millones y un ahorro sustancial en disposición final de 1000 millones de pesos.

4.3 Wastaway J.C de Colombia

Wastaway es una empresa norteamericana dedicada a la industria hortícola con base en Morrison, Tennessee. Aunque este no es su fuerte, la compañía ha venido trabajando en tecnologías y sistemas de reciclaje desde 2002. Básicamente el principio manejado por esta tecnología consiste en la transformación de los residuos sólidos urbanos en un material de alta calidad llamado pelusa procesada de combustible comprimido en pellets¹³. Esta pelusa es un material libre de patógenos y bacterias por lo cual es seguro su manejo y almacenamiento, además de contar con un BTU¹⁴ alto lo que le permite ser empleado como combustible en calderas industriales, energía verde o como producto para el suelo.

Actualmente la compañía cuenta con plantas procesadoras en: McMinnville, Tennessee (2003), Warren, Michigan (2003) y Aruba (2009), y pretenden en el corto plazo iniciar la fabricación de una planta con capacidad de 200 t en St. Thomas, islas vírgenes y St. Croix donde se pretende alimentar la central eléctrica con el material resultante de la planta.

¹³ En ingles se conoce como, Processed Engineered Fuel que se genera en este caso en pellets (pequeñas capsulas comprimidas)

¹⁴ British Thermal Unit, es una unidad de energía.

El proceso de la planta es aparentemente sencillo y toma un tiempo total de 25 minutos para llevar a cabo la transformación de los residuos, estos ingresan al proceso sin preparación ni separación previa, entran a la tolva y allí se pica a tamaño de media pulgada y pasan a una banda transportadora sobre la cual se encuentran equipos electrónicos de separación de elementos utilizables de origen ferroso, aluminios, plásticos, PET, piedras y vidrio. Cada uno de estos materiales va por separado a contenedores para ser compactados y vendidos como materia prima.

Los desechos de origen orgánico cuyo contenido de agua oscila entre 50% y 90% continúan en la banda transportadora la cual maneja una temperatura media, ingresan a un cilindro en el cual se deshidratan por medio de calor, eliminando agua y humedad, este proceso soluciona el mayor problema del manejo de los residuos sólidos ya que impide la producción de líquido lixiviados.

Una vez deshidratados los desechos de origen orgánico son transformados en lo que se conoce como biomasa celulósica que se usa principalmente en la generación de energía eléctrica verde y la producción de etanol, biogás, bio-carbón, cartón, papel y abonos orgánicos.

Una de las ventajas más importantes de la tecnología presentada por WASTAWAY, es que ya es un proceso patentado que cuenta con más de una década de experiencia en el mercado, eliminando así la incertidumbre sobre la posibilidad de los altos costos de implantación y la no recuperación de la inversión que acarrea este tipo de negocios. Además, esta tecnología elimina en un 100% la producción de lixiviados los cuales pueden llegar a ser más contaminantes incluso que las emisiones de CO₂ a la atmosfera. Conjuntamente, la tecnología responde a un sistema de flujo continuo en un periodo de procesamiento de residuos relativamente corto. Gracias a la implantación de este tipo de tecnología los rellenos sanitarios gozarán de una mayor vida útil pues los residuos son aprovechados al 100%, procesando incluso residuos hospitalarios.

Adicionalmente encontramos que la planta es prácticamente auto sostenible ya que se alimenta de la energía que ella misma produce, su carácter modular permite la ampliación en un futuro de acuerdo al crecimiento de las ciudades y el tamaño de los RSU a procesar. No se producen partículas sólidas que contaminen el aire y el producto final obtenido es de fácil almacenamiento.

Este proceso es un proceso continuo, 24 horas, 7 días de la semana, los 30 días del mes. Cualquier interrupción accidental o por mantenimiento preventivo se puede recuperar 100% de la producción de la biomasa y generación eléctrica, debido que hay una reserva de capacidad de la planta, lo que significa que la producción mensual de energía eléctrica es uniforme, esto permite negociar y obtener tarifas superiores para cada KWh generado, en la bolsa energética. Una planta que procesa 300 T/d puede generar 3.00 KWh, el 25 % es consumido para el autoabastecimiento de la planta y el 75% excedente estará disponible para la venta. (Wastaway J.C de Colombia E.U, 2015)

De acuerdo al estudio de mercado realizado encontramos que el principal producto competidor en el mercado para la Biomasa es el carbón, el cual se vende a precios de mercado a un valor por tonelada de 135.890 COP (según investigaciones realizadas por WASTAWAY) mientras que el valor por tonelada de la biomasa oscila en 120.000 COP lo que demuestra que el subproducto posee características competitivas.

Para la construcción y puesta en marcha de una planta con capacidad de 400 toneladas día se requieren 5 hectáreas de terreno plano que cuenten con vías de acceso internas y zonas verdes según el POT (plan de ordenamiento territorial). El costo de la implantación de una planta procesadora de residuos sólidos para la generación de energía verde basada en la biomasa celulósica con una capacidad de procesamiento de 400 toneladas/día, es de 27'000.000 de dólares, este valor incluye la mayoría de los gastos en los que se pueda incurrir: importación de tecnología, costo de la maquinaria y equipos, transporte de la tecnología hasta Colombia, capacitación del personal operativo, instalación, montaje y puesta en marcha.

Una de las principales ventajas con las que cuenta este modelo de negocio es que viene acompañado de la posibilidad de tener acceso a una financiación rápida por parte de un grupo de inversionistas americanos (financiamiento privado Risk SIA) los cuales prestan en la modalidad de leasing a 30 años con una tasa de intereses mensual del 1% sin amortización a capital, en garantía de esta operación la empresa debe hacer la entrega de un bien mediante hipoteca en primer grado. (Wastaway J.C de Colombia E.U, 2015)¹⁵

¹⁵ Ver anexo 7 y 8.

Evaluación de la alternativa según consideraciones de la empresa

En este apartado se evaluará la propuesta presentada por la compañía WASTAWAY teniendo en cuenta las consideraciones iniciales propuestas, esto con el objetivo de descartar o aceptar lo propuesto por la empresa. Iniciaremos evaluando la propuesta de acuerdo a nuestra primera consideración principal, *la tecnología debe ser coherente con la operación actual, el tamaño de los residuos producidos y la composición de los mismos*, como ya lo mencionamos la propuesta de la planta está diseñada en un principio para operar bajo una capacidad de 400 toneladas/días pues es con esta cifra que el modelo financiero tiene cierre, es decir que el proyecto es viable económicamente solo si se opera con 400 t/día. Actualmente la empresa cuenta a lo máximo con 220 t/día lo cual genera un déficit de 180 t/día que se podría adquirir de otras empresas de la zona, pero esto incurriría en gastos de operación, logística y transporte mayores debido a que puede llegar a necesitarse mayor número de vehículos y/o personal operativo.

De acuerdo a nuestra segunda consideración referente a los costos de implantación, puesta en marcha y mantenimiento observamos que la tecnología de WASTAWAY está muy alejada de las expectativas de inversión de la junta de accionistas y la capacidad de endeudamiento de la unidad empresarial. El costo total de 27'000.000 USD sobrepasa la expectativa de 10'000.000 USD, si bien hay una alternativa de financiación presentada por la misma empresa ofertante que puede resultar atractiva, en realidad la unidad empresarial de aseo aún no cuenta con un activo fijo que pueda ser empleado como respaldo en calidad de hipoteca para llevar a cabo el leasing.

Nuestra tercera consideración está relacionada con el riesgo que pueda representar la inversión y la flexibilidad del sistema ante cambios futuros en la operación, podemos afirmar que a primera vista la implantación de esta tecnología es una de las opciones menos riesgosas, ya que los dueños de la tecnología cuentan con más de una década de experiencia a nivel internacional con la implantación de más de 5 plantas en diferentes países, lo que asegura que el proceso de implantación y puesta en marcha contará con acompañamiento integral de WASTAWAY. Por otra parte, observamos que esta tecnología está enfocada en el largo plazo con una vida útil de 40 años para la planta una vez instalada, lo cual es coherente con la voluntad de la empresa de invertir en proyectos con una vida útil mayor a 10 años. En cuanto a cuestiones de

mantenimiento esta tecnología se adaptable, ya que la tasa de fallo es mínima, el tiempo que la planta se encuentre parada es recuperable y la manutención de la planta se encuentra a cargo de los dueños de la tecnología los cuales a su vez se encargaran de capacitar a los empleados de la empresa para realizar posibles reparaciones. De cualquier modo, uno de los aspectos más relevantes de este tercer grupo de consideraciones es la capacidad de adaptación y crecimiento ante futuros cambios en la operación que posee la planta debido a su estructura modular.

Teniendo en cuenta otras consideraciones planteadas inicialmente podemos agregar que a pesar de que las condiciones climáticas son favorables y la empresa cuenta con terrenos disponibles para la implementación de este tipo de tecnologías, estos no resultan útiles para la tecnología de WASTAWAY ya que son terrenos con alto grado de ondulación haciéndolos incompatibles con los requerimientos de la planta, lo que conllevaría a incurrir en nuevas inversiones para la compra de terreno aumentando el costo de la implantación de la tecnología.

En cuanto al mercado de los productos y subproductos generados por la planta encontramos que en Colombia es bastante amplio tanto para los pellets empleados en industrias como las cementeras y energéticas a precios bastante competitivos. Con respecto al impacto ambiental y la legislación en Colombia vemos que a pesar de que la planta no produce ninguna afectación significativa al medio ambiente debido a emisiones de gases o producción de lixiviados aun en Colombia la reglamentación y legislación aplicable para el sector NO permite la implantación de este tipo de tecnologías por fuera de un relleno sanitario que cuente con licencia ambiental.

En síntesis, teniendo en cuenta los indicadores propuestos al iniciar este capítulo obtenemos entonces que la duración de la vida del proyecto es de 40 años durante los cuales se les deberá cancelar mensualmente a los inversionistas o dueños de la tecnología un valor equivalente a 270 mil dólares mensuales correspondientes al pago de intereses mensuales (1% tasa propuesta por los dueños de la tecnología) sin abono a capital. Como vemos esta es una condición que nos limita en gran medida el flujo de caja ya que la venta de los productos y subproductos generados por la planta deberá ser significativamente mayor a este valor para que el proyecto sea atractivo y para que pueda pagarse él mismo en un futuro. Como ya se mencionó la inversión inicial seria aproximadamente 27 millones de dólares, esto sin incluir gastos adicionales en los que se puedan llegar a incurrir ni el valor del terreno donde será implantada la planta.

Evaluación de la alternativa según análisis logístico

Indicador de utilización

Toneladas recogidas por día en Seacor S.A y Coraseo S.A	Capacidad en toneladas la tecnología Wastaway por día
220	400

Como ya lo hemos manejado en las alternativas anteriores, con base en estos datos deduciremos el indicador de utilización para determinar la efectividad en la capacidad de operación de las maquinarias pertenecientes a la tecnología WASTAWAY.

$$Utilización = \frac{capacidad\ utilizada}{capacidad\ disponible} \times 100$$

$$Utilización = \frac{220}{400} \times 100$$

$$Utilización = 55 \%$$

Al igual que la tecnología italiana del Modificador Molecular, el desperdicio en espacio y de recursos es muy grande, teniendo en cuenta el costo de la inversión tan alto, no sería rentable ni viable logísticamente desperdiciar la mitad de lo que podría producir esta maquinaria.

Transporte

Como en los dos casos anteriores, el cambio de los vehículos no es necesario ya que ningún mecanismo de operación será diferente, es decir a la hora de depositar los residuos sólidos en las tolvas de operación esta actividad se hará de tal forma que los vehículos puedan hacerlo por sus propios medios, es por eso que cuando hablamos de la infraestructura es necesario que hayan vías de acceso en donde los vehículos puedan movilizarse de acuerdo a las necesidades. Por otro lado, los residuos sólidos tendrían más movimientos dentro de la planta, a diferencia de las otras alternativas, pero dichos movimientos son hechos por medio de bandas transportadores

especializadas en donde los lixiviados no tendrán oportunidad de derrame, cabe aclarar que las bandas transportadoras y maquinarias de operación van incluidas en el costo de la inversión.

Tiempos de implementación y operación

Como hemos analizado anteriormente la debilidad que tienen las técnicas de disposición internacionales es el tiempo, pues al ser maquinarias e instalaciones que tienen que ser importadas, el proceso de importación y permisos en la aduana requieren de tiempo, un factor que retrasa nuestro proyecto de innovación, adicionalmente el hecho de conseguir las licencias y los permisos necesarios para poder aplicar esta tecnología en Colombia, ya que esta tecnología actualmente no podría ser ejecutada legalmente por restricciones en la normatividad, implicaría pasar estudios de viabilidad y garantías para empezar un proceso de licenciamiento.

Un dato importante de destacar en esta alternativa a manera más interna del proceso es que el tiempo de operación es de 25 minutos, es decir, los resultados después de haber ingresado los residuos sólidos a la maquinaria se verán en un lapso de tiempo muy corto por lo que demuestra que es un proyecto eficiente e inmediato.

Costos adicionales

Sabiendo que actualmente las empresas Coraseo y Seacor no tienen un terreno propio en donde se puedan implantar estas alternativas el costo que todas las alternativas evaluadas tendrán es la obtención de un terreno propicio para el desarrollo e implementación de la tecnología. En segunda instancia, otro de los costos adicionales será el canal por el cual se venderá o se utilizarán los materiales resultantes del proceso, refiriéndonos la energía eléctrica verde, etanol, biogás, bio carbón, cartón, papel y abonos orgánicos. De alguna forma estos materiales serán un ingreso adicional para la empresa que requiere un estudio de mercadeo y/o ventas para explotar al máximo este beneficio.

Evaluación de la alternativa según análisis ambiental

Tabla 17 *Análisis ambiental de la alternativa Wastaway*

IDENTIFICACIÓN DEL ASPECTO AMBIENTAL					VALORACIÓN DEL IMPACTO				CONTROLES OPERATIVOS		
No.	PROYECTO/ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CARÁCTER	MAGNITUD	FRECUENCIA	EXTENSIÓN	IMPACTO VALORADO	ACCIONES DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, REDUCCIÓN Y CONTROL	NORMATIVA APLICABLE	COMPONENTES DEL AMBIENTE EN EL QUE SE APLICA
1	Adecuación de las instalaciones	Generación de residuos de manejo especial (escombros, residuos, entre otros)	Contaminación visual, suelo, agua y aire	Negativo (-)	Alta (2)	Eventual (1)	Puntual (1)	-8	Realizar guías para la existencia de escombros y aplicarlas para eliminar desechos resultantes	Ley No. 1259 del 2008, Resolución 541 de 1994	suelo, aire y comunidad
2	Generación de recursos no renovables	Aprovechamiento de residuos sólidos	Disminución de la contaminación del suelo y aire	Positivo (+)	Alta (2)	Constante (3)	Local (2)	11	Aprovechar los recursos no renovables	Decreto 2811 de 1974	Suelo, aire, agua y comunidad
3	Eliminación de lixiviados por método de vaporización	Reducción de agentes contaminantes	Disminución de la contaminación del suelo, agua y aire	Positivo (+)	Alta (2)	Frecuente (2)	Puntual (1)	9	Controlar las posibles emisiones de vapores de la atmósfera y ser tratados	Resolución 909 de 2008	Suelo, aire y agua

?

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a este esquema podríamos concluir que es una alternativa fuertemente competitiva frente a las demás por su evaluación tan alta de acciones en beneficio del medio ambiente, debido a sus reconocimientos en muchos países nos permite garantizar que en medio de su funcionamiento el índice de emisiones son muy bajas y resulta ser efectivo a la hora de producir los materiales no renovables como el bioetanol, biocarbón, entre otros. La única actividad que resulta negativa igual que para las demás alternativas, son las emisiones y desechos resultantes de la adecuación e instalación de la tecnología pero esta actividad no resulta ser tan impactante.

Evaluación de la alternativa según análisis económico

El flujo de caja para este proyecto no se puede reconstruir dado que la información proporcionada es insuficiente y solo nos ofrece un estimado de producción de la planta para cada uno de los productos y subproductos, pero es difícil identificar su valor comercial.

Tabla 18 *Producción productos y subproductos en los 5 primeros años*

PRODUCCIÓN						
	0	1	2	3	4	5
BIOMASA		108.000	108.000	108.000	108.000	108.000
ALUMINIO		288	288	288	288	288
HIERRO		1.728	1.728	1.728	1.728	1.728
PLASTICOS		5.760	5.760	5.760	5.760	5.760
PET		14.400	14.400	14.400	14.400	14.400
VIDRIO		3.744	3.744	3.744	3.744	3.744
RECOLECCION DE RSM		133.920	133.920	133.920	133.920	133.920
ENERGÍA ELÉCTRICA		92.160.000	92.160.000	92.160.000	92.160.000	92.160.000

Fuente: (Wastaway J.C de Colombia E.U, 2015)

Según lo anteriormente expuesto desconsideramos esta propuesta de la compañía WASTAWAY, una alternativa inviable para el aprovechamiento de los RSU debido a: la capacidad de la planta excede la capacidad operativa de la compañía, el costo de la tecnología se encuentra muy por encima de las expectativas de inversión de los accionistas, no existe reglamentación en Colombia que permita la operación por fuera de un relleno sanitario y la incompatibilidad de los terrenos actuales con los terrenos aptos para el montaje de la planta.

4.4 Vitalgroup Panamá

VITALGROUP Panamá es una empresa de origen panameño con sede en Colombia dedicados a la producción y exportación de plantas procesadoras y transformadoras que permitan el aprovechamiento de los RSU. Básicamente el principio manejado por esta tecnología consiste en la transformación de los residuos sólidos urbanos en energía renovable.

Para entender mejor como se realiza este proceso de transformación de residuos sólidos urbanos y energía renovable es importante entender el proceso técnico y tecnológico que hay detrás. Inicialmente los residuos sólidos son recogidos de forma habitual por los camiones de recolección y son llevados a una tolva de separación donde gracias a efectos de la gravedad parte de los lixiviados es eliminada, los residuos son transportados por esta tolva hasta el horno de carbonización.

Una vez allí los residuos son sometidos a una etapa intensa de deshidratación que transforma los residuos sólidos en carbón vegetal, es importante resaltar que en todo el proceso no existe contacto directo con los RSU por parte del trabajador. Esta planta trabaja de manera continua las 24 horas del día, 10% del carbón vegetal producido es para su funcionamiento, convirtiéndola en una tecnología auto sostenible.

La planta cuenta con la ventaja de que puede ser diseñada de acuerdo a las necesidades del volumen de los residuos sólidos a tratar, sin embargo se debe tener en cuenta que su capacidad mínima es de 5 toneladas/hora es decir 120 toneladas/día.

En el proceso de transformación y producción de carbón vegetal los residuos sólidos no entran en contacto con la llama generada por la quema de materiales caloríficos. Estos residuos se encuentran siempre en un cilindro especializado para la deshidratación con una generación de emisiones definidos como vapor húmedo (la combustión del material empleado para la alimentación del calor del horno también producirá un vapor denominado vapor seco).

Una vez deshidratados los residuos a través de calor estos serán llevados a un área llamada refrigeración y formulación donde se realizara un descenso de temperatura llegando a 60 grados Celsius. Terminado este proceso una banda transportadora lleva los residuos ya carbonizados

fuera del área de enfriamiento. La deshidratación durante la etapa de carbonización solo se realiza en los materiales vegetales y animales aquellos materiales de origen mineral como metales, vidrio, hormigón y arena no son procesados.

En la siguiente etapa el material carbonizado se separará y seleccionará de dos formas diferentes basados en su densidad, en la primera fase los materiales de alta densidad que sean minerales serán recogidos en la cinta transportadora y depositados en contenedores especiales, en la segunda fase los materiales de baja densidad, succionado por medio de una tubería y ventilador, impulsado por un motor eléctrico, los materiales son llevados al formulador y luego transformados en carbón vegetal y convertido en briquetas por la maquina briquetadora.

El formulador es responsable de la adición de pigmentos vegetales que ayudan en la aglomeración del material carbonizado para lograr una mayor homogeneidad y mayor compactación del carbón vegetal. El proceso de producción de briquetas se encuentra al final y una vez breguetado el carbón vegetal puede ser comercializado y vendido en varias formas y tamaños. En cuanto al almacenamiento el carbón vegetal puede ser embalado o empacado en un área dentro del mismo lugar de la planta protegido y cubierto.

Durante todo el proceso se producen una serie de productos y subproductos que pueden ser empleados en otras industrias como la lignina, alquitrán, agua acida y aceite vegetal. Sin embargo lo más importante e interesante de este proceso productivo es que además de la separación y transformación de los residuos sólidos se cierra el ciclo con un importante recurso para los seres humanos como lo es la energía renovable.

Una de las características a resaltar de esta planta es su capacidad de producir energía renovable a un muy bajo costo, convirtiéndola en casi única en su rango. Con apenas 350 kg de carbón vegetal puede generar un megavatio/hora de energía. Otra de las ventajas que brinda es que no genera desechos inertes para ser enterrados o dispuestos, por eso para su implementación no se requiere contar con un relleno sanitario licenciado, la planta puede funcionar perfectamente en un ambiente cercano a los sitios de recolección de los residuos sólidos impactando positivamente en los gastos de transporte.

Al ser una tecnología nueva y generada por las invenciones y descubrimientos científicos patentados en USA y Brasil ha pasado por varios procesos de verificación científica y pruebas en laboratorios de alto prestigio. En cuanto a cuestiones de salud pública y medio ambiente, tiene la ventaja de que no presenta ningún tipo de emisiones nocivas para el medio ambiente que lo rodea, esto permite su implantación cerca de las ciudades, algo nunca antes visto en Latinoamérica y el caribe.

Tabla 19 *Resumen de productos y subproductos por cada 5 toneladas de residuos procesados.*

Producto	Unidad	Cantidad
Carbón Vegetal	Kilogramos	2.000
Alquitrán	Litros	18
Agua ácida	Litros	32
Aceite vegetal	Litros	18
Lignina	Litros	12
Metales	Kilogramos	3%
Vidrio	Kilogramos	1%
Energía	Megavatios/Hora	3

Fuente: (VitalGroup Panamá, 2015)

El cuadro anterior expone la propuesta de resultados esperados presentada por VITALGROUP, por cada 5 toneladas de RSU procesados basados en una caracterización generalizada de los residuos sólidos de la región latinoamericana y del Caribe, propone un 45% de material orgánico disponible para aprovechamiento. Sin embargo esta caracterización no aplica para los RSU de las empresas SEACOR y CORASEO las cuales poseen casi 70% de material orgánico, lo cual indica que el rendimiento de la planta podría ser aún mayor.

La propuesta presentada por la empresa VITALGROUP para una planta de 300 toneladas diarias tiene un costo de 7'850.000 USD y para una planta de 400 toneladas de 9'550.000 USD este precio incluye algunos rubros básicos como el diseño de la planta, la maquinaria necesaria, la supervisión directa por el equipo de científicos propietarios de la patente y la supervisión directa por el equipo de técnicos en la adecuación y puesta en funcionamiento de la planta. Sin embargo no incluyen otros costos en los que se incurrirían para la implantación de la tecnología

y que pueden representar grandes sumas de dinero como lo son: costos de flete y transporte desde la planta de fabricación en Brasil hasta Colombia, costos de alimentación, transporte y alojamiento de los especialistas a cargo de la implantación, costos de las obras civiles y adecuación de infraestructuras previas a la instalación y costos por tramites de licencias y permisos entre otros.

En cuanto a la forma de pago y opciones de financiación la empresa ofertante no cuenta con metodologías de financiación o inversionistas dispuestos a invertir en el proyecto, y las condiciones de pago son las siguientes: 40% a la firma del contrato, 30% por avance de obra 60 días después de la firma del contrato, 20% antes del embarque de la maquinaria y 10% al finalizar la instalación y puesta en funcionamiento de la planta.

Evaluación de la alternativa según consideraciones de la empresa

Teniendo en cuenta las consideración inicialmente establecidas, comenzaremos evaluando la propuesta presentada por la compañía VITALGROUP de acuerdo a la coherencia con la operación actual, el tamaño de los residuos sólidos y la composición de los mismos, de esta forma podemos afirmar que la propuesta es coherente con el volumen de RSU manejado entre las dos empresas, partiendo desde la base de una planta que tiene la capacidad de procesar a lo mínimo 120 toneladas diarias, siendo esto una ventaja, ya que no fuerza a la operación a buscar residuos provenientes de otras empresas prestadoras del servicio de aseo, por otro lado en cuanto a caracterización de los residuos esta propuesta manifiesta un plus significativo ya que los valores proyectados están basados en una caracterización con un 45% de material orgánico, mientras que la caracterización de los residuos en la empresa es de 70% de material orgánico pudiendo así alcanzar mejores rendimientos, superando la rentabilidad esperada.

En referencia a los costos de implantación, puesta en marcha y mantenimiento, podemos ver que esta tecnología se encuentra en términos económicos más cerca a las expectativas de inversión de la junta de accionistas y la capacidad de endeudamiento empresarial, sin embargo los términos y condiciones de pago son muy rígidos, aunque no están exentos a ser negociados. Por

otro lado, la ausencia de un financiador propio o de un inversionista interesado en realizar el préstamo presenta algunas dificultades para la implantación ya que requerirá de esfuerzo y tiempo adicional para solicitar préstamos a entidades bancarias. En cuestiones de mantenimiento las condiciones ofrecidas por VITALGROUP son muy rigurosas, pues solo podrán realizar mantenimientos preventivos y/o de reparación de la planta. Otro punto es que muchos de los costos implícitos para transporte, implantación y puesta en marcha de la planta no están contemplados dentro de la propuesta presentada, lo cual al momento de la implantación seguramente inflará el costo de la planta significativamente. Con todo, esta tecnología presenta un modelo de negocio interesante que propone una generación de ingresos desde el año uno después de la puesta en marcha.

Con base en nuestra tercera consideración, *riesgo que pueda representar la inversión y la flexibilidad del sistema ante cambios futuros en la operación*, podemos decir que al ser un tipo de tecnología nueva y poco difundida en la región, pues solo cuenta con una única planta en funcionamiento en Brasil, y que la empresa no cuenta con experiencia en la importación, transporte e implantación de la planta, el riesgo de la inversión es mayor. Aun así, vemos que esta tecnología se enfoca en el largo plazo y posee también la capacidad de adaptación a la producción de RSU.

Teniendo en cuenta otras consideraciones planteadas inicialmente podemos agregar condiciones climáticas favorables y que los terrenos con los que cuenta la empresa en la actualidad son aptos para la implantación de esta tecnología, además que la implantación de esta tecnología en una zona cercana a los sitios de operación representara un ahorro sustancial en los costos de transporte y un proyecto pionero e innovador en la transformación de residuos sólidos.

En lo que se refiere al mercado de los productos y subproductos generados por la planta encontramos que en Colombia es bastante amplio para la biomasa celulosa, el subproducto principal, mientras que para los otros subproductos es un poco escaso. Según lo anteriormente expuesto consideramos esta propuesta presentada por la compañía VITALGROUP como una alternativa viable para el aprovechamiento de los RSU debido a: su coherencia con el volumen de residuos producidos por los municipios atendidos y la capacidad de la planta, la caracterización empleada para realizar las proyecciones por parte del ofertante difiere de la

caracterización de los residuos sólidos de la empresa generando un superávit de residuos orgánicos que se traducirá en mayor producción de biomasa celulosa y por ende mayores ingresos económicos, los costos de implantación son más cercanos a la realidad económica de la empresa y las expectativas de los accionistas, el proyecto tiende a la recuperación de la inversión en un periodo de tiempo mucho mayor comparado con otras plantas de características similares, es una planta adaptable al crecimiento de la operación y cuenta con una vida útil tendiente a largo plazo, por último los terrenos con los que actualmente cuenta la empresa son aptos para el desarrollo de este proyecto.

Evaluación de la alternativa según análisis logístico

Indicador de utilización

Toneladas recogidas por día en Seacor S.A y Coraseo S.A	Capacidad en toneladas la tecnología Wastaway por día
220	300

Gracias a la explicación de la tecnología, identificamos que la alternativa de 300 t/día es la mejor oferta que el grupo VITALGROUP Panamá nos hace, pues como mencionábamos el mínimo de capacidad para que las instalaciones funcionen correctamente es 120 toneladas por día, entonces nos basaremos en esta para el análisis de utilización.

$$Utilización = \frac{capacidad\ utilizada}{capacidad\ disponible} \times 100$$

$$Utilización = \frac{220}{300} \times 100$$

$$Utilización = 73,33 \%$$

Es importante resaltar que a pesar del 73,33% de utilización que se le dará a la tecnología, habrá un 70% sobre este resultado de materia orgánica que será perfectamente utilizada para la generación de carbón vegetal, por lo que sigue siendo un indicador muy bueno para el grupo

empresarial Cordobes, ya que esta tecnología empezará a producir en grandes cantidades desde el momento en el que se implante, pues tiene acciones de producción inmediatas.

Transporte

Uno de los factores que destaca esta tecnología con respecto a las demás es que puede ser ubicada cerca a los lugares de recolección de los residuos sólidos, en este caso cerca de la zona urbana de las regiones, generando un balance atractivo de consumo de combustible en los vehículos de basura. Aunque parezca irrelevante, para la mayoría de las empresas que manejan vehículos para sus operaciones, uno de sus gastos más apreciable en su flujo de caja es el combustible y el mantenimiento de los vehículos, lo que convierte este indicador en importante. Sin contar que, este tipo de tecnología tampoco exige vehículos con condiciones mecánicas diferentes, punto positivo para esta alternativa.

Tiempos de implementación y operación

Teniendo en cuenta que esta alternativa, requiere de importar las maquinarias y demás adaptaciones desde Brasil, los tiempos que requieren los trámites de importación y documentación serán largos, más si tenemos en cuenta que estas operaciones tendrán que correr por cuenta de Coraseo y Seacor pues el precio de la inversión no incluye este tipo de trámites.

Adicionalmente uno de los tiempos ineludibles que identificamos necesarios para lograr hacer efectiva la implementación de la alternativa, dado que la legislación colombiana solo autoriza los rellenos sanitarios como solución a la disposición final de los residuos sólidos, es necesario que Seacor y Coraseo se dirijan al Ministerio de Medio Ambiente y pasar esta propuesta a estudio, para que el gobierno la analice y poder llegar a un acuerdo para su implementación. Estas operaciones requieren de mucho tiempo y paciencia pues son trámites que dependen netamente de entes externos.

Costos adicionales

Un ítem a favor de esta tecnología es el terreno con el que cuenta actualmente el grupo empresarial Cordobés, como ya lo hemos mencionado anteriormente, el costo principal para implementar cualquier alternativa es la adquisición de un terreno apropiado, y debido a que el terreno con el que cuenta la empresa es ondulado y montañoso se restringe para muchas actividades, pero para la alternativa de VITALGROUP, este terreno es casualmente útil, pues las condiciones en las que se necesitan estructurar las maquinarias no requieren de un terreno completamente plano, esto evitaría el costo de invertir en un terreno nuevo.

Dentro de la exposición de la tecnología, la compañía Brasileña no incluye ciertos costos dentro del proyecto, lo que implica para la empresa sobrecostos, uno de ellos por ejemplo es el costo del transporte de la maquinaria, el flete y los gastos de importación que esto conlleve, adicionalmente, costos de la instalación y puesta en marcha de la tecnología lo que representa para nosotros más que un costo, el riesgo de que la tecnología no funcione correctamente y se tenga que recurrir a una garantía, implicando más tiempos y sobrecostos.

Finalmente otro de los costos a los que incurriría Seacor y Coraseo es el invertir en un canal de promoción y logística para la venta de los materiales secundarios que la tecnología ofrece, refiriéndonos al carbón vegetal, aceite vegetal, energía, entre otros. Pues como en la propuesta anterior, es necesario crear un espacio en el área comercial de la empresa para lograr explotar los beneficios económicos que estos materiales ofrecen.

Evaluación de la alternativa según análisis ambiental

Tabla 20 *Análisis ambiental de la tecnología Vitalgroup Panamá*

IDENTIFICACIÓN DEL ASPECTO AMBIENTAL					VALORACIÓN DEL IMPACTO				CONTROL OPERATIVO		
No.	PROYECTO/ACTIVIDAD	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	CARÁCTER	MAGNITUD	FRECUENCIA	EXTENSIÓN	IMPACTO VALORADO	ACCIONES DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, REDUCCIÓN Y CONTROL	NORMATIVA APLICABLE	COMPONENTE DEL AMBIENTE EN EL QUE SE APLICA
1	Adecuación de las instalaciones	Generación de residuos de manejo especial (escombros, residuos, entre otros)	Contaminación visual, suelo, agua y aire	Negativo (-)	Alta (2)	Eventual (1)	Puntual (1)	-8	Realizar guías para la existencia de escombros y aplicarlas para eliminar desechos resultantes	Ley No. 259 del 2008, Resolución 541 de 1994	suelo, aire y comunidad
2	Generación de recursos no renovables	Aprovechamiento de residuos sólidos	Disminución de la contaminación del suelo y aire.	Positivo (+)	Alta (2)	Constante (3)	Local (2)	11	Aprovechar los recursos no renovables	Decreto 2811 de 1974	Suelo, aire, agua y comunidad
3	Eliminación de lixiviados por método de vaporización	Reducción de agentes contaminantes	Disminución de la contaminación del suelo, agua y aire.	Positivo (+)	Alta (2)	Frecuente (2)	Puntual (1)	9	Controlar las posibles emisiones de vapores de la atmósfera sin ser tratados	Resolución 909 de 2008	Suelo, aire y agua.

Fuente: Elaboración propia

Aunque resulte tener las mismas actividades valoradas que el proyecto anterior, este proyecto a nivel ambiental resulta ser mejor, ya que la garantía que Vitalgroup explica, acerca de poder implementar la tecnología cerca de las zonas urbanas, indica que las emisiones al aire serán muy mínimas y con bajos niveles contaminantes y los riesgos de accidentes y posibles escapes de emisiones son casi imposibles, pues como lo habíamos mencionado, esta tecnología funciona en un 90% automáticamente y no requiere de manipulación humana, garantizando así el correcto funcionamiento del proceso y el bajo riesgo laboral que en muchos casos suelen ser alto. Concluyendo de esta forma que esta tecnología a nivel ambiental resulta ser muy atractiva y logra garantizar al grupo empresarial un correcto funcionamiento y resultados ecológicos.

Evaluación de la alternativa según análisis económico

La empresa Vitalgroup dentro de su propuesta de negocios presenta pocos datos sólidos que nos permitan realizar un análisis económico profundo y veraz, a pesar de que hacen la presentación de algunas de las ventajas económicas que se derivarían para la empresa una vez realizada la implantación de la planta. El grupo Vitalgroup argumenta que su proyecto tiene retornos de capital invertido en términos de tiempo y velocidades fuera de lo común para nuestra época y al mismo tiempo dice tener gran rentabilidad en la relación costo- beneficio durante el primer año. Aunque ambas afirmaciones a primera vista pueden lucir correctas, dejan muchos cuestionamientos, avisto que en el mercado de tecnologías de aprovechamiento de residuos se maneja un tiempo promedio de 5 años de recuperación de la inversión debido al alto valor de la inversión inicial, por lo cual afirmar que se recuperará la inversión antes de este periodo no está en concordancia con las características del sector. Por otra parte es casi imposible durante el primer año de implantación y funcionamiento de la planta obtener una gran rentabilidad en términos de costo y beneficio, debido a que en este tipo de proyectos este periodo se considera como una fase exploratoria tanto de costos como de los mercados disponibles para cada uno de los subproductos generados.

En términos de costos de inversión inicial la propuesta aparentemente maneja un valor muy por debajo de los otros proponentes, pero los conceptos incluidos en este valor son mínimos e

inherentes a la tecnología. El proponente se desentiende completamente de otros costos fundamentales para la implantación de la maquinaria como los costos de importación, fletes y transporte desde el lugar de origen de hasta el lugar de implantación, también los costos de montaje y mantenimiento, la adecuación del terreno de infraestructura; todos estos costos sin duda incrementarían el valor de esta tecnología de forma significativa, por lo cual es muy difícil determinar cuál sería el valor total de la implantación de esta tecnología.

Por ultimo en cuanto a forma de pago, Vitalgroup no ofrece la posibilidad de un inversionista externo u otra forma de financiación, por el contrario posee una estructura de pago rígida. Esta garantía se dirige únicamente al fabricante pues es él mismo quien impone las condiciones y además ofrece un tiempo muy corto de pago teniendo en cuenta la cantidad de dinero a pagar.

5. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LAS CUATRO ALTERNATIVAS

5.1 Análisis a nivel de las consideraciones de la empresa

Tabla 21 *Cuadro de análisis de las consideración de la empresa con las alternativas evaluadas*

Tipo de consideración	Principales cuestionamientos
Tipo de residuo procesable	Todas las tecnologías proponentes son capaces de procesar cualquier tipo de residuo sólido, sin necesidad de separar en la fuente. Dentro de los subproductos obtenidos encontramos que la única empresa que propone generación de energía como tal es WASTAWAY las otras tecnologías a excepción de Basura Cero que produce abono vegetal, producen materiales útiles para la generación de energía, por lo cual es más difícil encontrar un mercado donde se procesen estos subproductos con intención de generar energía, es más fácil generar energía y cotizar directamente en la bolsa.
Pre-procesamiento	Como se mencionó ninguna planta necesita que los residuos sean separados por lo cual no requieren tampoco la intervención humana en este proceso.
Instalaciones o plantas existentes	Como característica general las plantas procesadoras propuestas tienen una vida útil muy amplia que oscila entre los 20 y 30 años, sin embargo en la actualidad solo se cuenta con referencias de plantas en funcionamiento para dos tecnologías, Basura Cero todas funcionando en Colombia y Wastaway en las islas vírgenes de Estados Unidos. El resto no poseen plantas en funcionamiento y G.E.P posee una en Brasil instalada pero sin entrar en funcionamiento debido a ausencia de licencias ambientales.
Servicio de recolección existente	Todas las tecnologías propuestas en el trabajo se integran perfectamente con el sistema de recolección de residuos en la actualidad en términos de capacidad y recorridos. No se hace necesario la creación de nuevas rutas de recolección selectivas o de residuos peligrosos.
Operación /Mantenimiento	El grado de conocimiento y experiencia para la puesta en marcha y mantenimiento de estas tecnologías es muy elevado, debido a esto se hace necesario el acompañamiento del equipo técnico de las empresas proponentes, sin embargo solo dos tecnologías, WASTAWAY y Basura Cero, incluyen dentro de sus servicios este acompañamiento. Vitalgroup y G.E.P dejan la responsabilidad de reparaciones e instalación en manos de la empresa. Debido a que son plantas altamente tecnificadas y no es necesaria la intervención humana en los procesos un promedio de 5-10 personas se encargaría de las funciones administrativas.

Operación/ Condiciones locales	Todas las plantas son adaptables al clima de las zonas atendidas, no obstante en la tecnología de Basura Cero se debe tener especial cuidado con el nivel de precipitaciones de la zona, debido a que esto puede generar un riesgo de inundación de los reactores y humidificación de los residuos sólidos.
Mercado	El subproducto generado por el reactor de Basura Cero cuenta con un mercado pero debido a la cantidad de abono producido es más conveniente donarlo que almacenarlo para su posterior venta pues el mercado es muy pequeño. Para el caso de WASTAWAY la energía entraría a cotizar en la bolsa colombiana y para las alternativas de G.E.P y Vitalgroup el segmento de mercado no está muy bien definido ni explotado en Colombia.
Residuos	La tecnología Basura Cero deja como resultado del proceso una arenilla que se le denomina merma, esta arenilla debe ser dispuesta al interior de un relleno sanitario. Igualmente WASTAWAY genera material no utilizable correspondiente a gravas y arena que pueden ser empleados posteriormente como material de relleno para construcción. Mientras que Vitalgroup y G.E.P dicen no tener ningún tipo de emanaciones tóxicas por chimeneas o sin control científico comprobado.
Localización	La localización y tamaño del terreno dependerá única y exclusivamente de la decisión que tome la empresa, existen ciertas condiciones que los proponentes coinciden en cuanto a las características del terreno y es que no debe existir mucha ondulación, debe tener buenas vías de acceso y estar medianamente alejado de fuentes hídricas y/o grupos poblacionales.
Permisos	En cuanto a permisos y licencias ninguna de estas tecnologías puede ser operada por fuera de un relleno sanitario siendo esta la primera licencia o condición que se debería cumplir.
Fallas	Todas las plantas cuentan con sistema de monitoreo que evita que se presenten fallas en el sistema, lo que no garantiza que se presenten fallas por residuos que afecten la maquinaria, por su tamaño o composición, etc. Para estos casos, Basura Cero, Vitalgroup y WASTAWAY corren con gastos de mantenimiento y reparación, G.E.P incluye el mantenimiento por fallas solo hasta 18 meses después de la puesta en marcha.
Diseño de la planta	A excepción de los reactores propuestos por la tecnología de Basura Cero las demás tecnologías cuentan con una infraestructura grande y compleja, para la implantación de estas otras tecnologías es necesario además del terreno la adecuación y construcción de infraestructuras tales como bodegas, parqueaderos, vías de acceso pavimentadas, alumbrado público, cerramiento del perímetro y sistemas de seguridad.
Crecimiento futuro	Todas las plantas presentadas son adaptables al incremento de la producción de los residuos sólidos, algunas de ellas presentan estructuras modulares que permiten la incorporación de nuevos elementos y en el caso de Basura Cero solo es necesario la construcción de reactores adicionales e incorporarlos al sistema de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis a nivel logístico

Tabla 22 Cuadro comparativo a nivel logístico de las alternativas evaluadas

Alternativa	Índice de utilización	Transporte	Tiempos de implementación y operación	Costos adicionales
Modificador Cataléptico Molecular	55%	- Tipo y cantidad de vehículos: Igual - Recorrido: Cambia el destino.	10 a 12 meses para la implementación con licencias y permisos requeridos	- Adquisición del terreno. - Capacitaciones y programas de sensibilización. - Licencias y permisos gubernamentales.
Tecnología Basura Cero	99,09%	- Recorrido: Cambia el destino. - Operación: Mismo procedimiento. - Tipo y cantidad de vehículos: Igual.	12 a 15 meses para ver los resultados de la operación de la tecnología.	- Adquisición del terreno. - Disposición de residuos inorgánicos (29%) resultante de la operación.
Wastaway J.C de Colombia	55%	- Tipo y cantidad de vehículos: Igual. - Recorrido: Cambia el destino.	- Requiere suficiente tiempo para importar la maquinaria, ejecutar permisos de aduanas y licenciamiento. 25 min. Conlleva el tiempo de operación desde la introducción de residuos hasta la generación de productos secundarios.	- Adquisición del terreno. - Construir e investigar el canal de mercadeo y venta de los productos secundarios resultantes de la operación.
Vitalgroup Panamá	73,33%	- Recorrido: Cambia destino, minimizando distancias. - Tipo y cantidad de vehículos: Igual.	Requiere suficiente tiempo para importar la maquinaria, ejecutar permisos de aduanas y licenciamiento con entidades gubernamentales.	- Costos de importación y transporte. - Costo de instalación y ejecución, implica riesgo. - Construir e investigar el canal de mercadeo y venta de los productos secundarios resultantes de la operación.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro comparativo, se pueden notar las grandes ventajas de la tecnología Basura Cero y de VitalGroup Panamá, estas dos alternativas demuestran tener un buen indicador de utilización, de tal forma que las operaciones no representen cuellos de botella ni desperdicios en tiempo y costos, adicionalmente estas dos realmente concuerdan con las necesidades y condiciones de transporte actuales del grupo Cordobés. En cuanto a los tiempos de implementación y operación, Basura Cero demuestra ser la más acertada por ser una tecnología nacional y libre de restricciones hablando de licenciamientos y permisos de operación. Finalmente, los costos adicionales en los que incurrirían las dos tecnologías son bastante diferentes, por lo que para definir cuál alternativa es mejor en este indicador se deberá hacer un análisis más profundo para determinar realmente los costos de un terreno adecuado y la técnica de disposición para los residuos inorgánicos resultantes de la tecnología Basura Cero y así mismo determinar los costos reales para la importación e instalación de la tecnología VitalGroup Panamá, como el estudio del canal de mercadeo y ventas para los productos secundarios resultantes de esta alternativa.

5.3 Análisis a nivel ambiental

En este análisis resulta más complicado definir cuál alternativa es mejor, pues el objetivo de hacer una investigación como esta es buscar una solución alterna, ambientalmente amigable, a los rellenos sanitarios, en ese sentido, las alternativas evaluadas acá son bastante competitivas en este aspecto. Se logró destacar que las cuatro tecnologías tienen un nivel mínimo de emisiones de gases y vapores contaminantes, también se mostró cómo a partir de lo que muchas personas consideran como basura se puede generar productos secundarios que pueden ser útiles y bastante explotados. En conclusión a nivel ambiental cualquiera de las cuatro tecnologías resulta ser positivamente viable y no solo por el análisis ambiental de la matriz que se realizó con cada una, también por las grandes garantías que brindan: garantías de cero emisiones que se discutieron en medio de las charlas y entrevistas realizadas a las empresas y garantías de funcionamiento tras haber sido implementadas al menos una vez en terreno nacional o internacional, siendo esta la carta de presentación de estas alternativas.

5.4 Análisis a nivel financiero

En términos generales podríamos afirmar que en las condiciones actuales en las que la empresa opera no se cuenta con los recursos suficientes para realizar una inversión en cualquiera de las tecnologías mencionadas anteriormente, de todas formas, debido a la ausencia de rellenos sanitarios y al deterioro y poca capacidad de los ya existentes es necesario hacer esta inversión. A nivel económico la propuesta más viable para la implantación en corto plazo es la tecnología propuesta por Basura Cero porque es la inversión inicial más baja llegando apenas al millón de dólares, las otras alternativas superan la capacidad de endeudamiento de la empresa incluso algunas de ellas tienen un valor total muy por encima del valor total de la empresa en su conjunto como es el caso de G.E.P.

Por otra lado debido al alto monto de la inversión inicial y al riesgo que la implantación de este tipo de tecnologías representa las entidades financieras son renuentes a otorgar créditos bancarios por ende, es necesario considerar exclusivamente aquellas tecnologías que cuenten con una financiación propia o un tercero inversionista como es el caso de WASTAWAY, pero esta propuesta no es del todo favorable debido a los altos costos de financiación ofrecidos.

En términos de vida útil y tiempo esperado de retorno de la inversión las cuatro alternativas presentadas manejan características similares, para los casos de G.E.P, WASTAWAY y Vitalgroup son proyectos con una vida útil aproximada entre 20 y 30 años mientras que para el caso de Basura Cero no hay vida útil definida ya que los reactores pueden ser reutilizados cuantas veces quieran siempre que se les efectúe mantenimiento. Con respecto al tiempo de recuperación de la inversión tanto Vitalgroup Panamá como Basura Cero afirman que la empresa obtendrá retorno económico una vez finalizado el primer año de funcionamiento, por su parte las otras dos tecnologías ofrecen un retorno de la inversión a partir del 5 año; esta decisión ya dependerá de la urgencia en recuperar el dinero invertido que tenga la organización. Es importante resaltar que ninguna de las tecnologías proponentes incluye dentro de sus costos el valor del terreno ni las adecuaciones a nivel de infraestructura que sean necesarias para la implantación de la tecnología, lo cual debe ser considerado para el cálculo del costo final de cada tecnología a ser implantada.

6. CONCLUSIONES

- El desarrollo logístico y ambiental en un ámbito investigativo empresarial demuestra ser altamente eficiente para un análisis completo no solo a nivel empresarial sino a nivel competitivo, en otras palabras, la logística hoy en día no solo se logra a partir de la creación de estrategias corporativas, sino a partir de la implementación de soluciones eco eficientes y programas de concientización ambiental.
- Una de las razones por las que es tan importante investigar y evaluar alternativas eficientes para la disposición final de los residuos sólidos es que los rellenos sanitarios, única alternativa legalmente aprobada en Colombia, están llegando a su límite de capacidad y vida útil en muchas regiones del país.
- Según las investigaciones y estudios académicos evidenciados en el apartado del estado del arte, podemos comprobar que como país aún nos falta desarrollar la idea de implementar posibles alternativas en disposición final de residuos sólidos. A través de esta investigación nos puede quedar muy clara toda la legislación y teoría, pero aún falta realizar proyectos como este en donde se evalúen reales propuestas con posible implantación.
- A pesar que la normatividad en materia ambiental en Colombia se encuentra en estado avanzado comparado con los países de la región, debido a la adhesión e incorporación de tratados y convenios y a la creación de instituciones de carácter gubernamental dedicadas a la gestión ambiental, podemos afirmar que este conjunto de leyes ambientales o marco legal ambiental no es suficiente por si solo para frenar la problemática ambiental actual. En Colombia no existe la suficiente voluntad política, ni se da al tema ambiental la importancia que merece, diariamente por causa de la minería (legal o ilegal) y actividades industriales, se siguen contaminando las aguas y explotando recurso naturales indiscriminadamente. A pesar de existir autoridades ambientales no se aplican las medidas sancionatorias al respecto, las instituciones ambientales y corporaciones se han dejado contagiar de la corrupción

permitiendo que intereses económicos y políticos primen sobre los intereses colectivos y la conservación del medio ambiente.

- La legislación Colombiana debe plantear bases más sólidas en términos de educación ambiental, una política ambiental integral debe iniciar desde la educación de los ciudadanos buscando la sensibilización y la conciencia ambiental de su población.
- La principal limitante o restricción a nivel operativo es el lugar de disposición final, la lejanía entre los municipios atendidos y el relleno sanitario hace que los vehículos de la empresa deban trabajar a su máxima capacidad para evitar fallas en el sistema y garantizar la calidad del servicio, igualmente se incrementan los costos de combustible, peajes y mantenimiento de los vehículos.
- Para un proyecto que analice alternativas, como el presente, no solo se deben analizar los costos iniciales de cada alternativa, pues en los costos ocultos se encuentran grandes problemáticas, así pues nuestro análisis fue más allá de la inversión inicial y logramos dar una carta de posibles escenarios para que el grupo Cordobés pudiera tomar una decisión sumamente positiva.
- Cualquiera que sea la alternativa escogida por Seacor S.A y Coraseo S.A, la producción de productos secundarios a partir de la disposición de residuos sólidos es segura, por lo que este proyecto ofrece dos grandes soluciones al grupo empresarial, el identificar una alternativa de disposición final sostenible en el tiempo y una generación de productos que hoy en día son indispensables para el desarrollo y supervivencia de la humanidad, por ejemplo la energía renovable o el aceite vegetal.
- Los indicadores de apalancamiento se encuentran muy por encima de los parámetros normales o recomendables, 70% capital y 30% deuda, actualmente para ambas empresas el nivel de endeudamiento se encuentra cercano al 80% poniendo en riesgo a la organización, pues si bien es cierto que el apalancamiento tiene un efecto positivo sobre la rentabilidad, un

apalancamiento excesivo deja a la empresa desprovista en situaciones de crisis y la imposibilita recurrir nuevamente a la deuda para solventar la situación.

- El constante incremento de las tasas de interés debido a la situación económica actual del país puede traer consigo como consecuencia que la rentabilidad o el rendimiento sobre los activos de la empresa sea menor a la tasa de interés que se paga por los fondos obtenidos a través de préstamos. El fuerte apalancamiento que posee la unidad de negocios la pone en una situación que podría llevarla a la insolvencia, ya que pagos financieros mayores obligan a la empresa a tener un nivel alto de utilidades para continuar con la actividad productiva, si la empresa no cumple con estos pagos puede verse obligada a cerrar por acreedores pendientes de pago.
- A pesar de que las empresas se encuentran altamente apalancadas poseen un buen indicador de liquidez, esto se traduce en una buena capacidad de respuesta en el corto plazo para cubrir las obligaciones. La tendencia a nivel financiero para ambas empresas es una mejora a través del tiempo, mejorando año a año el margen bruto de utilidad y su EBITDA.
- Para ambas empresas es un buen síntoma que los ingresos se hayan ido incrementando en los últimos años como consecuencia de la adecuada gestión comercial en la búsqueda de nuevos usuarios, este hecho junto con una disminución en los costos administrativos han contribuido a que la utilidad neta se vea incrementada.
- Los activos para ambas empresas han disminuido significativamente durante los últimos años, siendo en su mayoría de deudores que corresponde a casi un 85% del total de los activos.

7. RECOMENDACIONES

- Al Gobierno Colombiano, al Congreso, al Ministerio de Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenible y finalmente a las corporaciones autónomas ambientales, queremos argumentar por qué la importancia de crear y trabajar lo antes posible en la normatividad que posibilite la ejecución e inversión de tecnologías y alternativas de recolección y aprovechamiento de los residuos sólidos.
- Una vez finalizado este trabajo de investigación, siendo más conscientes de la crítica situación ambiental y la inadecuada gestión de los residuos sólidos queremos dejar una invitación a las medianas y pequeñas empresas encargadas de la recolección y transporte de residuos sólidos, a invertir en investigaciones y tecnologías eficientes para el aprovechamiento de los residuos.
- En gran medida los usuarios somos los causantes de muchos de los problemas logísticos y económicos de las empresas y los daños al medio ambiente, los residuos provienen de nuestros hogares y es nuestra responsabilidad presentarlas ante el sistema de recolección en óptimas condiciones para ser aprovechables evitando con esto sobre costos por limpieza y desinfección. Es deber del usuario igualmente emplear los contenedores y colores regulados por las normas que faciliten la separación de los residuos evitando involucrar personas posteriormente en este proceso. Es deber del usuario disminuir la cantidad de residuos producidos y reaprovechar los que más pueda empleando técnicas como el reciclaje o compostaje. Los usuarios deberán cancelar el valor del servicio de aseo conforme a la prestación y adherirse a las campañas promovidas por las empresas para la adecuada gestión de los residuos, como ciudadanos y habitantes del mundo debemos ser conscientes que en ocasiones el desarrollo de nuestras actividades cotidianas tiene un impacto negativo en el medio ambiente y es nuestra obligación intentar reducir al máximo este impacto.

- El principal inconveniente a nivel comercial que presenta la empresa se deriva de la metodología de facturación empleada por la empresa Electricaribe debido a varios aspectos: el primero se deriva del alto costo que esta empresa cobra anualmente a la unidad de aseo por el servicio de facturación, el segundo por el desinterés que manifiesta Electricaribe en la recuperación de cartera morosa por concepto del servicio de aseo. Debido a esto nos atrevemos a sugerir al área comercial replantearse la posibilidad de cancelar el contrato de facturación y recaudo con la empresa Electricaribe e iniciar este proceso con otra empresa de servicios públicos que opere en la región, incluso pueden llegar a valerse de las empresas OPSA S.A y Uniaguas S.A que pertenecen también al grupo empresarial VD.
- Continuando con el panorama comercial, el retraso en el desembolso de los dineros recaudados se traduce en una serie de inconvenientes administrativos y financieros para las empresas Coraseo S.A y Seacor S.A, en muchas ocasiones la empresa prestadora del servicio de facturación y recaudo no desembolsa los dineros recaudados en el mes oportuno llegando incluso a retrasarse en 3 periodos de facturación, eso significa para la unidad de aseo serios problemas de liquidez que impiden el cumplimiento de sus obligaciones tanto con los proveedores como con sus trabajadores, esto sin mencionar que se han detectado faltantes de dinero. De acuerdo a esto, bajo nuestros conocimientos académicos consideramos este un problema más por la tercerización del servicio de facturación por lo que es recomendable plantear alternativas que disminuyan los costos de este servicio y que disminuya el riesgo de pérdida y retrasos de recaudos.
- Con respecto a la restricción principal expuesta en el panorama operativo, planteamos la posibilidad de que un relleno sanitario cerca de los municipios atendidos brinde mayor flexibilidad al sistema, los carros compactadores no tendrían que trabajar a su máxima capacidad, permitiéndose atender otros municipios cercanos, la capacidad de reacción ante cualquier eventualidad con los carros compactadores sería mucho mayor ya que se podría reemplazar fácilmente un carro por otro. Como se mencionó en nuestra investigación la organización ha hecho esfuerzos por solucionar este inconveniente a través de la solicitud de un licenciamiento para un relleno sanitario propio, e incluso se había adquirido y adecuado

un terreno con este propósito, a pesar de esto, la corporación ambiental negó en su momento la licencia generando pérdidas económicas significativas. De cualquier modo, esta no es la única solución viable a este problema existe la posibilidad de asociarse a un relleno sanitario ya licenciado o colaborar con la recuperación del actual relleno Caucasia medioambiente, por tal razón recomendamos insistentemente a la empresa buscar una pronta solución a esta restricción.

- De acuerdo a la mayoría de problemas financieros del grupo empresarial Cordobés expuestos a lo largo de esta investigación, proponemos que planteen soluciones con respecto a la formalización de un plan de recuperación de cartera, debido a que la gestión actual está desestructurada y como consecuencia de esto los usuarios no responden con el pago del servicio.
- Al grupo empresarial Cordobés, que tanto ha invertido en este proyecto queremos recomendar escoger la mejor alternativa en disposición final de residuos sólidos, de acuerdo no solo a su capacidad financiera si no a todas las condiciones y situación actual que la empresa contenga y todos los análisis aquí propuestos y desarrollados, gracias a que de esto depende en un 100% la eficiencia y prosperidad de la alternativa seleccionada.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTRAM. (2015). Convirtiendo los desechos en energía aprovechable. *Portafolio* .

Avendaño Acosta, E. F. (2015). Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos. Bogotá. Obtenido de <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/3417/1/79911240.pdf>

Botta, H., Berdier, C., & Deleuil, J.-M. (2002). *Enjeux De La Propriete Urbaine*.

Brigantini, J. M., Diaz, A. d., & Vergara, I. S. (2003). *Lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T Y C.* estudio investigativo , CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR , ingeniería industrial , Cartagena.

Cantanhede, A., Monge, G. S., & Caycho, C. (2005). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. *AIDIS*.

Carbonell, M. (2014). *México en la encrucijada: ¿Modernidad o barbarie?* Editorial Flores.

Castells, X. E. (2012). *Clasificación y gestión de residuos: Reciclaje de residuos industriales*. Madrid, España : Ediciones Díaz de Santos.

Contaminación, F. A. (2015). *Presentación Tecnología Basura Cero* .

Curio, G., Rosin, A., Teixeira, P. F., & Francisco, Z. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Banco interamericano del desarrollo y Organización Panamericana , Washington D.C.

DANE. (2014). *Ministerio de Vivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

- DNP . (28 de Junio de 2015). Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Entre-m%C3%A1s-basura-reciclada,-menos-costosa-ser%C3%A1-la-factura-.aspx>
- DNP. (2016). *Rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años, advierte el DNP*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Rellenos-sanitarios-de-321-municipios-colapsar%C3%A1n-en-cinco-a%C3%B1os,-advierte-el-DNP--.aspx>
- Econocom. (s.f.). Obtenido de http://www.osiatis.es/iso_14001/planificacion-evaluacion-residuos-inertes.php
- Economía, & Negocios. (22 de Diciembre de 2015). Rellenos sanitarios de mas de 300 municipios de pais que ya no dan abasto. *El tiempo*.
- Falla, M. R. (2010). *Marco Normativo Ambiental en los Países de la CIER*. Recuperado el 24 de febrero de 2016, de Marco Normativo Ambiental Colombia: <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/system/app/pages/sitemap/hierarchy>
- Florez Lopez, J. L. (2009). *Estudio de caracterización de los residuos sólidos*. estudio , [img alt="Logo of the Municipality of Las Lomas" data-bbox="175 535 205 550"/>municipalidad distrital de las lomas .
- Fundación Alianza Tecnológica Cero Contaminación. (2015). *Tratamiento, disposición final de residuos sólidos y restauración de los rellenos sanitarios y/o botaderos a cielo abierto*. Bogotá.
- G.E.P s.r.l. (s.f.). *Oferta Modificador Molecular Mod. 15 MW*. Bogotá.
- Henry, J. G., & Heinke, G. W. (1999). *Ingeniería Ambiental* (segunda edición ed.). (H. J. garcía, Trad.) Mexico, México: Prentice Hall.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste*. Washington D.C: The World Bank.
- ICONTEC. (2009). *Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente*. (3 edición ed.). Bogotá D.C , Colombia : Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

- Instituto Nacional de Ecología de Mexico. (2001). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. (I. N. Ecología, Ed.) Mexico D.F, Mexico.
- IPSE. (2012). *Informe de Gestion 2012*.
- Leyva, P., & Guzman, R. (1988). *Codigo sanitario y sus decretos reglamentarios* (tomo I ed.). Bogotá, colombia: Inderma.
- Lindell, A. (2012). Obtenido de <http://www.sysav.se/globalassets/media/filer-och-dokument/informationsmaterial-broschyre-arsredovisningar-faktablad-rapporter-etc/rapporter/rapporter-2014/achievement-of-sustainable-solid-waste-management-in-developing-countries.pdf>
- López, L. (31 de Octubre de 2015). Indicadores operativos . (C. Mendoza, & C. Carranza, Entrevistadores)
- Lopez, L., Sierra, L., & Saenz, R. (2016). *informe de gestion 2015 asamblea de accionistas Seacor S.A* . Monteria .
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial . (2007). Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf
- Ministerio de Vivienda, M. d. (2014). *Ministerio de vivienda*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Sólidos/Presentaci%C3%B3n%20del%20Decreto%202981%20de%202013.pdf>
- Presidencia de la Republica. (06 de 08 de 2002). Decreto 1713 de 2002 Nivel Nacional. (44893).
- Rodriguez, R., & Andres, P. (2008). *Evaluacion y prevencion de riesgos ambientales en Centroamerica*. Girona, españa: Documenta Universitaria.
- Rutas y horarios de recolección*. (2016). Recuperado el 1 de abril de 2016, de Coraseo S.A: <https://coraseo.herokuapp.com>

- Saenz, R. (15 de Noviembre de 2015). Estado comercial del grupo empresarial . (C. Mendoza, & C. Carranza, Entrevistadores)
- Sakurai, D. K. (2012). *Limpieza de vias y areas públicas*.
- Seacor S.A . (20 de noviembre de 2015). *Seacor S.A* . Obtenido de <http://seacor.herokuapp.com>
- Sierra, L., Lopez, L., & Saenz, R. (2016). *Informe de gestion empresarial* . Coraseo S.A. Monteria: Asamblea de accionistas 2015.
- Tabares H, L. X. (2006). Llega la termólisis al Valle de Aburrá. *ElMundo.com*.
- Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (2002). *Handbook of solid waste management*. McGraw Hill.
- Tecno1BTsenyoritas*. (2000). Obtenido de <http://tecnobtsenyoritas.blogspot.com.co/>
- UNEP. (2013). *Guidelines for National Waste Management Strategies*. Obtenido de <http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste%20Management/UNEP%20NWMS%20English.pdf>
- Vanguardia.com*. (2013). Obtenido de <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/227367-por-dos-anos-decretan-emergencia-sanitaria-para-recibir-basura-en-el-ca>
- VitalGroup Panamá. (2015). *Presentación propuesta económica planta procesadora de residuos solidos en energia renovable*. Colón, Panamá.
- Wastaway J.C de Colombia E.U. (2015). *Propuesta para la instalación de una planta procesadora de residuos solidos municipales*. Bogotá.