

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA EMPRESA
GESTORA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
(RAEE) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA -NORTE DE SANTANDER**

HERMES ALFONSO DUARTE MENDOZA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FISICOMECANICA
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2016

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA EMPRESA
GESTORA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS
(RAEE) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA -NORTE DE SANTANDER**

HERMES ALFONSO DUARTE MENDOZA

Trabajo de grado:

**Modalidad de monografía para optar el título de Especialista en Evaluación y
Gerencia de Proyectos**

Director:

**ING. LILIANA PINILLA VELANDIA
Especialista Gestión Ambiental.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FISICOMECANICA
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA**

2016

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
3. JUSTIFICACION	18
4. ALCANCE.....	19
5. METODOLOGIA.....	20
6. MARCO TEORICO	21
6.1 CATEGORIAS.....	21
6.2 CARACTERISTICAS.....	23
6.2.1 Materiales valiosos.....	23
6.2.2 Sustancias peligrosas.....	23
6.2.3 Actores del proceso.....	23
6.3 RECUPERACION O RECICLAJE.....	26
7. ESTUDIO DE MERCADO	28
7.1 ANALISIS DE LOS RAEE EN EL MUNDO	28
7.2 RAEE EN CUCUTA	34

7.3 SUPUESTOS DE LA VALORACION	35
7.3.1 Proyección de la oferta de RAEE en Cúcuta	37
8. PLAN DE ESTUDIO TECNICO Y OPERATIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL GESTOR RAEE EN LA CIUDAD DE CUCUTA	40
8.1 DESCRIPCION DEL MODELO PRODUCTIVO	40
8.2 RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE LOS RAEE	41
8.3 REQUISITOS TECNICOS DEL PUNTO DE RETOMA Y RECOLECCION	43
8.4 REQUISITOS TECNICOS PARA INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO	45
8.5 TRANSPORTE Y LOGISTICA	45
RAEE	46
8.6 DISTRIBUCION O REUSO	46
8.7 DEMANUFACTURA, CLASIFICACION Y EVALUACION.....	47
8.8 LINEAMIENTOS PARA LAS INSTALACIONES DE DESEMSAMBLE MANUAL	49
8.8.1 Protección del trabajador	50
8.9 DISPOSICION FINAL.....	51
8.10 CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO	51
8.11 CLASIFICACION DE RAEE, PORCENTAJE DE PROCESAMIENTO Y PESO PROMEDIO DE APARATOS POR CATEGORIA.....	52
8.12 REQUERIMIENTO DE PERSONAL PARA DESENSAMBLE DE EQUIPOS	53
8.13 COMPOSICION DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS	55
8.14 REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	56
9. PLAN DE ESTUDIO LEGAL PARA EL MONTAJE DE UN GESTOR RAEE EN LA CIUDAD DE CUCUTA	58
9.1 CONTEXTO INTERNACIONAL.....	58
9.2 CONTEXTO NACIONAL	61
9.3 REQUISITOS MINIMOS LEGALES PARA LA CREACION DE LA EMPRESA.....	64
10. ESTUDIO FINANCIERO.....	67

10.1 INVERSIONES	67
10.1.1 Inversiones Fijas	67
10.1.2 Inversiones diferidas.....	68
10.2 COSTOS.....	68
10.2.1 Mano de obra directa	69
10.2.2 Materia prima.....	69
10.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION.....	70
10.3.1 Gastos de administración.....	70
10.3.2 Depreciación de activos fijos.	70
10.4 GASTOS FINANCIEROS.....	71
10.5 ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO.....	73
10.6 BALANCE GENERAL PROYECTADO.....	74
10.7 FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA PROYECTADO	75
10.8 CALCULO DEL COSTO CAPITAL PROMEDIO PONDERADO	75
10.9 INDICADORES DE VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO	76
11. CONCLUSIONES	79
BIBLIOGRAFÍA.....	81

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Categorías de RAEE según la Directiva de la Unión Europea	22
Cuadro 2. Estadística de RAEE en América Latina 2014.....	30
Cuadro 3. Cantidad de RAEE en Colombia.....	35
Cuadro 4. Generación de RAEE en Cúcuta año 2015.....	35
Cuadro 5. Oferta de Procesamiento del gestor RAEE Cúcuta 2015	36
Cuadro 6. Proyección de la Oferta de RAEE en Cúcuta Método de Regresión Lineal	37
Cuadro 7. Requerimientos técnicos de Herramientas.....	44
Cuadro 8. Oferta Proyectada de Procesamiento de RAEE en Cúcuta	52
Cuadro 9. Clasificación de RAEE.....	52
Cuadro 10. Aparatos a procesar por categoría para el año 2016	54
Cuadro 11. Tiempos de desensamble por categoría	55
Cuadro 12. Composición de aparatos eléctricos y electrónicos.....	56
Cuadro 13. Requerimientos de maquinaria	56
Cuadro 14. Requerimiento de equipos de computo	57
Cuadro 15. Requerimiento de muebles y enseres	57
Cuadro 16. Requerimiento de vehículos	57
Cuadro 17. Normograma.....	61
Cuadro 18. Requisitos legales para la creación de la empresa	65
Cuadro 19. Inversiones fijas	67
Cuadro 20. Inversiones diferidas.....	68
Cuadro 21. Mano de obra directa.....	69
Cuadro 22. Materia prima.....	69
Cuadro 23. Costos indirectos de fabricación	70
Cuadro 24. Gastos de administración.....	70
Cuadro 25. Depreciación de activos fijos	71
Cuadro 26. Estructura financiera del proyecto.....	72
Cuadro 27. Características del crédito.....	72

Cuadro 28. Plan de amortización del crédito	72
Cuadro 29. Estado de resultados proyectado	73
Cuadro 30. Balance general proyectado	74
Cuadro 31. Flujo de caja del inversionista proyectado.....	75
Cuadro 32. CAPM	75
Cuadro 33. Análisis de sensibilidad del proyecto	77

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Grafico 1. Proyección Oferta RAEE Cúcuta	38
Grafico 2. Flujograma del proceso productivo	41

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA EMPRESA GESTORA DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) EN LA CIUDAD DE CÚCUTA -NORTE DE SANTANDER*

AUTOR: HERMES ALFONSO DUARTE MENDOZA*

PALABRAS CLAVES: ESTUDIO, FACTIBILIDAD, MONTAJE, RESIDUOS, PARATOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS

El constante desarrollo y avance de la tecnología en equipos eléctricos y electrónicos (AEE) en el mundo, ha ocasionado que el consumo de éstos sea cada vez mayor. Dichos elementos se han incluido en todos los aspectos de la vida cotidiana, proporcionando a la sociedad comodidad, salud y seguridad, facilitando la adquisición y el intercambio de información. No obstante, las constantes innovaciones tecnológicas, unidas a la tendencia consumista de la sociedad y el ciclo de vida cada vez más corto de estos productos, aceleran la frecuente sustitución de estos bienes. Como consecuencia, la generación de residuos de AEE se continúa incrementando cada día, sobre todo teniendo en cuenta que las nuevas generaciones están teniendo acceso a estos bienes desde su infancia y que cada vez más, la tecnología se vuelve una necesidad de los seres humanos; ésto ha creado una sociedad donde las personas se sienten incompletas sin sus equipos tecnológicos.

Los resultados del estudio financiero muestran que la inversión en el proyecto es rentable, ya que se recupera en el horizonte de evaluación del mismo; sin embargo la recuperación de la inversión tiende a ser lenta, dado que sólo a partir del cuarto año de evaluación, el proyecto empieza a tener un flujo de caja libre del inversionista positivo, adicionalmente se debe tener en cuenta que el proyecto es rentable bajo las condiciones del mercado identificadas en el presente estudio; a través del análisis de sensibilidad del proyecto, se identificó que este es altamente sensible al precio de venta de los materiales recuperados y una fluctuación negativa del precio convertiría el proyecto en no viable en términos financieros.

* Trabajo de grado

* Facultad Fisicomecanica. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Liliana Pinilla Velandia

SUMMARY

TITLE: FEASIBILITY STUDY FOR THE ASSEMBLY OF AN ELECTRIC AND ELECTRONIC APPLIANCES WASTE MANAGEMENT COMPANY IN THE CITY OF CUCCO - NORTH OF SANTANDER *

AUTHOR: HERMES ALFONSO DUARTE MENDOZA **

KEY WORDS: STUDY, FEASIBILITY, ASSEMBLY, WASTE, ELECTRICAL PARAMETERS, ELECTRONICS

The constant development and advancement of the technology in electrical and electronic equipment (EEE) in the world, has caused that the consumption of these is increasing. These elements have been included in all aspects of daily life, providing society with comfort, health and safety, facilitating the acquisition and exchange of information. However, the constant technological innovations, coupled with the consumer tendency of society and the shorter life cycle of these products, accelerate the frequent replacement of these goods. As a result, the generation of EEE waste continues to increase every day, especially considering that the new generations are having access to these goods since childhood and that, increasingly, technology becomes a necessity for human beings; This has created a society where people feel incomplete without their technological equipment.

The results of the financial study show that the investment in the project is profitable, since it recovers within the evaluation horizon of the project; However, the recovery of the investment tends to be slow, since only after the fourth year of evaluation, the project begins to have a free cash flow of the positive investor, in addition it must be taken into account that the project is profitable under the Market conditions identified in the present study; Through the sensitivity analysis of the project, it was identified that it is highly sensitive to the sale price of the recovered materials and a negative fluctuation of the price would make the project not viable in financial terms.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanics. School of Industrial and Business Studies. Specialization in Project Evaluation and Management. Director: Liliana Pinilla Velandia

INTRODUCCION

El constante desarrollo y avance de la tecnología en equipos eléctricos y electrónicos (AEE) en el mundo, ha ocasionado que el consumo de éstos sea cada vez mayor. Dichos elementos se han incluido en todos los aspectos de la vida cotidiana, proporcionando a la sociedad comodidad, salud y seguridad, facilitando la adquisición y el intercambio de información. No obstante, las constantes innovaciones tecnológicas, unidas a la tendencia consumista de la sociedad y el ciclo de vida cada vez más corto de estos productos, aceleran la frecuente sustitución de estos bienes. Como consecuencia, la generación de residuos de AEE se continúa incrementando cada día, sobre todo teniendo en cuenta que las nuevas generaciones están teniendo acceso a estos bienes desde su infancia y que cada vez más, la tecnología se vuelve una necesidad de los seres humanos; ésto ha creado una sociedad donde las personas se sienten incompletas sin sus equipos tecnológicos.

Esta situación genera una serie de efectos negativos para el medio ambiente, debido a la disposición continua de este tipo de residuos. . Contar con procesos para la disposición final de este tipo de residuos, representa una oportunidad de negocio y a su vez una contribución positiva al medio ambiente. Hoy en día, la mayoría de los RAEE (Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos) en Colombia se entierran o incineran sin ningún tratamiento previo¹. Ante esta problemática, surge la idea de crear en la ciudad de Cúcuta una empresa gestora de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

¹ FAJARDO, K. (2013). Estudio Factibilidad para el montaje de una planta de residuos eléctricos y electrónicos en Cartagena 2013. [en línea] [citado 18 de septiembre de 2016] Recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1467#.V7cvd9Sriko>

A través de este proyecto se espera obtener un beneficio económico y realizar un aporte positivo al medio ambiente, analizando la factibilidad para el montaje de una empresa gestora de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Cúcuta.

En el presente documento se muestran los estudios de mercado, técnico, legal y financiero del proyecto, se determinará la factibilidad de la empresa gestora de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Cúcuta.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente Cúcuta cuenta con el relleno sanitario guayabal en el kilómetro 10 vía puerto Santander en el que se depositan 780 toneladas diarias de residuos sólidos; aunque hay diferentes sitios para disponer desperdicios, como Ocaña y Pamplona; en la capital se recibe el 85% de los residuos que se producen en 19 municipios del departamento².

Según la síntesis ambiental publicada por la corporación autónoma regional de la frontera nor-oriental (CORPONOR), los principales problemas que afectan el medio ambiente y los recursos naturales del Departamento Norte de Santander, tienen que ver con: la extracción indiscriminada de madera en la reserva forestal del Catatumbo; pérdida de bosques protectores de aguas en las microcuencas abastecedoras de los acueductos municipales; acelerado crecimiento subnormal de Cúcuta y su área metropolitana; impactos ambientales negativos ocasionados por la infraestructura vial y la construcción; contaminación de las fuentes hídricas por aguas residuales domésticas, industriales, basuras y agroquímicos; impacto ambiental negativo por la explotación de minas de carbón y roca caliza; contaminación atmosférica en el Municipio de Cúcuta y su área metropolitana; uso inadecuado de suelos y problemas socio ambientales de los pequeños productores agropecuarios(Conflictos por distribución de agua, leña, etc.)³.

Actualmente, las empresas generadoras de equipos eléctricos y electrónicos tienen implementados planes post-consumo, estas empresas tercerizan la

² LA OPINIÓN. La región da ejemplo en el manejo de residuos Aseo Urbano.2016. [en línea] [citado 17 de septiembre de 2016] Recuperado de: <http://aseourbano.com.co/la-region-da-ejemplo-en-el-manejo-de-residuos/>.

disposición final con gestores que cuentan con la licencia ambiental para realizar la actividad, sin embargo, no existe un sitio para almacenamiento temporal, ni disposición de residuos electrónicos en la ciudad, por lo que se debe incurrir en costo de transporte que pagan las empresas para la disposición final y en el escenario donde los consumidores no conocen estos planes, se presumiría que todos estos residuos van a parar al relleno sanitario de Cúcuta, generando una sobrepresión del mismo, bajo estas premisas se considera necesario estudiar la factibilidad para el montaje de una empresa gestora de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Cúcuta - Norte de Santander.

³ CORFONOR. Síntesis ambiental del Norte de Santander 2010..[en línea] [citado 19 de septiembre de 2016] disponible de: <http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-9/PLAN%20DE%20AMBIENTAL.pdf>

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio para determinar la viabilidad de crear una empresa gestora de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un estudio de mercado que permita establecer el mercado objetivo, teniendo en cuenta la caracterización los residuos electrónicos y la cantidad aproximada generada en la ciudad permitiendo identificar variables del mercado objetivo.
- Realizar un estudio técnico que identifique la cadena de gestión de los residuos y las dimensiones de las instalaciones, procesos, procedimientos y recursos requeridos para la puesta en marcha.
- Realizar un estudio legal para identificar las leyes que favorecen o afectan el proyecto.
- Realizar un estudio financiero que evalúe la rentabilidad del proyecto y las alternativas de inversión del mismo.

3. JUSTIFICACION

El estudio de factibilidad pretende demostrar una oportunidad de negocio en la ciudad de Cúcuta teniendo en cuenta el aumento constante de los residuos eléctricos y electrónicos, las exigencias normativas y la falta de empresas que realicen este objeto social, generando un factor diferenciador en competitividad

Adicional a lo anterior se cuenta con una justificación práctica para la comunidad y el medio ambiente de la ciudad, para mitigar los impactos ambientales asociados a la inadecuada gestión de los RAEE en la ciudad

4. ALCANCE

El planteamiento y desarrollo del estudio pretende concluir si es financieramente viable la propuesta de crear un gestor de residuos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Cúcuta.

Los siguientes son los resultados o productos a entregar con base al estudio a realizar:

- Un estudio de mercado que permite definir la composición de mercado potencial dando a conocer la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos por habitante y estrato en la ciudad; adicional conoceremos los canales de competencia y grado de industrialización de los mismos, para determinar el modelo ideal para implementar la cadena de gestión de los residuos.
- Un estudio técnico que identifica la cadena de gestión de los residuos y los elementos necesarios para la puesta en marcha.
- Un estudio legal para cumplir con lo establecido en las normas aplicable y adicionalmente conocer si se cuenta con algún beneficio por el tipo de empresa a crear.
- Un estudio financiero que concluye si es rentable o no el proyecto.

5. METODOLOGIA

La investigación se basa en información secundaria cuantitativa que se obtuvo de fuentes como el departamento administrativo nacional de estadística DANE, secretaria de medio ambiente del departamento y Corporación autónoma y regional de nororiente (CORPONOR), adicionalmente se obtuvo información primaria en la cámara de comercio de empresas constituidas con el objeto de reciclaje de residuos que realizan procesamiento de elementos eléctricos y electrónicos en la zona, empresas a las cuales se realizó una visita descriptiva para validar el alcance de su cadena de productiva.

El estudio técnico está basado en los Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos⁴ publicados por el ministerio de ambiente determinando las etapas que serán cubiertas por el gestor y los recursos o instrumentos necesarios para la puesta en marcha.

Para el estudio legal se realizó visita a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nor-oriental (CORPONOR) para identificar trámites, requisitos, posibles apoyos para la constitución de la empresa, las normas existentes y su aplicabilidad.

Finalmente, con los resultados de los estudios de mercado, técnico y legal se realizó un análisis de los costos para el montaje de la empresa contra el retorno de la inversión (ROI), determinando finalmente la viabilidad del proyecto.

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Bogotá, Colombia: 2012.

6. MARCO TEORICO

¿Qué es una RAEE?

El termino RAEE se refiere a los “residuos de aparatos eléctricos y electrónicos” que son aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad; incluyendo aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados por sus usuarios⁵.

La información técnica referente a las características y líneas de RAEE fue tomada de la Guía de Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, elaborada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.

6.1 CATEGORIAS

Según la directiva de la unión europea sobre RAEE, 2002, los productos o aparatos que al final de su vida útil pueden constituir residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), se clasifican en 10 categorías (Cuadro 1)

⁵ EMPA, D. Diagnóstico de residuos electrónicos en Colombia. Bogota: Universidad de los Andes.2008.

Cuadro 1. Categorías de RAEE según la Directiva de la Unión Europea

N°	CATEGORÍA	EJEMPLOS
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.
3	Equipos de informático y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras)
4	Aparatos electrónicos de consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de video.
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes
6	Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros y sierras
7	Juguetes, equipos deportivos y tiempo libre	Trenes y carros eléctricos, consolas de video
8	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, cardiología
9	Instrumentos de medida y control	Termostatos, detectores de humo o reguladores de calor.
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes

Fuente: Directiva 2002 /96/ EC de la unión Europea.

Otra clasificación usada para los RAEE comprende su división en tres líneas, denominadas mediante colores, de la siguiente forma:

- Línea blanca: Comprende todo tipo de electrodomésticos grandes y pequeños, como por ejemplos neveras, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas.
- Línea marrón: Comprende todos los electrónicos de consumo como televisores, equipos de sonido y de video
- Línea Gris: Comprende equipos informáticos (computadores, teclados, ratones, etc.) y de telecomunicaciones (teléfonos móviles, terminales de mano o portátiles, etc).

6.2 CARACTERISTICAS

Los RAEE contienen materiales peligrosos o tóxicos: sustancias cancerígenas como arsénico y plomo. Sin embargo, no todas las sustancias tóxicas contenidas en computadoras y electrodomésticos son riesgosas para la salud humana y el medio ambiente. Los equipos electrónicos y eléctricos están compuestos de muchos materiales valiosos que se pueden recuperar como el oro, plata y paladio.

6.2.1 Materiales valiosos. La fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos implica la mezcla compleja de componentes, entre los que se encuentran varios metales preciosos cuya transformación y extracción generan un impacto ambiental significativo aunque estos no representan ni el 2% de todo el peso en el caso del oro si alcanza a ser más alta que la encontrada naturalmente en un mina

6.2.2 Sustancias peligrosas. La producción y liberación de emisiones peligrosas durante el reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos depende del manejo de los RAEE. Las sustancias de preocupación en equipos eléctricos y electrónicos, por lo general están en forma sólida y no hay riesgo de exposición humana o emisión al ambiente por su uso en un contacto normal directo⁶. Los actores del proceso de gestión de RAEE definidos a continuación, fueron tomados de la Ley 1672 del 19 de julio 2013.

6.2.3 Actores del proceso. Comercializador. Persona natural o jurídica encargada, con fines comerciales, de la distribución mayorista o minorista de aparatos eléctricos y electrónicos.

Generador. Cualquier persona natural o jurídica, cuya actividad implique la producción o comercialización residuos o desechos eléctricos y electrónicos; sin

⁶ Ibid

perjuicio de que recaigan en la misma persona las calidades de productor o comercializador.

Gestión integral. Conjunto articulado e interrelacionado de acciones política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Gestor. Persona natural o jurídica que presta en forma total o parcial los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normatividad vigente.

Productores y fabricantes de AEE. Están entre los principales actores del proceso de gestión integral y disposición de los RAEE. Entre sus responsabilidades se encuentran: aceptar la responsabilidad legal que les corresponda si los artículos por ellos fabricados producen daños ambientales, detallar la composición de sus dispositivos y la forma en que deben tratarse al final de su vida útil, e informar a los consumidores sobre la prohibición de disponer de los RAEE junto a los residuos domiciliarios. Asimismo, deberán establecer un sistema de recolección para el acopio de los RAEE de fácil acceso para la ciudadanía, garantizar la gestión adecuada de los aparatos en todas las etapas (recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o valorización y/o disposición final), y asumir los costos de la recolección selectiva y la gestión ambiental de los residuos. Durante la fabricación de los equipos deberán introducir estándares de eco-diseño que faciliten el reciclaje y aprovechamiento de materiales al final de su

vida útil.

Consumidores de AAE. Su rol es fundamental, ya que son ellos los que deciden adquirir o cambiar sus aparatos o equipos cuando consideran que deben renovarlos. Si bien el usuario trata de acceder a lo último en tecnología, debe entender que su residuo podría ser reutilizado o reciclado dentro de la cadena de valor de los RAEE. El usuario tiene la responsabilidad de elegir bien sus productos, procurando extender la vida útil de sus dispositivos al máximo. Los consumidores deberían adquirir dispositivos que respeten los estándares medioambientales, extender su ciclo de vida y promover la reutilización de los mismos. Estos son algunos de los hábitos que pueden implementarse y que contribuirían a evitar el aumento de los RAEE⁷.

Técnicas de proyección de Demanda

Teniendo en cuenta, que constituye un factor crítico que permite determinar la viabilidad y el tamaño del Proyecto.

La demanda proyectada se refiere fundamentalmente al comportamiento que esta variable pueda tener en el tiempo, suponiendo que los factores que condicionaron el consumo histórico del bien actuaran de igual manera en el futuro.

La elaboración de un pronóstico de la Demanda es imprescindible para tomar la decisión de Inversión. Para ello hay que tener en cuenta que la demanda está compuesta por la demanda promedio, tendencia, elementos estacionales y cíclicos, variación aleatoria y auto correlación; estos elementos definen su proyección. Las técnicas de proyección de demanda se conocen como de

⁷ CONGRESO DE LA REPUBLICA. "Ley 1672 19 de julio del 2013", Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (raee), y se dictan otras disposiciones. Bogota, Colombia: 2013.

tendencia estas son:

- **Proyección lineal:** Se utiliza como ajuste de una variable Y (desconocida) a partir de una variable conocida X. Cuando se utiliza como técnica de proyección para la demanda la variable independiente es el tiempo. Este tipo de proyección tiene la finalidad de explorar o cuantificar la relación que existe entre el criterio (Y) que es la demanda y el tiempo (X) que es una variable predictora o independiente.
- **Proyección Exponencial:** Es un método el cual se utiliza cuando se tienen datos que crecen o decrecen en proporción o relación al tiempo. Se usa para determinar el crecimiento o disminución de la demanda con respecto a tiempo. Esto con la finalidad de establecer un pronóstico.
- **Proyección Logarítmica:** Se utiliza cuando los datos crecen en relación con la variable X como el tiempo. Para los casos de demanda se utiliza cuando se tiene la relación de $\ln X$ y Y cuando esta sigue una tendencia no lineal.
- **Proyección Asintótica:** Este tipo de proyección se utiliza cuando se tiene un alto crecimiento de la demanda y disminuye con relación al tiempo. De forma contraria se tiene un bajo crecimiento y aumenta con relación al tiempo⁸

6.3 RECUPERACION O RECICLAJE

El reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se puede hacer de manera manual, mecánica o combinando ambas técnicas. La etapa de reciclaje incluye los procesos de aprovechamiento y valorización, los cuales se refieren a todo proceso industrial cuyo objeto sea la transformación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos, o del valor energético (poder calorífico) de los

⁸ CHASE, R., JACOBS, R. AQUILANO, N. (2009). Administración de Operaciones Producción y cadena de suministros.2009. [en línea] [citado 20 de septiembre de 2016] Disponible en: https://www.u-cursos.cl/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf

materiales que componen los RAEE.

Después de que se hayan extraído los contaminantes que pueden estar presentes en algunos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, algunos residuos se pueden destinar a procesos de reciclaje, de donde se obtienen tres grandes grupos de materiales: vidrios, plásticos y metales.

En términos generales, el aprovechamiento y valorización de componentes, materiales y subproductos procedentes del reciclaje de los RAEE, pueden consistir en la fundición, la refinación, la recuperación química y la incineración controlada:

- Fundición: se refiere a la fundición y el reciclaje común de metales ferrosos.
- Refinación térmica y química: se refiere a la recuperación de los metales nobles, no ferrosos, contenidos en las tarjetas de circuito impreso y en otros residuos eléctricos y electrónicos, a través de procesos térmicos o químicos.
- Incineración: los residuos sin valor, no aprovechables o con contenidos peligrosos son incinerados bajo altos estándares técnicos que permiten la recuperación del valor energético en forma de energía eléctrica y evitan la contaminación del ambiente por las emisiones atmosféricas a través de sistemas de control y descontaminación de emisiones.

7. ESTUDIO DE MERCADO

El presente estudio de mercado permite tener una proyección de la oferta y demanda para el montaje del gestor de residuos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Cúcuta.

7.1 ANALISIS DE LOS RAEE EN EL MUNDO

En general los residuos eléctricos y electrónicos tienen una fase de uso relativamente corta, sobre todo porque la innovación trae nuevas generaciones de productos al mercado con ciclos de productos cada vez más cortos y precios más bajos. Los productos son sofisticados y contienen una amplia gama de materiales, pero se fabrican con métodos que hacen difícil su separación. De igual manera, muchos de los componentes peligrosos de estos equipos siguen constituyéndose un problema ambiental y de salud, siendo en muchos casos el grado de reciclaje insuficiente.

A esta situación se une un importante flujo no controlado de residuos de los cuales se desconoce cómo ocurre su gestión final y no se tiene una trazabilidad de su destino. Los RAEE son uno de los mayores flujos de residuos a nivel mundial con grandes implicaciones sociales y ambientales, esto ocurre a pesar de que tal flujo está prohibido desde 1992 por el Convenio de Basilea. Este tratado internacional ha sido ratificado por todos los países del mundo, excepto por los Estados Unidos y Haití⁹

⁹ ITU. Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina.2015 [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf

La gestión de los RAEE constituye uno de los mayores retos que afronta el sector de las TIC. Estos residuos requieren de una gestión sostenible al final de su vida útil, debido a las implicaciones ambientales, sociales y económicas asociadas. Es importante entender que estos residuos son diferentes de otros y que poseen características específicas, cuya gestión, tratamiento y disposición final debe realizarse de manera responsable. Este reporte describe de manera general los principios básicos de gestión sostenible de los RAEE existentes y aplicables a la región.

Los RAEE han ganado cada vez más atención en los últimos 10 años¹⁰, ya que es uno de los pocos flujos de residuos que en términos per cápita, está en constante aumento, mientras que en el caso de muchos otros residuos está disminuyendo. En efecto, el crecimiento global de los RAEE no muestra signos de disminuir, si no que todo lo contrario, habiendo experimentado una tasa de crecimiento de aproximadamente el 4% a nivel mundial. Conjuntamente, con un aumento permanente del consumo, el problema relacionado con los residuos cobra cada vez más relevancia. En tal sentido, la Iniciativa Step acogida por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), estima que los volúmenes podrían crecer hasta en un 500% en la próxima década en países, alcanzando 48 millones de toneladas métricas (Mt) en 2017, de las cuales 4.5 millones de Mt corresponderían a Latinoamérica.. La gestión de este volumen de RAEE requerirá de un tratamiento adecuado, transformándose en uno de los mayores retos que la región deberá afrontar en los próximos años.

Según la UNU en 2014 en el continente americano, la generación de RAEE fue de 11.7 Mt. Los tres países con la mayor generación de este tipo de residuos en cantidades absolutas fueron: Estados Unidos (7.1 Mt), Brasil (1.4Mt) y México (1.0 Mt). En América Latina, se generaron alrededor de 3.8 Mt de RAEE en 2014,

¹⁰ Ibid

siendo Brasil (52%), Argentina (11%), Colombia (9%) y Venezuela (9%) los países que mayor volumen de RAEE generan. En términos relativos, la lista de volumen de RAEE generado per cápita la lideran Chile (9,9 Kg/hab) y Uruguay (9,5Kg/hab)¹¹ como se puede ver en la Cuadro 1.

Cuadro 2. Estadística de RAEE en América Latina 2014

PAIS	KG RAEE/HAB	KTONS RAEE
ARGENTINA	7.0	291.7
BOLIVIA	4.0	44.7
BRASIL	7.1	1411.9
CHILE	9.9	176.2
COLOMBIA	5.3	252.2
ECUADOR	4.6	72.9
PERU	4.7	147.6
PARAGUAY	4.9	34.2
URUGUAY	9.5	32.4
VENEZUELA	7.6	232.7
GUYANA	6.1	4.7
SURINAM	8.5	4.7

Fuente: Gestión Integral de Excedentes Industriales y Residuos Peligrosos. (2014). Nosotros. Recuperado de: <http://www.litoltda.com/index.php/nosotros7.2>
RAAE EN COLOMBIA

Situación Actual de la Industria de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Colombia

En el país, las ventas e importaciones de aparatos eléctricos y electrónicos de uso doméstico son uno de los principales eslabones de la economía, de acuerdo a la cámara del Sector de Electrodomésticos en Colombia se importaron en el año 2015 Treinta y un millones ciento treinta mil trescientos veintinueve unidades (31.130.329) de electrodomésticos y componentes de estos¹², igualmente las ventas reales de Electrodomésticos, muebles para el hogar y Equipo de

¹¹ Ibid

Informática y Telecomunicaciones para uso personal o doméstico, presentaron una variación de 8,5% entre enero del año 2015 a enero de 2016 y su contribución al total nacional es del 3%¹³, siendo la cuarta línea de mercancía que más contribuyó al total nacional.

El desarrollo acelerado de la tecnología, aplicada a los AEE, se ve reflejado en la constante compra de este tipo de Aparatos en los hogares y es lo que ha fortalecido la economía, sin embargo este aumento en el consumismo y la disminución de la vida útil de los AEE, ha generado un gran problema de basura electrónica en el país y aunque el gobierno ha hecho esfuerzos para comprometer a los fabricantes y distribuidores de estos aparatos, los resultados no han sido positivos, ya que para el año 2015 Colombia generó 349 Kilotones de RAEE, mostrando un crecimiento del 19,17% respecto al año 2012¹⁴,

Aunque la generación de RAEE va en aumento y el nivel de obsolescencia de los AEE es cada día mayor, Colombia va a paso lento en la gestión de RAEE, a partir del año 2013 entró en rigor la ley 1672 de 2013 “Gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos”, a pesar de la entrada en vigencia de esta ley que estableció los lineamientos para la política integral de los RAEE generados en el territorio nacional, la aplicación de esta ley tiene en cuenta algunos principios, tales como la responsabilidad extendida del productor (REP), la participación activa de productores, comercializadores y usuarios. Asimismo la ley prevé la creación de estímulos, la descentralización, la innovación en ciencia y tecnología, el ciclo de vida del producto, la producción, el consumo sostenible y la prevención de la contaminación. Estos conceptos han sido los principales problemas a

¹² ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA. Estadísticas del sector.2014 [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.andi.com.co/cse>

¹³ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. . Indicadores Coyunturales 2016. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co>

¹⁴ GSMA. El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica-Estudio de caso. 2015. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>

afrontar y se estima que esta legislación podrá ser un camino acertado hacia la solución de estos retos en Colombia, sin embargo, no son muchas las acciones que se han realizado para gestionar los RAEE, en la actualidad sólo existen 8 empresas con licencias ambientales para alguna etapa del tratamiento de RAEE (desensamble y aprovechamiento) y 10 autorizadas para recolectar y almacenar RAEE¹⁵

Algunas de las empresas más importantes dedicadas a la actividad de gestión de RAEE en Colombia son Gaia Vitare Ubicada en Bogotá, cuenta con licencia ambiental desde el año 2004 para ser gestor autorizado, ofrece los servicios de manejo, recolección, transporte, pre-acondicionamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, procedentes de equipos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones al sector industrial del país, desde 2011 cuenta con sedes a nivel nacional¹⁶

Lito Ltda., es un gestor ubicado en la ciudad de Bogotá, con sede en Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga; esta empresa también cuenta con licencia ambiental para el manejo de residuos, Lito se dedica a la gestión integral de excedentes industriales y residuos peligrosos, sus unidades de negocio son **LITO EXCEDENTES INDUSTRIALES**: Manejo integral de todo tipo de residuos del sector eléctrico e industrial. (Cable, Chatarra, Aisladores, Aceite, Etc), **LITO-AMBIENTAL**:

Transporte, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos. (Residuos Mercuriales, Baterías, Níquel-Cadmio, PCB`S), **LITO-E-SCRAP**: Manejo y disposición final de todo tipo de chatarra electrónica. (Computadores, Equipos de

¹⁵ ROMERO, J. Colombia Vs La Basura Electrónica (Trabajo de grado, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia).2014 [en línea] [citado 25 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gaiavitare.com/home.php>

¹⁶GAIA, V. Paina principal. 2016. [en línea] [citado 26 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gaiavitare.com/home.php>

Comunicación, Impresoras Etc.) y **LABORATORIO AMBIENTAL:** Servicios de análisis de PCB en los matrices de agua, suelo y aceite. (Toma de muestras y análisis en el campo), lito es una de las empresas más completa en cuanto a la prestación de servicios relacionados con los RAEE.¹⁷

Belmont Trading es una compañía multinacional, con presencia en Colombia, es la empresa seleccionada por las principales compañías de la industria celular como gestor ambiental para reciclar teléfonos celulares, móviles y accesorios en desuso, completando así la cadena que conforma el plan post-consumo, impulsada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial¹⁸, su misión se concentra en el manejo de residuos de celulares.

Estas empresas son pioneras en la gestión de RAEE en Colombia, siendo empresas con amplio conocimiento del sector y de los procesos técnicos y requerimientos legales que requiere el ejercicio de la actividad, además cuentan con el reconocimiento del sector industrial del país y convenios con las entidades estatales encargadas de la protección y mejoramiento del medio ambiente.

En Colombia, existen sistemas colectivos para el manejo de computadores y periféricos, luminarias, pilas y baterías. Los productores deben de forma individual o asociativa implementar sistemas colectivos de recolección selectiva y gestión ambiental de los RAEE, los cuales son responsables de la recolección y posterior manejo a través de gestores de RAEE legalmente constituidos y técnicamente habilitados para hacerlo.

Colombia no posee tecnología para los procesos de valorización de estos residuos. Los gestores RAEE no utilizan tecnologías automatizadas o semi-

¹⁷ GESTIÓN INTEGRAL DE EXCEDENTES INDUSTRIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. . Nosotros. 2014. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.litoltda.com/index.php/nosotros>

automatizadas para el desmontaje y recuperación de materiales. Básicamente el desmontaje es de tipo manual y las partes recuperadas se exportan para su recuperación y reciclaje de materias primas en otros países.

En Colombia, la forma de reciclar o procesar aparatos no aptos para el uso afín es bastante baja. La mayoría de entidades se han dedicado solo a recolectar baterías sin tener en cuenta que la contaminación más alta es de la tarjeta principal que maneja químicos y minerales compuestos. Este material ya se está exportando a la China y ellos se encargan de salvar algunos chips que pueden ser utilizados en otros equipos electrónicos”.

7.2 RAEE EN CUCUTA

En Cúcuta no existe una Fundación o Entidad que recolecte los residuos electrónicos para darles buen uso a través del reciclaje. La Administración Pública y el Ente encargado de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento (conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, CORPONOR), no cuentan con un plan, ni estudios sobre el tema de basura y reciclaje electrónico*,

En la ciudad de Cúcuta nadie hace una recolección de residuos electrónicos porque quienes recogen los residuos en la ciudad son las empresas de aseo, y

¹⁸ BELMONT TRADING. Historia. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.belmont-trading.com/co/About-Us/History.aspx>. 2015

* de acuerdo a entrevista con el departamento de Medio Ambiente de la Gobernación de Norte de Santander, el tema hasta ahora va a ser objeto de reuniones y debates con los asambleístas, por lo que sugiere que en el corto plazo por parte de entidades públicas esta situación no será resuelta

ellas no se involucran con el manejo de reciclaje electrónico”¹⁹

Teniendo en cuenta que en Cúcuta no existe ningún tipo de información sobre el tema de reciclaje electrónico, ni estudios que sugieran la cantidad que de estos se producen, para este caso se tomó la información e indicadores que existen a nivel nacional y se hacen unos supuestos de valoración para la ciudad, estos se manejaron con un porcentaje de sesgo o error, determinado por el autor.

7.3 SUPUESTOS DE LA VALORACION

La Cuadro 3, presenta la cantidad de RAEE, generados en Colombia desde el año 2012, la información de las fuentes está dada en Kilotones, para este caso, se procedió convertir los kilotones en kilogramos y luego dividir el total nacional de residuos en el número de habitantes del país para hallar el consumo per cápita de RAEE en kilogramos.

Cuadro 3. Cantidad de RAEE en Colombia

Cantidad RAEE Colombia			
AÑO	2009	2012	2015
Kilotones	242	293	349
Kilos	242,000,000	293,000,000	349,000,000
Habitantes Colombia	44,977,758	46,581,372	48,202,617
Percapita Kg RAEE Colombia	5.38	6.29	7.24
Crecimiento		21%	19%

Cuadro 4. Generación de RAEE en Cúcuta año 2015

Generacion RAEE Cucuta 2015	
Habitantes	612,116
Percapita Nacional	5.38
Kilos RAEE en cucuta	3,293,452

Fuente Población en Colombia: DANE

¹⁹ Cúcuta 7 Días. (2016). Cúcuta, en riesgo de cáncer por residuos electrónicos. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://cucuta7dias.com/echelecabeza/ambiente/residuos-electronicos/>

La Cuadro 4, muestra el total de residuos generados en la ciudad de Cúcuta, el resultado obtenido es la multiplicación del número de habitantes en Cúcuta²⁰ y el per cápita en kilogramos de consumo de RAEE en Colombia, información obtenida en la Cuadro 3, de acuerdo a esto, en Cúcuta se generaron aproximadamente cuatro millones setecientos seis mil cincuenta y tres kilogramos de RAEE

Cuadro 5. Oferta de Procesamiento del gestor RAEE Cúcuta 2015

Oferta de Procesamiento del gestor RAEE Cúcuta 2015	
Habitantes	612,116
Percapita Nacional	4.30
Kilos RAEE en cucuta	2,634,761
Toneladas RAEE en Cúcuta	2,635
Oferta del Gestor RAEE (En Toneladas)(5%)	131.74

Fuente Kilotones de RAEE: GSMA, El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica-Estudio de caso.

En la Cuadro número 5 se consideró afectar el per cápita de RAEE, con un factor de 80%, esto dado que se consideró que Cúcuta difiere en su cultura de compra y desecho de residuos electrónicos de ciudades principales como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, ciudades donde se han realizado estudios sobre la gestión de RAEE y existen estadísticas sobre el tema,; estas diferencias se basan en el índice de desempleo de la ciudad de Cúcuta, que es una de las principales ciudades donde es mayor este índice, lo que reduce el poder adquisitivo y por ende los gastos de los hogares. La media nacional normalmente es seriamente sesgada por el consumo de ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, barranquilla, Manizales y Bucaramanga, que tienen mejores indicadores sobre su calidad de vida y esto se ve reflejado en su poder de compra, por estas razones sólo se tomó una tasa del 80% del per cápita nacional, adicionalmente se definió la oferta de

²⁰ DANE, proyección de población municipal

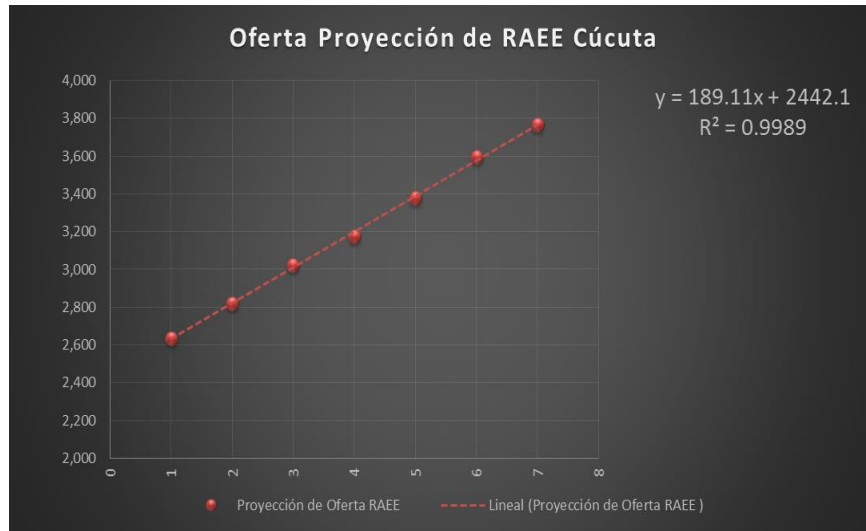
procesamiento del Gestor en un 5% del total de residuos generados, este porcentaje se estableció teniendo en cuenta los resultados de estudios sobre el tema en otras ciudades.

7.3.1 Proyección de la oferta de RAEE en Cúcuta. Se estimó la proyección de oferta de RAEE que puede producir la ciudad hasta el año 2020, la proyección se realizó por el método de regresión lineal; se utilizó esta metodología, que tiene en cuenta el tiempo como variable independiente, además, si bien es cierto que la proyección exponencial es la que más se acerca a la tendencia del crecimiento de los RAEE, ésta no es una proyección que se puede hacer a futuro, debido a que por ser una actividad que se relaciona con el medio ambiente; el estado y las empresas privadas cada día realizan más esfuerzos para disminuir la generación de residuos que contaminen el medio ambiente, la tendencia no va a seguir siendo exponencial por la serie de acciones que se tomen para aportar a disminuir la problemática.

Cuadro 6. Proyección de la Oferta de RAEE en Cúcuta Método de Regresión Lineal

Proyección de la Oferta de RAEE en Cúcuta Metodo de Regresión Lineal						
Año	x	y	xy	x ²	y ²	Y(Oferta Proyectada)
2009	1	2,635	2,635	1	6,941,967	2,631.2
2010	2	2,820	5,639	4	7,950,830	2,820.3
2011	3	3,023	9,068	9	9,136,966	3,009.4
2012	4	3,175	12,700	16	10,080,465	3,198.5
2013	5	3,378	16,891	25	11,412,054	3,387.6
2014	6	3,594	21,566	36	12,919,540	3,576.7
2015	7	3,765	26,354	49	14,174,038	3,765.8
2016	8					3,955.0
2017	9					4,144.1
2018	10					4,333.2
2019	11					4,522.3
2020	12					4,711.4
PROMEDIO	4	3,198.51				
SUMA			94,853	140		

Grafico 1. Proyección Oferta RAEE Cúcuta



La tendencia por el método de regresión lineal, muestra un crecimiento constante en la oferta de RAEE en la ciudad. Para el 2020, se espera que haya una generación de RAEE (oferta) de 4711 Toneladas/ año, frente a 2631 Toneladas en el año 2009²¹., esto muestra un crecimiento de 79% en once (11) años, es decir que el promedio de crecimiento anual de residuos es de 7,19%, cifra bastante alta, teniendo en cuenta que en la ciudad no se está haciendo reciclaje de este tipo de residuos, por lo que a mediano plazo este va a ser un problema insostenible; sobre todo, teniendo en cuenta que si bien el crecimiento de RAEE es constante, sucede lo inverso con el proceso de reciclaje, recolección y aprovechamiento final de RAEE, dado que actualmente es incipiente; en Bogotá solo se recicla el 6% de lo que se genera²²

Para el Gestor de RAEE en la ciudad de Cúcuta se determinó, una capacidad de reciclaje del 5% del total generado en la ciudad, esto teniendo en cuenta los

²¹ CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Situación Actual de la Gestión de RAEE en Colombia marzo 2013. [en línea] [citado 27 de septiembre de 2016] Disponible en: http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/201303/Documents/Presentations-ES/Carlos_Hernandez_s5_S.pdf

²² Secretaria Distrital de Ambiente. (2010). Estudio sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Bogotá. Bogotá, Colombia: El Autor.

porcentajes que manejan los gestores en otras ciudades y dado que en Cúcuta no existe ningún gestor, se consideró manejar un mayor porcentaje de residuos

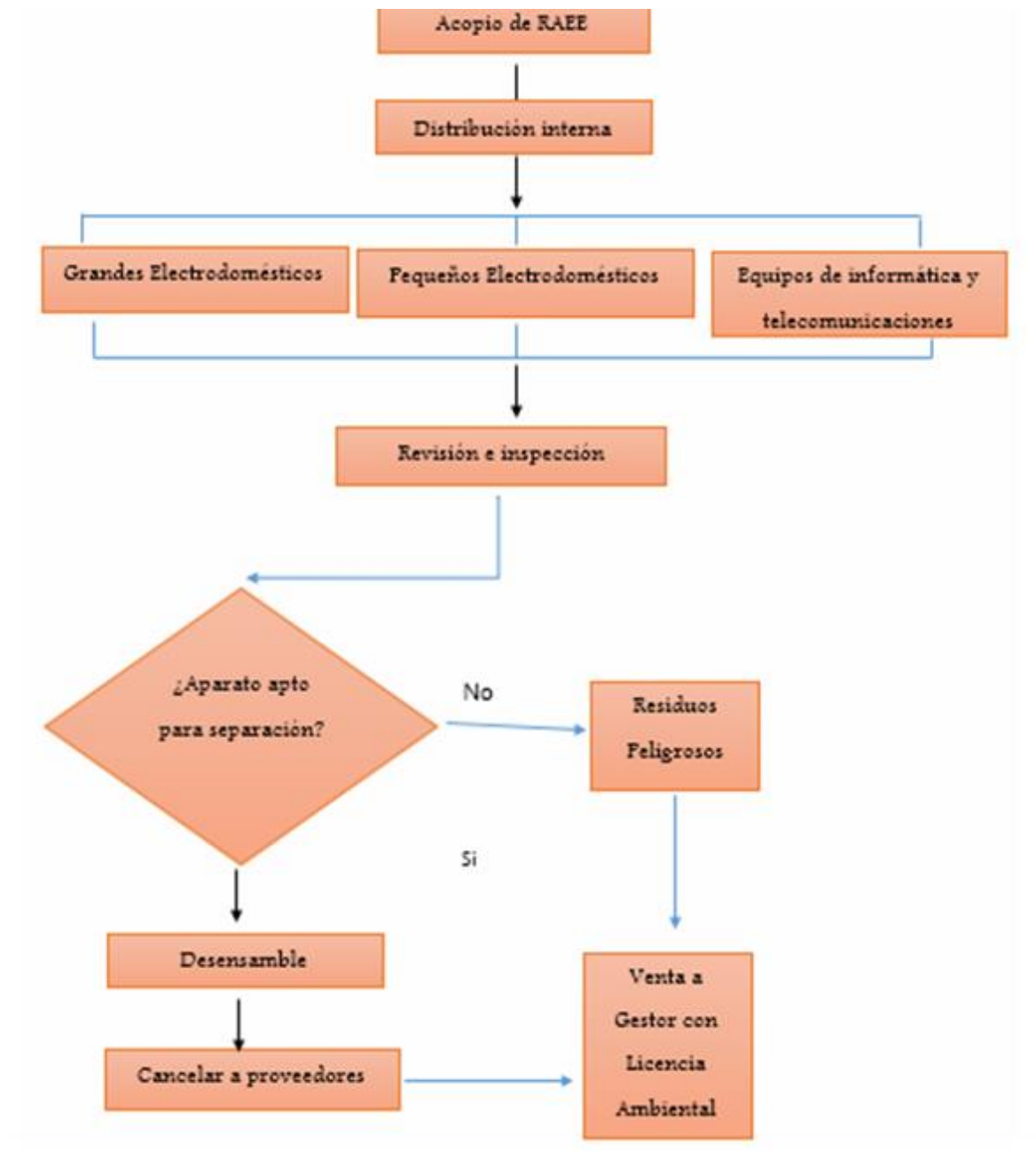
8. PLAN DE ESTUDIO TECNICO Y OPERATIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL GESTOR RAEE EN LA CIUDAD DE CUCUTA

Basados en el estudio de mercado realizado donde las conclusiones apuntan al aumento de la oferta de los RAEE año tras año realizaremos una descripción general de las condiciones básicas para las etapas del modelo de gestión en el proceso de recolección, transporte y almacenamiento de las RAEE.

8.1 DESCRIPCION DEL MODELO PRODUCTIVO

El gestor propuesto coordinará las actividades de recolección, almacenamiento y tratamiento (desensamble manual) para entrega a gestor que cuente con licencia ambiental y culmine la cadena de aprovechamiento de los RAEE.

Grafico 2. Flujoograma del proceso productivo



8.2 RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE LOS RAEE

Setapa clave y decisiva para un sistema de reciclaje RAEE es la recolección, un sistema de recolección eficaz depende de esquemas de recolección accesibles y eficaces para el usuario y de la divulgación de información de forma coherente y

adecuada. Adicional a lo anterior, esta etapa es la más costosa porque muchas veces los residuos pueden ser voluminosos y delicados.

Los actores dentro del proceso de recuperación de los RAEE se encuentran tanto el sector formal como informal, categorizados de la siguiente manera:

Recuperadores. Identificándolos también como los recicladores informales; quien son el primer eslabón de la cadena y su labor obedece a recolectar, seleccionar, recuperar, transformar, comercializar y reutilizar los residuos sólidos. El reciclador de base, vive de este oficio, generando sus ingresos según venta del material que recupera recorriendo calles en busca del material que la comunidad desecha o recolectándolo en vertederos de distintas ciudades.

Intermediarios. Son las personas o empresas informales o semiformales que principalmente se dedican a la compra de todo tipo de material reciclable y RAEE, proveniente de los recuperadores o negocios informales que venden a distintos compradores (siderúrgicas y agentes receptores). Su función dentro de la cadena de gestión es servir como conexión entre las diferentes empresas que se dedican al procesamiento del material y recuperadores. Es decir son el eje de comercialización ya que conocen el mercado para distintos materiales.

Agentes receptores. Son empresas formales que se dedican a la transformación de RAEE y de otro tipo de residuos. En el país se encuentran identificadas 10 empresas (5 solo en Bogotá) de este tipo que dentro de sus servicios ofrecen la gestión de estos residuos. El proceso que realizan es el desmonte, aprovechamiento y disposición final ya sea de forma directa o con aliados a nivel internacional (mayoristas). Este servicio va directamente dirigido al sector privado que tiene la responsabilidad de dar un manejo ambiental adecuado a todos los residuos que genera de acuerdo con el decreto 4741 de 2005 y la normatividad sobre planes post consumo. Además que cuenta con la capacidad económica

para pagar por la prestación de este servicio.

Mayoristas (exportadoras de RAEE). Dentro de la cadena de gestión de RAEE se encuentran las empresas dedicadas a la exportación de metales como el hierro, cobre, bronce, aluminio, plomo, partes de baterías, partes de aparatos eléctricos entre otros. Principalmente a siderúrgicas o plantas de tratamiento fuera del país. Las empresas de este tipo se proveen de los depósitos (chatarrerías) y de intermediarios particulares.

Empresas prestadoras de aseo. Las empresas prestadoras de aseo ofrecen de manera directa el servicio de recolección de residuos ordinarios. Sin embargo no están autorizados para recoger residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Cooperativas y Fundiciones. Las cooperativas y fundaciones se puede decir que son organizaciones especializadas en la gestión de RAEE. Algunas de estas organizaciones trabajan sin ánimo de lucro. En Colombia no existen cooperativas dedicadas a la gestión RAEE. La mayoría trabaja en la gestión del reciclaje en general y son muy escasas las organizaciones que realizan proyectos para el manejo de estos residuos.

8.3 REQUISITOS TECNICOS DEL PUNTO DE RETOMA Y RECOLECCION

Los puntos de retoma se ubicaran en sitios estratégicos con alta afluencia de personas donde se dispondrá de recipientes, con las siguientes características: 1.10 Mts de Alto x 74 cm cuadrados con capacidad para 70 kilos: Los recipientes serán brandeados con información de la campaña; adicionalmente dentro de la sensibilización se incluirá volantes y capacitaciones a la comunidad sobre la importancia de correcto manejo de los residuos RAEE. Lo anterior irá acompañado de creación de perfiles comerciales en redes sociales.

Para un punto de retoma y recolección se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Almacenamiento en un lugar techado protegido de las condiciones del ambiente.
- Se realizará el depósito temporal de los RAEE en contenedores, sobre estibas, o en cajas de rejillas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento, por un tiempo limitado de acuerdo con las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes estarán debidamente señalizados.
- Se realizará la clasificación por diferentes categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega a empresas especializadas.

Cuadro 7. Requerimientos técnicos de Herramientas

	
Estiba de madera	Bodega techada
	
Caja metálica de rejillas.	

8.4 REQUISITOS TECNICOS PARA INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO

Se contará con una bodega de almacenamiento, que tendrá los siguientes requerimientos:

- Protección contra la intemperie: para evitar que los agentes contaminantes puedan lixiviar al ambiente debido a los efectos del tiempo y permita el posterior reacondicionamiento o reutilización de los equipos.
- Pisos: impermeables para evitar infiltraciones y contaminación de los suelos.
- Capacidad: adecuada para el manejo de todo el inventario.
- Protección contra acceso no autorizado: no se permitirá el ingreso de personas no autorizadas a las instalaciones para evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.
- Registros: se mantendrá registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recuperadas.
- Procedimientos: se documentarán los procedimientos que se llevan a cabo en el sitio de almacenamiento.
- Personal: el personal estará capacitado para cumplir con los procedimientos del almacenamiento.
- Almacenamiento y empaque: en general, los RAEE se organizaran sobre estibas, o en cajas de rejillas o de madera, facilitando su almacenamiento, carga y transporte hacia procesos posteriores.
- Plan de contingencia
- Elementos para atención de emergencias (extintores)

8.5 TRANSPORTE Y LOGISTICA

Los procedimientos de transporte de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

dependen del tipo de residuo y nivel de desensamble o reciclaje que se tenga, ya que se pueden transportar equipos enteros en desuso, o sus componentes después de su desensamble. En ambos casos se deben tener en cuenta los requerimientos necesarios para realizar el proceso de transporte.

RAEE

- Se garantizara la protección contra la intemperie.
- Durante el transporte se evitará que las personas no autorizadas tengan acceso a la carga, con el fin de evitar la adición o pérdida de partes o piezas de equipos sin supervisión.
- La carga en el vehículo estará debidamente empacada, acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente.
- Se garantizará como mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, en sitio de fácil acceso para que se pueda disponer de él rápidamente en caso de emergencia, y contar con personal preparado para su utilización.

8.6 DISTRIBUCION O REUSO

El reúso sirve para prolongar la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos usados, de manera que vuelvan a introducirse en el mercado. A diferencia del reciclaje, para el cual es imprescindible descomponer los equipos en desuso y partes, en el reusó se conserva íntegro el estado de los aparatos y componentes, con lo que se mantiene un valor mayor mediante un esfuerzo menor.

En cuanto a la distribución interna se va realizar una clasificación previa de los aparatos o componentes que se logre recolectar. Es muy probable que sólo lleguen componentes o se tengan los aparatos enteros. Sin embargo se debe

decidir si son aptos para reuso o por el contrario deben pasar a las líneas de demanufactura de acuerdo a su tipología.

Para esto, se deben tener en cuenta los criterios para reuso de componentes o aparatos. Como se mencionó anteriormente se debe tener en cuenta la edad del aparato o el componente según su tipología y demanda. Una vez se verifica si pueden reusarse los aparatos o componentes, se deben almacenar de forma separada, con el debido control para su manejo y venta posterior a terceros.

Inicialmente no se contemplará la comercialización de aparatos reusados directamente a personas o empresas; todo el material de reciclaje electrónico se procesará para entregar a un gestor que culmine el proceso de reciclaje.

8.7 DEMANUFACTURA, CLASIFICACION Y EVALUACION

En esta parte del proceso llegan los aparatos o componentes que han perdido su funcionalidad pero que pueden reciclarse, con el fin de recuperar materiales que son materias primas para la producción de otros productos. Teniendo en cuenta las líneas de comercialización a éstas se envían los aparatos o componentes previamente clasificados. Después de esto, se deben desensamblar de forma manual para separar las partes sin residuos peligrosos que van directamente a recuperación. En cuanto a las partes con sustancias o residuos peligrosos se deben clasificar y almacenar para su tratamiento posterior.

Algunos criterios permiten establecer de antemano si el equipo cumple con los estándares mínimos que se tienen contemplados son:

- La edad del aparato: este aspecto determinará en gran medida el consumo que realice de energía y agua, así como los riesgos intrínsecos del aparato.

- El tipo y el modelo del aparato: sirven para determinar si el producto se ha quedado obsoleto con la aparición de tecnología alternativa.
- La demanda de dichos aparatos según su capacidad, función, utilidad: los aparatos más solicitados por las empresas de economía social son los frigoríficos, los hornos, las lavadoras y los productos de tecnologías de la información y de la comunicación.
- El estado general del aparato.

Para el caso del presente proyecto, la recuperación se basará en el desensamble manual, de los aparatos eléctricos y electrónicos, para entrega a la siguiente etapa de la cadena a un gestor que cumpla con las licencias requeridas para su procesamiento; el proceso se realizara de esta manera, debido a que la actividad a la que se dedicara el gestor, es un desensamble primario, por lo que no se requiere maquinaria especial, ni de alta tecnología, pues esto incrementaría los costos del proceso; adicionalmente para incurrir en el costo de comprar de maquinaria que tecnifique el proceso se deberían tener volúmenes más alto de recuperación y posterior venta, para que las grandes cantidades absorban este costo.; a continuación se describe el proceso del desensamble manual.

El desensamble consiste en, como su nombre lo indica, separar los principales componentes o partes de componentes que conforman los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (desensamble parcial), o el desensamble de los mismos en todos sus componentes y materiales (desensamble completo), los cuales serán clasificados de forma general en plásticos, vidrio, metales ferrosos, metales no ferrosos (como aluminio y cobre) y componentes peligrosos como mercurio y plomo, entre otros.

Se estandarizarán procesos para realizar el desensamble de los diferentes equipos y componentes electrónicos en desuso, los cuales permitirán realizar la trazabilidad de los compuestos de valor y separar los residuos peligrosos para su

posterior disposición, en caso de ser necesario.

8.8 LINEAMIENTOS PARA LAS INSTALACIONES DE DESEMSAMBLE MANUAL

Se contará con personal capacitado y entrenado correctamente en las instalaciones y se proveerán todas las condiciones de seguridad necesarias para disminuir los riesgos a los trabajadores.

Además, la infraestructura del centro de desensamble estará diseñada para prevenir toda clase de contaminación y reaccionar ante cualquier situación de emergencia. Para estos fines se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Techo para la conservación de los equipos electrónicos en desuso
- Extractores, para la evacuación de emisiones.
- Piso de concreto o piso industrial, para realizar la limpieza de polvo o cualquier otra sustancia más fácilmente.
- Rampas de acceso para cargue y descargue de los equipos en desuso y materiales.
- Detectores de humo y extintores.
- Los almacenes adecuados para llevar a cabo el inventario de material procesado y sin procesar. Se contará con balanzas de pesaje adecuadas.
- Las instalaciones que utilizan calor para ablandar la soldadura o que trituran varios componentes de los RAEE necesitan diseñar sus operaciones para controlar emisiones atmosféricas.
- Lugar para identificar, manejar y almacenar correctamente los componentes peligrosos que se extraen de algunos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso durante el desensamble.
- Alarmas de seguridad.

- Rutas de evacuación y señalización de espacios.
- Herramientas y equipos auxiliares:
- Carga y descarga: se dispondrá de un montacargas para trabajar con estibas y realizar la carga y descarga de los camiones.
- Estibadora manual: se contará con dos estibadoras hidráulicas manuales para el transporte interno del material.
- Herramientas: destornilladores, alicates, punzones, estiletes, martillos, etc., son de vital importancia para el desensamble de las piezas.
- Destornilladores eléctricos: para destornillar carcasas y componentes y para la destrucción de la información contenida en los discos duros.

Pequeños contenedores, cajas y estibas: para el almacenamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en desuso antes, durante y después del proceso de desensamble y su posterior transporte.

8.8.1 Protección del trabajador. Para garantizar la seguridad del trabajador se utilizarán los siguientes utensilios:

Guantes resistentes a los cortes: un operario que trabaja en el desensamble de los componentes y partes electrónicas, debe protegerse contra cortes y astillas.

Lentes de seguridad: cuando se trabaja en el triturado de partes o simplemente en el proceso de desensamble, es muy importante que el operario utilice lentes de protección para evitar que cualquier partícula entre en sus ojos.

Máscaras o respiradores: serán necesarias cuando exista exposición al polvo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Durante la trituración de residuos electrónicos es inevitable la generación de polvo con contenido de metales; los trabajadores podrían correr el riesgo de inhalarlos.

Protectores de oídos: en caso de que los sonidos emitidos por una máquina o por

simple aplicación mecánica (como golpes con martillos) superen el nivel establecido en las normas de seguridad

Además se tendrán:

Overoles de material grueso que los identifiquen como empleados de la empresa.

Casco para protegerse de la caída de material que pueda estar mal asegurado.

Exámenes de ingreso y periódicos de salud ocupacional.

Mediciones periódicas al nivel de exposición a niveles contaminantes para la salud (polvos, material cancerígeno, etc).

8.9 DISPOSICION FINAL

En esta etapa se tienen clasificados las partes que contienen residuos peligrosos. Generalmente es una descontaminación parcial, puesto que se separan de forma especial estos residuos para su posterior tratamiento. En este punto se puede definir el tratamiento para la recuperación de sustancias como el tratamiento para la disposición final. De acuerdo a esto se busca comercializar estas partes con terceros los cuales realicen su recuperación con tratamientos especiales y también con empresas que realizan tratamientos para disponer adecuadamente de estas sustancias.

8.10 CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO

Teniendo en cuenta el análisis de mercado realizado, se calculó la oferta de procesamiento de RAEE por parte del gestor

Cuadro 8. Oferta Projectada de Procesamiento de RAEE en Cúcuta

OFERTA DE CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO DE RECICLAJE DE RAEE DEL GESTOR			5%
Año	RAEE Generados en Cúcuta (Toneladas)	RAEE Manejados por el Gestor (Toneladas)	
2015	3765.8	188.29	
2016	3955	197.75	
2017	4144.1	207.205	
2018	4333.2	216.66	
2019	4522.3	226.115	
2020	4711.4	235.57	

Las cifras indicadas en la Cuadro 7 representan el estimado de oferta del Gestor para la ciudad de Cúcuta, la estimación se realizó de acuerdo a la ecuación de la regresión lineal, presentada en el grafico 1, dada la proyección anual de RAEE, se utilizó una tasa de recuperación de 5% del total generado.

El análisis de la capacidad inicial se basa en la oferta del año 2016 y el tiempo estimado para realizar el desensamble manual de los electrodomésticos más comunes que se encuentran en los hogares y empresas de la región.

8.11 CLASIFICACION DE RAEE, PORCENTAJE DE PROCESAMIENTO Y PESO PROMEDIO DE APARATOS POR CATEGORIA

Cuadro 9. Clasificación de RAEE

Categoría	Subcategoría	% de procesamiento	Peso Promedio de Aparatos (Kg)	Tiempo Promedio de Desensamble (Minutos)
Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladores, lavadoras, lavaplatos, etc.	40%	47	50
Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, Aparatos de radio, televisores, cámaras de vídeo, etc.	30%	26	20
Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadores de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras), telecomunicaciones y elementos de computación personal (computadores personales, computadores portátiles, fotocopiadoras, telex, teléfonos, etc.).	30%	2	31

La Cuadro de Clasificación de los RAEE, se tomó del Documento de Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, el porcentaje de procesamiento de estas categorías está basado en los manejados por Gaia Vitara, empresa de Bogotá dedicada al manejo y gestión de RAEE; se trabajó con esta información, debido al poco estudio que tiene el sector en Colombia y la escasa información técnica de la actividad, el peso promedio de aparatos por categoría se basa en el calculado en la guía para la gestión de RAEE de la ACRR²³;

El tiempo de desensamble fue basado en los tiempos promedios de la empresa de reciclaje JACA LTDA en la ciudad de Cúcuta, aunque la empresa no realiza clasificación de los residuos RAEE si han hecho el desensamble de los residuos sólidos de aparatos eléctricos, el tiempo estimado incluye el transporte interno para la clasificación de los elementos de cada aparato eléctrico y electrónico, así como los tiempos de fatiga y descanso del trabajador para el proceso de categoría de grandes electrodomésticos

8.12 REQUERIMIENTO DE PERSONAL PARA DESENSAMBLE DE EQUIPOS

Para determinar cuántos operarios son necesarios para el proceso desensamble manual fue necesario calcular la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos que se van a procesar y el tiempo promedio de los operarios en realizar dicho proceso.

Calculo de Capacidad Teórica

Jornada laboral:

²³ ACRR, Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje y la gestión sostenible de Recursos es una red internacional de miembros que comparten el propósito de promover el consumo inteligente de recursos y

Lunes a Viernes de 8: 00 a.m. 12 y 1:00 pm a 5:00 pm.

Días laborales año 2016: 246.

Total horas día: 8 horas = 480 minutos laborales al día.

Total de minutos laborales en el año 2016: 246 días x 480 minutos = 118.080 minutos laborales año 2016.

Oferta AEE año 2016:197.750 kilos de RAEE

Se realizó el cálculo de las cantidad de equipos a procesar en el año 2016 teniendo en cuenta el porcentaje de procesamiento y el peso promedio de los aparatos por categoría.

Cuadro 10. Aparatos a procesar por categoría para el año 2016

Tipo de AEE	Porcentaje de procesamiento	Peso promedio por categoría	Kilos x categoría año 2016	Cantidad de aparatos a procesar año 2016 x categoría
Grandes electrodomésticos	40%	56.7	90,446	1,595
Pequeños electrodomésticos	30%	6.3	59,325	9,417
Equipos de informática y telecomunicaciones	30%	11	59,325	5,393
TOTAL EQUIPOS				16,405

Total de equipos para realizar desensamble: 16.205 aparatos.

Teniendo la información de la cantidad de equipos a procesar de la Cuadro 9, se calculó el tiempo necesario para realizar el desensamble manual de los mismos, que dividido entre el tiempo laboral del año 2016 indica cuántos operarios son

la correcta gestión de residuos a través de la prevención en el origen, reutilización y reciclaje. Cuenta actualmente con un grupo de casi 100 entidades, principalmente autoridades locales y regionales.

necesario para la operación.

Cuadro 11. Tiempos de desensamble por categoría

Tipo de AEE	Cantidad de aparatos a procesar año 2016 x categoría	Tiempo (minutos) promedio de desensamble por categoría	Tiempo (minutos) en el año necesario para el desensamble de la oferta 2016
Grandes electrodomésticos	1,395	50	69,753
Pequeños electrodomésticos	9,417	20	188,333
Equipos de informática y telecomunicaciones	5,393	31	167,189
TOTAL	16,205	101	425,275

Total de minutos necesario para el desensamble de la oferta 2016: 425,275 minutos.

Numero de operarios para desensamble: **Total de minutos laborales año 2016** (118.080 minutos) / **Total de minutos necesarios para el desensamble de la oferta 2016** (425,575 minutos): 3.604 Operarios

Operarios desensamble.

El personal necesario para el desensamble de aparatos de acuerdo a la oferta en el año 2016 son necesarios 4 operarios, que trabajaran en jornada laboral ordinaria.

8.13 COMPOSICION DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

Teniendo en cuenta que los ingresos por venta de residuos electrónicos dependen del tipo de material recuperado; La Cuadro número 12 muestra en promedio la composición en materiales recuperables de aparatos eléctricos y electrónicos.

Cuadro 12. Composición de aparatos eléctricos y electrónicos

Tipo de Material Recuperado	Precio PR \$/Kg	Grandes Electrodomesticos	Pequeños electrodomesticos	Equipos de informatica y comunicaciones
Kilos anuales por categoría		79,100	59,325	59,325
% Composición de Materiales por Categoría				
Plásticos Flexibles (PVC)	\$ 700.00	9%	18%	45%
Plásticos Rígidos (ABS, acrílico, PP,PE, PS)	\$ 610.00	25%		
Chatarra ferrosa (hierro-acero)	\$ 540.00	45%	55%	8%
Aluminio (grueso y perfil)	\$ 1,550.00	10%	2%	
Cobre (cables, TC)	\$ 12,500.00	5%	11%	
Vidrio (Pantallas TRC)	\$ 80.00	4%		4%
Componentes Electronicos	\$ 4,000.00	1%	1%	43%
Otros (desecho)		1%	13%	
Ingresos por materiales recuperados	\$ 19,980.00			

8.14 REQUERIMIENTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Cuadro 13. Requerimientos de maquinaria

Cantidad	Maquinaria	Valor Unitario	Valor Total	Proveedor	Ubicación
1	Montacargas Modelo 2010 para manejo de materiales	\$65,000,000	\$65,000,000	Derco	Colombia
2	Estibadoras hidráulicas manuales	\$3,250,000	\$6,500,000	Agencia alemana	Colombia
1	Basculas digitales alta capacidad Cubierta en Acero Inoxidable, 2000 kg MATRIX WALL + LD1212SC-2000, 500g, Indicador Solo peso, Kg, Lb, Plataforma 1,2x1,2	\$4,782,070	\$4,782,070	Varios	Colombia
20	Contenedores de RAEE (estibas y cajas metálicas)	\$200,000	\$4,000,000	Varios	Colombia
5	Combo de herramientas (destornilladores, alicates, punzones, estiletes, martillos)	\$165,000	\$825,000	Varios	Colombia
2	Mesa de trabajo, para realizar la separación en equipos pequeños	\$300,000	\$600,000	Varios	Colombia
TOTAL MAQUINARIA		\$73,697,070	\$82,007,070		

Cuadro 14. Requerimiento de equipos de computo

Cantidad	Equipos de computo	Valor Unitario	Valor Total	Proveedor	Ubicación
4	Computadores Portatiles	\$1,150,000	\$4,600,000	Panamericana	Colombia
1	Impresora Multifuncional	\$899,000	\$899,000	Epson	Colombia
4	Licencias office	\$51,380	\$205,520	Panamericana	Colombia
1	Paquete contable	\$2,900,000	\$2,900,000	TNS Cucuta	Colombia
TOTAL EQUIPOS DE COMPUTO		\$5,000,380	\$8,604,520		

Cuadro 15. Requerimiento de muebles y enseres

Cantidad	Muebles y enseres	Valor Unitario	Valor Total	Proveedor	Ubicación
2	Escritorio	\$459,900	\$919,800	Homecenter	Colombia
2	Sillas giratorias	\$189,000	\$378,000	Homecenter	Colombia
6	Sillas interlocutor	\$70,000	\$420,000	Homecenter	Colombia
1	Archivador	\$634,000	\$634,000	Homecenter	Colombia
1	Telefono fijo	\$269,000	\$269,000	Homecenter	Colombia
4	Telefono celular	\$80,000	\$320,000	Claro	Colombia
TOTAL MUEBLES Y ENSERES		\$1,242,460	\$2,021,920		

Cuadro 16. Requerimiento de vehículos

Cantidad	Vehículos	Valor Unitario	Valor Total	Proveedor	Ubicación
1	Camión recolector Chevrolet NHR 2017 700P 2.8L camión EIV	\$72,610,000	\$72,610,000	Varios	Colombia
TOTAL VEHICULOS		\$72,610,000	\$72,610,000		

9. PLAN DE ESTUDIO LEGAL PARA EL MONTAJE DE UN GESTOR RAEE EN LA CIUDAD DE CUCUTA

9.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

Convenio de Basilea

El Convenio de Basilea es un Acuerdo Multilateral sobre Medio Ambiente (AMUMA) por medio del cual 170 países dentro del sistema de Naciones Unidas convinieron proteger el medio ambiente y la salud humana de los efectos nocivos provocados por la generación, manejo, movimientos transfronterizos y eliminación de desechos peligrosos. Este instrumento ambiental global fue adoptado el 22 de marzo de 1989 y cobr vigencia el 22 de marzo de 1989, regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación, definiendo obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición final, aplicando el procedimiento del “consentimiento fundamentado previo” (es decir, los envíos efectuados sin consentimiento son considerados ilícitos, salvo que exista un acuerdo especial.).

El Convenio obliga a todos los países miembros que se aseguren que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional y se espera que minimicen las cantidades que atraviesan las fronteras y que traten y eliminen los desechos lo más cerca posible del lugar donde se generen y que impidan o minimicen la generación de desechos en origen.

Para efectos del Convenio de Basilea, se entiende por desecho peligroso aquellas sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional. Los

Anexos I, VIII y IX aclaran en mayor detalle, los desechos que se clasifican como peligrosos y están sometidos a los procedimientos de control estipulados en el Convenio. En el anexo II del Convenio se determinan los desechos que requieren una consideración especial.

Algunos desechos regulados por el Convenio son las baterías ácido plomo usadas (BAPU's), Lámparas fluorescentes, Transformadores y capacitores contaminados con PCB's (Bifenilos policlorados), Pesticidas y plaguicidas obsoletos, Desperdicios químicos, Desechos eléctricos y/o electrónicos, aceites usados contaminados, desechos biomédicos y bio-infecciosos, compuestos utilizados en la industria como fluidos modificadores de calor en transformadores y condensadores eléctricos, selladores y plásticos.

Los Objetivos del Convenio son:

- Prevenir y castigar el tráfico ilícito de desechos peligrosos y otros desechos.
- Obligar a las partes a que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen y eliminen de manera ambientalmente racional.
- Que las partes minimicen las cantidades de desechos que atraviesen fronteras, que traten y eliminen los desechos lo más cerca posible del lugar de generación.
- La Administración del Convenio está a cargo de:
 - Conferencia de las Partes (COP). Integrado por todas las autoridades de país que han ratificado el instrumento (172 países).
 - Secretaria Ejecutiva del Convenio
 - Centros Regionales de Coordinación
 - Autoridades Competentes (Nacionales)

- Puntos Focales (Nacionales)²⁴

Colombia suscribió el Convenio de Basilea y lo convirtió ley 253 de 1996, lo ratificó en diciembre del mismo año y entró en vigor para el país a partir del 31 de marzo de 1997. Así el país adquirió una serie de obligaciones con relación al comercio, tratamiento, reducción y eliminación de este tipo de desechos, obligaciones que deben ser armónicas en todo momento con la ley en referencia y los mandatos constitucionales.

Convenio de Estocolmo:

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes fue suscrito el 22 de mayo de 2001 en Estocolmo y se encuentra vigente desde el 17 de mayo de 2004.

Este tratado internacional tiene como objetivo central restringir y eliminar definitivamente la producción, utilización, emisión y almacenamiento, de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).

Los COP son un grupo de contaminantes que por sus características tóxicas, de gran persistencia ambiental, su capacidad de bio acumularse en las cadenas alimenticias y transportarse a grandes distancias, se han convertido en un problema mundial.

La Conferencia de las Partes (COP), es el máximo órgano decisorio del Convenio. En esta instancia se acuerdan las políticas que orientan su revisión e implementación. Se reúne como mínimo una vez cada dos años y sus decisiones se adoptan por consenso.

²⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE GUATEMALA.. Convenio de Basilea.

El Convenio fue aprobado en Colombia mediante la Ley 1196 de 2008 y se depositó el instrumento de ratificación el 22 de octubre del mismo año, razón por la que el Convenio entró en vigor para el país a partir del 20 de enero de 2009. Declarada exequible mediante Sentencia de la Corte Constitucional C-944/08.

9.2 CONTEXTO NACIONAL

Cuadro 17. Normograma

LEY, DECRETO O RESOLUCIÓN	TITULO	ASPECTOS RELACIONADOS CON RESIDUOS PELIGROSOS O ELECTRÓNICOS
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias	Se establecen restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición final de residuos sólidos y peligrosos. Sólo se pueden disponer basuras en los sitios previamente autorizados por el ministerio de salud. Quien genere residuos de características especiales debe ser responsable de su recolección, transporte y disposición final.
Ley 253 de 1996	Por medio de la cual se aprueba el convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos y su eliminación. Categorías de desechos que hay que controlar: desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados; mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua; sustancias y artículos de desecho.
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.	Regula las responsabilidades para el manejo integral de residuos.
Ley 1672 de 2013	Por el cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras	Su objeto es establecer los lineamientos para la política pública de gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) generados en el territorio nacional. Los RAEE son residuos de manejo diferenciado que deben gestionarse de acuerdo con las directrices

LEY, DECRETO O RESOLUCIÓN	TITULO	ASPECTOS RELACIONADOS CON RESIDUOS PELIGROSOS O ELECTRÓNICOS
	disposiciones.	que para el efecto establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos	Prestación del servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos.
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.	Establece los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional.
Decreto 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 1713 de 2002, en relación con el tema De las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones	Modifica parcialmente el decreto 1713/2002.
Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el decreto 1713 de 2002, en relación con los Planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones	Modifica el decreto 1713/2002 en relación a los planes de gestión integral de residuos sólidos.
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	Se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 1076 de 2015	Es una compilación de las normas expedidas por el Gobierno Nacional en cabeza del Presidente de la República, en ejercicio de las facultades reglamentarias otorgadas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política.	La expedición de este decreto tuvo como primer paso la realización del inventario de decretos reglamentarios, el análisis de vigencias con el fin de no reproducir normas derogadas por disposiciones posteriores. Adicionalmente se actualizó la denominación de entidades, si a ello había lugar, atendiendo a las modificaciones institucionales que se han generado a lo largo de los años. Gestión institucional, Instrumentos financieros, económicos y tributarios y

LEY, DECRETO O RESOLUCIÓN	TITULO	ASPECTOS RELACIONADOS CON RESIDUOS PELIGROSOS O ELECTRÓNICOS
		Régimen sancionatorio. Los títulos se desagregan en capítulos.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos y se toman otras determinaciones	Metodología para la adopción de los planes de gestión integral de residuos sólidos.
Resolución 477 de 2004	Por la cual se modifica la resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS), y se toman otras determinaciones	Modifica la r. 1045/2003, plazos para los PGIRS.
Resolución 1362 de 2007	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el registro de Generadores de residuos o desechos peligrosos, a que hacen referencia los Artículos 27º y 28º del decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.	Se establecen todos los procedimientos y requisitos para el registro de generadores de respel.
Resolución 0061 de 2007	Por la cual se establecen los protocolos para la caracterización de residuos peligrosos	
Resolución 1512 de 2010	Generación, manejo, almacenamiento, transporte y disposición de residuos - Residuos Peligrosos - Planes	Del acopio de Residuos de Computadores y/o Periféricos. En los centros de acopio se podrán desarrollar actividades de separación y/o clasificación de los residuos, como actividades previas

LEY, DECRETO O RESOLUCIÓN	TITULO	ASPECTOS RELACIONADOS CON RESIDUOS PELIGROSOS O ELECTRÓNICOS
	post-consumo	a una gestión ambiental adecuada. Para el establecimiento de un centro de acopio de residuos de computadores y/o periféricos se debe tener en cuenta las consideraciones allí expuestas.
Resolución 1297 de 2010	Generación, manejo, almacenamiento, transporte y disposición de residuos - Residuos Peligrosos - Planes post-consumo	Los residuos de pilas y/o acumuladores deberán ser gestionados debidamente en sus fases de almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final, por personas naturales o jurídicas autorizadas de conformidad con las normas ambientales vigentes. Parágrafo. A partir de enero del año 2016, sólo podrán ser gestionados los residuos de pilas y/o acumuladores a través de actividades de aprovechamiento y/o valorización con miras al reciclaje de los mismos, en instalaciones dentro o fuera del país.

9.3 REQUISITOS MINIMOS LEGALES PARA LA CREACION DE LA EMPRESA

Para la creación de la empresa tendremos en cuenta los trámites expuestos por Doing Business²⁵ .

²⁵ Doing Business, es un informe del Banco Mundial que entrega una medición cuantitativa sobre las reglas para comenzar un negocio desde obtener permisos de obra, contratar empleados, inscribir propiedades,

Cuadro 18. Requisitos legales para la creación de la empresa

No.	PROCEDIMIENTOS	TIEMPO (DÍAS)	COSTO
1	Adquirir los libros de la empresa en un establecimiento comercial	1 día	COP 14,800 [2 libros (COP 7.400 cada libro, COP 74 cada hoja, 100 hojas cada libro)]
2	Requerir liquidación y obtener el recibo final del impuesto departamental de registro en la Secretaría de Hacienda Departamental	2 días	Sin costo
3	Pagar el impuesto departamental de registro en un banco comercial	1 día	COP 953,744 [COP 934.700: impuesto departamental de registro (0,75% del capital inicial de la empresa) + COP19.000: servicio de sistematización]
4	Registrar la empresa ante el Registro Mercantil, obtener el certificado de existencia y representación legal, registrar los libros de la empresa e inscribirse ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) en el Centro de Atención Empresarial (CAE) de la Cámara de Comercio	2 días	COP 64,200 [COP 4.000: formulario del registro + COP 30.000: inscripción a la Cámara de Comercio y registro del documento de constitución + COP 12.800: dos certificados de existencia y representación legal (COP 4.000 cada uno) y dos estampillas de impuesto departamental pro - hospital (COP 2.400 cada una) + COP 19.800: costo del registro de los libros (COP 9.900 cada libro)]
5	Abrir una cuenta bancaria	1 día	Sin costo
6	Formalizar la inscripción en el Registro Único Tributario (RUT) ante la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y obtener el Número de Identificación Tributaria (NIT) definitivo	1 día	Sin costo
7	Registrar la empresa ante la caja de compensación familiar, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF)	10 días	Sin costo
8	Registrar la empresa ante una Administradora de Riesgos Laborales (ARL)	1 día	Sin costo

solicitar créditos, proteger a los inversionistas, pagar impuestos, comercializar en el extranjero, hacer cumplir contratos y cerrar empresas pequeñas y medianas.

No.	PROCEDIMIENTOS	TIEMPO (DÍAS)	COSTO
9	Registrar la empresa y los empleados al sistema público de pensiones con Colpensiones	5 días	Sin costo
10	Afiliar a los empleados a un fondo de pensiones privado	1 día	Sin costo
11	Inscribir a los empleados a un plan obligatorio de salud	1 día	Sin costo
12	Afiliar a los empleados a un fondo de cesantías	1 día	Sin costo
	TOTAL GASTOS CREACION EMPRESA		\$1,032,744
	* Simultáneo con el trámite anterior.		

Fuente: Doing Business Colombia.

Teniendo en cuenta que el objeto social de la creación del Gestor de RAEE en Cúcuta se limitara a la recolección, acopio y transporte de las RAEE, para esta parte de la cadena no se requiere licencia Ambiental.²⁶

²⁶ CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. (2013). Situación Actual de la Gestión de RAEE en Colombia marzo 2013. [en línea] [citado 28 de septiembre de 2016] disponible en: http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/201303/Documents/Presentations-ES/Carlos_Hernandez_s5_S.pdf

10. ESTUDIO FINANCIERO

10.1 INVERSIONES

Para la puesta en marcha del proyecto se deben realizar inversiones en maquinaria, equipos, muebles, enseres y computadores que son necesarios para la operación del gestor. Las anteriores son definidas como inversiones fijas; también se realizarán inversiones iniciales en la constitución y lanzamiento de la empresa que por ser gastos pre operativos se definen como inversiones diferidas.

10.1.1 Inversiones Fijas

Cuadro 19. Inversiones fijas

Activos Fijos	Costo
Vehículos	\$ 72,610,000
Muebles y enseres	\$ 2,021,920
Equipos de computo	\$ 8,604,520
Maquinaria y Equipos	\$ 81,377,070
Total Activos Fijos	\$ 164,613,510

La Cuadro 19 representa el valor de las inversiones requeridas en activos fijos necesarios para la operación y puesta en marcha de la empresa, estas inversiones fueron identificadas en el estudio técnico del proyecto y detalladas en las Cuadros No. 12, 13, 14 y

10.1.2 Inversiones diferidas.

Cuadro 20. Inversiones diferidas

Ítem	Costo
Gastos de organización	\$ 1,032,744
Gastos de Adecuación	\$ 7,000,000
Total Diferidos	\$ 8,032,744

La Cuadro 20, muestra las inversiones en estudios, gastos iniciales de constitución y adecuación de las instalaciones; los gastos de organización fueron identificados en el estudio legal y corresponden a los gastos de trámites ante cámara de comercio y demás entidades ante quienes se deba realizar diligencias para constituir la empresa de acuerdo a la Cuadro No. 17 y los gastos de adecuación se identificaron en el estudio técnico de acuerdo a las necesidades de las instalaciones del proyecto.

10.2 COSTOS

Los principales costos en los que incurre el gestor para el desarrollo de su actividad se relacionan con la mano de obra directa, el pago a los recicladores por la materia prima y la logística de recolección.

10.2.1 Mano de obra directa.

Cuadro 21. Mano de obra directa

Cargo	Cantidad de Empleados	Sueldo Básico Mensual año 2	Gastos de MO Anual
Operarios	4	\$ 689,454.00	\$ 53,582,374
TOTAL			\$ 53,582,374

Hace referencia a los pagos de salarios más costos del sistema de seguridad social, parafiscales y prestaciones sociales en que incurre la empresa anualmente para mantener los 4 operarios necesarios para desarrollar el objeto social de la empresa

10.2.2 Materia prima. Para el proyecto se considera materia prima, todos los Residuos AEE, que entren al sistema para desensamble, el suministro de materia prima inicialmente se proyecta hacerlo a través de recicladores por lo que a ellos se les deberá pagar por kilo de electrodoméstico llevado a la bodega, por ser grandes volúmenes de reciclaje, se consideró realizar un convenio a través del cual se compra el kilo de residuos indistintamente de sus componentes, por lo que para la compra de la materia prima no se discriminara por tipo de material, sino que existe un precio promedio por kilo de aparatos.

Cuadro 22. Materia prima

MATERIA PRIMA				
Item	Unidad	Valor x Kg	Cantidad año	Total
Residuos	Kilogramo	\$ 610.00	197,750	\$ 120,627,500
Total Costo Materia Prima Año 1				\$ 120,627,500

10.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION

Los costos indirectos de fabricación corresponden a los seguros y el mantenimiento de la maquinaria y vehículos, el pago de servicios públicos, arriendo y mano de obra indirecta, conceptos que se incrementarían anualmente con la inflación de Colombia.

Cuadro 23. Costos indirectos de fabricación

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	COSTO ANUAL
Mano de Obra Indirecta	\$ 29,339,299
Seguros	\$ 4,619,612
Mantenimiento	\$ 6,159,483
Servicios Públicos	\$ 6,000,000
Arrendamiento de Oficinas	\$ 19,200,000
TOTAL CIF AÑO 1	\$ 65,318,394

10.3.1 Gastos de administración. Representa los gastos en que incurre la empresa por concepto de personal administrativo

Cuadro 24. Gastos de administración

GASTOS DE ADMINISTRACION	COSTO ANUAL
Mano de Obra Administrativa	\$ 48,668,368
Mantenimiento	\$ 430,226
Servicios Públicos	\$ 6,000,000
Arrendamiento de Oficinas	\$ 4,800,000
TOTAL GA AÑO 1	\$ 59,898,594

10.3.2 Depreciación de activos fijos. Para la depreciación de los activos fijos adquiridos para la operación del Gestor, se utilizó el método de línea recta de acuerdo a la vida útil de los activos.

Cuadro 25. Depreciación de activos fijos

	Vida Útil (Años)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Vehículos	5	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000
Depreciación PERIODO		\$ 0	\$ 14,522,000	\$ 14,522,000	\$ 14,522,000	\$ 14,522,000	\$ 14,522,000
Depreciación ACUMULADA		\$ 0	\$ 14,522,000	\$ 29,044,000	\$ 43,566,000	\$ 58,088,000	\$ 72,610,000
Valor en LIBROS		\$ 72,610,000	\$ 58,088,000	\$ 43,566,000	\$ 29,044,000	\$ 14,522,000	\$ 0
Equipos de computo	5	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520
Depreciación PERIODO		\$ 0	\$ 1,720,904	\$ 1,720,904	\$ 1,720,904	\$ 1,720,904	\$ 1,720,904
Depreciación ACUMULADA		\$ 0	\$ 1,720,904	\$ 3,441,808	\$ 5,162,712	\$ 6,883,616	\$ 8,604,520
Valor en LIBROS		\$ 8,604,520	\$ 6,883,616	\$ 5,162,712	\$ 3,441,808	\$ 1,720,904	\$ 0
Muebles y Enseres	10	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920
Depreciación PERIODO		\$ 0	\$ 202,192	\$ 202,192	\$ 202,192	\$ 202,192	\$ 202,192
Depreciación ACUMULADA		\$ 0	\$ 202,192	\$ 404,384	\$ 606,576	\$ 808,768	\$ 1,010,960
Valor en LIBROS		\$ 2,021,920	\$ 1,819,728	\$ 1,617,536	\$ 1,415,344	\$ 1,213,152	\$ 1,010,960
Maquinaria y Equipo	10	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070
Depreciación PERIODO		\$ 0	\$ 8,137,707	\$ 8,137,707	\$ 8,137,707	\$ 8,137,707	\$ 8,137,707
Depreciación ACUMULADA		\$ 0	\$ 8,137,707	\$ 16,275,414	\$ 24,413,121	\$ 32,550,828	\$ 40,688,535
Valor en LIBROS		\$ 81,377,070	\$ 73,239,363	\$ 65,101,656	\$ 56,963,949	\$ 48,826,242	\$ 40,688,535
TOTAL DEPRECIACIONES							
Depreciaciones en el Periodo		\$ 0	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803
Depreciación Acumulada		0	\$ 24,582,803	\$ 49,165,606	\$ 73,748,409	\$ 98,331,212	\$ 122,914,015
Valor en Libros		\$ 164,613,510	\$ 140,030,707	\$ 115,447,904	\$ 90,865,101	\$ 66,282,298	\$ 41,699,495

10.4 GASTOS FINANCIEROS

Para efectos de financiación del proyecto se definió que el 89,9% del capital necesario para las inversiones y puesta en marcha, será a través de un crédito bancario con una tasa de interés de 13.50% EA²⁷ con cuotas anuales a un plazo de 5 años, el inversionista aportara un 10,1% del total de las inversiones requeridas.

Se presenta la estructura Financiera del proyecto

²⁷ BANCO AVVILLAS, Tasa para Crédito Hipotecario

Cuadro 26. Estructura financiera del proyecto

ESTRUCTURA FINANCIERA		
Inversión Requerida	\$ 183,081,003	100%
Aportes de los Socios	\$ 18,467,493	10.1%
Monto con deuda	\$ 164,613,510	89.9%

Características del Crédito

Cuadro 27. Características del crédito

PRESTAMO ENTIDAD FINANCIERA	
Valor a financiar	\$ 164,613,510
Tasa Efectiva Anual	13.50%
Periodos	5

De acuerdo a la estructura financiera de la empresa, se requiere tomar un préstamo para inversiones por valor de Ciento Sesenta y Cuatro Millones Seiscientos Trece Mil Quinientos Diez Pesos M/cte. (\$ 164.613.510)

De acuerdo a las características del crédito a tomar, se presenta el plan de amortización del mismo Plan de amortización de Crédito.

Cuadro 28. Plan de amortización del crédito

Plan de Amortización					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cuota	\$ 47,374,302	\$ 47,374,302	\$ 47,374,302	\$ 47,374,302	\$ 47,374,302
Intereses	\$ 22,222,824	\$ 18,827,374	\$ 14,973,539	\$ 10,599,436	\$ 5,634,829
Amortización Capital	\$ 25,151,479	\$ 28,546,928	\$ 32,400,763	\$ 36,774,866	\$ 41,739,473
Saldo	\$ 164,613,510	\$ 139,462,031	\$ 110,915,103	\$ 78,514,340	\$ 41,739,473
					\$ 0

10.5 ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO

El estado de resultados se proyecta en cantidades de acuerdo al crecimiento proyectado de las cantidades, identificadas en la Cuadro 29 y los precios de venta y los costos de fabricación afectados por la inflación promedio de Colombia de los años 2015 y 2016.

Cuadro 29. Estado de resultados proyectado

ITEM	DATOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 31,145,625	\$ 15,908,359	\$ 17,912,781	\$ 20,131,328	\$ 22,585,075
Plásticos Flexibles (PVC)	precio	\$ 700	\$ 754	\$ 812	\$ 874	\$ 941
	cantidad	44,493.75	46,621	48,749	50,876	53,003
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 12,062,750	\$ 13,611,179	\$ 15,325,653	\$ 17,224,017	\$ 19,322,827
Plásticos Rígidos (ABS, acrílico, PP, PE)	precio	\$ 610	\$ 657	\$ 707	\$ 762	\$ 820
	cantidad	19,775.00	20,721	21,666	22,612	23,557
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 39,403,665	\$ 44,460,832	\$ 50,062,414	\$ 56,261,703	\$ 63,118,884
Chatarra ferrosa (hierro-acero)	precio	\$ 540	\$ 581	\$ 626	\$ 674	\$ 726
	cantidad	72,969.75	76,459	79,948	83,436	86,925
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 14,099,575	\$ 15,908,359	\$ 17,912,781	\$ 20,131,328	\$ 22,585,075
Aluminio (grueso y perfil)	precio	\$ 1,550	\$ 1,669	\$ 1,797	\$ 1,936	\$ 2,084
	cantidad	9,096.50	9,531	9,966	10,401	10,836
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 131,009,375	\$ 147,824,584	\$ 166,446,935	\$ 187,058,501	\$ 243,472,190
Cobre (cables, TCI)	precio	\$ 12,500	\$ 13,461	\$ 14,495	\$ 15,609	\$ 16,809
	cantidad	10,480.75	10,982	11,483	11,984	12,485
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 442,960	\$ 501,989	\$ 567,604	\$ 640,681	\$ 721,899
Vidrio (Pantallas TRC)	precio	\$ 80	\$ 87	\$ 94	\$ 101	\$ 109
	cantidad	5,537.00	5,802	6,066	6,331	6,596
Ingresos por ventas Plásticos Flexibles		\$ 107,576,000	\$ 121,906,680	\$ 137,858,714	\$ 155,601,195	\$ 175,320,009
Componentes Electronicos	precio	\$ 4,000	\$ 4,326	\$ 4,679	\$ 5,060	\$ 5,472
	cantidad	26,894.00	28,180	29,466	30,752	32,038
INGRESOS TOTALES POR VENTAS		\$ 335,739,950	\$ 360,121,982	\$ 406,086,882	\$ 457,048,754	\$ 547,125,959
VENTAS TOTALES						
CMV		\$ 239,528,268	\$ 263,709,034	\$ 290,225,390	\$ 319,293,508	\$ 351,148,989
Utilidad Bruta		\$ 96,211,682	\$ 96,412,948	\$ 115,861,492	\$ 137,755,247	\$ 195,976,971
Gastos de Administración		\$ 59,898,594	\$ 64,501,801	\$ 69,458,764	\$ 74,796,670	\$ 80,544,795
Gastos de Ventas		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Depreciación		\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803
Diferidos		\$ 2,677,581	\$ 2,677,581	\$ 2,677,581	\$ -	\$ -
Utilidad Operativa UAI		\$ 9,052,704	\$ 4,650,763	\$ 19,142,343	\$ 38,375,773	\$ 90,849,373
Gastos Financieros		\$ 22,222,824	\$ 18,827,374	\$ 14,973,539	\$ 10,599,436	\$ 5,634,829
U A I		\$ (13,170,120)	\$ (14,176,611)	\$ 4,168,804	\$ 27,776,337	\$ 85,214,544
Impuestos 33%		\$ (4,346,140)	\$ (4,678,282)	\$ 1,375,705	\$ 9,166,191	\$ 28,120,800
Utilidad Neta		\$ (8,823,980)	\$ (9,498,329)	\$ 2,793,099	\$ 18,610,146	\$ 57,093,745
Mas depreciaciones		\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803	\$ 24,582,803
Mas diferidos		\$ 2,677,581	\$ 2,677,581	\$ 2,677,581	\$ -	\$ -
Incremento de activos fijos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Menos Incremento KTNO		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Menos Amorti de credito		\$ 25,151,479	\$ 28,546,928	\$ 32,400,763	\$ 36,774,866	\$ 41,739,473
FLUJO DE CAJA LIBRE		\$ (6,715,075)	\$ (10,784,873)	\$ (2,347,280)	\$ 6,418,082	\$ 39,937,074

10.6 BALANCE GENERAL PROYECTADO

Representa los activos, pasivos y patrimonio en el horizonte de tiempo del proyecto, muestra la afectación de los activos por las depreciaciones en el tiempo y las utilidades de los ejercicios anuales.

Cuadro 30. Balance general proyectado

BALANCE GENERAL						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Activos corrientes						
Caja	\$ 10,434,749	\$ 3,719,674	(\$ 7,065,199)	(\$ 9,412,479)	(\$ 2,994,397)	\$ 36,942,678
Cartera	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Inventarios		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
TOTAL ACTIVOS CORRIENTE	\$ 10,434,749	\$ 3,719,674	(\$ 7,065,199)	(\$ 9,412,479)	(\$ 2,994,397)	\$ 36,942,678
Activos Fijos						
Vehiculos	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000	\$ 72,610,000
Muebles y enseres	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920	\$ 2,021,920
Equipos de computo	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520	\$ 8,604,520
Maquinaria y Equipo	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070	\$ 81,377,070
Depreciacion Acumulada	\$ 0	\$ 24,582,803	\$ 49,165,606	\$ 73,748,409	\$ 98,331,212	\$ 122,914,015
ACTIVOS FIJOS NETOS	\$ 164,613,510	\$ 140,030,707	\$ 115,447,904	\$ 90,865,101	\$ 66,282,298	\$ 41,699,495
DIFERIDOS						
Activos diferidos Operativos	\$ 8,032,744	\$ 5,355,163	\$ 2,677,581	\$ 0	\$ 0	
Activos diferidos financieros	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
Total de activos diferidos	\$ 8,032,744	\$ 5,355,163	\$ 2,677,581	\$ 0	\$ 0	
TOTAL DE ACTIVOS	\$ 183,081,003	\$ 149,105,544	\$ 111,060,287	\$ 81,452,622	\$ 63,287,901	\$ 78,642,173
Pasivos						
Proveedores	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Obligaciones financieras	\$ 164,613,510	\$ 139,462,031	\$ 110,915,103	\$ 78,514,340	\$ 41,739,473	\$ 0
Total Pasivos	\$ 164,613,510	\$ 139,462,031	\$ 110,915,103	\$ 78,514,340	\$ 41,739,473	\$ 0
Patrimonio						
Capital social	\$ 18,467,493	\$ 18,467,493	\$ 18,467,493	\$ 18,467,493	\$ 18,467,493	\$ 18,467,493
Utilidades retenidas	\$ 0	(\$ 8,823,980)	(\$ 18,322,310)	(\$ 15,529,211)	\$ 3,080,935	\$ 60,174,680
Total patrimonio	\$ 18,467,493	\$ 9,643,513	\$ 145,183	\$ 2,938,282	\$ 21,548,428	\$ 78,642,173
Total pasivo + patrimonio	\$ 183,081,003	\$ 149,105,544	\$ 111,060,287	\$ 81,452,622	\$ 63,287,901	\$ 78,642,173
Total pasivo + patrimonio - activo	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0

10.7 FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA PROYECTADO

El flujo de caja del inversionista representa las utilidades de los ejercicios anuales obtenidas en el estado de resultados Cuadro 30, menos las inversiones requeridas en cada periodo, en el proyecto no se realizan reinversiones en el horizonte de tiempo a evaluar del proyecto

Cuadro 31. Flujo de caja del inversionista proyectado

ITEM	AÑO 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capital de trabajo						
Caja	\$ (10,434,749.01)					
CxC	\$ -					
Inventarios	\$ -					
Activos Fijos						
Vehiculos	\$ (72,610,000.00)					
Muebles y enseres	\$ (2,021,920.00)					
Equipos de computo	\$ (8,604,520.00)					
Maquinaria y Equipo	\$ (81,377,070.00)					
Gastos Diferidos	(\$ 8,032,744)					
Prestamo INICIAL	\$ 164,613,510.00					
VALOR RESIDUAL						\$ 52,134,244
Flujo de caja Inversionista	\$ (18,467,493)	\$ (6,715,075)	\$ (10,784,873)	\$ (2,347,280)	\$ 6,418,082	\$ 92,071,318

10.8 CALCULO DEL COSTO CAPITAL PROMEDIO PONDERADO

El CCP o en ingles WACC, corresponde al promedio ponderado entre el coste de la deuda adquirida y la rentabilidad exigida por el inversionista, para el proyecto se calculó la tasa de rentabilidad exigida por el inversionista con datos tomados de DAMODARAN²⁸

Cuadro 32. CAPM

	Rendimiento bonos del estado colombia 10 años		Prima de Riesgo Total		Beta Desapalancada del sector		Prima de Riesgo País
CAPM =	7.72%	+	9.1900%	*	1.39	+	2.94%
CAPM =	23.440%						

²⁸ DAMODARAN. (2015). Adamodar. Recuperado de: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> [en línea] 23 de julio de 2016

El cálculo de la tasa de rendimiento exigida por el inversionista, tiene en cuenta el riesgo del país y el riesgo del sector, lo que convierte el cálculo en una herramienta importante para los inversionistas, ya que no es un valor subjetivo, sino determinado por factores que cambian de acuerdo al país y al sector económico del proyecto.

Para el proyecto la tasa de rentabilidad esperada por el inversionista es del 23.44%, valor que indica un alto riesgo del sector de la economía en el que se ubica la actividad principal del proyecto la tasa de la deuda es del 13.5% E.A.

Conociendo el costo de la deuda y la rentabilidad exigida por el inversionista, se calcula el WACC con la fórmula:

$$\text{WACC: } (K_d * D (1+T) + K_e * E) / (E+D)$$

Donde:

D: Deuda

E: Capital aportado por los inversionistas

K_d: Costo de la deuda

T: Impuesto sobre la renta

K_e: Rentabilidad mínima esperada por el inversionista

Teniendo en cuenta el costo de la deuda y rentabilidad esperada por el inversionista, el WACC bajo el cual se realizan las evaluaciones del proyecto es del 10,50%.

10.9 INDICADORES DE VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

El proyecto de un Gestor de Residuos RAEE en la ciudad de C, evaluado en un horizonte Cinco (5) años, da como resultado un VPN de Treinta Millones cuatrocientos veinte mil novecientos noventa y ocho mil Pesos M/ Cte. \$

30.420.978 y una TIR de 25,7%, valores que permiten concluir **que es un proyecto de inversión rentable y atractivo para los inversionistas sin embargo su periodo de recuperación de la inversión tiende a ser lenta, ya que la inversión solo se recupera en el año 4 del proyecto.**

Para realizar un análisis financiero más completo del proyecto, que permita al inversionista tener una visión amplia de lo que puede llegar a suceder si algunas de las variables importantes en el proyecto cambian, se aplicó un análisis de sensibilidad de los indicadores financieros, para determinar los posibles escenarios a los que se puede enfrentar el proyecto y cuáles serían sus resultados en los mismos.

A continuación se presenta Cuadro con los resultados del análisis de sensibilidad, donde la variable que se afectó fue el precio, esta condición obedece a que tendencia de la generación de RAEE tiene una tendencial lineal, por lo que es poco probable que las cantidades procesadas y vendidas disminuyan, sin embargo con el crecimiento de la industria del reciclaje electrónico, si es posible sugerir que los precios tiendan a cambiar, las conclusiones presentadas anteriormente son el resultado de las variables en las condiciones actuales identificadas en el estudio, por lo que se denominó el escenario más probable.

Cuadro 33. Análisis de sensibilidad del proyecto

ESCENARIOS	VARIABLES	
	TIR	VPN
PROBABLE	25.8%	\$ 30,420,997.77
OPTIMISTA	63.2%	\$ 73,933,139.30
PESIMISTA	-29.0%	\$ (52,169,062.61)

Para el escenario optimista el precio se aumentó en 5%, si este escenario se materializa, la rentabilidad del proyecto aumentaría significativamente y se

convertiría en un proyecto atractivo para cualquier inversionista, los indicadores del proyecto presentan una gran sensibilidad al precio de venta de los materiales recuperados.

En el escenario pesimista se afectó la misma variable precio en 10%, este es un escenario que se puede dar, como se explicó en párrafos anteriores, la actividad del reciclaje electrónico está experimentando un gran crecimiento e industrialización en las operaciones, por lo que se puede deducir que los precios de los materiales recuperados, pueden ser inferiores a los actuales, dada la materialización de este escenario, el proyecto deja de ser rentable, ya que da un VPN negativo y una TIR inferior al WACC, es decir que no cubre el costo promedio del capital.

En estas condiciones se puede determinar que el proyecto es altamente riesgoso por su fuerte sensibilidad al precio de los productos vendidos, esto también obedece a las grandes cantidades de material que se manejarían, por lo que cualquier fluctuación en el precio va a comprometer la rentabilidad del negocio.

11. CONCLUSIONES

Los RAEE a nivel mundial no muestra signos de disminuir todo lo contrario cada vez aumenta más el consumo de los aparatos eléctricos y electrónicos; en consecuencia aumentan los niveles de residuos, por lo anterior la gestión de este volumen de RAEE requerirá de un tratamiento adecuado.

Basados en el promedio anual de crecimiento de los RAEE para la ciudad de Cúcuta del 7.19% se concluye que existe una necesidad social y ambiental que no está siendo atendida adecuadamente.

La etapa clave y decisiva en el modelo de implementación del gestor de residuos en la ciudad de Cúcuta será la recolección; un modelo de recolección eficaz brindará la disponibilidad de materia prima para realizar el proceso de desensamble e influirá directamente en el flujo de caja del proyecto.

La cantidad de personal requerido para el proceso de desensamble es de cuatro operarios que cubrirán la oferta de RAEE en la ciudad de Cúcuta, el personal no requiere competencias especiales, por lo que no se considera un factor crítico dentro del proceso, sin embargo si se establecerán jornadas de capacitación específicas enfocadas en los cuidados de la salud por realizar una actividad en la que estarán en constante contacto con materiales químicos

De acuerdo al estudio legal, se estableció que existe normatividad que busca promover la gestión responsable de RAEE y en la que todos los actores del proceso tienen responsabilidad directa para que esta se logre, sin embargo en muy pocas ciudades se ha avanzado y generado convenios que fortalezcan la actividad; los principales avances se están dando en ciudades como Bogotá,

Medellín y Barranquilla; sin embargo si se logra crear un modelo de gestión de residuos en la ciudad, las condiciones legales están dadas para facilitar y apoyar a las empresas que tomen la iniciativa.

Los resultados del estudio financiero muestran que la inversión en el proyecto es rentable, ya que se recupera en el horizonte de evaluación del mismo; sin embargo la recuperación de la inversión tiende a ser lenta, dado que sólo a partir del cuarto año de evaluación, el proyecto empieza a tener un flujo de caja libre del inversionista positivo, adicionalmente se debe tener en cuenta que el proyecto es rentable bajo las condiciones del mercado identificadas en el presente estudio; a través del análisis de sensibilidad del proyecto, se identificó que este es altamente sensible al precio de venta de los materiales recuperados y una fluctuación negativa del precio convertiría el proyecto en no viable en términos financieros.

Dada la naturaleza del proyecto y su alto impacto social y ambiental, y de acuerdo a los incentivos por parte de entidades estatales a proyectos de esta índole, se plantea la posibilidad de presentar el proyecto ante las mismas para obtener apoyo financiero, de esta manera la rentabilidad del proyecto será mayor.

BIBLIOGRAFÍA

ACRR, Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje y la gestión sostenible de Recursos es una red internacional de miembros que comparten el propósito de promover el consumo inteligente de recursos y la correcta gestión de residuos a través de la prevención en el origen, reutilización y reciclaje. Cuenta actualmente con un grupo de casi 100 entidades, principalmente autoridades locales y regionales.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE COLOMBIA. Estadísticas del sector.2014 [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.andi.com.co/cse>

BANCO AVVILLAS, Tasa para Crédito Hipotecario

BELMONT TRADING. Historia. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.belmont-trading.com/co/About-Us/History.aspx>. 2015

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. Situación Actual de la Gestión de RAEE en Colombia marzo 2013. [en línea] [citado 27 de septiembre de 2016] Disponible en: http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/201303/Documents/Presentations-ES/Carlos_Hernandez_s5_S.pdf

CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. (2013). Situación Actual de la Gestión de RAEE en Colombia marzo 2013. [en línea] [citado 28 de septiembre de 2016] disponible en: <http://www.itu.int/en/ITU-T/climatechange/201303/Documents/Presentations->

ES/Carlos_Hernandez_s5_S.pdf

CHASE, R., JACOBS, R. AQUILANO, N. (2009). Administración de Operaciones Producción y cadena de suministros.2009. [en línea] [citado 20 de septiembre de 2016] Disponible en: https://www.u-cursos.cl/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf

CONGRESO DE LA REPUBLICA. “Ley 1672 19 de julio del 2013”, Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (raee), y se dictan otras disposiciones. Bogota, Colombia: 2013.

CORFONOR. Síntesis ambiental del Norte de Santander 2010..[en línea] [citado 19 de septiembre de 2016] disponible de: <http://corponor.gov.co/formatos/DIC%20SIGESCOR/PUBLICAR%20WEB%2010-12-9/PLAN%20DE%%20AMBIENTAL.pdf>

Cúcuta 7 Días. (2016). Cúcuta, en riesgo de cáncer por residuos electrónicos. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://cucuta7dias.com/echelecabeza/ambiente/residuos-electronicos/>

DAMODARAN. (2015). Adamodar. Recuperado de: <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/> [en línea] 23 de julio de 2016

DANE, proyección de población municipal

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. . Indicadores Coyunturales 2016. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.dane.gov.co>

DOING BUSINESS, es un informe del Banco Mundial que entrega una medición cuantitativa sobre las reglas para comenzar un negocio desde obtener permisos de obra, contratar empleados, inscribir propiedades, solicitar créditos, proteger a los inversionistas, pagar impuestos, comercializar en el extranjero, hacer cumplir contratos y cerrar empresas pequeñas y medianas.

EMPA, D. Diagnóstico de residuos electrónicos en Colombia. Bogota: Universidad de los Andes.2008.

FAJARDO, K. Estudio Factibilidad para el montaje de una planta de residuos eléctricos y electrónicos en Cartagena 2013. [en línea] [citado 18 de septiembre de 2016] Recuperado de: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1467#.V7cvd9Sriko>

GAIA, V. Paina principal. 2016. [en línea] [citado 26 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gaiavitare.com/home.php>

GESTIÓN INTEGRAL DE EXCEDENTES INDUSTRIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. . Nosotros. 2014. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.litoltda.com/index.php/nosotros>

GSMA. El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica-Estudio de caso. 2015. [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>

ITU. Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina.2015 [en línea] [citado 24 de septiembre de 2016] Disponible en: https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf

LA OPINIÓN. La región da ejemplo en el manejo de residuos Aseo Urbano.2016. [en línea] [citado 17 de septiembre de 2016] Recuperado de: <http://aseourbano.com.co/la-region-da-ejemplo-en-el-manejo-de-residuos/>.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE GUATEMALA.. Convenio de Basilea. Guatemala, México: 2016.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Bogotá, Colombia: 2012.

ROMERO, J. Colombia Vs La Basura Electrónica (Trabajo de grado, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia).2014 [en línea] [citado 25 de septiembre de 2016] Disponible en: <http://www.gaiavitare.com/home.php>

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE.. Estudió sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Bogotá. Bogotá, Colombia: 2010.