

**ESTUDIO TECNICO PARA LA CREACIÓN DE UN AGENTE RECEPTOR DE RESIDUOS
ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE DE LINEA BLANCA, MARRÓN Y GRIS A NIVEL
DE GENERADORES DE TIPO INDUSTRIAL EN BOGOTÁ**

JENNY SOFÍA TRUJILLO GOMEZ

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÒGICA

INGENIERIA DE PRODUCCIÓN

BOGOTÀ D.C.

2014

**ESTUDIO TECNICO PARA LA CREACIÓN DE UN AGENTE RECEPTOR DE RESIDUOS
ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE DE LINEA BLANCA, MARRÓN Y GRIS A NIVEL
DE GENERADORES DE TIPO INDUSTRIAL EN BOGOTÁ**

JENNY SOFÍA TRUJILLO GOMEZ

CÒDIGO 20092277048

Director(a)

Mónica Yinette Suarez Serrano

Trabajo para optar al título de Ingeniera de Producción

Proyecto científico –comunitario

Línea Económica-Administrativa

Plan de Negocio

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÈ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÒGICA

INGENIERIA DE PRODUCCIÓN

BOGOTÀ D.C.

2014

Nota de aceptación:

Firma del Director(a)

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá 11 de Marzo 2014

DEDICATORIA

Para la personita más importante de mi vida que es mi inspiración y el mayor motivo para seguir adelante. Con todo cariño para mi hijo Luis Angel.

AGRADECIMIENTOS

En esta etapa que culmina quiero agradecer a mi familia en especial a mí querida madre Luz Mercedes Gómez por su apoyo incondicional. A mi directora de trabajo de grado Mónica Suarez por la asesoría y aportes para el desarrollo del mismo. A los profesores y compañeros de la facultad tecnológica que me orientaron y compartieron su conocimiento para mi formación durante este proceso académico.

RESUMEN

El presente estudio técnico tiene como objetivo la creación de un agente receptor, especializado en el manejo de residuos eléctricos y electrónicos de línea blanca, marrón y gris provenientes de generadores de tipo industrial. De acuerdo a la necesidad que tienen las empresas de encontrar alternativas para disponer de estos residuos como también una solución debido a su aumento en los últimos años. Por lo cual se tiene una demanda considerable en comparación a la oferta ya que existen pocas empresas dedicadas a la recepción de esta clase de residuos en Bogotá.

Inicialmente para el desarrollo del estudio se realizó un análisis de los agentes receptores y de otros actores involucrados, los cuales conforman la cadena de valor del reciclaje de RAEE tanto a nivel formal como informal. A través de entrevistas de tipo no estructuradas realizadas a recuperadores, comerciantes y empresas especializadas de RAEE. Con lo cual se evaluó aspectos relevantes de la gestión actual.

A partir de la información obtenida se realizó un plan para la comercialización de materiales provenientes de los RAEE en donde se determinó aquellos materiales que pueden reciclarse como los que deben disponerse. De acuerdo a esto se hizo un análisis de información recopilada en estudios diagnósticos y bases de datos para determinar que empresas compran estos materiales. Además se definió la oferta dada por otros agentes receptores y el sector informal.

De manera específica para el agente receptor se realizó un plan operativo en donde se aplicaron técnicas para la localización de la planta y su capacidad instalada según los cálculos estimados para la demanda. Finalmente se hizo un análisis financiero en donde se evaluó la viabilidad económica del estudio, teniendo en cuenta la financiación de recursos para este tipo de proyectos. Concluyendo así con las ventajas y desventajas que tiene la creación del agente receptor.

ABSTRACT

This technical study aims to create a receiver agent, specialized in the management of waste electrical and electronic white goods, brown and gray from industrial type generators. There is a need for companies to find alternatives to dispose of this waste, as well as a solution to an increase in recent years. There is considerable demand compared to supply, with few companies dedicated to the receipt of this class of residues in Bogota.

The study comprises an analysis of the receiving agents and other stakeholders that make up the formal and informal E-waste recycling value chain. Relevant aspects of the current management were evaluated through non structured interviews with recyclers, distributors and specialized E-waste companies.

The information obtained was used to create a plan for the commercialization of E-waste materials. This plan determines those materials that can be recycled and those which should be disposed. Information compiled in diagnostic studies and databases was then used In to determine which companies buy these materials and the price offered by other receiving agents and the informal sector.

An operational plan for the agent recipient was created giving technical details for the location of plant and required capacity according to calculations of estimated demand. Finally a financial analysis showing the economic viability of the project was undertaken, taking into account required resourcing for this type of project. The paper concluded with the advantages and disadvantages of creating a recipient agent.

TABLA DE CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÒN	1
JUSTIFICACIÒN	2
1. GENERALIDADES	3
1.1 PROBLEMA	3
1.1.1 Descripción	3
1.1.2 Formulaciòn	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos	4
1.3 Alcance	4
1.4 Metodología	4
1.4.1 Entrevista de tipo no estructurada	4
1.4.2 Perfil del entrevistado	5
1.4.3 Fuentes para recopilaciòn de informaciòn	5
2. MARCO REFERENCIAL	
2.1 MARCO HISTÒRICO	6
2.2 MARCO TEÒRICO	7
2.2.1 ¿Qué es RAEE?	7
2.2.2 Clasificaciòn de RAEE	8
2.2.3 Características de los RAEE	8
2.2.4 Técnicas de muestreo no probabilísticos	9
2.2.5 Técnicas de proyecciòn de demanda	10
2.2.6 Lineamientos para la recolecciòn y almacenamiento de RAEE	11

2.2.7 Medidas técnicas para instalaciones de almacenamiento y reciclaje de RAEE	12
2.2.8 Proceso de funcionamiento general aparatos eléctricos	13
2.2.9 Criterios para clasificar los aparatos para reuso	13
2.2.10 Procesos de Demanufactura	13
2.2.11 Procesos de tratamiento y disposición final	14
2.3 MARCO METODOLOGICO	15
2.4 MARCO LEGAL	15
3. AGENTES RECEPTORES EN EL MANEJO DE RAAE EN BOGOTÁ	
3.1 ESTUDIO DEL SECTOR	17
3.1.1 Desarrollo actual de la industria electrónica y las tecnologías de la Información	17
3.1.2 Ventas e Importación de aparatos eléctricos y electrónicos	18
3.1.3 Diagnóstico de la gestión RAEE en Colombia	18
3.1.4 Proceso de manejo de los RAEE en Bogotá	19
3.1.4.1 Recuperadores	20
3.1.4.2 Intermediarios	20
3.1.4.3 Cooperativas y fundaciones	21
3.1.4.4 Agentes receptores	21
3.1.4.5 Mayoristas (exportadoras de RAEE)	21
3.1.4.6 Empresas prestadoras de aseo	21
3.2 ANÁLISIS DE AGENTES RECEPTORES	22
3.2.1 Interpretación y análisis de entrevistas Agentes Receptores	22
3.2.2 Análisis de actores vinculados con la gestión de los RAEE a nivel informal	24
3.2.3 Interpretación y análisis de entrevistas actores a nivel informal.	24
3.3 RESULTADOS	31
4. PLAN PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE MATERIALES RECUPERADOS DE LOS RAAE	
4.1 OBJETIVO	32
4.2 ACTIVIDADES	32

4.3 MATERIALES COMERCIALIZABLES DE LOS RAEE	32
4.3.1 Metales Ferrosos	32
4.3.2 Metales no ferrosos	33
4.3.3 Plásticos	33
4.3.4 Vidrio	34
4.3.5 Otros materiales	34
4.3.6 Tarjetas de circuito impreso	35
4.3.7 Condensadores	35
4.3.8 Plásticos con retardantes de llama	35
4.3.9 Componentes de Refrigeración	36
4.4 EMPRESAS QUE RECIBEN MATERIALES RECUPERADOS DE RAEE EN BOGOTÁ	36
4.4.1 Análisis de la oferta de materiales recuperados de los RAEE	38
4.4.2 Proyección de Oferta Futura	39
4.5 ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	40
4.6 INDICADORES DE GESTIÓN EN LA COMERCIALIZACIÓN DE RAEE	41
4.7 RESULTADOS	42
5. PLAN OPERATIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL AGENTE RECEPTOR	
5.1 OBJETIVO GENERAL	43
5.2 ACTIVIDADES	43
5.3 PROYECCIÓN DE DEMANDA	43
5.3.1 Estimación demanda línea Blanca	43
5.3.2 Estimación demanda línea Marrón	44
5.3.3 Estimación demanda línea Gris	45
5.4 DEMANDA POTENCIAL AGENTE RECEPTOR	46
5.5 DESCRIPCIÓN PROCESO	47
5.5.1 Acopio	47
5.5.2 Distribución	48
5.5.3 Demanufactura	48

5.5.4 Recuperación	48
5.5.5 Tratamiento	48
5.6 MAQUINARIA Y EQUIPO	50
5.6.1 Molino de disgregación	50
5.6.2 Separador de metales por corriente magnética	50
5.6.3 Bomba de succión al vacío para Recuperación	51
5.7 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL AGENTE RECEPTOR	52
5.7.1 Calculo de capacidades	52
5.7.1.1 Capacidad Instalada y Disponible	53
5.7.1.2 Capacidad por líneas	54
5.7.1.3 Tiempo estándar de desensamble manual de neveras	55
5.7.1.4 Cálculos de capacidad para la línea Blanca	55
5.7.1.5 Cálculos de capacidad para línea Marrón	55
5.7.1.6 Cálculos de capacidad para línea Gris.	56
5.7.1.7 Cálculos de capacidad operación de trituración	56
5.7.1.8 Cálculos de capacidad operación de separación	56
5.7.1.9 Requerimientos de personal para la operación de desensamble	58
5.8 INDICADORES DE GESTIÓN EN LA OPERACIÓN DE AGENTE RECEPTOR	59
5.9 RESULTADOS	59
6. ANÁLISIS FINANCIERO DE AGENTE RECEPTOR	
6.1 INFORMACIÓN GENERAL	61
6.2 INVERSIONES INICIALES	61
6.3 MANO DE OBRA REQUERIDA	62
6.4 INGRESOS POR VENTAS DE MATERIAL RECUPERADO	63
6.5 COSTOS Y GASTOS DE AGENTE RECEPTOR	64
6.6 FLUJO DE CAJA AGENTE RECEPTOR	64
6.7 INDICADORES DE VIABILIDAD	65
6.7.1 Beneficio –costo	65

6.7.2 Margen EBITDA	66
6.8 RESULTADOS	70
7. CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFIA	73
ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1 Tipos de muestreo no probabilístico	10
Tabla 2 Tipos de proyección de demanda	12
Tabla 3 Agentes receptores entrevistados	22
Tabla 4 Cuadro Comparativo de Agentes Receptores	24
Tabla 5 Actores del sector informal entrevistados	27
Tabla 6 Mapa general de actores en el sector informal	28
Tabla 7 Categorías previstas para recuperadores y comerciantes	30
Tabla 8 Resumen de categorización para Recuperadores	30
Tabla 9 Resumen de categorización para Comerciantes	31
Tabla 10 Empresas que reciben materiales recuperados de los RAEE	38
Tabla 11 Empresas con proyectos para incluir resinas plásticas recicladas	39
Tabla 12 Oferta actual de RAEE	40
Tabla 13 Datos para estimación de la oferta futura	41
Tabla 14 Estimación de la oferta futura	41
Tabla 15 Datos para estimación de demanda Línea Blanca	44
Tabla 16 Proyección demanda futura Línea Blanca	44
Tabla 17 Datos para estimación de demanda línea Marrón	45
Tabla 18 Proyección de demanda futura línea Marrón	45
Tabla 19 Datos para estimación de demanda línea Gris	46
Tabla 20 Proyección de demanda futura línea Gris	46
Tabla 21 Demanda potencial Agente Receptor	47
Tabla 22 Porcentajes de residuos por Líneas	52
Tabla 23 Variables para cálculo de capacidades	53

Tabla 24	Tiempos estándar y pesos de aparatos	54
Tabla 25	Capacidad de desensamble manual por líneas	58
Tabla 26	Capacidad de Trituración y separación por líneas.	58
Tabla 27	Capacidad utilizada por máquina	58
Tabla 28	Precios de maquinaria y equipo. (Valores constantes)	61
Tabla 29	Mobiliario para Agente Receptor (Valores Constantes)	61
Tabla 30	Inversión para creación de agente receptor. (Valores Constantes)	62
Tabla 31	Mano de obra (Valores Constantes)	63
Tabla 32	Precio promedio de materiales recuperados (Valores constantes)	64
Tabla 33	Ingresos por ventas anuales (valores corrientes)	65
Tabla 34	Cálculo de TIR (Valores constantes)	66
Tabla 35	Punto Equilibrio de ventas (Valores corrientes)	67
Tabla 36	Costos y gastos agente receptor (Valores corrientes)	68
Tabla 37	Flujo operativo agente receptor (Valores corrientes)	69
Tabla 38	Flujo de Caja agente receptor. (Valores Constantes)	70
Tabla 39	Margen EBITDA agente receptor (Valores Corrientes)	70

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1 Composición de Equipos Asociados a las TIC	9
Figura 2 Variación de ventas anuales por grupos 2012-2011	17
Figura 3 Variación de importaciones anuales 2012-2011	18
Figura 4 Residuos generados por aparatos eléctricos y de consumo	19
Figura 5 Flujograma de la gestión RAEE en Bogotá	20
Figura 6 Diagrama de proceso de fabricación de productos metalúrgicos	34
Figura 7 Diagrama de proceso del agente receptor	50
Figura 8 Proceso de separación por corrientes Tipo Eddy (ECS)	52
Figura 9 Sistema de compresor y serpentín	52
Figura 10 Proceso de drenaje de nevera	53

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A Protocolo de entrevistas a agentes receptores y actores informales	78
Anexo B Entrevista a recuperadores y comerciantes en el sector informal	80
Anexo C Diagramas de proceso por Líneas de desensamble	87
Anexo D Evaluación de Localización Agente Receptor	91
Anexo E Fichas técnicas de maquinaria utilizada	95
Anexo F Estudio de tiempo del desensamble manual de nevera	97

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica ha permitido el uso de distintos aparatos eléctricos y electrónicos, los cuales se han ajustado a las necesidades actuales de los usuarios. Sin embargo ¿Qué pasa con estos aparatos cuando se convierten en residuos ?. La respuesta se podría justificar con las cifras de residuos urbanos que incluyen las partes de aparatos eléctricos conocidos como RAEE. Aunque esta problemática es algo que se ha visto en los últimos años la falta de políticas persistentes acrecentado esta situación.

Actualmente en Bogotá los programas de reciclaje y disposición se realizan para residuos orgánicos o comúnmente llamados “reciclables”. Mientras que para residuos de tipo RAEE se ha limitado los programas a actividades primarias de recolección. Según lo anterior esto se puede sustentar con la gestión formal que realizan un pequeño grupo de empresas que actúan como agentes receptores. Las cuales manejan un porcentaje del 6% con respecto a todos los residuos de tipo RAEE que se producen en la ciudad¹. Cabe mencionar el trabajo que realizan además otros actores vinculados de manera informal, los cuales solo recuperan el 2% de este tipo de residuos.

De acuerdo con los estudios realizados a nivel nacional por entidades como el Ministerio de Ambiente (MAVDT), el Centro Nacional de Producción más limpia (CNPML) y el Instituto federal suizo de pruebas e investigación (EMPA). En los cuales se han establecido los lineamientos técnicos para la gestión de RAEE como el diagnóstico de la situación actual. En comparación con el programa general para la gestión y manejo integral de RAEE en Bogotá realizado por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) y otros estudios realizados a nivel investigativo en donde se simulan distintos modelos de gestión para RAEE; los cuales profundizan en esta problemática. En su mayoría indican como una solución efectiva la creación de centros de acopio especializados y plantas de reciclaje para este tipo de residuos. La creación del agente receptor surge a partir de la necesidad en cuanto al aumento de estos residuos generados a nivel industrial y residencial como también por la mínima oferta, ya que no son muchos los centros de acopio o plantas de RAEE en Bogotá.

Por otra parte el agente receptor representa una opción de negocio por la valorización de distintos materiales que pueden incluirse en otros procesos productivos además de usar el factor humano como un recurso importante lo cual representa una alternativa de empleo en el sector del reciclaje. Este estudio técnico se realiza con la finalidad de establecer las condiciones operativas para la creación de un agente receptor de residuos eléctricos y electrónicos RAEE en las líneas de comercialización blanca, marrón y gris a través de un servicio para generadores de tipo industrial en Bogotá.

¹SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA). Estudió sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Bogotá. Bogotá, Colombia. 2010. Disponible en internet: <<http://oab.ambientebogota.gov.co/comunidad.shtml?apc=m1e-4509-4509-&x=4509>>

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la importancia que tiene el desarrollo de una gestión para el aprovechamiento este tipo de residuos. Se plantea el estudio técnico para la creación de un agente receptor de residuos eléctricos y electrónicos RAEE como una opción para la reducción de residuos generados en el sector doméstico como industrial, por medio de la prestación de un servicio para el reciclaje no solamente primario sino integral en cuanto a la valorización y reutilización de materiales ferrosos, pesados, plásticos entre otros, que pueden ser utilizados como materias primas en otros procesos además de brindar una adecuada disposición de residuos no recuperables para mitigar el impacto que generan en el medio ambiente². Con lo cual se ofrece una alternativa en el manejo de los RAEE a través de la aplicación de procesos variados para la recuperación, reciclaje y reuso de estos residuos que constituyen un problema ambiental significativo, contribuyendo en la protección de la salud y el ambiente.

Por otra parte desde el ámbito académico se pretende a través de la logística inversa exponer un modelo práctico que se ajuste a las condiciones de la demanda por medio de la aplicación de herramientas operativas las cuales permitan definir la competitividad del agente receptor en el periodo de montaje y ejecución.

² EL NUEVO SIGLO. Colombia sabrá qué hacer con sus residuos eléctricos y electrónicos. [en línea]. [Consultado 12 .Mar.2013]. Disponible en < <http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/11-2012-colombia-sabr%C3%A1-qu%C3%A9-hacer-con-sus-residuos-el%C3%A9ctricos-y-electr%C3%B3nicos.html> >

1. GENERALIDADES

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción.

De acuerdo con el aumento en el consumo de nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) se ha visto un gran aumento de aparatos de tipo eléctrico y electrónico que entran en desuso los cuales en su mayoría se transforman en residuos conocidos como RAEE; que son una amplia parte del material que es dispuesto en los rellenos sanitarios y que se han convertido en otra fuente de contaminación. Debido a que hasta el momento no se tiene un plan de gestión formal para su manejo adecuado a nivel domiciliario e industrial. Sin embargo a mediados del 2013 se aprobó la ley 1672, donde se especifica la política pública de gestión de RAEE, que determina la responsabilidad post-consumo de productores, consumidores y gestores de RAEE. Con lo cual hasta este año esta ley entraría en rigor. Por otra parte en Bogotá existen pocos agentes receptores que funcionan como empresas formales y acreditadas por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) bajo la resoluciones 1634 de 2004 y 4147 de 2007; las cuales cumplen con las políticas ambientales para la gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL) y otras normas de carácter internacional. Pero estos agentes solo se encargan de la gestión y el manejo de un estimado de 1.400 toneladas del total de 21.959 toneladas que en el año se producen en la ciudad³. Según lo anterior, se justifica la creación de un agente receptor de esta clase de residuos que se encargue de su manejo de acuerdo con su grado de peligrosidad, logrando así la valorización y aprovechamiento de materiales a partir de su reciclaje o disposición final adecuada.

1.1.2 Formulación.

Teniendo en cuenta la importancia de una disposición adecuada de los residuos de tipo eléctrico y electrónico RAEE, se tiene una oportunidad de negocio debido a que la mayoría de agentes receptores se encuentran en el sector informal y no cuentan con la certificación por parte del SDA, que es el ente regulador para la gestión de RAEE en Bogotá⁴. Por lo anterior se propone la realización del estudio técnico para la creación de un agente receptor especializado en el almacenamiento, desmontaje, clasificación, reciclaje y disposición final de este tipo de residuos, que permita determinar ¿Qué posibles ventajas y desventajas técnicas y operativas tiene la creación de un agente receptor de residuos RAEE de tipo industrial en Bogotá?.

³ SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA). Estudió sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Bogotá. Bogotá, Colombia. 2010.

⁴ HOYOS, Juan Carlos. Desarrollo y aplicación de un modelo de simulación de un sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos asociados a las tic en Colombia para analizar su viabilidad tecnológica y financiera. Escuela de Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2011.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General.

Establecer las condiciones técnicas y operativas para la creación de un agente receptor de residuos eléctricos y electrónicos RAEE de línea blanca, marrón y gris a nivel de generadores de tipo industrial en Bogotá.

1.2.2 Específicos.

- Caracterizar los principales agentes receptores encargados de la gestión de RAEE en Bogotá.
- Determinar un plan de comercialización según la oferta actual de materiales recuperados provenientes de residuos eléctricos y electrónicos RAEE.
- Diseñar un plan de operación para el almacenamiento, valorización y aprovechamiento de los RAEE de acuerdo con las condiciones de la demanda
- Determinar la viabilidad económica de la comercialización de RAEE en Bogotá.

1.3 ALCANCE

Determinar la viabilidad técnica y operativa para la creación de un agente receptor en el reciclaje o disposición final de residuos eléctricos y electrónicos RAEE a nivel de Bogotá, para los grandes y medianos generadores de residuos sólidos, que tengan establecidos dentro de sus planes de gestión la disposición final de todos los residuos propios de su actividad.

1.4 METODOLOGIA

La investigación que se realizó fue de tipo exploratorio para conocer la situación actual del manejo de los RAEE en Bogotá con el fin de obtener información relevante respecto a las técnicas operativas y financieras aplicables en la creación del agente receptor, Esto a través del estudio detallado de las fuentes primarias y secundarias referentes a la problemática RAEE a nivel local y nacional. Dentro de los instrumentos utilizados para la recopilación de información de forma primaria se tiene la entrevista; la cual se diseñó de tipo no estructurada y que se aplicó para el análisis de agentes receptores y actores informales los cuales conforman la cadena de valor de los RAEE.

1.4.1 Entrevista de tipo no estructurada

La entrevista de tipo no estructurada se utiliza para explorar o indagar sobre temas, conocimientos o actitudes en las cuales no se tiene información o por el contrario se ha investigado sin mayor profundidad. A través de preguntas abiertas, dirigidas de forma flexible con las cuales el entrevistado expresa su opinión y se logra obtener información explícita del tema de investigación. De acuerdo con este instrumento se analizaron las condiciones en que funcionan los agentes receptores para determinar características en cuanto al servicio que ofrecen, los procesos que realizan y las cantidades de residuos que gestionan para establecer las diferencias más relevantes entre cada uno de ellos. De igual manera se aplicó el mismo tipo de entrevista a actores del sector informal. Sin embargo estas entrevistas se realizaron con el fin de determinar la participación de recuperadores y comercializadores en el manejo de RAEE además de su proporción en relación con otros residuos.

1.4.2 Perfil del entrevistado

Agentes receptores de RAEE en Bogotá que se encuentran en el sector formal y tienen reconocimiento por la secretaria distrital de ambiente. Actores que trabajan de manera informal en el manejo de los RAEE (recuperadores y comercializadores). Se realizaron las entrevistas a recuperadores y comercializadores ubicados en las localidades de ciudad bolívar y kennedy (nivel de recuperación) puesto que realizan el proceso inicial de gestión de las partes o componentes de tipo RAEE.

1.4.3 Fuentes para recopilación de información

Para el estudio técnico se utilizaron fuentes de información secundaria a través de una revisión documental y análisis de información en:

- Estudios realizados por el EMPA (instituto suizo de materiales y tecnologías) entre el 2008 y 2010. En donde se incluyen los diagnósticos a nivel nacional y distrital de la problemática de RAEE
- Normas, acuerdos y lineamientos vigentes publicados por la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA) y Ministerio de Ambiente (MAVDT). Programas en el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel distrital y en otras partes del país.(cifras de generación de RAEE)
- Estudio de bases de datos sobre investigaciones de materiales provenientes de los RAEE y su comercialización a través de instituciones como Proyecto RAEE para Colombia, Centro Nacional de Producción más Limpia (CNPML), Asociación de Recicladores de Bogotá (ARB), Asociación Nacional de Industriales (ANDI), Ministerio de Tecnologías de Comunicación (MINTIC) entre otros.
- Trabajos de investigación relacionados con los sistemas de gestión RAEE (logística inversa)

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO

A partir de la década de los ochenta comenzó el desarrollo de tecnologías orientadas al consumo, por lo que se han producido y distribuido grandes cantidades de aparatos eléctricos y electrónicos lo cual ha sido para la industria electrónica y principalmente la de producción de aparatos el sector de mayor crecimiento en los países desarrollados. Pero así como el aumento del consumo de los aparatos electrónicos ha sido vertiginoso a nivel mundial, así también ha ido aumentando la producción de desechos de este tipo de productos ocasionado por la sustitución, renovación o eliminación paradójicamente por el desarrollo de los mismos (cambio tecnológico).⁵

Estos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, también conocidos bajo los términos RAEE o en inglés e-Waste, contienen una amplia gama de aparatos como computadores, aparatos electrónicos de consumo, equipos de telecomunicación, pero también electrodomésticos y herramientas. La gran cantidad de RAEE ha creado una nueva línea industrial: el reciclaje de RAEE. El reciclaje de aparatos electrónicos por un lado puede ser un negocio lucrativo por lo que estos contienen componentes valiosos como oro y plata pero también plásticos y vidrio. Muchos países de la OCDE (organización para la cooperación y el desarrollo económico) han implementado o están en proceso de implementar regulaciones y directrices para la recolección y el reciclaje de RAEE. Como consecuencia del Convenio de Basilea, estos países miembros han desarrollado tecnologías y procesos que reducen los riesgos del aprovechamiento de RAEE.

En América latina, los sistemas de recolección, gestión, valorización, reciclado y disposición final de los residuos RAEE, están conformados por una red compleja y diversa de actores, canales y procesos. Lo cual indica que el desarrollo de la industria de reciclado (empresas gestoras) se encuentra en estado inicial y es insuficiente. La alternativa al tratamiento de equipos obsoletos es su desmontaje, que implica la separación de componentes, tratando los elementos tóxicos y vendiendo algunos materiales recuperados localmente y exportando los materiales valorizables en los mercados internacionales a empresas recicladoras.⁶

En Colombia la iniciativa del sistema de gestión de RAEE se origina en el 2007 a partir de los proyectos patrocinados por la Secretaría Federal Suiza de Asuntos Económicos (seco), Instituto Federal Suizo de la Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías (EMPA) y Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA). Con lo cual se busca una mejor gestión de los flujos de RAEE a partir de métodos viables y sostenibles económicamente.

⁵ FERNÁNDEZ, Gustavo. La Cadena de valor de los RAEE. Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Sudamérica. Marzo, 2007. Pag.6

⁶ SUR CORPORATION OF SOCIAL STUDIES AND EDUCATION. Project: Regional Platform on PC electronic waste in Latin American and the Caribbean. Santiago, Chile. May, 2007

Sin embargo existe un amplio sector de empresas que trabajan de manera informal. Debido principalmente a que aún no se ha incluido el tema de los RAEE en la legislación pero se tiene una gran experiencia en la aplicación del concepto de la responsabilidad extendida del productor en la normatividad vigente.

Actualmente en Bogotá son pocas las empresas formales que realizan algún tipo de transformación o gestión de RAEE en el país, pero algunas de ellas dentro de sus servicios ofrecen la gestión de estos residuos. Este servicio generalmente está dirigido al sector empresarial puesto que este sector normalmente mantiene un flujo constante de residuos hacia estos gestores (agentes receptores), además le interesa que sus residuos sean manejados de una manera ambientalmente adecuada y cuentan con la capacidad económica para pagar por la prestación de un servicio de manejo de sus residuos, lo que no sucede con el sector domiciliario y que también tiene un aporte significativo.

La mayoría de estos gestores (agentes receptores) reciben los equipos enteros y cobran a sus clientes por encargarse de todo el proceso de desmonte, aprovechamiento y disposición final de manera directa o a través de aliados internacionales; pero algunos de estos también compran partes a los intermediarios que forman parte de la conexión con el sector informal.⁷

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 ¿Qué es RAEE?

Es un término que hace referencia a los aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad. Incluye los aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, teléfonos móviles y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados. En inglés, los términos más usados son e-waste, e-scrap o Waste Electrical and Electric Equipment (WEEE), El cual equivale al término de RAEE en español.⁸

Según la definición dada por varias instituciones que se han dedicado al estudio de esta problemática a nivel mundial la organización StEP (solving the e-waste problema-2005) la define como “la cadena de suministro inversa que recupera productos que ya no desea un usuario dado y los reacondiciona para otros consumidores, los recicla, o de alguna manera procesa los desechos”.

En inglés, el término más conocido es e-waste, el término oficial de la Unión Europea. WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment). Este término se impuso a nivel internacional contra otros términos como e-scrap o e-trash. En español, WEEE equivale a RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) que es el termino oficial que se usa en los países de habla española.⁹

⁷ RESTREPO, Lina María. Manejo de los RAEE a través del sector informal en Bogotá, Cali y Barranquilla. Bogotá, Colombia Abril 2010.

⁸ BLASSER, Fabian. e –wasted programme. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia- Diagnostico de electromésticos y Aparatos electrónicos de consumo. Octubre 2009

⁹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos Técnicos para el manejo de residuos eléctricos y electrónicos. Centro Nacional de Producción más Limpia. 2011.

2.2.2 Clasificación de los RAEE.

De acuerdo a la clasificación dada por la Directiva de la Unión Europea sobre RAEE en el 2002 se establece 10 categorías en las cuales los aparatos eléctricos y electrónicos según sus características se clasifican cuando llegan al término de su vida útil y se convierte en residuos. También se clasifican de acuerdo a los procesos que se aplican a estos aparatos cuando son residuos. Actualmente en la comercialización de los RAEE se manejan tres líneas básicas en relación con el estudio técnico a realizar estas líneas son:

Línea blanca: La línea blanca que hace referencia a los grandes y pequeños aparatos de electrodomésticos vinculados principalmente a la cocina y limpieza del hogar. La nevera, el horno, la estufa, la campana de extracción, la lavadora, la calentadora o el aire acondicionado son unos ejemplos de aparatos de la línea blanca.

Línea gris: Comprende los equipos y aparatos de la gama de las Tecnologías de información y comunicación (TIC) e incluye por ejemplo computadores, impresoras, copiadoras, celulares y periféricos.

Línea marrón: forman parte los electrodomésticos y equipos electrónicos de consumo como por ejemplo televisores, equipos de video y música.¹⁰

2.2.3 Características de los RAEE.

Para la fabricación aparatos eléctricos y electrónicos se utilizan distintos tipos de materiales, los cuales pueden ser valiosos desde el punto de vista económico como peligrosos en cuanto a su grado de exposición al ambiente. Cuando un aparato eléctrico y electrónico entra en desuso es incierto su manejo, Principalmente cuando estos llegan a rellenos sanitarios donde sus componentes pueden tener sustancias peligrosas y se disponen con residuos orgánicos en el ambiente. Aunque la cantidad de sustancias peligrosas es mínima y puede variar de un aparato a otro, se deben aprovechar al máximo los materiales de alto valor y disponer de estas sustancias de forma adecuada. Un ejemplo de estos puede ser la composición de los equipos asociados a las TIC como aparece a continuación:

¹⁰ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op.cit., pag 13.

Figura 1. Composición de Equipos Asociados a las TIC.



Fuente: Diagnostico de computadores y teléfonos celulares. EMPA 2008

2.2.4 Técnicas de muestreo no probabilístico para análisis de actores.

Según las técnicas de muestreo conocidas se encuentra las de tipo probabilístico en las cuales se utiliza la estadística para seleccionar y limitar la muestra. Se caracteriza por el principio de equi probabilidad en la cual todos los elementos de la población pueden ser elegidos al azar en la muestra. Este tipo de muestreo se utiliza en investigaciones de tipo cuantitativo, descriptivo y correlacional.

Por otra parte existe el tipo de muestreo no probabilístico que se establece por la no equi probabilidad puesto que utiliza otros criterios de selección como el criterio del investigador, características de la población etc. Con lo cual se busca que la muestra sea lo más representativa. Este tipo de muestreo se utiliza en investigaciones de tipo cualitativo, exploratorio y documental.

Dentro de las técnicas de muestreo no probabilístico están las de tipo accidental, conveniencia, por cuotas y rastreo. En la siguiente tabla se resumen las técnicas más utilizadas y sus características:

Tabla 1. Tipos de muestreo no probabilístico

Muestras no Probabilísticas	Características
Accidental	Se obtienen sin ningún plan preconcebido. Las unidades elegidas resultan producto de circunstancias fortuitas y no controladas. Este tipo de muestreo no presenta alto grado de veracidad en los resultados por su característica.
Intencional-por conveniencia	El muestreo se realiza con base en el conocimiento y criterios del investigador. Se basa en la experiencia con la población y se usa como guía o muestra tentativa para decidir sobre una

	posible muestra aleatoria.
Por cuotas	Se calcula el tamaño de la muestra dependiendo de la distribución de la población. Se parece a un muestreo estratificado pero no tiene consideraciones probabilísticas. Se establece por conocimiento de los estratos de la población o representativos para la investigación.
Por rastreo "bola de nieve"	Se emplea en investigaciones de tipo histórico o documental. En este tipo de muestreo los primeros elegidos como encuestados proponen la selección de los restantes en la muestra. Esta técnica se utiliza para localizar por referencias a miembros de poblaciones peculiares o difíciles de acceder.

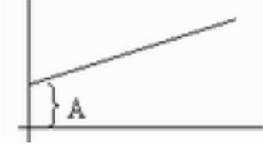
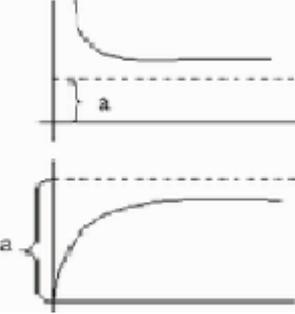
Fuente: Método de investigación de Arístides Vara Homa.

2.2.5 Técnicas de proyección de Demanda.

Es un elemento importante debido a que se constituye en el 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 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 tiempo.

Tabla 2. Tipos de proyección de demanda

Tipos de proyección	Ecuación f (tiempo)	Grafica
Lineal	$Y = A+BX$	
Exponencial	$Y = ae^{bx}$	
Logarítmica	$Y = a+b \ln x$	
Asintótica	$Y = a+b/x$ $Y = a-b/x$	
Potencia	$Y = ax^b$	

Fuente: Dirección y administración de operaciones. Aquilano. 2004

2.2.6 Lineamientos para la recolección y almacenamiento de RAEE.

Para cualquier esquema de recolección y almacenamiento se debe tener en cuenta los siguientes lineamientos los cuales buscan el manejo adecuado de los RAEE destinados a desensamble, reparación o disposición final:

- Instalarse en un lugar techado protegido de las condiciones del ambiente.

- Depositar temporalmente 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 a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados.
- Realizar la clasificación por diferentes categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega a los procesos o empresas especializadas.
- Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que se almacenen, no deben ser desensamblados ni manipulados sin las medidas de seguridad correspondientes.

2.2.7 Medidas técnicas para instalaciones de almacenamiento y reciclaje de RAEE.

En cuanto a las medidas técnicas que se deben efectuar para el almacenamiento y reciclaje de RAEE se encuentran:

Protección contra la intemperie: El almacenamiento de los aparatos debe ser en condiciones ambientales adecuadas donde estos no se exponga a la intemperie y puedan ser foco de infección o agentes contaminantes por las sustancias que los componen. En cuanto a las áreas destinadas a desensamble de aparatos de línea blanca deben tener una adecuada ventilación; con señalización y funcionar a parte de las áreas destinadas para desensamble de otros aparatos. El piso de las áreas de desensamble y almacenamiento deben ser impermeables para evitar infiltración de sustancias a los suelos.

Capacidad de almacenamiento: La capacidad de almacenamiento está sujeta al nivel de inventario que se pretenda manejar. Por lo que se hace necesario el uso de estantería de tipo pesado (1 a 3 ton) para el control de estibas o cajas en las cuales se almacene los aparatos o partes para su distribución a procesos posteriores. Para partes que contienen sustancias peligrosas y que se han desensamblado deben almacenarse separadamente. Teniendo en cuenta que deben embalarse y rotularse de forma especial para su identificación y posterior manejo. Por ejemplo las baterías las cuales contienen Níquel y Cadmio o las pantallas de TRC en las cuales se debe minimizar el riesgo de rotura por su alto contenido de plomo deben envolverse en plástico y almacenarse de forma separada.

Transporte y Logística: Para el transporte y logística se tiene en cuenta los aparatos o partes cuando estos llegan al centro de acopio como cuando van hacer distribuidos a procesos posteriores y/o otros agentes receptores. Cuando estos son transportados deben colocarse en estibas de forma apilada, sujetos (si se transportan) y protegidos por una película plástica para que no sobresalga la carga. Igualmente se debe tener en cuenta las medidas de seguridad necesarias si son partes o aparatos con sustancias peligrosas. Estas deben transportarse de forma separada eliminando el riesgo de derrame o contacto con el medio ambiente. Especialmente si son partes o aparatos con pantallas o que contiene tintas o sustancias químicas para su funcionamiento.

Registros y procedimientos: En cuanto a los registros y procedimientos se debe llevar un registro para inventario de los equipos que se obtienen como de las partes o aparatos que estén destinados para reuso y desensamble manual. De igual forma de los materiales valorizables se debe llevar un registro en cuanto a cantidad recuperada.

2.2.8 Proceso de funcionamiento general aparatos eléctricos

Para evaluar si un aparato eléctrico o electrónico es apto se realizan actividades de reuso y reacondicionamiento. Esto con el fin de prolongar la vida útil de forma que puedan volverse a comercializar. El reciclaje tiene como objetivo el desensamblar los equipos que han perdido su funcionalidad por el contrario el reuso permite conservar el aparato con todas sus partes de forma conjunta con lo cual se genera un valor mayor. Entre las actividades de reuso y reacondicionamiento se encuentran:

- El reuso directo de aparatos eléctricos, en donde no se realiza ninguna modificación ya que funcionan de forma adecuada, lo cual permite su comercialización a terceros o su donación.
- El reuso de partes o componentes de aparatos eléctricos en donde no es posible establecer la funcionalidad conjunta del aparato por lo que es más conveniente desensamblar de forma especial el aparato eléctrico para obtener las partes que están en buen estado y se pueden reusar .
- Reacondicionamiento de aparatos eléctricos o de sus componentes, con lo cual se busca la reparación o restauración del equipo para establecer su funcionalidad o de sus componentes para ser intercambiadas en otros equipos para que estos funcionen de forma adecuada.

2.2.9 Criterios para clasificar los aparatos para reuso.

La clasificación es una tarea que se realiza de acuerdo a las características físicas del aparato que se acopia. Como esto es algo dispendioso y no se puede establecer minuciosamente si un aparato es apto para reuso se tienen los siguientes criterios:

- La edad del aparato: Determina el consumo de energía y agua, así como los riesgos intrínsecos del aparato.
- El tipo y el modelo del aparato: Se establece 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 (productos de tecnologías de la información y de la comunicación).
- El estado general del aparato.¹¹

2.2.10 Procesos de Demanufactura.

La demanufactura es un proceso que se realiza a los aparatos o componentes cuando ya se ha establecido que no son aptos para reuso por lo que se quiere recuperar materiales que son valorizables y pueden comercializarse para la fabricación de nuevos productos. Dentro de los procesos de demanufactura se encuentra:

¹¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op.cit., pag 27

- Desensamble manual.

Consiste en separar las partes o componentes que conforman los equipos eléctricos de forma que puedan clasificarse de acuerdo a características similares. Esto con el fin de determinar que componentes pueden contener sustancias peligrosas, los cuales deben ser reciclados con tratamientos especiales.

- Desensamble Mecánico.

Se utiliza para procesar y recuperar los materiales que se encuentran en las partes o componentes separadas de forma manual. Para obtener los materiales, las partes o componentes que han sido separadas previamente (no contienen sustancias peligrosas) pasan por el proceso de trituración y luego por la separación, esto con la finalidad de reducir las partes en materiales, que luego se separan de acuerdo al tipo de material.¹²

Entre los métodos que se utilizan con mayor frecuencia en el desensamble mecánico se encuentran la trituración por rodillos, por molino, cribado, mesas densimétricas y separadores magnéticos o electrostáticos.

2.2.11 Procesos de tratamiento y disposición final.

Para recuperar materiales valorizables se realizan procesos de tratamiento teniendo en cuenta la viabilidad técnica de esta parte o componente con residuos peligrosos. Cuando no es viable la recuperación se utilizan procesos de disposición final para eliminar o disminuir el riesgo de exposición de estas sustancias al medio ambiente. Dentro de los procesos de tratamiento y disposición final se encuentran:

- **Reciclaje químico:** para la recuperación metales no ferrosos y otros materiales como plásticos.
- **Fundición:** Tratamiento térmico directamente por calentamiento con o sin oxígeno con el fin obtener materiales básicos o hacer materiales reforzados.
- **Destilación al vacío:** Este proceso se realiza generando un precalentamiento y disminución de la presión del aire para captar en forma de vapor las sustancias que luego se condensan para su eliminación.
- **Incineración:** Se realiza con la finalidad de disponer de forma segura el material inerte. Este proceso también se usa para recuperar el poder energético de algunos materiales y utilización de escorias o cenizas con sustancias químicas.
- **Celda de seguridad:** Para una disposición segura de residuos de materiales de incineración se utilizan las celdas de seguridad. Por ejemplo los materiales con sustancias peligrosas y que no se pueden recuperar se deben llevar a celdas de seguridad bajo requerimientos técnicos adecuados.

¹² BIZKAIA. Reciclado de materiales, perspectivas y tecnologías. Gaiker , 2007. Pág. 60.

2.3 MARCO METODOLOGICO.

La entrevista es un instrumento cualitativo que se utiliza para recoger información a través de un proceso de comunicación en el cual el entrevistado responde a cuestiones previamente diseñadas por el entrevistador. Mediante el cual se busca un aporte de conocimiento sobre un tema de interés específico. Las modalidades o tipos de entrevista están dadas por su estructuración y finalidad. En cuanto a esto se pueden definir varios tipos:

- **Entrevista estructurada:** Se refiere a una situación en que el entrevistador pregunta a cada entrevistado una serie de preguntas preestablecidas con una serie limitada de categorías de respuestas. Es un protocolo de preguntas y respuestas prefijadas que se sigue con rigidez. Las preguntas suelen ser cerradas, proporcionando al sujeto las alternativas de respuesta que debe seleccionar, ordenar o expresar sobre el grado de acuerdo o desacuerdo.
- **Entrevista no estructurada:** Es un esquema de preguntas que no tienen una secuencia prefijada. Se realizan preguntas abiertas en el cual el entrevistado puede responder de forma flexible. Este tipo requieren de más preparación debido al análisis que debe hacerse de las respuestas obtenidas. En investigaciones etnográficas se denominan entrevistas informales.
- **Entrevista dirigida:** Esta modalidad consta de una lista de cuestiones o aspectos que han de ser explorados durante la entrevista. El entrevistador puede adaptar la forma y el orden de las preguntas. El estilo suele ser coloquial, espontáneo e informal. Se garantiza que no se omita información sobre temas importantes.
- **Entrevista no dirigida:** El carácter no directivo de la entrevista es su rasgo distintivo. El entrevistador debe crear un clima para facilitar que el entrevistado se exprese libremente. Se caracteriza este tipo de entrevista porque se habla de un tema propuesto en donde se reduce el grado de estructuración.

2.4 MARCO LEGAL

De acuerdo con la normatividad que reglamenta el manejo de los RAEE a nivel nacional, se relaciona de forma general las leyes, decretos y resoluciones vigentes las cuales incluye residuos peligrosos algunos relacionados con RAEE¹³. Según lo anterior en cuanto a leyes se tiene:

- **Ley 1672 de 19 de julio 2013.** Lineamientos para la política pública de la Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE generados a nivel nacional.
- **Ley 1252 de 2008.** Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
- **Ley 253 de 1996.** 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;

¹³ HOYOS, Juan Carlos Op. cit. Pag.28

mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua; sustancias y artículos de desecho.

En cuanto a los decretos y resoluciones que hacen mención a residuos peligrosos de tipología RAEE se encuentran:

- **Decreto 1609 de 2002.** Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre de mercancías peligrosas.
- **Decreto 4741 de 2005.** Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
- **Decreto 838 de 2005.** disposición final de residuos sólidos y otras disposiciones. planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como actividad complementaria.
- **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 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005
- **Resolución 1297 de 2010.** Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones.
- **Resolución 1511 de 2010.** Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de bombillas y se adoptan otras disposiciones.
- **Resolución 1512 de 2010.** Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones.
- **Artículos de la constitución.** 8-79-80-95-209. Deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente a través del aprovechamiento de los recursos naturales.

3. AGENTES RECEPTORES EN EL MANEJO DE RAEE EN BOGOTÀ

3.1 ESTUDIO DEL SECTOR

3.1.1 Desarrollo actual de la industria electrónica y las tecnologías de la Información.

El avance de la tecnología ha incrementado el uso de distintos aparatos eléctricos y electrónicos que sin duda permiten cubrir cada día más las necesidades de los usuarios. Sin embargo se observa que su vida útil disminuye y cuando cumplen con este tiempo se convierten en aparatos obsoletos. Con respecto a esto en el 2012 las ventas de equipos de sonido, de televisores, neveras, hornos microondas y ventiladores, entre otros bienes de uso, impulsaron la industria colombiana. Esto se evidencia en el aumento en la producción real en un 14% de aparatos de uso doméstico al igual que el incremento en ventas en un 13%.

Por otra parte el incremento en la producción real de aparatos de comunicaciones como también el aumento en la producción en las industrias básicas de hierro, acero y fundición de metales en un 12,1 % y las ventas en un 6,3% en enero a noviembre 2012.¹⁴

Figura 2. Variación de ventas anuales por grupos 2012-2011



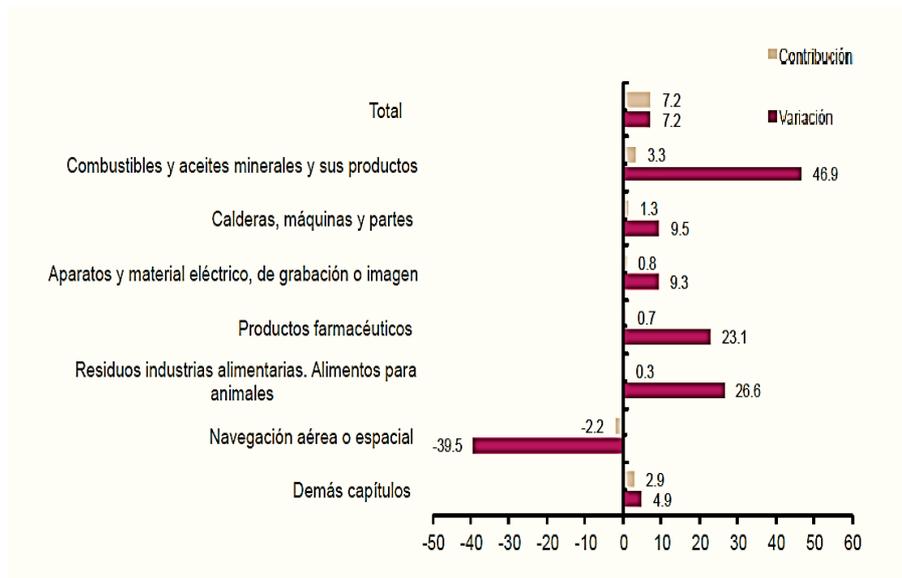
Fuente: DANE 2013. Informe de indicadores coyunturales.

¹⁴ ANDI, Los aparatos de uso doméstico sacaron la cara por la industria en 2012-Informe DANE. [en línea]. [Consultado 30 .Mar.2013]. Disponible en : <[http:// www.elpais.com.co](http://www.elpais.com.co) />

3.1.2 Ventas e Importación de aparatos eléctricos y electrónicos.

De acuerdo con el informe de indicadores coyunturales del DANE se puede observar el incremento en las ventas en Equipos de informática que incluye aparatos de tecnología de uso doméstico en un 24 % en Diciembre de 2012-2011. Por otro lado la importación de aparatos eléctricos en el 2012 fue de un 9,3% lo cual permite ver el aumento en el uso de aparatos de tipo eléctrico de cualquier tipología.

Figura 3. Variación de importaciones anuales 2012-2011.



Fuente: DANE 2013. Informe de indicadores coyunturales.

3.1.3 Diagnóstico de la gestión RAEE en Colombia.

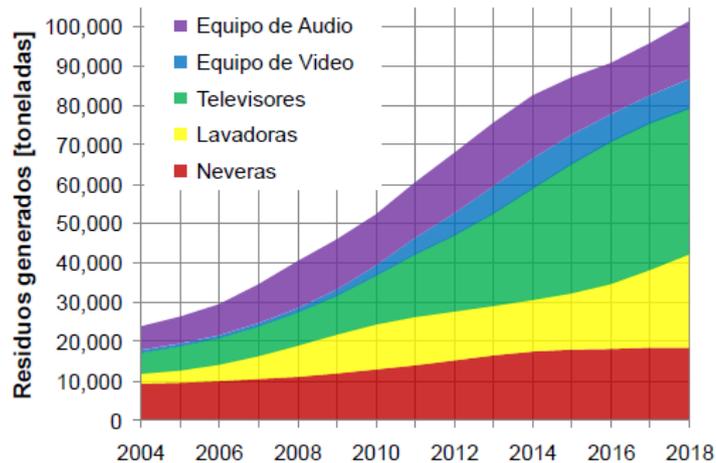
En Colombia la gestión de los RAEE está fundamentada en el aprovechamiento y reciclaje de materiales valiosos además del reuso de aparatos eléctricos a partir de una gestión informal. La falta de una legislación que regule los procesos de recolección, valorización y recuperación de estos residuos ha causado un impacto negativo en el ambiente principalmente por las diferencias que los RAEE tienen como residuos de lo que generalmente se conoce como residuo ordinario o común. Puesto que por prácticas indebidas en su disposición final llegan a ser punto de contaminación de recursos como el suelo, las corrientes de agua, el aire además de la salud humana que se ve expuesta a sustancias peligrosas que estos pueden contener.¹⁵

Según la ONU en el mundo se producen 50 millones de toneladas de RAEE al año. En Colombia en promedio se producen 110000 toneladas lo que constituye 2,4 kg/habitante/año. Actualmente el volumen de RAEE está en aumento la causa principal es el cambio tecnológico. De acuerdo a la información de tipo diagnóstico recopilada en estudios realizados por la EMPA (Instituto Federal Suizo de Prueba e Investigación de Materiales y Tecnologías)

¹⁵ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Op.cit., pág.7

en colaboración con la cámara de electrodomésticos de la ANDI (asociación nacional de industriales) se ha determinado que la generación de RAEE se duplica cada 5 años. Lo cual puede compararse con las ventas de aparatos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones que crecen cada año.

Figura 4. Residuos generados por aparatos eléctricos y de consumo.



Fuente: EMPA –ANDI. Diagnóstico de Aparatos eléctricos y de consumo.

la Figura 5 muestra el índice de contaminación que de manera exponencial se tienen de los residuos de aparatos que son más contaminantes. Entre los cuales se encuentran con un mayor índice neveras y televisores. De acuerdo con lo anterior en la producción de neveras se prohibió el uso de CFC (Clorofluorocarbono) en el año 1997. Sin embargo se tiene una gran cantidad de aparatos obsoletos y residuos con estas características actualmente.

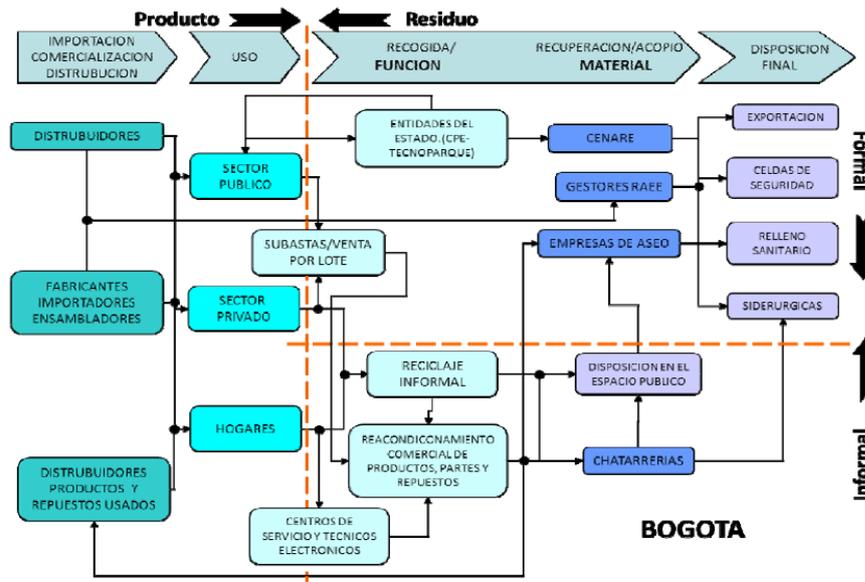
Para el 2018 en Colombia se proyecta un 40% todavía de estos residuos. En el caso de los televisores se está en busca del manejo prioritario de las pantallas de TRC (Tubos de rayos catódicos) que conforman el 100% de los aparatos obsoletos actualmente. Aunque cabe mencionar que las pantallas LCD es una de las tecnologías recientes en el diseño de televisores está en investigación los mecanismos para su manejo cuando entre en deuso. Se proyecta para el 2018 un 35% de estos residuos.

3.1.4 Proceso de manejo de los RAEE en Bogotá.

El crecimiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Bogotá se puede ver como consecuencia de la falta de un sistema de gestión práctico en términos de compromisos de los diferentes actores que se benefician con su producción y uso. Se puede identificar la relación que hay entre cada uno de los actores involucrados, los cuales realizan su proceso de forma especializada y en donde se trabaja la extracción de metales principales de los RAEE. Con el fin de suplir la demanda de empresas que requieren materias primas como es el caso de los metales y otros materiales que pueden obtenerse de los RAEE. El flujo

de producto que inicialmente aparece con los distribuidores y productores de aparatos eléctricos cambia cuando inicia el uso por parte de los generadores y aparecen los residuos los cuales son manejados por gran parte de actores que trabajan en el sector informal. La conexión entre el sector informal y formal la cumplen los intermediarios quienes hacen posible el acopio de material a través del sistema de compra y venta por lo cual se logra el manejo de material para su transformación. El siguiente flujograma presenta la situación actual de la gestión RAEE en Bogotá.

Figura 5. Flujograma de la gestión RAEE en Bogotá.



Fuente: EMPA –CNPLMTA. Manejo de los RAEE a través del sector informal.

Entre los actores que conforman la cadena de valor de los RAEE tanto en el sector informal como formal se encuentran:

3.1.4.1 Recuperadores.

Son las personas que se dedican a la separación y recolección de RAEE. Se caracterizan por el reciclaje de RAEE y de otros residuos como el papel, vidrio, cartón etc. Los recuperadores tienen esta labor como fuente principal de empleo de forma independiente. Los RAEE que obtienen algunas veces provienen del sector domiciliario y en su mayoría de los negocios de reparación y venta de aparatos eléctricos y de consumo usados.

3.1.4.2 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.

3.1.4.3 Cooperativas y fundaciones.

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 trabajan en la gestión del reciclaje en general y son muy escasas las organizaciones que realizan proyectos para el manejo de estos residuos. Por ejemplo en Bogotá se puede hablar de la asociación de recicladores de Bogotá (CEMPRE) que tiene vinculadas a todas las cooperativas que trabajan en el manejo de residuos y que hacen aprovechamiento de los mismos.

3.1.4.4 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.

3.1.4.5 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. Se encuentran ubicadas en las zonas portuarias de Barranquilla y Cartagena.

3.1.4.6 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. En Bogotá con la administración actual las empresas prestadoras de aseo trabajan por convenio o contratación con la unidad administrativa especial de servicios públicos (UAESP) a través del programa "Basura cero" cuyo objetivo es lograr que los residuos sólidos no sean enterrados o incinerados como sucede en los rellenos sanitarios sino que sean aprovechados y devueltos a su ciclo productivo en su totalidad.

3.2 ANALISIS DE AGENTES RECEPTORES

En la cadena de valor de los RAEE se encuentran los agentes receptores, los cuales juegan un papel importante porque gestionan de forma integral los residuos a través de procesos de recolección, transporte, reciclaje, reuso y disposición final. En Bogotá existen varios agentes autorizados para el manejo de estos residuos. Para obtener información se realizó una entrevista en donde se contactaron las empresas que tienen reconocimiento por parte de la secretaria distrital de ambiente SDA en el manejo de residuos peligrosos en Bogotá; principalmente las empresas que tienen certificación en los procesos de almacenamiento, tratamiento o disposición final de RAEE. En la siguiente tabla se relaciona los agentes receptores entrevistados previamente:

Tabla 3. Agentes receptores entrevistados.

Agente Receptor	Ubicación	Contacto	Teléfono	Correo/Web
Gaia Vitare	Cr 123 #15-35/45 Bod 5	Felipe Sanchez	4216592	www.gaiavitare.com
Lito Ltda	Calle 12 B #36.81	Jennifer Rodriguez	4057373	www.litoltda.com
Lasea Soluciones EU.	Cr 80 #16D -11	Luis Fernando Guerrero	3102220175-2929329	laseasoluciones@yahoo.com
Aire Ltda	Calle164 #113D-15	Diana Ramirez	3112600123-7123176	infoaire@yahoo.com
CPE- CENARE	Cr 100 # 25C-11	Angel Camacho	2921032-4219624	camacho@computadoresparaeducar.gov.co

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Interpretación y análisis de información entrevistas Agentes Receptores.

Se realizó un cuadro comparativo que resume la información suministrada por cada agente receptor en cada una de las entrevistas con el fin de relacionar todo estos hallazgos; en cuanto a características comunes como los servicios que ofrecen, procesos que realizan, cantidades que manejan y usuarios que utilizan sus servicios. Con el fin de hallar diferencias significativas entre cada uno de ellos.

Entre las diferencias que se hallaron están que cada uno de estos agentes receptores se especializa en algún proceso de la gestión de RAEE y se tiene una clasificación diferenciada de estos residuos. Sin embargo, de los agentes gestores que se contactaron solo dos se dedican al tratamiento de materiales mientras que los otros tres desarrollan actividades de recolección y acopio.

Por otra parte los flujos de residuos que se están manejando no son muy exactos por lo que es difícil determinar el nivel de residuos que captan cada uno de estos agentes. Por lo cual se tiene en cuenta las cifras presentadas por la secretaria distrital de ambiente (SDA) en estudios anteriores.

Tabla 4. Cuadro Comparativo de Agentes Receptores

Características	Gaia vitare	Lito Ltda	Lasea Soluciones EU	Aire Ltda	CPE-CENARE
<i>Servicios</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección • Transporte • Tratamiento • Disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Almacenamiento • Disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección • Almacenamiento • Disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección • Transporte • Almacenamiento temporal • Disposición final 	<ul style="list-style-type: none"> • Reacondicionamiento • Ensamble • Mantenimiento • Aprovechamiento de RAEE
<i>Procesos RAEE</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desmontaje manual ➤ Despiece manual ➤ Despiece mecánico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Despiece manual ➤ Almacenamiento de sustancias peligrosas y E-Scrap 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos de demanufactura y logística de RAEE 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Despiece manual y comercialización de partes de aparatos y RAEE 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Clasificación de partes ➤ Despiece manual ➤ Reacondicionamiento ➤ Reuso de partes ➤ Aprovechamiento de RAEE
<i>Cantidad de RAEE</i>	<p>-40% Residuos de Computadores</p> <p>-30% Residuos Electrodomésticos</p> <p>-30% otros Residuos</p>		-Recolección de 1000 Ton/año		<p>-70% partes reacondicionadas y en reuso</p> <p>-30% Residuos de RAEE</p>
<i>Usuarios</i>	Sector Domiciliario Sector Industrial	Sector Industrial	Sector Domiciliario Sector Industrial	Sector Industrial	Sector Industrial Entidades Públicas y particulares
<i>Diferencias</i>	Por recuperación de materiales no ferrosos, plásticos ,cobre y aluminio	Recuperación de PCB's contenido en equipos en deuso, electrodomésticos y RAEE.	Servicio de Logística inversa para RAEE	Recolección de aparatos obsoletos, despiece y venta de partes a terceros	Programa para proveer de computadores a las escuelas públicas para desarrollo de las TIC

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Análisis de actores vinculados con la gestión de los RAEE a nivel informal en Bogotá.

Para conocer de forma más amplia el trabajo que realizan las personas y otras empresas en la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y que se encuentran en el sector informal, se realizó una entrevista de tipo no estructurada en la cual se hizo énfasis en cinco aspectos:

- Antigüedad en la tarea.
- Entrega de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recuperados.
- Los procesos o técnicas que utilizan para el reuso, reciclaje o disposición final.
- La cantidad y características de RAEE que pueden gestionar.
- Los problemas actuales en el manejo de los RAEE en Bogotá.

La entrevista se realizó a recuperadores y comercializadores, los cuales hacen parte de la cadena de gestión de los RAEE y que aceptaron colaborar con la investigación. De acuerdo con la entrevista realizada a los agentes receptores se utiliza el mismo tipo de entrevista no estructurada. Con la finalidad de conocer la influencia del sector informal en el manejo de los RAEE en Bogotá. Para ello se formularon las siguientes preguntas que aparecen en el formato de entrevista y que se aplicó de acuerdo a las características del entrevistado.

Para determinar la muestra se utilizó muestreo intencional o de conveniencia en el cual se realizaron entrevistas a recuperadores y comercializadores ubicados en las localidades de Ciudad Bolívar y Kennedy¹⁶. Puesto que son las dos localidades que concentran mayor número de actores informales y además presentan mayor índice de recuperación de residuos sólidos en la ciudad.¹⁷ Por otra parte se contactó el centro de Acopio de La Alquería, el cual es el único centro de acopio a nivel distrital que por medio de rutas de recolección selectiva en 15 localidades incluidas las mencionadas anteriormente, recibe una cantidad considerable de residuos para recuperación. Por lo cual resultaba conveniente ya que se quería determinar si dentro de estos residuos se tenían algún porcentaje de característica RAEE.

3.2.3 Interpretación y análisis de entrevistas actores a nivel informal.

Teniendo en cuenta la información obtenida en las entrevistas se realizó una síntesis de los aspectos que se establecieron inicialmente a través de un mapa general. Después de esto se realizó un consolidado a través de categorías las cuales nos expresan particularidades de los actores vinculados en el sector informal. De forma general se observa como los distintos procesos que se realizan en el sector informal para la recuperación de los RAEE. Son principalmente el reuso y el reciclaje. El reuso se origina cuando el aparato eléctrico o sus partes tienen alguna funcionalidad. Por lo que el recuperador de oficio puede comercializar el aparato o las partes en los centros de reparación de electrodomésticos.

¹⁶ INFORMACION dada por Mauricio Calderón, funcionario Centro de Acopio Alquería. Bogotá 14 de marzo 2013

¹⁷ ARB. Mapa de organizaciones en Bogotá [en línea]. [Consultado 15 .Mar.2013]. Disponible en < <http://asociacionrecicladoresbogota.org/> >

El reciclaje se desarrolla a través del proceso de desensamble manual con el fin de recuperar los materiales de las partes que no tienen funcionalidad o de aparatos que son obsoletos, los cuales el comercializador informal puede adquirir a través de los recuperadores de oficio o generadores y que vende a intermediarios que recuperan el material para los otros actores que conforman el sector formal.

En la categorización de forma más específica para recuperadores se definió el tipo de recuperador por el tiempo de experiencia y la dedicación que el recuperador tiene en la labor del reciclaje.¹⁸ Como además otros aspectos como la entrega de RAEE y los procesos o técnicas usadas en los cuales se observa la comercialización con actores directos y en pocos casos a otros comercializadores o sitios especializados a través del proceso de desensamble manual. Por otra parte en los aspectos de cantidad y características de RAEE y las problemáticas que dificultan su labor, se observa que la participación de los RAEE es menor en comparación con otros residuos sólidos que son reciclables. Puesto que de forma esporádica encuentran aparatos y a veces las condiciones en que deben recuperar las partes valorizables puede disponerles de gran cantidad de tiempo por lo que a veces deciden no reciclar estos residuos.

Cabe mencionar que en la categorización realizada para comerciantes se estableció que el tipo de comerciante se define si es intermediario es decir compran y vende distintos materiales donde se incluyen los RAEE o solamente es un comerciante minorista donde su capacidad está limitada por el almacenamiento. Igualmente a procesos y técnicas usan el desensamble manual por lo que comercializan con componentes y algunas veces reciben equipos no desensamblados, En cuanto a cantidad de RAEE manejan un porcentaje menor del 40% en comparación con otros residuos y las problemáticas que enfrentan están la dificultad de transporte de los residuos y los precios variables de metales ferrosos.

Por otro lado en medio de la realización de las entrevistas se evidenció la falta de un centro de acopio para el manejo de estos residuos. Según la información suministrada por Mauricio Calderón encargado del Centro de reciclaje de La Alquería, en este punto solo se recibe material como papel, cartón y vidrio. Los materiales ferrosos y otro tipo de materiales que llegaban al centro solo representaban menos del 6% por lo que a partir de este año se decidió no recibir este tipo de residuos. Según lo anterior se puede ver la problemática en cuanto a que no se tiene un agente receptor consolidado en Bogotá.

¹⁸ ENDA COLOMBIA. Clasificación del recuperador está dada en su experiencia y la dedicación que tiene en la actividad. [en línea]. [Consultado 20 Abr. 2013] Disponible en <<http://www.cempre.org.co/Documentos/4.%20indicadores%20de%20las%20organizaciones%20RECICLAJE%20VERSION%20FINAL%20agosto%201%202011.pdf> >

Tabla 5. Actores del sector informal entrevistados

ENTREVISTADO	CONTACTO	UBICACIÓN
Recuperador 1	Wilson Díaz	La Estancia, Galicia
Recuperador 2	Amelia Castro	Perdomo
Recuperador 3	Bernabé Rodríguez	Kennedy
Comercializador 1	Excedentes Industriales Ltda	El Tintal
Comercializador 2	Comercializadora JTL	Madelena
Comercializador 3	Juan Ramírez	El Tintal
Comercializador 4	Centro de materiales Rivera	San Francisco
Centro de Acopio Alquería	Mauricio Calderón	Alquería la fragua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Mapa general de actores en el sector informal

Aspectos de análisis	Recuperador 1	Recuperador 2	Recuperador 3
Antigüedad en la tarea	-15 años experiencia en reciclaje como oficio	-12 años experiencia en el reciclaje como actividad de supervivencia	-13 años experiencia en el reciclaje permanente
Entrega de RAEE	-Sitio de compra venta especializado en RAEE.	-Centros de servicio técnico Sitios de compra y venta de materiales ferrosos (chatarra).	-Comercializadores, sitios de compra venta y centros de reparación.
Procesos y Técnicas	-Desensamble manual.	-Revisión, reuso y desensamble manual.	-Desensamble manual y clasificación.
Cantidad y característica de RAEE	-Cantidad menor a otros residuos como papel y cartón. (2 por semana) - Partes que contienen metales. -Aparatos como radios y televisores.	-Cantidad menor a otros residuos como papel cartón y plástico. -No pero son partes que contiene cobre, aluminio o chatarra. -Partes de aparatos como televisores máquinas, monitores de computadores y carcasas de radios.	-30% de todo el material que se recicla como el papel y cartón. - partes o componentes que tienen metales -Tarjetas de circuito, bobinados de motores, partes en aluminio y cobre
Problemática actual	-No observa ninguna dificultad con respecto al manejo de RAEE. -El reciclaje es mínimo ya que todo se lleva a la basura y los RAEE son los que tiene mayor aprovechamiento.	-El trabajo de desensamblar las partes de aparatos para comercializar los RAEE. -Que no se separa el material de otros residuos lo cual dificulta el reciclaje de RAEE	-Falta de apoyo de la alcaldía en la actividad del reciclaje. -Las personas no reciclan y aunque los RAEE se comercializan su entrega es complicada por parte de los usuarios

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Continuación

Aspectos de análisis	Comerciante 1	Comerciante 2	Comerciante 3	Comerciante 4
Antigüedad en la tarea	-13 años de experiencia en comercialización y almacenamiento	-15 años de experiencia	-10 años de experiencia	-11 años de experiencia compra – venta materiales ferrosos
Entrega de RAEE	-Intermediarios y empresas de recuperación y tratamiento de RAEE.	-Intermediarios y empresas de aseo.	-Empresas de fundición y particulares	-Empresas de fundición y siderúrgicas
Procesos y Técnicas	-Revisión y desensamble manual	-Almacenamiento de partes	-Desensamble manual y clasificación	-Almacenamiento de partes
Cantidad y característica de RAEE	-40% de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. -Maquinaria obsoleta y aparatos que contengan cobre ,aluminio o hierro - Componentes que se pueden desmontar y obtener materiales como metales y plásticos	-50% de partes de aparatos eléctricos y electrónicos. -Partes de neveras, motores, maquinas , fuentes de poder circuitos y cables -Residuos de aparatos eléctricos son partes de neveras máquinas etc.	-30% de aparatos eléctricos y electrónicos -Partes de lavadoras, transformadores, neveras , televisores y balastos -Los RAEE son los materiales que provienen de electrodomésticos o máquinas	-30% de aparatos eléctricos y electrónicos -Montajes eléctricos y partes de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan cobre ,aluminio y otros metales -Los RAEE es chatarra electrónica y se clasifican según los materiales de sus componentes
Problemática actual	-Cantidad de personas para desensamblar las partes de aparatos eléctricos que llegan. -Empresas que realicen el tratamiento de todos los residuos	-Los precios variables de los materiales provenientes de los RAEE. -No se recicla ningún material o residuo por falta de cultura ciudadana.	-Cantidad de tiempo que dispone el desensamble manual que requiere mano de obra. -Falta de participación por desconocimiento de las personas en el reciclaje.	-Transporte de los aparatos eléctricos grandes y la cantidad de residuos que se puede obtener de aparatos eléctricos pequeños. -Falta de colaboración por parte de las personas en el reciclaje.

Tabla 7. Categorías previstas para recuperadores y comerciantes

	Aspectos (Tópicos)	Categorías Previstas
1	Antigüedad tarea	Tipo de recuperador-comerciante
2	Entrega de RAEE	Actores directos
3	Procesos y técnicas	Recuperación material
4	Cantidad y Características	Participación en relación a otros residuos - Tipología de RAEE
5	Problemática actual	Externa-interna

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Resumen de categorización para Recuperadores

Tipo de recuperador
1. Reciclaje como oficio 2. Reciclaje como actividad de supervivencia 3. Reciclaje permanente
Actores directos
1. Centros de servicio técnico 2. Sitios de compra-venta (chatarrerías)
Otros actores
1. Sitios especializados
Recuperación material
1. Desensamble manual
Otros procesos
1. Revisión 2. Clasificación
Participación de RAEE en relación con otros residuos
1. Cantidad menor a otros residuos (papel y cartón) 2. 30% del material que se recicla.
Tipología de RAEE
1. Aparatos como radios y televisores 2. Partes de computadores
Conocimiento de RAEE
1. Partes que contienen metales 2. Partes que contienen cobre, aluminio o chatarra 3. Partes o componentes que tienen metales
Otra tipología RAEE
1. Tarjetas de circuito, bobinados y partes ferrosas
Problemática externa-interna
1. Reciclaje mínimo afecta aprovechamiento de RAEE 2. Desensamble manual para comercializar RAEE
Otras problemáticas
1. Falta de apoyo de la Alcaldía

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Resumen de categorización para Comerciantes

Tipo de comerciante
1. Intermediarios 2. Comerciantes minoristas
Actores Directos
1. Intermediarios 2. Empresas de tratamiento 3. Empresas de aseo
Recuperación material
1. Desensamble manual
Procesos Acopio
1. Almacenamiento de partes
Participación de RAEE en relación con otros residuos
1. 40% de RAEE 2. 50% de RAEE 3. 30% de RAEE 4. 30% de RAEE
Tipología de RAEE
1. Partes de aparatos eléctricos y máquinas 2. Partes de lavadoras, transformadores, televisores y balastos
Conocimiento de RAEE
1. Componentes que se obtienen metales y plásticos 2. RAEE son partes de neveras, máquinas etc. 3. RAEE son materiales que provienen de electrodomésticos y máquinas 4. RAEE es chatarra electrónica y se clasifica según el material
Otros tipos de RAEE
1. Montajes eléctricos y partes de aparatos eléctricos que contienen metales
Problemática externa-interna
1. Personal para realizar desensamble manual 2. Existencia de empresas para tratamiento 3. Falta de cultura de reciclaje 4. Mano de Obra para realizar desensamble manual 5. Falta de participación por desconocimiento del reciclaje 6. Demanda menor por aparatos pequeños 7. Falta de colaboración en actividades de reciclaje
Otras problemáticas relacionadas
1. Transporte de los aparatos eléctricos a centros de acopio 2. Variabilidad precios de materiales

Fuente: Elaboración Propia

3.3 RESULTADOS

Se puede concluir que dentro de la cadena de valor de los RAEE se incluyen varios actores que se especializan en cada sector generador de estos residuos. Los agentes receptores son grandes recicladores y en su medida transformadores por que se han especializado en tratamiento de algunos residuos. Sin embargo no existe un agente receptor consolidado en Bogotá. Por lo que se tienen la posibilidad de entrar en mercados de comercialización de varios materiales. Aunque se puede afirmar que parte de los residuos que se gestionan de forma mínima son exportados y gran parte de los residuos terminan en disposición final, por el manejo que hacen los actores informales. En donde solo se reusa las partes que funcionan o se reciclan las partes comercializables.

Por otra parte se puede evidenciar que el flujo de RAEE del sector doméstico es alto sin embargo no existe conocimiento sobre el manejo que se le deben dar a estos residuos, lo cual dificulta la labor de los actores informales que tratan de gestionar de forma eficiente todos los materiales, como se hace actualmente con otros residuos como el cartón, papel, icopor, plástico pet etc. Esta situación es mencionada en las entrevistas realizadas a recuperadores. Quienes comparan la comercialización que tiene residuos como el plástico y el cartón con las partes de aparatos eléctricos y electrónicos. (Ver Anexo B)

También se puede ver que las políticas de responsabilidad extendida al productor (REP) como los planes post consumo no se cumplen totalmente en todos los sectores generadores. Por lo que no existen centros de acopio en donde tanto consumidores como fabricantes puedan disponer sus residuos de tipología RAEE. Existen muchos actores involucrados que realizan procesos de acopio y separación pero no se tiene un proceso de reciclaje establecido bajo criterios correctos de valorización o aprovechamiento de materiales.

4. PLAN PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE MATERIALES RECUPERADOS DE LOS RAEE.

4.1 OBJETIVO

Establecer un plan para la comercialización de materiales recuperados, de acuerdo a la situación actual del mercado para precisar la factibilidad de suministro por parte del agente receptor.

4.2 ACTIVIDADES

- ✓ Determinar los materiales que actualmente son comercializables de los RAEE.
- ✓ Identificar las empresas que reciben materiales recuperados de los RAEE en Bogotá.
- ✓ Definir estrategias de promoción y comercialización de materiales recuperados por parte del agente receptor según la oferta actual.

4.3 MATERIALES COMERCIALIZABLES DE LOS RAEE

Los distintos tipos de materiales recuperados de RAEE y la cantidad que se puede obtener dependen de las características del aparato eléctrico y electrónico. Sin embargo la recuperación está dada por el valor en el mercado del material y las opciones en cuanto al reciclaje, tratamiento o disposición final. Actualmente los procesos se originan con el desensamble manual para determinar que partes pueden reusarse. Las partes que no se pueden reusar se despiezan de forma manual o mecánicamente y se obtienen materiales que directamente pueden emplearse en la fabricación de otros productos o por el contrario necesitan tratamientos de fusión, químicos o de incineración para recuperación de materiales y otras sustancias que pueden de nuevo incluirse al ciclo productivo. De acuerdo a lo anterior de los residuos eléctricos y electrónicos se pueden obtener metales ferrosos, no ferrosos, plásticos, vidrio entre otros materiales.

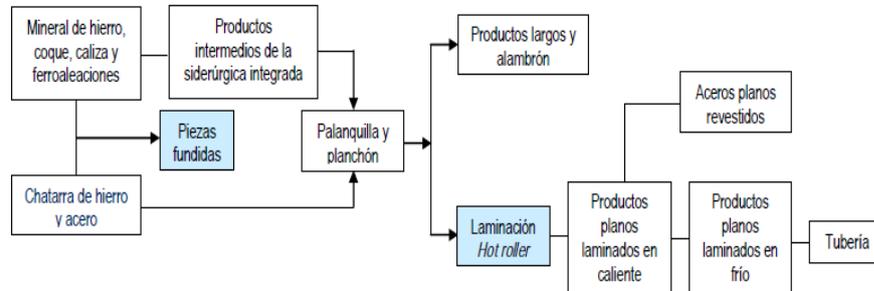
4.3.1 Metales Ferrosos.

Se tienen en mayor porcentaje en los grandes electrodomésticos y equipos informáticos. El aprovechamiento y reciclaje de este tipo de metales constituye un ahorro del 74% en energía, 76% en prevención de contaminación del agua y un 86% de contaminación atmosférica (emisiones de CO₂) la cual se produce con la explotación del mineral de hierro y coque que son los materiales primarios para la producción de acero.

El material recuperado es comercializado con empresas dedicadas a la fabricación de productos metalúrgicos básicos especialmente las industrias básicas del hierro y acero

(CIU271). En la siguiente figura se muestra el proceso que realizan estas empresas y en qué parte del mismo utilizan el material recuperado:

Figura 6. Diagrama de proceso de fabricación de productos metalúrgicos



Fuente Estudio Piloto E-waste en Suramérica CRS.

Las características que debe tener el material que se recupera es que no debe contener sustancias orgánicas como aceites o pinturas. Deben también estar libres de plásticos y de otros metales por lo que se recomienda hacer una clasificación de los componentes y tratamiento mecánico (trituración).

4.3.2 Metales no ferrosos.

Este tipo de metales constituyen los materiales fabricados en cobre, bronce, aluminio, plomo, zinc y aleaciones. Estos metales se encuentran en los RAEE de electrodomésticos grandes de consumo en mayor porcentaje entre 20 y 50% en otros aparatos eléctricos entre un 5% y 7%. La calidad de estos metales es comparable con los metales puros. En la producción de aluminio se tiene un ahorro del 95% de energía cuando se utiliza materiales reciclados en comparación con el proceso que se tiene con la extracción de la bauxita que es el mineral primario para la fabricación del aluminio.

Los metales preciosos como el oro, plata y paladio se utiliza en los componentes como contactos, conectores y tarjetas de circuito integrados (TCI) en forma de baños de protección o de tipo aislante en cantidades mínimas. Aunque no se encuentran en los RAEE en grandes cantidades su recuperación se justifica por los impactos medioambientales que tiene su producción de forma energética. Las empresas que utilizan estos materiales son las industrias básicas de metales preciosos y no ferrosos clasificadas en el CIU 272. Por lo general las partes que contienen cobre, bronce, aluminio y otros metales se separan y pasan por trituración para garantizar su calidad. Las partes que contiene metales preciosos se deben separar y pasar por tratamiento químico para su recuperación total.

4.3.3 Plásticos.

Se encuentran distintos tipos de plásticos en gran cantidad en aparatos eléctricos de comunicación, equipos informáticos y electrodomésticos pequeños. Cabe mencionar que la incidencia en el ambiente puede variar de acuerdo al material reciclado. Por ejemplo para

algunos polímeros el proceso de separación para su reciclaje utiliza la misma cantidad de energía que cuando se produce estos polímeros con resinas puras. En algunas industrias en los mismos procesos internos se reciclan los termoplásticos. Sin embargo el problema con los plásticos generados a partir de los RAEE radica en que están llegando como residuos sólidos a rellenos sanitarios sin adecuados procesos de tratamiento o disposición final.

Los tipos de plásticos que se encuentran en los RAEE son el PS (poliestireno espumado expandido) o también conocido comercialmente poliestireno blanco que es un polímero puro o el poliestireno negro que es de menor calidad. Según la codificación para plásticos post consumo se encuentran en la clasificación 6. Otros plásticos que se encuentran son los ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno-7) y PVC (cloruro de polivinilo-3) en suspensión rígido. También se pueden encontrar otros plásticos como PE (polietileno-4) de baja densidad y PP (polipropileno-5). Su cantidad es variable y depende del aparato eléctrico y electrónico que se tenga que de manufacturar. Para la comercialización de plásticos se debe tener en cuenta que se deben de separar los plásticos que puedan contener retardantes en llama. Estos se encuentran en los cables o plásticos en algunos casos como los ABS, HIPS , ABS/PC y PP.

4.3.4 Vidrio.

Se encuentran en pantallas de televisores de TRC, LCD, monitores de computadores y portátiles. Su cantidad puede variar de acuerdo al aparato y se debe tener en cuenta su composición para su reciclaje ya que el vidrio que componen estas pantallas contienen sustancias como plomo, fosforo y bario. Por ejemplo los televisores de TRC contienen el vidrio de la pantalla y el vidrio cónico. En el vidrio de la pantalla contiene un porcentaje del 14% de óxido de plomo que es mínimo en comparación con el vidrio cónico el cual contiene un 40% de óxido de plomo. El plomo se utiliza como adhesivo refractario en el vidrio, metales o materiales cerámicos por lo que tiene distintas aplicaciones. Para su manejo se recomienda su separación de otros residuos electrónicos y su desensamble parcial de la parte posterior llamada el cañón de electrones para evitar implosión química. En Bogotá existe solo una empresa que hace la separación de los vidrios y el tratamiento de los mismos para comercializarlos con empresas que fabrican fibra de vidrio y revestimientos cerámicos. Aunque el mercado de estas pantallas no es muy conocido se sabe que a nivel informal se están comprando para usarlas en fundiciones con otros metales como cobre, zinc y en otros procesos (revestimiento).

4.3.5 Otros materiales.

Materiales ferromagnéticos: Son materiales que se encuentran en partes de computadores y equipos de sonido. Se caracterizan por ser partes magnéticas y para su recuperación se clasifican a parte de otros materiales. Aunque su cantidad no es mayor se puede comercializar a empresas de fundición.

Espumas y partes de caucho: Son materiales que están presentes en partes de neveras y computadores (monitores y teclados). Por ejemplo en las partes que corresponde a computadores pueden las espumas reciclarse en cambio las que provienen de neveras se tiene que determinar si estas no contiene CFC (clorofluorocarbonados). Estas espumas son PUR (Poliuretano rígido) las cuales se disponen en procesos de incineración o co procesamiento.

Metales preciosos: Se encuentran en componentes como tarjetas de circuito (TCI), conductores y enchufes. Estos metales se aplican en forma de baño y es muy pequeña su cantidad en comparación con materiales que si están en mayor proporción. Los metales son principalmente oro, plata y paladio. Actualmente solo se gestiona su recuperación para comercializarlo con mayoristas que exportan estos componentes a empresas que tiene la tecnología para su tratamiento.

4.3.6 Tarjetas de circuito impreso.

Aunque contienen partes de materiales como cobre y aluminio, también contienen sustancias peligrosas. Estos componentes están presentes en muchos de los aparatos eléctricos ya que sirven para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente otros componentes electrónicos por medio de pistas de material conductor grabadas en láminas de cobre sobre un sustrato no conductor (aislante).¹⁹ Existen varios tipos de TCI son más común encontrar las de tipo multicapa y doble faz.

4.3.7 Condensadores.

Los condensadores son componentes que se encuentran en gran cantidad de dispositivos eléctricos. Su función es almacenar energía eléctrica. Existen de dos tipos los electrolíticos y que contienen PCB. Los electrolíticos tienen compuestos inorgánicos, ácidos orgánicos con diversos disolventes y anticorrosivos (lactonas-amidas). Los condensadores PCB utilizan bifenilos policlorados, los cuales funcionan de forma dieléctrica (sulfato de celulosa de papel en medio una lámina de aluminio y un impregnante). Los PCB se caracterizan por ser de alta estabilidad térmica, densidad y auto inflamación, por lo cual se usan en varios tipos de aparatos. Se pueden identificar por el tipo de cerradura del condensador si es de metal o con resina plástica de forma extendida los cuales contienen PCB como electrolito. Se deben separar y almacenar de acuerdo a sus características. Para su recuperación existen procesos químicos como destilación y tratamiento químico al igual que disposición final por incineración en celda de seguridad y exportación.

4.3.8 Plásticos con retardantes de llama.

De los materiales que tienen una mayor proporción dentro de los residuos eléctricos se encuentran los plásticos. Aunque su reciclaje es complicado por las distintas tipologías que se manejan se deben separar para que puedan tener un tratamiento adecuado. Los plásticos se dividen en dos grupos los termoplásticos y termoestables. Los termoplásticos son los que más demanda tiene y se utilizan en la mayoría de aparatos eléctricos a excepción de algunas resinas de tipo epoxi que se usan en algunas partes de equipos de informática.

Los plásticos con retardantes de llama contiene aditivos que cambian las propiedades de los plásticos por lo que generan un riesgo ambiental si estos no se manejan correctamente. Los aditivos son los RLB o retardantes de llama bromados, los cuales son los PBB (bifenilos

¹⁹ Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial, Op.cit., pág.64

polibromados) y PBDE (éteres bifenílicos polibromados). Estos aditivos se encuentran en plásticos HIPS (poliestireno de alto impacto), ABS Y ABS/PC (ABS con policarbonato).

También dentro de estos aditivos se encuentran también colorantes y estabilizadores que pueden contener plomo, cadmio y cromo. Se identifican cuando los plásticos tienen pigmentación naranja, amarilla, blanca, verde o roja. Dentro de los procesos que se encuentran para el manejo de este tipo de plásticos están el reciclaje mecánico, químico o incineración especial para recuperación de los aditivos. Actualmente se utiliza la incineración especial en donde se recupera los aditivos y se dispone las cenizas en relleno sanitario.

4.3.9 Componentes de Refrigeración.

Los componentes de refrigeración se encuentran en aparatos como neveras y refrigeradores. Estos componentes los constituyen agentes refrigerantes como CFC (clorofluorocarbono), tetrafluoretano y butano. Aceite de compresor (parte de CFC) y los condensadores de tipo electrolito o PCB. De acuerdo a que los residuos de aparatos eléctricos provienen de aparatos en su mayoría obsoletos se debe tener en cuenta en este caso que aparatos como neveras que se fabricaron antes de 1997 contienen como agentes refrigerantes como CFC y HCFC por lo que a partir de este año se prohibieron el uso de estas sustancias por ser agotadoras de la capa de ozono (SAO). En la fabricación actual se utilizan agentes refrigerantes como el tetrafluoretano y el butano.

En Colombia algunas empresas dedicadas a la refrigeración comercial han sustituido el CFC-12 por el gas HFC-134^a. Por otro lado las empresas que fabrican las espumas PUR (poliuretano) han sustituido como agente espumante el CFC-11 por HCFC 141-b. Aunque esto no es regla se debe garantizar que los gases a utilizar no son sustancias agotadoras (SAO) según las políticas adoptadas a nivel nacional (Protocolo de Montreal).

El manejo que se debe tener con estas sustancias es la separación del circuito de refrigeración. En donde se encuentran estos agentes refrigerantes y los aceites, del material aislante que es la espuma PUR, que además contiene los gases de CFC y HCFC. Para su tratamiento se realizan dos etapas; la primera etapa es la separación del agente refrigerante y aceite a través de succión. Después de esto se derivan otros procesos para la eliminación de CFC y HCFC como también el reciclaje del aceite para otros procesos (elaboración de grasas saturadas de bajo potencial). La segunda etapa es la disposición final de la espuma PUR por procesos de incineración y co procesamiento.

4.4 EMPRESAS QUE RECIBEN MATERIALES RECUPERADOS DE RAEE EN BOGOTÁ

De la información obtenida de las entrevistas a agentes receptores formales como también a recuperadores y comerciantes. Se puede observar que existen varias empresas que reciben materiales recuperados de los RAEE ya sea como materias básicas o secundarias. Generalmente los metales ferrosos y no-ferrosos son los que tiene una mayor comercialización. Los vidrios activados y residuos para recuperación de sustancias químicas tiene comercialización pero no es tan amplia y los plásticos sin RTL se comercializan pero con una estricta clasificación (compatibilidad de resinas). Por lo que este mercado para este material se encuentra de manera informal. Cabe mencionar que no existen muchas empresas que se dediquen hacer tratamiento a otros materiales que resultan de la de manufactura y valorización ya que no es viable tecnológicamente. Por lo que se deben tener en cuenta los procesos de

disposición final como alternativa para el manejo adecuado de estos residuos. Realizando una revisión de la información hallada en las bases de datos de cámara de comercio de Bogotá (CCB) por medio de filtro por sector industrial y con los estudios previos realizados por el EMPA, se contactaron las empresas que posiblemente reciben estos materiales. En la siguiente tabla se relacionan algunas de las empresas que confirmaron que actualmente reciben estos materiales:

Tabla 10. Empresas que reciben materiales recuperados de los RAEE

EMPRESA	MATERIAL QUE RECIBEN	PRODUCTOS
Ecoprocesamiento-HOLCIM	Tarjetas de circuitos integrados y plásticos sin retardantes de llama de cualquier categoría.	Base mineral para el Clinker a través de co- procesamiento por horno cementero.
Eternit –Colombiana S.A	Tarjetas de circuitos integrados	Reforzamiento del material para fabricación de tejas, placas de concreto
Manufacturas del cemento	Residuos en cobre , acero y plásticos	Fabricación de Clinker
Biotratamiento de residuos del Muña	Vidrios activados provenientes de televisores de TRC.	Resinas para recubrimientos de productos cerámicos y material para fibra de vidrio.
Trefimallas Ltda.	Residuos en acero, chatarra cobre y aluminio	Material como palanquilla y alambros
Alambres y mallas S.A	Residuos en acero, chatarra cobre y aluminio	Planchas para obtener crisocal, latón y alambres
Ajover S.A	poliestireno reciclado	Material para fabricación de tejas plásticas.
Ladrilleras Yomasa S.A	Vidrio no activado, hierro y aluminio	Base arena para fabricación de ladrillos reforzados
Ladrilleras del Sur S.A	Vidrio no activado, hierro y aluminio	Base arena para fabricación de ladrillos reforzados
Rex metal Cl. S.A	Tarjetas TCI con metales preciosos como oro y plata	Fundición del material para fabricación de joyas
Belmont Trading Colombia	Tarjetas de circuitos y vidrios activados	Exportación para fundición y recuperación de metales

Esquisan S.A	Partes que contengan sustancias químicas como cromo, mercurio, plomo retardantes en llama y PCBs.	Sustancias puras como mercurio, plomo y PCBs
Ecolcin	Aceites provenientes de neveras o congeladores para reciclaje	Recuperan aceites de sistemas de refrigeración y aceites lubricantes usados

Fuente Base de datos Cámara de Comercio de Bogotá –EMPA

En la siguiente tabla se relaciona las empresas que están trabajando con proyectos para la recuperación de plásticos provenientes de los RAEE principalmente los plásticos ABS, PC y PVC en los cuales se investiga el porcentaje de utilización de estas resinas recicladas en la fabricación de nuevos productos. Por lo que podemos considerar estas empresas como posibles clientes potenciales.

Tabla 11. Empresas con proyectos para incluir resinas plásticas recicladas.

EMPRESA	PROYECTOS POR DESARROLLAR
PVC gerfor	Material reciclado PVC para fabricación de tubería y otros productos.
Ajover	Incluir material como PC en tejas especiales
Interplastico	Incluir en la producción de productos plásticos cierto porcentaje de resinas como PVC , PC (fabricación de paneles anti ruido, señales de tránsito, partes de automóviles etc)

Fuente: Información dada por empresas citadas-CCB.

4.4.1 Análisis de la oferta de materiales recuperados de los RAEE.

De acuerdo con la información obtenida en Bogotá solo funcionan como agentes receptores un total de 5 empresas. Las cuales comercializan principalmente metales ferrosos, no ferrosos, plásticos y sustancias químicas entre otros materiales. Estas empresas solo gestionan un 6% de la de RAEE que se generan en Bogotá anualmente. Por otro lado según las cifras de la cámara de comercio en Bogotá existe un gran número de empresas dedicadas a la fabricación básica de hierro y acero, metales ferrosos, no ferrosos y de fundición. En comparación con el número de empresas que comercializan desechos industriales como metales, plásticos y sustancias químicas el cual es inferior, lo que permite una posibilidad amplia de comercialización. Según el estudio de aproximación de mercado de materiales

reciclables realizado en el 2011 por CEMPRE.²⁰ No se tiene una cuantificación del mercado de materiales de tipo electrónico en Bogotá. Sin embargo las características de la cadena de valor indican que el sector informal de la cual hacen parte estas empresas que comercializan desechos industriales tiene una participación del 2% con respecto al manejo de materiales electrónicos que provienen de los residuos que se producen en Bogotá²¹. Cabe recordar que según los datos del estudio del SDA el 40% de los residuos electrónicos se disponen en rellenos sanitarios con otros tipos de residuos. Por otro lado aunque no existen cifras concretas de las empresas que si requieren estos materiales se puede observar que existe un gran interés de recuperación de materiales como el plástico y otras sustancias químicas que de manera informal se están utilizando para otros procesos de fabricación por lo que se tiene más posibilidades en la comercialización de materiales recuperados de los RAEE.

Teniendo en cuenta la información que corresponde a la cantidad en toneladas al año que pueden gestionar de RAEE los agentes receptores y el sector informal se estableció la oferta actual como aparece a continuación

Tabla 12.Oferta actual de RAEE.

Año	Residuos RAEE generados (ton /año)	Oferta agentes receptores (ton/año) 6%	Oferta sector informal (ton-año) 2%	Oferta total (ton/año)
2008	20066	1203,96	401,32	1605,28
2009	20900	1254	418	1672
2010	21327	1279,62	426,54	1706,16
2011	22232	1333,92	444,64	1778,56
2012	23140	1388,4	462,8	1851,2
2013	24055	1443,3	481,1	1924,4
2014	24969	1498,14	499,38	1997,52
2015	25919	1555,14	518,38	2073,52

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 Proyección de Oferta Futura.

Para la proyección de la oferta futura se utilizaron los datos de la oferta actual que ofrecen los agentes receptores y el sector informal. Se utilizó como variable independiente el PIB para Bogotá debido a que esta variable influye en el comportamiento de la oferta. Según lo anterior se tomó los datos de la oferta calculada en años y la variación porcentual de PIB real que es la variable que presenta mayor correlación. Para el pronóstico de la oferta para los años

²⁰ CEMPRE. Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas. [en línea]. [Consultado 1 Dic. 2013]. Disponible en <http://www.cempre.org.co/Documentos/7.%20Aproximaci%C3%B3n_mercado%20RECICLABLES%20VRSION%20final%20agosto%201%20de%202011.pdf>

²¹ Ver Información de estudio de la problemática de la gestión RAEE en Colombia realizado por EMPA y los datos de manejo de RAEE dados por UAESP. Disponible en <http://ingenieria.uao.edu.co/gral/presentaciones_gral/conferencia_central/problematika_retos_gestion_RAEE_colombia.pdf>

siguientes se utilizó un modelo de regresión lineal en función del tiempo (variable x) y el PIB real.

Tabla 13. Datos para estimación de la oferta futura.

Año	Oferta total (ton/año)	PIB real (%)	X=Años
2008	1605,28	4	1
2009	1672	1,9	2
2010	1706,16	2,9	3
2011	1778,56	6,5	4
2012	1851,2	4,5	5
2013	1924,4	4,1	6

Fuente: Elaboración Propia

Ecuación de Regresión lineal

$$\text{Oferta} = 1542,0260 + (-2,2623 * \text{PIB real}) + (63,7863 * X_{\text{AÑOS}})$$

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9908$

Tabla 14. Estimación de la oferta futura.

Años	Oferta Futura
2014	1973,83
2015	2037,61
2016	2101,40
2017	2165,18
2018	2228,97
2019	2292,76

Fuente: Elaboración Propia

Según el modelo utilizado para el pronóstico de la oferta futura, se puede observar que el coeficiente de determinación es alto lo que nos garantiza un porcentaje de predicción alto. Con lo cual se puede predecir con un 99,08% la oferta futura a partir del 2014. Para el cálculo de la oferta futura se tiene en cuenta el porcentaje de PIB real del año base que corresponde al 2011.

4.5 ESTRATEGIAS DE PROMOCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.

Teniendo en cuenta que se tiene una gran demanda de materiales principalmente ferrosos, no ferrosos y plásticos. Los RAEE se convierten en una alternativa en cuanto al aprovechamiento e incorporación de materiales a procesos productivos que son materias primas base para la fabricación de nuevos productos. La alternativa como agente receptor es alcanzar un amplio margen de participación en el mercado que ha sido subestimado por las empresas que actúan como agentes receptores en Bogotá. Con esto se pretende lograr cubrir la demanda de estos

materiales por parte de otras empresas que los requieran. Esto a través de ofrecer un servicio directamente al sector industrial, el cual represente un costo mínimo en cuanto al manejo de estos residuos que están contemplados en los planes de gestión de residuos sólidos de forma especial. De acuerdo a lo anterior este costo estaría dado por el peso en Kg de aparato(s) o componentes que correspondan a las líneas de comercialización que maneja el agente receptor. Por lo que a mayor peso de los aparatos o componentes, menor es el costo de su manejo. Con esto se permite establecer un balance general entre la demanda la cual nos garantiza el nivel de oferta de material a otras empresas.

Por otra parte en mención de la políticas ambientales operativas dadas por la alcaldía mayor de Bogotá para este año y los dos años siguientes se financiara modelos de retoma de RAEE por actores que reciban los RAEE del sector doméstico. Con lo cual también se tiene la alternativa de ofrecer la prestación del servicio al sector doméstico.²²

De acuerdo con los materiales que se logren recuperar estos se van a comercializar a través de un canal directo fabricante-consumidor. El agente receptor actúa como proveedor de estos materiales a fabricantes que los incluyen como materias primas base para la elaboración de nuevos productos o consumidores que compran estos materiales para comercializarlos con otras empresas. Por lo que se trata de materiales de tipo industrial y no de consumo se puede manejar un precio variable con respecto al mercado nacional para esta clase de materiales reciclados. (Valor agregado)

4.6 INDICADORES DE GESTIÓN EN LA COMERCIALIZACIÓN DE RAEE.

Para la medición del nivel de comercialización que puede alcanzar el agente receptor se debe tener en cuenta los procesos generales a desarrollar desde el acopio, la distribución interna y el proceso de manufactura. Lo cual permite establecer la cantidad de materiales que pueden valorizarse de los RAEE. De acuerdo con lo anterior se establecieron los siguientes indicadores que permite evaluar los procesos relacionados con la obtención de materiales:

- *Cantidad de RAEE(s) acopiados* = Tonelada /semana –Tonelada mensual
- *Promedio aparatos o partes para reacondicionamiento según línea (blanca –marrón-gris)*=peso promedio de partes o aparatos. Tonelada /semana-Tonelada/mes
- *Porcentaje de reacondicionamiento* = Promedio aparatos o partes reacondicionamiento/Cantidad de RAEE(s) acopiados
- *Promedio partes o materiales para tratamiento químico* = peso promedio de partes o aparatos. Tonelada /semana-Tonelada/mes
- *Promedio partes o materiales para disposición final* = peso promedio de partes o aparatos. Tonelada /semana-Tonelada/mes
- *Cantidad de RAEE(s) para de manufactura* =Cantidad procesada en la líneas (blanca – marrón-gris) por desensamble manual. Tonelada /semana-Tonelada/mes

²² SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE SDA. Banco distrital de programas y proyectos 2013. [en línea]. [Consultado 26 May .2013]. <
http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/768918/FichaEBI_D_Proyecto826.pdf>

- *Porcentaje de materiales tratamiento químico* = Promedio partes o materiales para tratamiento químico/ Cantidad de RAEE(s) para de manufactura
- *Porcentaje de materiales disposición final* = Promedio partes o materiales para disposición / Cantidad de RAEE(s) para de manufactura
- *Porcentaje de valorización* = (Cantidad de RAEE(s) para de manufactura)- (*Promedio materiales para tratamiento químico*)- (*Promedio materiales para tratamiento químico*) / (Cantidad de RAEE(s) para de manufactura)

4.7 RESULTADOS

Los materiales que provienen de los RAEE son recuperables en su totalidad. Sin embargo se tienen inconvenientes desde el punto de vista económico ya que si es rentable se puede recuperar el material para incluirlo en el ciclo productivo. Precisamente esto se observa con los materiales que se comercializan y que se recuperan de los RAEE. No obstante existe una parte de residuos que no tienen uso y no se comercializan por lo cual deben disponerse buscando la alternativa más adecuada en cuanto al beneficio ambiental que se puede obtener. Las empresas en este sentido están encaminando sus procesos al uso de forma parcial o total de materiales reciclados como estrategia de reducción de costos; en donde se obtenga los mismos o mejores resultados productivos. De igual forma el estudio de estos materiales se hace necesario para el desarrollo de nuevos productos.

Según lo anterior la creación del agente receptor resulta acertada en cuanto a los procesos de reuso como de reciclaje que se pretenden desarrollar por que se pueden obtener recursos significativos como también lograr un aporte ambiental. De acuerdo a esto los materiales ferrosos y no ferrosos son los más comercializados por lo cual gran parte de estos se reciclan. Por otra parte los plásticos componen una gran parte de los RAEE. Sin embargo el proceso de reciclado es uno de los inconvenientes por la compatibilidad de resinas, que es una de las condiciones que se tiene para obtener un material de igual calidad que las resinas vírgenes que se tienen en el mercado.

En cuanto a materiales especiales se tiene el vidrio proveniente de las pantallas de TRC. La separación de la pantalla plana permite reciclar este material en otras aplicaciones ya que no es un vidrio activado. El tubo cónico se usa en fundición para revestimiento de materiales cerámicos. Por lo cual se está comenzando a comercializar. Por otro lado partes como condensadores, baterías y compresores se comercializan con empresas especializadas que se dedican a la recuperación de componentes químicos y metales por lo cual compran estas partes. Los materiales que por sus características se deben disponer son los plásticos con retardantes con llama (RTL) y la espuma de poliuretano ya que no se cuenta con procesos para su recuperación.

5. PLAN OPERATIVO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL AGENTE RECEPTOR

5.1 OBJETIVO GENERAL

Definir el contexto operativo en el cual funcionara el Agente Receptor de RAEE en Bogotá

5.2 ACTIVIDADES

- ✓ Realizar la proyección de demanda para establecer su estimación potencial.
- ✓ Describir el proceso productivo a desarrollar por parte del agente receptor.
- ✓ Determinar los requerimientos necesarios de maquinaria y equipo para el proceso a realizar por el Agente Receptor.
- ✓ Establecer la capacidad de procesamiento que dispone el Agente Receptor.

5.3 PROYECCION DE DEMANDA

Para realizar la proyección de demanda se utilizaron los datos estimados de la generación de RAEE en Bogotá desde el año 2008 hasta el 2015, según estudio realizado entre los años 2010 y 2011 por la secretaria distrital de ambiente (SDA)²³. Cabe mencionar que el estudio calculo la generación de RAEE por cada línea correspondiente totalizando los datos para cada uno de los aparatos clasificados en cada una de las líneas. Para determinar el comportamiento de la variable en este caso el nivel de demanda en el tiempo, se tomaron los datos de cada línea para determinar la tendencia según el modelo de distribución estándar. Se estableció que los datos se ajustan con una mayor correlación a una proyección exponencial. Sin embargo el tiempo como variable independiente no influye en el comportamiento de la variable dependiente en este caso la demanda. Por lo cual se hace necesario utilizar una variable macroeconómica que influya directamente en la demanda. De esta forma se utiliza el PIB de Bogotá debido a que es una variable que presenta mayor correlación con los datos de generación de RAEE.

5.3.1 Estimación de Demanda línea Blanca

Para la estimación de la demanda se tomaron los datos calculados de generación de RAEE y la variación porcentual del PIB real para la ciudad de Bogotá desde los años 2008 hasta el 2013. Se aplicó un modelo de regresión lineal a los datos teniendo en cuenta no solo el tiempo como variable independiente sino además el porcentaje del PIB. Para el cálculo de la demanda futura se toma el porcentaje de PIB del año base que corresponde al 2011.

²³ SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE (SDA) , Op.cit., pag 1

Tabla 15. Datos para estimación de demanda Línea Blanca

AÑOS	Y= Demanda LB (ton/año)	PIB real (%)	X=años
2008	8268	4	1
2009	8592	1,9	2
2010	8748	2,9	3
2011	9071	6,5	4
2012	9392	4,5	5
2013	9713	4,1	6

Fuente: Datos obtenidos del estudio del SDA y DANE.

Ecuación de regresión lineal

Demanda línea Blanca=8001,2538+ (-11,4751*PIB real) + (288,1301*X=años)

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9929$

Tabla 16. Proyección demanda futura Línea Blanca

Años	Demanda (ton/año)
2014	9943,576
2015	10231,706
2016	10519,837
2017	10807,967
2018	11096,097
2019	11384,227

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el modelo utilizado para el pronóstico de demanda, se puede observar que el coeficiente de determinación es alto lo que nos garantiza un porcentaje de predicción alto. Con lo cual se puede predecir con un 99,29% la demanda para cuatro años a partir del 2014. Para la línea blanca. Por otra parte con respecto a las otras líneas se tiene el mismo comportamiento y también aparece el coeficiente de determinación para cada grupo de datos.

5.3.2 Estimación de Demanda línea Marrón

Para la estimación de demanda para la línea marrón se realizó el mismo procedimiento que se hizo con la estimación de demanda de línea blanca. A continuación aparecen los datos utilizados en el modelo de regresión:

Tabla 17. Datos para estimación de demanda línea Marrón

Años	Y= Demanda LM (ton/año)	PIB real (%)	X=años
2008	8023	4	1
2009	8350	1,9	2
2010	8511	2,9	3
2011	8852	6,5	4
2012	9201	4,5	5
2013	9560	4,1	6

Fuente: Datos obtenidos del estudio del SDA y DANE.

Ecuación de regresión lineal

Demanda línea Marrón=7728,6226+ (-13,2682*PIB real) + (306,7683*X=años)

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9907$

Tabla 18. Proyección demanda futura Línea Marrón

Años	Demanda (Ton/año)
2014	9789,797
2015	10096,566
2016	10403,334
2017	10710,103
2018	11016,871
2019	11323,639

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Estimación de Demanda línea Gris

Para la estimación de demanda para la línea gris se sigue el mismo modelo de regresión utilizando el procedimiento usado en las anteriores líneas. A continuación aparecen los datos utilizados:

Tabla 19. Datos para estimación de demanda línea Gris

Años	Y=DEMANDA LG (ton/año)	PIB real (%)	X=años
2008	3775	4	1
2009	3958	1,9	2
2010	4068	2,9	3
2011	4309	6,5	4
2012	4547	4,5	5
2013	4782	4,1	6

Fuente: Datos obtenidos del estudio del SDA y DANE

Ecuación de regresión lineal

Demanda línea Gris=3545,4089+ (-3,5354*PIB real) + (202,4306*X=años)

Coefficiente de determinación $R^2 = 0,9869$

Tabla 20. Proyección demanda futura Línea Gris

Años	Demanda (Ton/año)
2014	4939,443
2015	5141,874
2016	5344,304
2017	5546,735
2018	5749,165
2019	5951,596

Fuente: Elaboración Propia

5.4 DEMANDA POTENCIAL AGENTE RECEPTOR

Para realizar la estimación de la demanda potencial que puede obtener el agente receptor, se totalizó la demanda futura de todas las líneas respecto a cada año proyectado. De igual forma se calculó la oferta proyectada para cada uno de los años citados anteriormente. A partir de esto se comprobó que existe un gran déficit en el manejo de los RAEE generados en la ciudad. Por lo que se puede ver que de las 5 empresas reconocidas como agentes receptores cada una gestiona solamente el 1.2 % de residuos RAEE. Con la creación del agente receptor se pretende manejar un 0.8% del déficit de residuos que actualmente no son gestionados.

Tabla 21. Demanda potencial Agente Receptor

Años	Demanda total ^{3 LÍNEAS} (Ton/año)	Oferta total (Ton/año)	Déficit (Ton/año) $D_{TOTAL}-O_{TOTAL}$	D. Potencial(Ton/año)
2013	24055	1924,4	22130,6	177,045
2014	24672,8168	1973,825344	22698,99145	181,59
2015	25470,14587	2037,61167	23432,5342	187,46
2016	26267,47	2101,397996	24166,08	193,33
2017	27064,80	2165,184322	24899,62	199,20
2018	27862,13	2228,970648	25633,16	205,07
2019	28659,46	2292,756974	26366,71	210,93

Fuente: Elaboración Propia

5.5 DESCRIPCION PROCESO

5.5.1 Acopio

La recolección de RAEE que realizara el agente receptor estará dada por los convenios que se logren hacer con intermediarios e igualmente con empresas que requieran de un manejo adecuado para este tipo de residuos. Para lograrlo se tiene programado un aprovisionamiento semanal. Teniendo en cuenta las características de demanda que está dada por la generación de RAEE en el sector público, industrial y doméstico en Bogotá. El servicio de recolección se ofrece directamente a empresas e intermediarios, en donde se retoma el material a través de un contratista designado que lo transporta hasta el área donde operara el agente receptor. Esto permite mantener un flujo constante lo que por el contrario no ocurre con el sector doméstico que tiene un flujo intermitente debido a los hábitos de consumo de aparatos eléctricos en donde se trata de extender su vida útil.

Por otro lado en cuanto a las actividades de recolección se pretende realizar un almacenamiento temporal a medida que se obtiene los aparatos eléctricos o componentes. Esto a través de contenedores o estibas que permitan un manejo posterior. Para aparatos o componentes con sustancias peligrosas se deben separar y almacenar adecuadamente. Para obtener un buen resultado dentro de este proceso se debe tener un sitio con capacidad de confinamiento y con las mínimas normas de seguridad industrial para evitar incendios y escapes de sustancias peligrosas.

En cuanto a su transporte y logística de forma interna se recomienda que sea de forma ordenada, a través de estibas o cajas y los aparatos o componentes no deben encontrarse a la intemperie. Esto con el fin de evitar su deterioro. También en el transporte y logística exterior se debe verificar que lleguen los aparatos o componentes de forma organizada a través de estibas, contenedores y cajas debidamente sujetas y separadas para su transporte.

5.5.2 Distribución

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 solo 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.

5.5.3 Demanufactura.

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 estas 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.

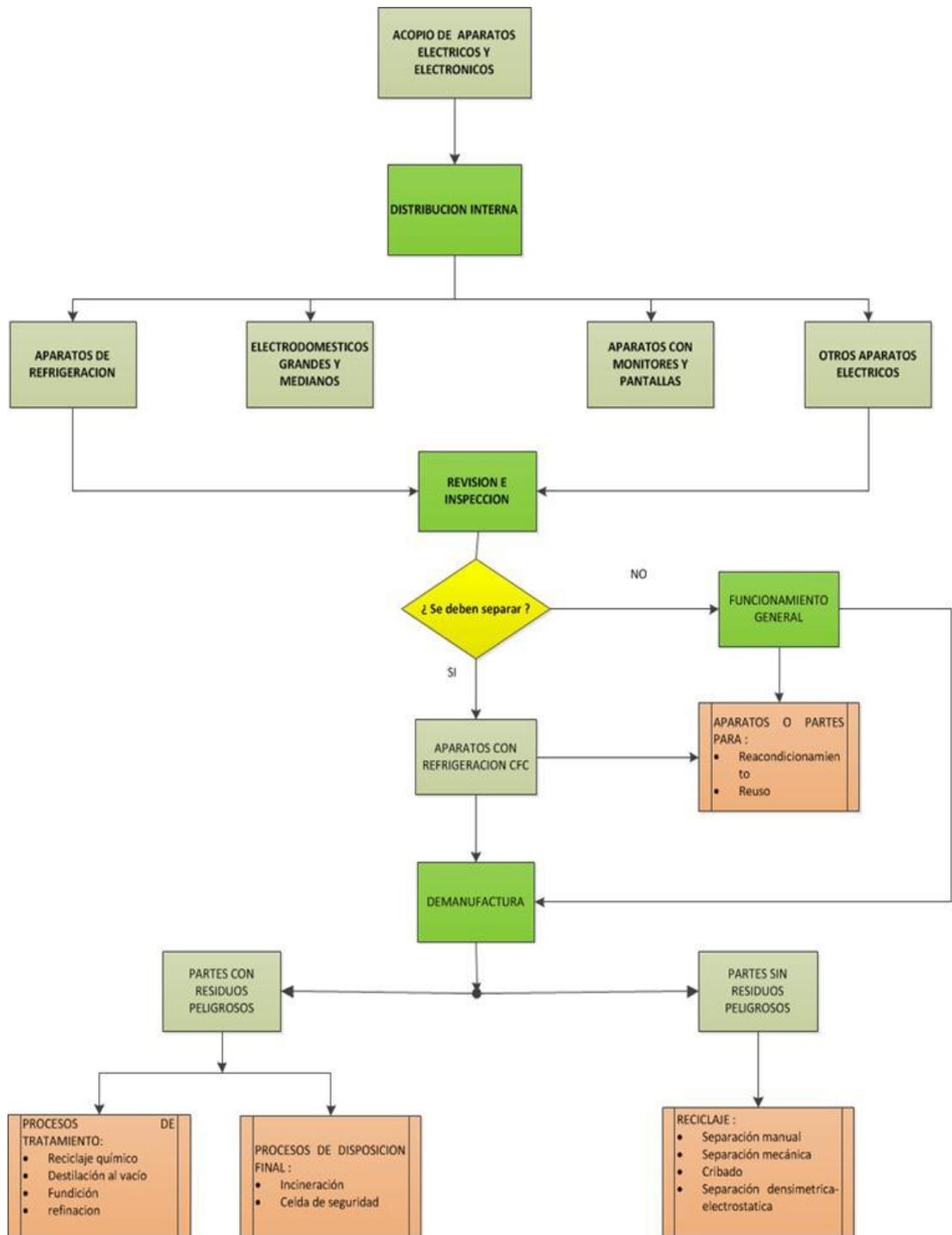
5.5.4 Recuperación.

Para la recuperación directa de materiales valorizables se va a utilizar una máquina trituradora, la cual permitirá procesar las partes sin residuos peligrosos para convertirlos en pequeños fragmentos que luego son separados por medio de corrientes magnéticas para la separación de metales ferrosos, cobre, latón y plásticos no definidos o materiales que no se pueden separar en el desensamble manual. En este proceso se pretende separar los flujos de materiales como chatarra ferrosa, aluminio y cobre para su comercialización. En cuanto a plásticos sin retardantes se trituraran de forma separada teniendo en cuenta la compatibilidad de resinas. En cuanto los plásticos no definidos que se separan generalmente de partes muy pequeñas de RAEE se separan para hacer su disposición al igual que los plásticos con retardantes con llama.

5.5.5 Tratamiento.

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.

Figura 7. Diagrama de proceso del agente receptor



Fuente. Información de reciclado de materiales Indumetal Recycling S.A

5.6 MAQUINARIA Y EQUIPO

Para la recuperación de materiales de las partes o componentes separadas de forma manual se va utilizar los siguientes equipos:

- 1 Molino de disgregación.
- 1 Separador de metales por corriente tipo Eddy.
- 1 Bomba de succión al vacío para recuperación.

5.6.1 Molino de disgregación.

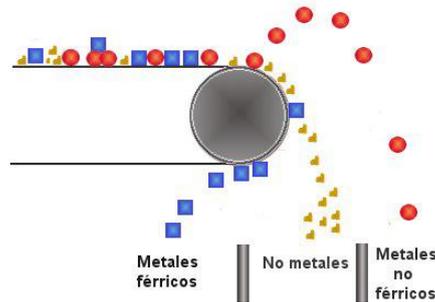
Se conoce comúnmente como máquina trituradora y se encuentran gran cantidad de referencias de este tipo de máquinas. Para el proceso que va desarrollar el agente receptor esta máquina es la indicada ya que después de un desensamble manual se envían los componentes o partes para obtener corrientes de materiales básicos en un tamaño menor. En una máquina de disgregación se pueden procesar chatarra electrónica, cables, placas de circuito eléctrico, compuestos de aluminio, cobre, plástico y otros materiales.

La máquina trituradora puede ser de un eje o doble eje .Para obtener mayor capacidad se utiliza de doble eje .Su configuración especial de 4 motores, ubicados 2 por eje y sistema de cuchillas intercambiables en acero especial. Su sistema de revoluciones bajo permite el tratamiento de materiales difíciles. Se puede configurar en un menor tamaño de acuerdo a las características del material a procesar.

5.6.2 Separador de metales por corriente magnética.

Para separar las fracciones de materiales que se obtienen del proceso de trituración se utiliza este tipo de separador que funciona por circuitos de imanes ajustados a un rotor. El cual gira a altas revoluciones creando una corriente que reacciona con distintos metales de acuerdo a su masa y resistencia magnética. Básicamente se genera una fuerza repelente sobre una partícula cargada. En este caso elementos no metálicos. El campo magnético atrae los elementos ferrosos y el resto de elementos siguen su trayectoria de separación. Este tipo de separador es adecuado para separar aluminio, acero inoxidable, cobre, latón, plásticos no definidos, vidrio entre otros materiales. Según las necesidades de operación del agente receptor se requiere de esta máquina para lograr una recuperación hasta del 95% de cualquier corriente de material.

Figura 8. Proceso de separación por corrientes Tipo Eddy (ECS).



Fuente: www.cetrisa-regulator.com

5.6.3 Bomba de succión al vacío para Recuperación.

Este equipo es necesario para el proceso de recuperación del refrigerante de neveras obsoletas, el cual no se puede eliminar al ambiente y además ya que para realizar el desensamble mecánico de las partes o componentes estas deben estar libres de cualquier sustancia peligrosa. La función de esta bomba es drenar la mezcla de aceite y gas refrigerante que se encuentra internamente en el sistema de refrigeración compuesto por el compresor y serpentín ubicados en la parte trasera de los aparatos de refrigeración. Con las pistolas que forman parte de la bomba se genera presión y a partir de esto y con el vacío que se produce se recupera el refrigerante.

Figura 9. Sistema de compresor y serpentín

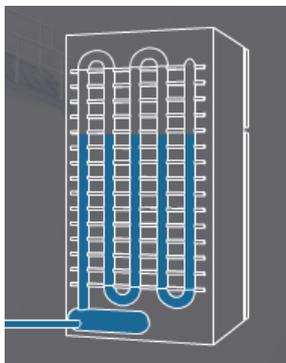


Fuente: Unidad Técnica Ozono Colombia.

Para la recuperación de la mezcla se debe disponer de un vacuometro o manómetro de baja presión para medir el vacío alcanzado en proporción del tiempo. El vacío es una operación que se realiza para extraer los gases no condensables y la humedad absorbida por el sistema al estar expuesto. La bomba rotatoria de paletas compuesta por un estator en la cual gira un rotor con ranuras que está fijo excéntricamente. Las paletas se deslizan a lo largo de las paredes del estator y de esta forma empujan el aire que se ha aspirado en la entrada, para expulsarlo.

finalmente a través del aceite por la válvula de salida. El aceite de la Bomba sirve de lubricante además de barrera y refrigeración.

Figura 10. Proceso de drenaje de nevera



Fuente: [www.simsrecycling.com / weee-recycling-services/free](http://www.simsrecycling.com/weee-recycling-services/free)

5.7 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL AGENTE RECEPTOR

De acuerdo con la demanda potencial a cubrir por parte del Agente receptor. Se estableció la capacidad necesaria con el fin de cumplir con este margen mientras el agente receptor se posiciona en el mercado. Según lo anterior se determinó la cantidad de residuos que anualmente se generarían por líneas de comercialización de acuerdo con los porcentajes que corresponden a las cantidades de aparatos que pueden captarse según su clasificación. Con lo cual a partir de esto se adoptaron otras variables que determinan el funcionamiento del agente receptor.

Tabla 22. Porcentajes de residuos por Líneas

Porcentaje por línea según SDA					
Años	D. Potencial(Ton/año)	Línea blanca (40%)	Línea Marrón (39%)	Línea Gris(19%)	Otros Residuos (2%)
2013	177,045	70,818	69,047	33,639	3,541
2014	181,592	72,637	70,821	34,502	3,632
2015	187,460	74,984	73,110	35,617	3,749
2016	193,329	77,331	75,398	36,732	3,867
2017	199,197	79,679	77,687	37,847	3,984
2018	205,065	82,026	79,975	38,962	4,101
2019	210,934	84,373	82,264	40,077	4,219

Fuente: Elaboración Propia

5.7.1 Cálculo de capacidades.

Para el cálculo de capacidades se adoptaron las siguientes variables como el número de turnos, días hábiles, horas por turno y tiempos de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas utilizadas en el procesamiento de los residuos. A continuación se presentan las variables y su descripción:

Tabla 23. Variables para cálculo de capacidades

Variables	Cantidad	Definición
Máquinas(unidades tecnológicas)	3	Transformación
Numero Turnos	3	Horarios 1) 6-2pm 2) 2pm-10pm- 3) 10pm-6 am. No incluye dominicales y horas extras
*Horas por turno	7.5	Horas/turno (incluye tiempos de descanso y preparación entre turno)
Días hábiles	291	Días/año
Mantenimiento por máquina-m1	0,5	Horas/día
Mantenimiento Anual-M1	432	Horas/año

* Código sustantivo del trabajo. Art 61 - 151. Duración máxima legal de la jornada ordinaria de trabajo y la jornada semanal en horarios flexibles

Fuente: Propia

En cuanto a las variables resumidas en el cuadro se tuvieron en cuenta el número de máquinas. El número de turnos que se deben trabajar para cubrir la demanda potencial. Igualmente la duración de los turnos que se encuentran estipulados en los artículos 51 y 161. Que hacen referencia a la duración máxima de la jornada laboral ordinaria y la jornada laboral semanal de 48 horas a través de horarios flexibles. Con duración de la jornada entre 4 a 10 horas sin recargos por trabajo suplementario. (Ley 789 de 2002)

Por otra parte se determinó el tiempo de mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas que corresponde a 0,5 horas al día. Este tiempo está distribuido en 0,1666 horas por cada turno, Con el fin de evitar pérdidas de tiempo por fallos de máquina durante el proceso.

5.7.1.1 Capacidad Instalada y Disponible.

Teniendo en cuenta las variables anteriores se realizó el cálculo de capacidad teórica, instalada y disponible. Para el cálculo de capacidad disponible se estableció un porcentaje del 2% en pérdidas por factores organizacionales. Puesto que se está realizando la planeación del proceso productivo que debe seguir el agente receptor. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

- **Capacidad teórica-CT**

$3 \times 24 \text{ horas/día} \times 365 \text{ días/año} = 26280 \text{ horas/año}$

- **Capacidad instalada-CI**

CI=CT-M1

$3 \times 24 \text{ horas/día} \times 365 \text{ días/año} - 432 \text{ horas/año}$

$26280 \text{ horas/año} - 432 \text{ horas/año}$

25848 horas/año

- **Capacidad disponible-CD**

CR (Capacidad Real) = $3 \times 7,5 \text{ horas/turno} \times 3 \text{ turnos/día} \times 291 \text{ días/año}$

CR = $19642,5 \text{ horas/año}$

CD=CR-(M1 + (0,02*CR))

CD = $19642,5 \text{ horas/año} - (432 \text{ horas/año} + 392,85 \text{ horas/año})$

CD = $18817,65 \text{ horas/año}$

5.7.1.2 Capacidad por líneas.

Para determinar la capacidad por líneas se tomaron como referencia los aparatos más representativos los cuales presentan una mayor generación de residuos de acuerdo a su composición. De acuerdo a esto se obtuvieron los pesos en Kg de los aparatos como los tiempos estándar de desensamble manual de cada uno de estos. La información de los pesos se encontró en los diagnósticos realizados por el EMPA. Para el tiempo estándar de desensamble de la nevera se realizó un muestreo de trabajo de la operación. Para los otros aparatos se tomaron los tiempos representativos que aparecen en la guía de gestión de RAEE para la unión europea y que hacen referencia al desensamble manual de un pc de escritorio en relación con otros aparatos. En la siguiente tabla se resume la información:

Tabla 24. Tiempos estándar y pesos de aparatos

Tipo de residuo	*Peso promedio en kg	**Tiempo promedio desensamble (horas)
Nevera	50	0,21872
Televisor de TRC	26	0,1875
Pc escritorio	22	0,375

Fuente: Datos obtenidos de EMPA y guía de gestión RAEE- ACRR.

*Para el peso promedio en Kg se tomaron los datos del diagnóstico de residuos electrónicos de aparatos de consumo, celulares y computadores 2009-2010.

**El tiempo promedio de desensamble manual para neveras se obtuvo por un muestreo de trabajo en la comercializadora JTL. Los demás datos se tomaron de la información de la guía de gestión RAEE Comisión Europea 2011.

5.7.1.3 Tiempo estándar de desensamble manual de neveras.

Para llegar al tiempo estándar del desensamble manual de una nevera. Se realizaron algunas muestras con el fin de determinar qué elementos hacen parte de la operación. Se evidenció que la nevera no tiene un desensamble complicado en comparación con otros aparatos. También se determinó que los ciclos de la operación son extensos y se desconoce información de otros estudios o muestreos anteriores para establecer un estándar de la operación. Por lo que fue necesario hacer uso de la tabla de General Electric como guía para saber el número de ciclos apropiados a observar. De acuerdo con lo anterior se realizaron las observaciones pertinentes (8 ciclos) y se determinó el factor de actuación para cada uno de los elementos debido a su larga duración. Para evaluar el desempeño del operario se utilizaron las tablas para calificación del sistema Westinghouse. Con lo anterior se procedió a multiplicar cada factor por el tiempo observado de cada elemento. Una vez obtenidos los resultados estos se sumaron y se promediaron para obtener el tiempo normal de toda la operación.

Por otra parte y con el resultado del tiempo normal de la operación se determinaron los suplementos esto a través de la observación directa de la operación. Esto se aplicó como porcentaje al tiempo normal de ciclo. Con la finalidad de incluir los tiempos por necesidades personales, fatiga y demoras inevitables. Para esto se utilizaron los suplementos recomendados por la OIT (Organización Internacional del Trabajo-ILO). Ver anexo E.

5.7.1.4 Cálculos de capacidad para la línea Blanca.

La operación que define el nivel de gestión o servicio del agente receptor en esta línea es la operación de desgasificación. Esta operación consiste en eliminar la mezcla gas aceite del sistema de refrigeración a través de un vacío adecuado. El cual está dado por la presión atmosférica de donde se realiza la operación. Por lo que esta influye en la capacidad de la bomba de succión. El tiempo estimado para realizar esta operación en una ciudad como Bogotá es de 15 minutos (0,25 hrs). El equipo puede alcanzar el vacío en menor tiempo pero con las condiciones mencionadas anteriormente se corre el riesgo de fugas y de implosión al momento de realizar el desensamble manual.

Para medir la capacidad de las operaciones de desgasificación y desensamble, se tomó el tiempo de cada una de estas operaciones con referencia a una nevera y las horas por turno para calcular la producción por turno. Se midió la capacidad semanal y anual en un turno multiplicando el tiempo de operación y las horas (7,5 hrs turno). En la capacidad total se multiplica el resultado anual por 3 que representa los tres turnos en los cuales funcionara el agente receptor.

5.7.1.5 Cálculos de capacidad para línea Marrón.

En esta línea llegan los monitores o televisores análogos con tecnología de rayos catódicos. Para estos aparatos el desensamble debe hacerse con el objetivo de separar la carcasa, cables. Tarjetas de circuito y el cañón de electrones del tubo de imagen. El tubo de imagen debe separarse debido al contenido de óxido de bario, estroncio y plomo. Para los cálculos de capacidad se utilizó el tiempo por unidad desensamble y el número de horas por turno para calcular la producción por turno.

5.7.1.6 Cálculos de capacidad para línea Gris.

En la línea gris se realizan de forma similar operaciones de desensamble manual. Para los cálculos de capacidad en la línea gris se tomó el tiempo de desensamble de un computador completo (pc- escritorio). Teniendo en cuenta que a esta línea llegan aparatos periféricos y otros equipos relacionados. Para los cálculos se realizó el mismo procedimiento que en las líneas anteriores.

Desensamble manual (nevera)

Producción -turno

0,21872 horas/ nevera

Turno \longrightarrow 7,5 horas/0,21872 horas/ nevera = 34,29 nev

Horas por proceso

- Semanal

0,21872 horas/nev *7,5 horas/día *6 días/semana = 9,8424 horas/ semana

- Anual

9,8424 horas/ semana *52 semanas/año = 511,804 horas/ año

Capacidad total utilizada

511,804 horas/ año *3 (turnos) =1535,414 horas/año

5.7.1.7 Cálculos de capacidad operación de trituración.

Para esta operación se tienen todas las corrientes de residuos de cada una de las líneas. La trituración tiene como finalidad de separar los materiales que de forma manual no pueden recuperarse y que son valorizables. Para los cálculos se tuvo en cuenta la cantidad en kg de residuos que se obtiene del desensamble manual en un turno (producción * peso promedio tipo de aparato). Se estima que se trituran el 95% de los materiales, Puesto que se ha separado parte de material que corresponde a otros residuos los cuales no pueden ser triturados. De igual forma como no se tiene un porcentaje específico para cada uno de los aparatos se establece este porcentaje. Por otra parte para determinar la capacidad en cada línea se tiene en cuenta la capacidad de la máquina trituradora que está condicionada a las características del material a procesar. Como se tiene un flujo variado de materiales la capacidad es de 0,1 ton/hora.

5.7.1.8 Cálculos de capacidad operación de separación.

En esta operación se tiene todo el material triturado que proviene de las tres líneas. La finalidad de la operación es separar el material por cada corriente de residuo (material ferroso, cobre, aluminio, plástico). Para el cálculo se tuvo en cuenta la cantidad en kg de material que pasa por trituración. Lo cual condiciona el proceso de separación del material. Debido a que la capacidad de la máquina está dada por la granulometría del material. De acuerdo con las características del equipo seleccionado se tiene una capacidad de separación de 0,1 ton /hora.

Tabla 25. Capacidad de desensamble manual por líneas.

Operación	Equipo	Tiempo operación (hrs/unidad)			Unidades por turno			Hrs semana			Hrs año			Capacidad (Hrs/año)*3T		
		L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris
Desgasificación	Bomba succión	0,25			30			11,25			585			1755		
D. manual	manual	0,2187	0,1875	0,375	34,29	40	20	9,8424	8,4375	16,875	511,8	438,75	877,5	1535,41	1316,25	2632,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Capacidad de Trituración y separación por líneas.

Operación	Equipo	*Capacidad (ton/hr)	Cantidad por turno (ton/día)*0,95			Capacidad por turno (Hrs/día)			Capacidad semanal (Hrs/semana)			Capacidad anual (Hrs/año)			Capacidad total (Hrs/año)*3T		
			L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris	L. Blanca	L. Marrón	L. Gris
Trituración	Molino	0,1	0,1425	0,0988	0,0418	1,425	0,988	0,418	8,55	5,92	2,5	444,6	308,25	130,41	1333,8	924,76	391,24
Separación	Separador	0,1	0,1425	0,0988	0,0418	1,425	0,988	0,418	8,55	5,92	2,5	444,6	308,25	130,41	1333,8	924,76	391,24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Capacidad utilizada por máquina.

Operación	Equipo	Capacidad Total (Hrs/año)
Desgasificación	Bomba	1755
Trituración	Molino	2649,8
Separación	Separador	2649,8

Fuente: Elaboración Propia

5.7.1.9 Requerimientos de personal para la operación de desensamble.

Teniendo en cuenta la importancia del desensamble manual en el proceso a seguir por el agente receptor se hace necesario determinar la mano de obra que va intervenir en esta operación. Aunque se utilizan equipos para trituración y separación de material se hace conveniente el desensamble manual, para identificar los residuos comercializables y las sustancias que son peligrosas las cuales deben tener una disposición adecuada. También cabe mencionar que el desensamble es primordial para la aplicación de posteriores tratamientos.

Para el cálculo por línea se determinó el número de unidades que puede un operario desensamblar en el año. Se dividió el número de horas en el año por turno, entre el tiempo de desensamble por unidad. Se obtuvo un número de unidades igual independiente en este caso del tipo de aparato. Después de obtener este dato se multiplicó por el peso en Kg de los aparatos que representan cada línea. Este valor se pasó a toneladas por año. Con el dato anterior y con la cantidad de residuos generados por el turno se obtiene el número de operarios como aparece a continuación:

Unidades desensambladas por operario en el año

2340 unidades /año

Cantidad de residuos generados por operario en el año

Línea blanca =2340 unidades-nev /año * 50 kg/unidad-nev= 117000 kg/año = 11,71 ton/año

Línea marrón =2340 unidades-tv /año * 26 kg/unidad-tv= 60840 kg/año = 6,084 ton/año

Línea gris =2340 unidades-pc /año * 22 kg/unidad-pc= 51480 kg/año = 5,148 ton/año

- **Requerimiento de personal para la línea blanca**

Residuos generados día =30 nev/día *50kg/nev= 1500 kg/día

Residuos generados año= 1500 kg/día *6 días/semana*52 semana/año =46,8ton/año

Numero operarios por turno = 46,8ton/año / 11,71 ton/año - operario = 3,99 =4 operarios

Operarios *3 turnos = 12 operarios

- **Requerimiento de personal para la línea Marrón**

Residuos generados día =40 tv/día *26kg/tv= 1040 kg/día

Residuos generados año= 1040 kg/día *6 días/semana*52 semana/año =32,44 ton/año

Numero operarios por turno = 32,44 ton/año / 6,084 ton/año -operario = 5,33 =5 operarios

Operarios *3 turnos = 15 operarios

- **Requerimiento de personal para la línea Gris**

Residuos generados día =20 tv/día *22kg/tv= 440 kg/día

Residuos generados año= 440 kg/día *6 días/semana*52 semana/año =13,72 ton/año

Numero operarios por turno = 13,72 ton/año / 5,148 ton/año -operario = 2,66 =3 operarios

Operarios *3 turnos = 9 operarios

5.8 INDICADORES DE GESTIÓN EN LA OPERACIÓN DE AGENTE RECEPTOR.

Para la medición del plan operativo a desarrollar por el agente receptor se han establecido los siguientes indicadores para determinar el nivel de captación de materiales que principalmente llegan a desensamble manual y se distribuyen a procesos posteriores como trituración y separación:

- *Cantidad procesada por desensamble manual por líneas*=Peso promedio aparato* cantidad desensamblada. (Kg /turno)- (Kg/día)-(Kg/semana)
- *Materiales de rotación (ferrosos, no ferrosos, plásticos entre otros) = Kg procesados por separación/turno. (Kg /día)- (Kg/semana)*
- *Porcentaje de rotación material*= Kg procesados por separación/turno / Cantidad procesada por desensamble manual por líneas.

5.9 RESULTADOS

El proceso principal que se incluye en este plan operativo para el agente receptor es el desensamble manual. Puesto que permite la separación de residuos peligrosos de los residuos que se pasan a procesos de trituración y separación. Aunque el desensamble manual es un proceso que depende de la pericia del operario la combinación de procesos mecánicos se hacen necesarios para el manejo integral de residuos como de los materiales que se pueden obtener.

Por otra parte los tiempos de desensamble manual están directamente relacionados con el tipo de aparato. De acuerdo a esto un aparato como una nevera que corresponde a la línea blanca tiene un tiempo de desensamble relativamente más corto en comparación de un pc de escritorio que es un aparato que se clasifica en la línea gris. Principalmente por que el proceso de desensamble manual es más fácil por lo que una nevera no contiene partes tan pequeñas como puede contener un pc de escritorio. No obstante los tiempos pueden disminuirse a medida que el operario obtiene cierta experiencia.

En cuanto a la demanda que se estableció para el agente receptor se encuentre entre 0,8%, la cual en relación con la oferta que ofrecen los otros agentes receptores certificados es muy acertada, Puesto que se tiene un déficit alto de RAEE que se generan y que no se gestionan de forma eficiente. La capacidad disponible calculada permite cubrir la demanda actual y futura en el tiempo estimado para los primeros cinco años proyectados.

1. ANALISIS FINANCIERO DE AGENTE RECEPTOR

6.1 INFORMACIÓN GENERAL

Para realizar el análisis financiero y determinar la viabilidad económica del agente receptor. Se obtuvieron datos sobre los precios de la maquinaria y equipos necesarios para la operatividad en términos de la ejecución del proyecto. Los precios corresponden a la cotización realizada con distintos proveedores. Los precios están en valores constantes al año 2013. En la siguiente tabla se muestra la información

Tabla 28. Precios de maquinaria y equipo. (Valores constantes)

Cantidad	Maquinaria	Valor total (incluido iva)	Proveedor	Ubicación
1	Máquina de disgregación	\$ 250.000.000,0	Forrec-global	EE.UU
1	Separador de metales	\$ 350.000.000,0	Steinerd-idemag	Latinoamérica
1	Bomba al vacío	\$ 7.500.000,0	Vacuubrand	Latinoamérica
9	Cilindros de recolección de doble vía	\$ 2.500.000,0	varios	Colombia
1	Cinta transportadora 1 m	\$ 30.000.000,0	Diseyalco	Colombia
1	Cinta transportadora >1 m	\$ 50.000.000,0	Diseyalco	Colombia
2	Basculas Industriales (basculas de piso)	\$ 10.000.000,0	varios	Colombia
50	Contenedores de RAEE (estibas y cajas metálicas)	\$ 9.500.000,0	varios	Colombia
1	Montacargas para manejo de materiales	\$ 20.000.000,0	Derco	Colombia
4	Estibadoras hidráulicas manuales	\$ 3.250.000,0	Agencia alemana	Colombia
	herramientas (equipos auxiliares según la línea)	\$ 5.400.000,0	varios	Colombia

Fuente: Información comercial de proveedores.

En cuanto a lo previsto para adecuación de oficinas y bodega se tiene los siguientes precios:

Tabla 29. Mobiliario para Agente Receptor (Valores Constantes)

Inversiones	Valor
Muebles de Oficina y Bodega	\$ 16.000.000,0
Equipos de informática	\$ 10.000.000,0

Fuente: Elaboración Propia

6.2 INVERSIONES INICIALES

De acuerdo con el Plan operativo para el funcionamiento del agente receptor se establecieron las siguientes inversiones:

Tabla 30. Inversión para creación de agente receptor. (Valores Constantes)

CONCEPTO	
Inversión Fija	Preoperativo
Máquina de disgregación	\$ 250.000.000,0
Separador de metales	\$ 350.000.000,0
Bomba al vacío	\$ 7.500.000,0
Cilindro de recolección de doble vía	\$ 2.500.000,0
Cintas transportadoras	\$ 80.000.000,0
Herramientas (equipos auxiliares)	\$ 5.400.000,0
Muebles de Oficina y Bodega	\$ 16.000.000,0
Equipos de informática	\$ 10.000.000,0
Basculas Industriales	\$ 10.000.000,0
Contenedores de RAEE (estibas, cajas metálicas)	\$ 9.500.000,0
estibadoras manuales	\$ 3.250.000,0
montacargas (apilador)	\$ 20.000.000,0
Total Inversión Fija	\$ 764.150.000,0
CONCEPTO	
Inversión diferida	Preoperativo
Licencia SDA para manejo Residuos	\$ 6.200.000,00
Gastos de Legalización y Constitución	\$ 2.750.000,00
Gastos financieros (leasing Maquinaria)	\$ 3.800.000,00
Montaje de Bodega	\$ 15.000.000,00
Gastos Operación inicial	\$ 19.822.237,60
Intereses	\$ 39.900.000,00
Imprevistos	\$ 27.890.321,50
Total sin Imprevistos	\$ 87.472.237,60
Total Diferidos	\$ 115.362.559,10
Capital de Trabajo	
Efectivo	\$ 48.055.145,60
Previsión compra RAEE a intermediarios	\$ 30.000.000,00
Total capital trabajo	\$ 78.055.145,60
Valor de inversión sin incluir interés y gastos Financieros	\$ 885.977.383,20
Valor de inversión sin imprevistos	\$ 929.677.383,20
Total de Inversión	\$ 957.567.704,70

Fuente: Elaboración Propia

Según lo anterior las inversiones fijas contemplan el presupuesto para maquinaria equipo y mobiliario de bodega y oficinas en un valor de \$764.150.000. Para realizar esta inversión se hace necesaria la adquisición de un leasing financiero para compra de maquinaria que hace parte de la inversión fija. Para la adquisición de este crédito se tienen como opción la

asignación de recursos para adquirir máquinas con opción de compra a un año.²⁴ En este caso la máquina de disgregación es la que se requiere de forma inicial en el proceso. Los gastos financieros incluyen seguro del activo, impuestos y costos asociados a la legalización de la propiedad como activo financiado y con opción de compra. El crédito tiene una tasa efectiva anual del 10,5 %. En cuanto al capital de trabajo se tiene en cuenta un mes de trabajo y se estipula un valor de \$ 78.055.145 para iniciar operaciones. Para imprevistos se tiene un porcentaje del 3% del total de la inversión. El valor total de la inversión es de \$ 957.567.704

6.3 MANO DE OBRA REQUERIDA

Teniendo en cuenta el plan operativo para el funcionamiento del agente receptor se requiere de 41 personas encargadas del proceso operativo en los tres turnos asignados. Para el proceso de desensamble manual en la línea blanca se requieren 9 operarios; en la línea marrón 15 operarios y la línea gris 9 operarios. Esto con el fin de cubrir la capacidad de producción de desensamble de RAEE para su valorización. Por otra parte para el proceso de desgasificación se requieren 3 operarios técnicos en refrigeración los cuales se encargan del manejo de la bomba de succión para el reciclaje de CFC. Para el proceso de almacenamiento y distribución se requieren de 5 operarios. Para los cálculos de costo del salario se tomó como base el salario mínimo (con incremento para el 2014) y el salario base para otros cargos la información del observatorio laboral²⁵. El valor total de nómina mensual es de \$ 48.055.145 en donde se incluye la seguridad social, prestaciones y auxilio de transporte. El porcentaje de seguridad social se encuentra entre 12,5 y 13,04 % en donde se incluye el valor de pensión y riesgos profesionales. En cuanto a prestaciones sociales se tiene un porcentaje de 21,83% que incluye prima de servicios cesantías y vacaciones.

Tabla 31. Mano de obra (Valores Constantes)

Cargo	Nº Personas	Salario	Valor
Operario Técnico	3	\$ 1.166.677,60	\$ 3.500.032,80
Operario Línea	33	\$ 918.516,80	\$ 30.311.054,40
Operario Almacenamiento	5	\$ 1.166.677,60	\$ 5.833.388,00
Ing mecánico	1	\$ 2.774.317,60	\$ 2.774.317,60
Ing Producción	1	\$ 2.774.317,60	\$ 2.774.317,60
Asistente Rec Humanos	1	\$ 1.431.017,60	\$ 1.431.017,60
Asistente administrativo	1	\$ 1.431.017,60	\$ 1.431.017,60
Total mes			\$ 48.055.145,60

Fuente: Elaboración Propia

²⁴ Información en BanColombia sobre Leasing financiero - BANCOLDEX. [en línea]. [Consultado 13 Nov.2013]. Disponible en < <http://www.grupobancolombia.com/pyme/necesidades/leasing/index.asp> >

²⁵ Salarios base se tomaron con respecto a la tasa ingreso por programa. [en línea]. [Consultado 17 Nov.2013]. Disponible en < <http://www.graduadoscolombia.edu.co:8380/eportal/web/observatorio-laboral/taza-de-cotizacion-por-programas;jsessionid=CD34CADB8316CAE5A7894086997263BD#> >

6.4 INGRESOS POR VENTAS DE MATERIAL RECUPERADO

Para determinar el precio de los materiales recuperados se tuvo en cuenta el estudio de consideraciones sobre los precios del material reciclado en Bogotá²⁶. A partir de este estudio se estableció que el nivel de recuperación influye notablemente en el precio (valor agregado). Además por el nivel de informalidad no existe una estandarización de precios lo cual conlleva a una variada fluctuación de los precios, por lo que estos son fijados de forma individual por los comerciantes o industrias que los requieren para obtener un margen de ganancia significativo. En el caso del agente receptor se tuvieron en cuenta las tendencias históricas de los materiales más representativos que se encuentran en mayor proporción en los RAEE. Según la variación (incremento anual por pronóstico) y con los precios actuales que se manejan en el mercado se determinó un precio promedio. Teniendo en cuenta el grado de clasificación del material, el reuso en otros procesos y su comercialización. Para el caso del cobre reciclado se estableció el precio a través de la cotización que se maneja a nivel internacional para el cobre.²⁷ Cabe anotar que el precio para el cobre reciclado es inferior al precio que se tiene a nivel internacional. Debido a que influye el margen de intermediación o transformación que está dado principalmente por la pureza del cobre reciclado. Para determinar el precio se tuvo en cuenta el IPC histórico desde el 2010 y se aplicó regresión lineal.

En cuanto al valor de ingresos se calculó un porcentaje en ventas con respecto a la capacidad de producción anual para el primer año del 3.5%. Para los años posteriores se tiene un incremento del 0,5% llegando al quinto año a un valor del 5.5%. Por otro lado los ingresos que se originan de forma indirecta por la retoma de los RAEE. Se estipuló un costo de recogida para una cantidad de RAEE superior a 200 kg. Lo cual en comparación con lo que se encuentra en el mercado es muy inferior. Con un valor por tonelada de \$1250000 que en el año es de \$15000000. Los ingresos indirectos se proyectaron para un crecimiento del 1% para los años posteriores.

Tabla 32. Precio promedio de materiales recuperados (Valores constantes)

Materiales Recuperados	Precio PR \$/Kg	Precio PR \$/Ton
Plásticos Flexibles (PVC)	\$ 700,00	\$ 7.000.000,00
Plásticos Rígidos (ABS, acrílico, PP,PE, PS)	\$ 610,00	\$ 6.100.000,00
Chatarra ferrosa (hierro-acero)	\$ 540,00	\$ 5.400.000,00
Aluminio (grueso y perfil)	\$ 1.550,00	\$ 15.500.000,00
Cobre (cables, TCI)	\$ 12.500,00	\$ 125.000.000,00
Vidrio (Pantallas TRC)	\$ 80,00	\$ 800.000,00
Ingresos por materiales recuperados	\$ 15.980,00	\$ 159.800.000,00

Fuente: Estudio de Precios de material reciclado. CEMPRE

²⁶ CEMPRE. Estudio de consideraciones sobre los precios de material reciclado. [en línea]. [Consultado 30 Oct .2013]. Disponible en <<http://www.cempre.org.co/documentos/9.%20RECIOS%20MATERIAL%20RECICLADO%20%20FINAL%20agosto%201%202011.pdf>>

²⁷ Precios de cotización diaria del cobre. [en línea]. [Consultado 1 Dic. 2013]. Disponible en <<http://www.metalgestion.com/cobre-shfe-cot-diaria.html>>

Tabla 33. Ingresos por ventas anuales (valores corrientes).

Años	ventas anuales (ton/año)	Ingresos anuales (ton/año)
2014	6,3557	\$ 1.015.643.673,56
2015	6,5611	\$ 1.078.136.878,67
2016	7,7331	\$ 1.306.690.034,66
2017	8,9639	\$ 1.557.512.343,74
2018	10,2533	\$ 1.831.969.755,37
2019	11,6014	\$ 2.131.495.862,88

Fuente: Propia

6.5 COSTOS Y GASTOS DE AGENTE RECEPTOR

De acuerdo con los costos y gastos que se originan con la puesta en marcha del agente receptor se tiene como costos fijos el valor de arrendamiento y servicios públicos de la alternativa seleccionada en el plan operativo. Con respecto al valor para imprevistos se tiene un porcentaje del 4% de los costos fijos (sin incluir depreciación y amortización) y los costos variables. Esto como una reserva para cubrir otros costos que pueden originarse. En cuanto a los costos variables se tiene el costo que se origina por la retoma del material que consiste en el valor de transporte de los residuos al sitio de funcionamiento del agente receptor. Este costo tiene un porcentaje del 48% con respecto al ingreso por recogida de los residuos. También se incluye el costo de disposición final de residuos. Teniendo en cuenta que se pretende una recuperación aproximada del 95% de todos los residuos. Se calcula sobre el precio promedio que cuesta un aparato eléctrico que no funciona y se dispone como residuo común²⁸ a \$ 240 (valor que lo compran un comerciante). Si el 5% o menos representan un valor de \$12. Una tonelada tendría un valor de \$120000 y que al primer año corresponde a \$1440000. Para los años siguientes se estimó un incremento del 1%. Este costo con un mayor incremento representa pérdida de operatividad por lo que es importante valorizar todos los residuos que se reciben para reprocesar. Para el cálculo de los costos y gastos en cada periodo se tuvo en cuenta la mediana de inflación básica que fue de 2,83 en el año 2013 con lo cual se determinaron costos y gastos con valores corrientes.

6.6 FLUJO DE CAJA AGENTE RECEPTOR

Para estimar el flujo de caja se tomaron los valores del flujo operativo con valores constantes y el valor de capital a financiar que corresponde al valor del leasing para compra de maquinaria. De esta forma se obtiene el flujo de caja que para el inicio representa la inversión que en conjunto deben hacer los inversionistas. Para la puesta en marcha del agente receptor se requiere presentar la convocatoria de cofinanciación que el programa Bogotá emprende tiene

²⁸ INFORMACIÓN dada en entrevistas realizadas a recuperadores y comerciantes. 27 de marzo de 2013. Bogotá-Colombia. Barrios Kennedy, Estancia y Madelena.

con la organización bidnetwork del banco internacional de desarrollo.²⁹ La cofinanciación consiste en apoyar proyectos de inversión en países en desarrollo vinculados a la OCDE (organización para la cooperación y desarrollo económico). Colombia es un país vinculado y como este criterio de selección también se tiene en cuenta que los planes de negocio sean rentables en un tiempo estimado de 3 años. El presupuesto para la cofinanciación de proyectos está en el orden de U\$S 10,000 y US\$ 5.000.000 dentro de los cinco primeros años. De acuerdo a lo anterior para el funcionamiento del agente receptor se hace necesaria la inversión de \$200000000 que serían destinados para compra de activos fijos. Sin embargo debido a que es un flujo de caja alto se requiere de inversionistas con capital privado o recursos propios.

6.7 INDICADORES DE VIABILIDAD

En cuanto los indicadores que nos representan la viabilidad de la creación del agente receptor se obtuvo un VPN de \$ 770.952.426,57 que es el resultado de la proyección del flujo neto de caja y la WACC que es la tasa de riesgo de la inversión, de la cual se obtuvo un valor del 15% teniendo en cuenta una tasa de inversión (TIO) del 18%. Con lo anterior se obtuvo la TIR de un 32%. La cual es mayor a la WACC y la TIO, que garantiza la viabilidad del proyecto en términos financieros.

Tabla 34. Calculo de TIR (Valores constantes).

periodo	Flujo Operativo
0	-577567704,7
1	\$ 156.966.043,56
2	\$ 237.445.039,13
3	\$ 289.943.258,95
4	\$ 323.113.878,72
5	\$ 341.051.910,90
VPN	\$ 770.952.426,57
TIR	32%

Fuente: Elaboración Propia

6.7.1 Beneficio –costo.

Para obtener la relación beneficio costo del proyecto. Se tomaron los ingresos y costos con valores constantes para obtener el valor presente neto (VPN) de cada uno teniendo en cuenta la TIO (tasa de inversión). Se dividió el VPN de los ingresos con el VPN de los costos. Se obtuvo un resultado 1,8509 que representa una ganancia de \$1,8509 por cada \$1 invertido. Lo cual indica que los ingresos son mayores que los costos lo cual hace rentable desde punto de vista financiero el proyecto. Por otra parte se determinó el punto de equilibrio de acuerdo al

²⁹ Criterios de convocatoria para cofinanciación de planes de negocio BID. [en línea]. [Consultado 20 Nov.2013]. Disponible en :<<http://www.bogotaemprende.com/contenido/contenido.aspx?catID=773&conID=3692>>

nivel de ventas mínimo que se debe obtener en los próximos años para cubrir los costos futuros. Los ingresos por ventas deben estar por encima de los \$200.000.000 para los próximos cinco años.

Tabla 35 .Punto Equilibrio de ventas (Valores corrientes).

Punto de Equilibrio	Ingresos x ventas
Año 1	\$ 205.343.586,12
Año 2	\$ 229.814.929,97
Año 3	\$ 248.315.349,50
Año 4	\$ 262.695.775,03
Año 5	\$ 274.141.299,31

Fuente: Elaboración Propia

6.7.2 Margen EBITDA.

El margen EBITDA consiste en determinar en términos porcentuales la utilidad obtenida del proyecto sin tener en cuenta gastos financieros, impuestos y otros gastos los cuales no representan la salida de dinero como amortizaciones y depreciaciones³⁰. En términos generales el margen EBITDA nos indica el grado de rentabilidad del proyecto durante los cinco años proyectados. Para el cálculo se tomaron los valores de utilidad para cada uno de los años proyectados y se les sumo el valor correspondiente a depreciación y amortización de diferidos. El resultado corresponde al valor EBITDA. Para determinar el margen se tomaron los valores de ingresos y se hizo la relación porcentual con el valor EBITDA. Los resultados obtenidos nos indican un margen de ganancia con respecto al proyecto superior al 30% en el primer año. El cual aumenta considerablemente a partir del segundo año y aumenta posteriormente entre un 7%. Esto indica que se puede garantizar recursos destinados a cubrir otros gastos o inversiones.

³⁰ DUSSAN, Carlos. Qué es EBITDA. [en línea]. [Consultado 06.Dic. 2013]. Disponible en <<http://karlosdussan.blogspot.com/2012/03/7-que-es-el-ebitda-y-el-margen-de.html>>

Tabla 36. Costos y gastos agente receptor (Valores corrientes).

CONCEPTO						
1. Ingresos	0	1	2	3	4	5
Directos	\$ 1.015.643.673,6	\$ 1.078.136.878,7	\$ 1.306.690.034,7	\$ 1.557.512.343,7	\$ 1.831.969.755,4	\$ 2.131.495.862,9
Indirectos	\$ 15.000.000,0	\$ 15.578.745,0	\$ 16.019.623,5	\$ 16.472.978,8	\$ 16.939.164,1	\$ 17.418.542,5
Total de ingresos	\$ 1.030.643.673,6	\$ 1.093.715.623,7	\$ 1.322.709.658,1	\$ 1.573.985.322,6	\$ 1.848.908.919,5	\$ 2.148.914.405,4
2. Costos						
Costos fijos						
Depreciación (activos)	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33
Amortización Diferidos	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8
Arrendamiento	\$ 84.000.000,0	\$ 86.377.200,0	\$ 88.821.674,8	\$ 91.335.328,2	\$ 93.920.117,9	\$ 96.578.057,3
Servicios Públicos	\$ 3.508.348,6	\$ 3.607.634,82	\$ 3.709.730,89	\$ 3.814.716,27	\$ 3.922.672,74	\$ 4.033.684,38
Nomina Administrativa	\$ 100.928.044,8	\$ 103.784.308,5	\$ 106.721.404,4	\$ 109.741.620,1	\$ 112.847.308,0	\$ 116.040.886,8
Intereses		\$ 39.900.000,0	\$ 31.920.000,0	\$ 23.940.000,0	\$ 15.960.000,0	\$ 7.980.000,0
Imprevistos	\$ 27.890.321,50	\$ 29.272.986,4	\$ 29.737.045,1	\$ 30.223.270,0	\$ 30.732.288,5	\$ 31.264.745,5
Total costos fijos	\$ 330.487.560,01	\$ 377.102.974,8	\$ 375.070.700,3	\$ 373.215.779,7	\$ 371.543.232,3	\$ 370.058.219,1
Costos Variables						
Mano obra Directa	\$ 475.733.702,4	\$ 489.196.966,2	\$ 503.041.240,3	\$ 517.277.307,4	\$ 531.916.255,2	\$ 546.969.485,2
Costo de retoma de material	\$ 7.200.000,0	\$ 7.477.797,6	\$ 7.689.419,3	\$ 7.907.029,8	\$ 8.130.798,8	\$ 8.360.900,4
Costo de disposición final residuos	\$ 1.440.000,0	\$ 1.480.752,0	\$ 1.522.657,3	\$ 1.565.748,5	\$ 1.610.059,2	\$ 1.655.623,8
Total costos variables	\$ 484.373.702,4	\$ 498.155.515,8	\$ 512.253.316,9	\$ 526.750.085,7	\$ 541.657.113,2	\$ 556.986.009,5
Total de costos	\$ 814.861.262,41	\$ 875.258.490,6	\$ 887.324.017,2	\$ 899.965.865,5	\$ 913.200.345,5	\$ 927.044.228,6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Flujo operativo agente receptor (Valores corrientes).

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS	\$ 1.093.715.623,7	\$ 1.322.709.658,1	\$ 1.573.985.322,6	\$ 1.848.908.919,5	\$ 2.148.914.405,4
(-) COSTOS TOTALES	\$ 875.258.490,6	\$ 887.324.017,2	\$ 899.965.865,5	\$ 913.200.345,5	\$ 927.044.228,6
Costos Fijos	\$ 377.102.974,8	\$ 375.070.700,3	\$ 373.215.779,7	\$ 371.543.232,3	\$ 370.058.219,1
Costos Variables	\$ 498.155.515,8	\$ 512.253.316,9	\$ 526.750.085,7	\$ 541.657.113,2	\$ 556.986.009,5
Intereses	\$ 39.900.000,0	\$ 31.920.000,0	\$ 23.940.000,0	\$ 15.960.000,0	\$ 7.980.000,0
UTILIDAD BRUTA	\$ 218.457.133,1	\$ 435.385.641,0	\$ 674.019.457,1	\$ 935.708.574,0	\$ 1.221.870.176,7
(-)Impuestos Reales	\$ 54.614.283,3	\$ 108.846.410,2	\$ 168.504.864,3	\$ 233.927.143,5	\$ 305.467.544,2
(-)impuesto CREE			\$ 15.165.437,8	\$ 42.106.885,8	\$ 82.476.236,9
UTILIDAD después de impuestos	\$ 163.842.849,8	\$ 326.539.230,7	\$ 490.349.155,0	\$ 659.674.544,7	\$ 833.926.395,6
(-)Reserva legal (10%)	\$ 16.384.285,0	\$ 32.653.923,1	\$ 49.034.915,5	\$ 65.967.454,5	\$ 83.392.639,6
UTILIDAD por distribuir	\$ 147.458.564,8	\$ 293.885.307,7	\$ 441.314.239,5	\$ 593.707.090,2	\$ 750.533.756,1
(+)Depreciaciones	\$ 91.088.333,3	\$ 91.088.333,3	\$ 91.088.333,3	\$ 91.088.333,3	\$ 91.088.333,3
(+) Amortización diferidos	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8	\$ 23.072.511,8
(-) Amortización de la Deuda	\$ 76.000.000,0	\$ 76.000.000,0	\$ 76.000.000,0	\$ 76.000.000,0	\$ 76.000.000,0
FLUJO OPERATIVO	\$ 185.619.410,0	\$ 332.046.152,8	\$ 479.475.084,7	\$ 631.867.935,4	\$ 788.694.601,2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Flujo de Caja agente receptor. (Valores Constantes)

<i>Periodo</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
(-)Flujo de inversiones	\$ 957.567.704,70					
(+) Financiación	\$ 380.000.000,00					
(+) Flujo Operativo		\$ 180.510.950,10	\$ 314.021.064,26	\$ 440.967.453,96	\$ 565.128.193,34	\$ 685.977.212,30
Flujo neto caja	-\$ 577.567.704,70					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Margen EBITDA agente receptor. (Valores Corrientes)

	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
INGRESOS	\$ 1.093.715.623,67	\$ 1.322.709.658,14	\$ 1.573.985.322,57	\$ 1.848.908.919,49	\$ 2.148.914.405,36
UTILIDAD BRUTA	\$ 218.457.133,08	\$ 435.385.640,99	\$ 674.019.457,09	\$ 935.708.574,02	\$ 1.221.870.176,74
(+)Depreciaciones	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33	\$ 91.088.333,33
(+) Amortización diferidos	\$ 23.072.511,82	\$ 23.072.511,82	\$ 23.072.511,82	\$ 23.072.511,82	\$ 23.072.511,82
EBITDA	\$ 332.617.978,24	\$ 549.546.486,15	\$ 788.180.302,24	\$ 1.049.869.419,17	\$ 1.336.031.021,90
MARGEN EBITDA	30%	42%	50%	57%	62%

Fuente: Elaboración Propia

6.8 RESULTADOS

El estudio financiero indica la viabilidad económica de la creación del agente receptor. Aunque se hizo el cálculo con financiación se requiere de una inversión alta ya que se tiene un proceso que depende de tecnología y mano de obra como de la captación de aparatos eléctricos y electrónicos. Para el siguiente análisis financiero se tomaron los precios en términos de valores constantes es decir sin el índice inflacionario. Los precios de maquinaria y otros equipos incluyen el valor del I.V.A y gastos de importación. En los cálculos de inversión diferida se tuvieron en cuenta gastos por montaje de bodega y gastos de operación inicial que representan costos de arriendo, servicios y nómina directa por dos semanas. También se incluye el valor por capital de trabajo que hace parte de la inversión total.

En cuanto a los ingresos por venta de material de cada año aparecen en valores corrientes teniendo en cuenta el índice de inflación básica del año 2013, que para la proyección de costos se utilizó la inflación básica del mes de junio (mediana). La cual fue más alta con respecto a otros meses. Sin embargo este año la inflación no superó el 2%. Por otra parte los costos fijos y variables se encuentran en un nivel alto. Por lo que se debe controlar costos variables como la mano de obra directa, la retoma de material y la disposición final.

El flujo operativo para el agente receptor desde el primer año se presenta utilidad lo cual es adecuado a medida que transcurre cada año proyectado. El flujo de caja representa esta utilidad en valores constantes. Aunque en la etapa pre operativa se hace necesaria la financiación para compra de maquinaria. Se debe obtener el valor de \$ 577.567.704,70 el cual debe ser por el aporte de inversionistas (capital privado) o por cofinanciación. De acuerdo a esto el proyecto es rentable ya que presenta un valor presente neto de \$ 770.952.426,57 y una tasa interna de retorno (TIR) del 32%. Teniendo en cuenta una tasa de oportunidad (TIO) del 18% que resulta menor a lo que pueden esperar los inversionistas en comparación con la TIR que genera el proyecto. Por otra parte la tasa de riesgo de inversión (WACC) representa un 15% que es un porcentaje menor en comparación con la TIR obtenida.

La relación beneficio- costo que se obtiene del cálculo del valor presente neto de los ingresos y costos también establece la rentabilidad del proyecto. Por cada \$1 invertido se obtiene una ganancia de \$1,8509. El punto de equilibrio está relacionado con los ingresos mínimos que se pueden generar sin que haya lugar a pérdidas o ganancias dentro del proyecto. Los ingresos totales deben estar por encima del punto de equilibrio calculado. En la proyección de ingresos se observa que estos son mayores en comparación al punto de equilibrio para cada periodo. Por ejemplo para el primer año el punto de equilibrio se encuentra en un valor de \$ 205.343.586,12 y los ingresos están por el valor de \$ 1.093.715.623,7. Para los otros periodos se encuentra un comportamiento similar.

Por otra parte el margen EBITDA también indica la viabilidad del proyecto pues se obtiene un porcentaje superior al 30% el cual se aumenta en cada periodo. Con lo cual se establece que el proyecto está generando recursos que pueden ser destinados para nuevas inversiones, pago de deudas o de utilidades.

7. CONCLUSIONES

En cuanto a las posibles ventajas y desventajas técnicas y operativas que tiene la creación de un agente receptor de RAEE en Bogotá se puede mencionar:

La demanda potencialmente insatisfecha es amplia lo que representa un mercado para el agente receptor, de acuerdo al incremento anual en la generación de residuos de tipo RAEE generalmente por aparatos o componentes que entran en deuso. Aunque el margen de demanda que cubre el agente receptor es del solo el 0,8% a diferencia de los otros agentes receptores autorizados que manejan individualmente 1,2%. Se tiene en cuenta que este margen está relacionado con el proceso de desensamble manual. Por lo que se puede aumentar y/o disminuir la mano de obra y la capacidad disponible (línea gris –marrón). De manera que se pueda cubrir cualquier fluctuación de la demanda potencial.

El desensamble manual es el proceso principal dentro de la creación del agente receptor. Puesto que genera valor agregado al reciclaje a través de la combinación de equipos semi automatizados que se ajustan a la necesidades del manejo actual de los RAEE. En comparación con otros agentes receptores funcionan como plantas parciales de reciclaje .La opción del agente es utilizar el recurso humano como ventaja competitiva.

La generación de ingresos está dada por la recogida de los aparatos eléctricos y el reciclaje de materiales. El valor por recogida está dado por el peso en kg de los aparatos. El cual es bajo en comparación con los otros agentes receptores que existen en Bogotá. Además de esto se puede manejar toda clase de aparatos ya que el agente receptor maneja las tres líneas de comercialización. El reciclaje de materiales que se realiza a través de las distintas etapas desde el desensamble manual hasta el proceso de separación generar recursos con la venta de materiales valorizados como también de incorporar alternativas de recuperación de otros materiales (Poliuretano, plásticos entre otros).

La ley 1672 aprobada el 19 de julio de 2013 establece los lineamientos de una política de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE. Lo cual favorece el funcionamiento del agente receptor por medio de la creación de estímulos para este tipo de empresas. Además de apoyo y desarrollo de sistemas de recolección, reuso o reciclaje (financiación en infraestructura como centros de acopio, clasificación etc). Por lo que los productores y consumidores tienen la responsabilidad de dar un manejo adecuado a estos residuos, a través de su entrega a canales autorizados y no por medio de las empresas de aseo y actores informales.

La vida útil de los aparatos o componentes determina el almacenamiento. Por lo que si estos son destinados para reuso deben almacenarse al igual que los materiales que se obtiene de reciclaje. Como parte del proceso de logística inversa este almacenamiento debe ser en un tiempo mínimo. El aprovisionamiento es semanal debido a esto todos los aparatos o componentes que se logren captar deben pasar por una clasificación para destinarlos al reuso o demanufactura; por lo cual esto debe realizarse coordinadamente. El agente receptor puede presentar ciertos inconvenientes por exceso de inventario si no logra comercializar los materiales o partes para reuso. Es por ello que es necesario concretar con aliados comerciales.

Los costos que se generan con la creación del agente receptor son muy altos principalmente por los costos variables que representan el valor de la mano de obra directa, el costo por retoma de material y la disposición final de los residuos que no se pueden reciclar. Por este motivo se debe buscar el aprovechamiento de la mano de obra a través de métodos para disminuir los tiempos por desensamble manual. De igual manera se deben encontrar alternativas para el reciclaje de todos los residuos que sean pertinentes para el agente receptor.

La financiación es necesaria para la puesta en marcha del agente receptor. En la inversión fija se estipula un crédito en forma de leasing para la compra de maquinaria. Dentro del proceso se requiere de una máquina trituradora y separadora de materiales. Debido a que estos equipos tienen un costo alto se hace necesarios estos recursos. La puesta en marcha del agente receptor puede darse en etapas. Iniciando con los procesos de recolección, almacenamiento o desensamble manual. Sin embargo esto disminuye los recursos por el valor agregado que el proceso mecánico puede dar al flujo de materiales que se generan del reciclaje de los RAEE. De acuerdo con lo anterior los ingresos que se generan por la comercialización de materiales recuperados es alto lo cual garantizaría el pago del crédito al igual que ganancias significativas desde el primer año. No obstante la inversión total es muy alta pero aun así este proyecto es rentable.

BIBLIOGRAFIA

AMAYA CRUZ, Francisco. Aproximación a una gestión ambiental para el manejo de los residuos de aparatos celulares con énfasis en su tratamiento y viabilidad económica. Bogotá, 2009. 95 p. Tesis (Maestría en gestión ambiental). Facultad de estudios ambientales y rurales. Pontificia Universidad Javeriana.

ASOCIACIÓN DE RECICLADORES DE BOGOTÀ (ARB). Mapa de organizaciones en Bogotá [en línea]. [Consultado 15 .Mar.2013]. Disponible en < <http://asociacionrecicladoresbogota.org/> >

ASOCIACIÓN DE CIUDADES Y REGIONES (ACRR), Comisión Europea. La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. 2011. [en línea]. [Consultado 20 Nov.2013]. Disponible en < <http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/LaGestionRAEE.pdf>>

BANCOLOMBIA. Leasing financiero - Bancoldex. [en línea]. [Consultado 13 Nov.2013]. Disponible en < <http://www.grupobancolombia.com/pyme/necesidades/leasing/index.asp> >

BANCO INTERNACIONAL DE DESARROLLO (BID). Criterios de convocatoria para cofinanciación de planes de negocio. [en línea]. [Consultado 20 Nov.2013]. Disponible en <<http://www.bogotaemprende.com/contenido/contenido.aspx?catID=773&conID=3692>>

BLASSER, Fabian. e-wasted programme. Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia- Diagnostico de electrodomésticos y Aparatos electrónicos de consumo. Octubre 2009

BIZKAIA. Reciclado de materiales, perspectivas y tecnologías. Gaiker. 2007. [en línea]. [Consultado 1 Abr .2013]. Disponible en : < http://www.bizkaia21.net/fitxategiak/09/bizkaia21/Territorio_Sostenible/dokumentuak/20100902_123356112_Informe_Reciclaje.pdf >

BORRAZ, Nuria. Reciclado de chatarra electrónica: Reciclaje de materiales. España 2011. [en línea]. [Consultado 1 Abr .2013]. Disponible en < http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2011/01/chatarra_electronica_espa%C3%B1a.pdf>

CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTÀ (CCB). Base de datos de Nota económica. [Base de datos en CD-ROM]. Octubre 2010

CEMPRE. Estudio de consideraciones sobre los precios de material reciclado. [en línea]. [Consultado 30 Oct .2013]. Disponible en: <<http://www.cempre.org.co/documentos/9.%20RECIOS%20MATERIAL%20RECICLADO%20%20FINAL%20agosto%201%202011.pdf>>

_____. Las organizaciones, las empresas, la situación económica y social de los recicladores. [en línea]. [Consultado 20 Abr .2013]. Disponible en <<http://www.cempre.org.co/Documentos/4.%20indicadores%20de%20las%20organizaciones%20RECICLAJE%20VERSION%20FINAL%20agosto%201%202011.pdf>>

CHASE, Richard y AQUILANO, Nicolás. Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones, Addison. Wesley, Sexta edición, 1994.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Lineamientos Técnicos para el manejo de residuos eléctricos y electrónicos. Centro Nacional de Producción más Limpia. 2011.

_____. Estudio piloto de recolección, clasificación, reacondicionamiento y reciclaje de computadores e impresoras usadas llevado a cabo en Bogotá en el marco del proyecto “inventario de e-waste en Sudamérica” del centro regional de Basilea para Suramérica. CRS Basilea. 2008

DUSSAN, Carlos. Qué es EBITDA. [en línea]. [Consultado 06.Dic. 2013]. Disponible en <<http://karlosdussan.blogspot.com/2012/03/7-que-es-el-ebitda-y-el-margen-de.html>>

EL NUEVO SIGLO. Colombia sabrá qué hacer con sus residuos eléctricos y electrónicos. [en línea]. [Consultado 12 .Mar.2013]. Disponible en < <http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/11-2012-colombia-sabr%C3%A1-qu%C3%A9-hacer-con-sus-residuos-el%C3%A9ctricos-y-electr%C3%B3nicos.html>>

FERNÁNDEZ, Gustavo. La Cadena de valor de los RAEE. Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Sudamérica. Marzo, 2007. Pag.6

GARCIA IZARD, Myriam. Estudio de viabilidad de una planta de reciclado de componentes eléctricos y electrónicos. Madrid, 2012. 149 p. Tesis (Ingeniería Industrial). Escuela técnica superior de ingeniería, Universidad Pontificia Comillas de Madrid.

GARCÍA OLIVARES, Arnulfo. Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa: Estudio de caso en la industria de reciclaje de plásticos. Eumedonet. 167 p. Disponible en < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/aago.pdf>>

GIRALDO, Juan Raúl. Estudio de factibilidad para la creación de una empresa recicladora de plástico PET Post-consumo en el municipio de la Virginia Risaralda. Pereira, 2011. 122 p. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira.

HOYOS, Juan Carlos. Desarrollo y aplicación de un modelo de simulación de un sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos asociados a las TIC en Colombia para analizar su viabilidad tecnológica y financiera. Medellín, 2011. 73 p. Tesis (Magister en Ingeniería Administrativa). Escuela de Ingeniería de la Organización, Universidad Nacional de Colombia

MÁQUINAS Separadoras de RAEE:

<http://idemag.com/productos/separador-de-foucault/>

<http://pdf.directindustry.com/pdf/andrin/high-frequency-magnetic-flux-induction-smar/23831-119700.html>

http://www.regulator-cetrisa.com/pdf/esp/brochure_foucault.pdf

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/eddy-current-wet-magnetic-separator-995673471.html>

MÁQUINAS Trituradoras de RAEE:

<http://www.cometel.net/upload/publica/residuos-09.pdf>

http://www.coparm.biz/es/plantas_para_el_tratamiento_de_los_raee.htm

<http://www.forrec.it/es/trituradora-tb-2000-electrica-o-hidraulica>

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/weee-recycling-belt-conveyor-675496789.html>

http://www.untha.com/files/pdf/produkte/spanisch/trituradoras-industriales_rs150.pdf

http://www.wrsitalia.com/materiales_es-543/weee-543

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Observatorio laboral. [Base de datos en línea]. [Consultado 17 Nov.2013]. Disponible en < <http://www.graduadoscolombia.edu.co:8380/eportal/web/observatorio-laboral/taza-de-cotizacion-por-programas;jsessionid=CD34CADB8316CAE5A7894086997263BD#>>

NIEBEL, Benjamín y Freivalds, Andris. Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11 ed. México: Alfaomega, 2004. 752 p.

Precios de cotización diaria del cobre. [en línea]. [Consultado 1 Dic. 2013]. Disponible en <<http://www.metalgestion.com/cobre-shfe-cot-diaria.html> >

RAMIREZ, Viviana Andrea. Creación de una empresa dedicada al reciclaje de llantas a través de su trituración. Bogotá, 2012. 123 p. Trabajo de grado (Administración de empresas). Facultad de administración, finanzas y ciencias económicas. Universidad EAN.

RESTREPO, Lina María. Manejo de los RAEE a través del sector informal en Bogotá, Cali y Barranquilla. Bogotá, Colombia Abril 2010.

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

_____. Banco distrital de programas y proyectos 2013. [en línea]. [Consultado 26 May .2013]. <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/768918/FichaEBI_D_Proyecto826.pdf>

SUR CORPORATION OF SOCIAL STUDIES AND EDUCATION. Project: Regional Platform on PC electronic waste in Latin American and the Caribbean. Santiago, Chile. May, 2007

UAESP. Programa Basura Cero. [en línea]. [Consultado 10 Mar .2013] Disponible en <<http://www.bogotahumana.gov.co/index.php/basura-cero>>

UNIDAD TECNICA OZONO COLOMBIA. El mantenimiento de Sistemas de refrigeración y aire acondicionado y la certificación de competencias laborales. 2006.

VARA HOMA, Arístides. ¿Cómo hacer una tesis en ciencias empresariales?. [en línea]. [Consultado 1 Abr .2013]. Disponible en:<<http://aristidesvara.net/pgnWeb/tesis/pdf/MetInves.pdf>

VACUUBRAND. Bombas de succión al vacío. [en línea]. [Consultado 20 Jul .2013]. Disponible en:< <http://www.vacuubrand.com/es-pagelD808.php> >

ANEXO A. Protocolo de entrevistas realizadas a agentes receptores y actores informales

A.1 Formato de entrevista Agentes Receptores.

Objetivo: identificar las características de los agentes receptores vinculados con el manejo de los RAEE en Bogotá.

Perfil entrevistado: Agentes receptores certificados por el SDA para la gestión de RAEE.

Características: Ofrecen el servicio parcial o total de recolección, transporte, reciclaje, recuperación, reuso y disposición final. Por medio de procesos de manufactura de equipos, despiece manual, mecánico y tratamiento químico, para recuperación de materiales. Servicio el cual está dirigido al sector industrial

Justificación de Preguntas: Las preguntas 1 y 2 hace referencia a determinar los tipos de servicios y cuánto tiempo llevan en el mercado con el fin de establecer oportunidades de negocio. La pregunta 3 indaga sobre las características de generadores para identificar nichos de mercado. La pregunta 4 se formuló para conocer cuál es el nivel en que se encuentra el proceso de desensamble en cuanto a la recuperación de partes o materiales. La pregunta 5 se hizo para saber sobre los flujos de RAEE que manejan las empresas en relación con lo que indica el estudio del SDA de la demanda cubierta por estas empresas.

Presentación Entrevistador.

1. **¿Qué servicio ofrecen para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE?**
2. **¿Hace cuánto ofrece la empresa este servicio?**
3. **¿A quién va dirigido este servicio que la empresa ofrece?**
4. **¿Qué procesos realizan para el desmontaje de los equipos, aprovechamiento de materiales o disposición final?**
5. **¿Qué cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se recolectan y están siendo procesados por la empresa? (Kg /mes y/o Ton/mes)**

A.2 Formato de entrevista actores vinculados con la gestión RAEE a nivel informal.

Objetivo: Identificar la influencia del sector informal en los procesos de gestión RAEE en Bogotá.

Perfil de entrevistado: Recuperadores y comercializadores de RAEE a nivel informal.

Características: Actores que realizan procesos manuales de recuperación y reaprovechamiento de residuos sólidos en los cuales se incluyen los RAEE.

Justificación de preguntas: Las preguntas 1 y 2 se hicieron para saber el tiempo que llevan realizando la labor y las condiciones actuales en que trabajan recuperadores y comerciantes. Las preguntas 3 y 4 se realizaron para establecer el grado de conocimiento que recuperadores y comerciantes tienen de los residuos o partes que consideran RAEE. La pregunta 5 se formuló para conocer sobre las técnicas que usan para identificar y clasificar residuos como RAEE entre otros residuos. Las preguntas 6 y 7 se realizaron para conocer que partes de los RAEE se comercializan y cuales partes se disponen como residuo común. La pregunta 8 se hizo para identificar que actores de la cadena de valor están involucrados con la gestión de

RAEE. La pregunta 9 se realizó para conocer qué cantidad de residuos pueden manejar recuperadores y comerciantes según su capacidad. Las preguntas 10 y 11 se realizaron para determinar que generadores les contribuyen con material y cuáles son las problemáticas que presentan en el desarrollo de sus actividades.

Presentación entrevistador.

1. **¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?**
2. **¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?***
3. **¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?**
4. **¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?**
5. **¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?**
6. **¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?**
7. **¿Qué residuos no tiene valor comercial?**
8. **¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?**
9. **Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?**
10. **Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?**
11. **¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?**

ANEXO B. Entrevista a recuperadores y comerciantes en el sector informal

RECUPERADOR 1.

1. ¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?

R/ Desde hace 15 años pero hace solo 7 recorriendo los barrios de Galicia, Perdomo y La Estancia por material. (1)

2. ¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?

R/ Estoy sujeto a los horarios en que pasa el camión de la basura martes, miércoles y jueves. (1)

3. ¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?

R/ Si por supuesto; recojo cualquier aparato eléctrico o electrónico. Lo que se encuentra mucho son radios y televisores (4)

4. ¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?

R/De los residuos de aparatos eléctricos son las partes que tienen metales. (4)

5. ¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?

R/ No los clasifico, si estos los encuentro en la calle es porque no sirven. (3)

6. ¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?

R/ Simplemente reviso que tengan las partes internas como las tarjetas, cables y la pasta o carcasa si es plástico. Por ejemplo la pasta la compran a 350 pesos el kilo, el cobre de los cables esta a 5000 pesos el kilo y las tarjetas a 2500. Las partes que vienen en plástico se venden a 200 pesos el kilo. (3)

7. ¿Qué residuos no tiene valor comercial?

R/ Las carcasas de los televisores que no son de plástico o pasta y las pantallas que estén dañadas con fisuras. (3)

8. ¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?

R/ Sin información. No las reciben donde vendo el material. (2)

9. Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?

R/ La cantidad no es mucha a comparación del papel y cartón. Se encuentra muchas partes de aparatos eléctricos y chatarra pero así los aparatos enteros por ahí uno o dos a la semana. (4)

10. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?

R/ No encuentro ninguno. Los materiales que no se pueden vender se dejan con la basura para que los recoja el camión y lo demás lo compran ya que según me han comentado todo se puede recuperar y se vende como chatarra. (5)

11. ¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?

R/ Las personas del común no reciclan todo botan a la basura y ahora tenemos el problema que las empresas de aseo recogen todo por lo que nos afecta directamente. Los residuos eléctricos es de los materiales que mayor aprovechamiento tienen pero es difícil encontrarlos con esta situación. (5)

RECUPERADOR 2.

1. ¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?

R/ Desde hace 12 años cuando llegue a vivir a Bogotá. **(1)**

2. ¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?

R/ Solo los miércoles ya que trabajo con un familiar en un puesto de dulces los fines de semana y por problemas de salud no puedo dedicarle más tiempo a recoger el material, mis hijas recorren los otros días que no puedo trabajar. **(1)**

3. ¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?

R/ Si los materiales como las pantallas CRT o televisores; partes de máquinas, radios o monitores de computadores o partes en plástico como las carcasas de los radios y televisores. También se recoge todo lo que contenga cobre, aluminio o hierro. **(4)**

4. ¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?

R/ No, pero supongo que son las partes que uno puede sacar como el cobre, el aluminio o la chatarra. **(4)**

5. ¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?

R/ No cuando encuentro el aparato entero reviso si este funciona. Si sirve lo vendo a los centros de servicio técnico o reparación. Si por el contrario no sirve lo desmonto pero antes verifico que tenga al menos los circuitos, cables o pantalla que es lo que compran. **(3)**

6. ¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?

R/ Los precios no puedo informarle pero alrededor de 12000 pesos compran el cobre, las tarjetas como 2000 pesos por kilo y las pantallas la reciben pero solo la parte del vidrio de adelante. **(3)**

7. ¿Qué residuos no tiene valor comercial?

R/ materiales diferentes al plástico. **(3)**

8. ¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?

R/ De los residuos que me entregan en los servicios de reparación son partes que no sirven pero uno los puede vender como chatarra. Partes en aluminio, cobre, bronce, o hierro se puede comercializar. Esto se vende a las compraventas de materiales ferrosos (chatarrerías). **(2)**

9. Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?

R/ Es en menor proporción que los materiales como el papel, cartón o plástico, pero se encuentra muchas veces en las zonas residenciales donde uno realiza habitualmente el recorrido. La cantidad de residuos de este tipo y que vendo me lo entregan en los centros donde reparan electrodomésticos. **(4)**

10. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?

R/ Que hay que desmontarlos para poder venderlos ya que no los reciben completos cuando están dañados por lo que es mucho trabajo para uno y a veces no se recogen por eso. **(5)**

11. ¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?

R/ Las empresas si reciclan y el material que le entregan a uno se puede vender de forma fácil. Con lo que recoge uno en la calle es mínimo. La gente no recicla eso mezclan todo los residuos y es muy trabajoso buscar entre la basura. A veces no dejan trabajar porque según algunas personas uno deja la basura regada. Pero la gente no es consciente y no tiene en cuenta los horarios, no separan el material y los perros callejeros hacen de las suyas. **(5)**

RECUPERADOR 3.

1. ¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?

R/ Desde el 2000 hace ya 13 años. **(1)**

2. ¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?

R/ En las mañanas los 2 días de recolección en esta zona y los otros días trabajo en una cooperativa. **(1)**

3. ¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?

R/ Si por supuesto. De estos se puede sacar partes metálicas en cobre y repuestos que se venden en centros de reparación si son partes de televisores, licuadoras o radios y si estas funcionan. **(4)**

4. ¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?

R/ Los residuos de aparatos eléctricos son las partes de estos mismos que contiene metales. **(4)**

5. ¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?

R/ Cuando los encuentro trato de separarlos de otros residuos como papel, vidrio o plástico. Los ubico con lo que es chatarra. Si es algo que sirve y se puede vender lo llevo directamente a un centro de reparación. **(3)**

6. ¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?

R/ Fuentes de poder y bobinados de motores de algunos aparatos que son en cobre, tarjetas de circuitos, partes en aluminio o acero. Esto lo comercializan por kilo y los precios varían según el material. Por ejemplo el kilo de cobre lo compran a 8000 pesos. **(3)**

7. ¿Qué residuos no tiene valor comercial?

R/ Cuando uno recoge el material es porque se puede vender. En mi caso personal yo no comercializo con plástico distinto que no sea el PET o las botellas de gaseosa. De los residuos de aparatos eléctricos todo sirve. **(3)**

8. ¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?

R/ Lo que no se puede vender se deja donde se encuentra. Que es la basura generalmente. El material que se vende se lleva a comercializadores que tiene bodegas donde almacenan y venden a otras empresas y las partes que sirven de algún electrodoméstico se venden a centros de reparación. **(2)**

9. Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?

R/ De todo el material que puedo recoger y vender considero que es un porcentaje del 30%. Ya que lo que más compran es papel y cartón. **(4)**

10. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?

R/ Las empresas reciclan siempre y cuando esto les genere algún ingreso. En los barrios y la gente del común no recicla nada. Los aparatos eléctricos que ya que no funcionan los regalan pero es muy esporádico. **(5)**

11. ¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?

R/ No hay apoyo de la alcaldía para realizar el reciclaje. Desde un tiempo para acá las ganancias son mínimas. Yo trabajo por días en una especie de cooperativa pero no es mucho lo que hago. Por eso trabajo así como puede ver en la calle recogiendo el material por mi cuenta. Los residuos eléctricos se venden bien pero es muy difícil que las personas los entreguen. **(5)**

COMERCIANTE 1.

1. ¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?

R/ Comercializo y almaceno residuos desde el año 2000 en que inicie con la bodega y desde el año 1997 estoy en el negocio del reciclaje. (1)

2. ¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?

R/ Para lograr comercializar los residuos se deben desmontar las partes por ejemplo máquinas o estructuras que viene metálicas, lo cual requiere de tiempo. Esta actividad se realiza en horas de la tarde en los días en que no se recogen residuos. (1)

3. ¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?

R/ Aquí en la bodega se recibe cualquier aparato o residuos que contengan cobre, aluminio, hierro todo aquello que sea chatarra en general. (4)

4. ¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?

R/ Los residuos de aparatos eléctricos son los componentes que se pueden desmontar y obtener materiales como metales y plásticos. (4)

5. ¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?

R/ No clasifico los aparatos eléctricos que llegan pero se revisa si funciona. Generalmente aquí llegan dañados y se les desmonta para sacar las partes que tienen cobre, aluminio o hierro. (3)

6. ¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?

R/ Aquí llegan televisores, neveras y estufas. De los televisores se comercializa la pantalla, los circuitos, los cables y la carcasa si es de plástico puro o pasta. Estos elementos los compro por peso. El cable como \$ 5000/Kg o los circuitos a \$2000/kg. (3)

7. ¿Qué residuos no tiene valor comercial

R/ No se comercializan las carcasas que no sean de plástico o pasta y las pantallas de CRT que no tengan la parte de atrás y que viene en forma de tubo.(3)

8. ¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?

R/ El material que no es plástico se dispone en la basura y las pantallas se las llevan una empresa que recupera los químicos que tiene la pantalla de CRT. (1)(2)

9. Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?

R/ Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos representa el 40% del material que comercializo ya que se recibe material de lo que es maquinaria obsoleta y que no se puede reparar y chatarra de la construcción.(4)

10. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?

R/ En mi caso particular que no tengo mucho personal para que se dediquen a desmontar lo que llega y a veces piden el material que esté listo para comercializar. (5)

11. ¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?

R/ Los recuperadores hacen un buen trabajo ya que el material que uno compra proviene gran parte de ellos. Aunque debería existir realmente empresas que le hagan tratamiento a todos los residuos ya que muchos materiales terminan en la basura y no es mucho lo que se puede recuperar de ellos. (5)

COMERCIANTE 2.

1. ¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?

R/ Desde hace 15 años en este sector. (1)

2. ¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?

R/ El almacenamiento en algunos casos ya que no tengo mucho espacio en la bodega y cuando tengo que desmontar una maquina (1)

3. ¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?

R/ Si aunque comercializo con las partes y generalmente llegan aquí las partes que contiene metales que se venden a otras empresas. Llegan partes de neveras, maquinas, motores, baterías, fuentes de poder, circuitos o cables. (4)

4. ¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?

R/ Pues los residuos de aparatos eléctricos son las partes de televisores, neveras, máquinas etc. (4)

5. ¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?

R/ No aquí se recibe las partes ya desmontadas como los cables, las carcasas metálicas, los circuitos etc. Esto se pesa y de acuerdo a eso se paga el material.(3)

6. ¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?

R/ Si es material como cobre que contiene los cables se paga a \$7000/kg o los circuitos a \$6000 /kg. (3)

7. ¿Qué residuos no tiene valor comercial?

R/ Se comercializa todo, aunque cuando es algo especial una maquina o aparato entero y se recibe se desmonta y se separan las partes que sirven. (3)

8. ¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?

R/ Aquello que no sea de metal se descarta y se deposita a la basura. (1)(2)

9. Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?

R/ Alrededor del 50% se comercializa con partes de aparatos eléctricos. (4)

10. Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?

R/ Los precios de los materiales ya que muchas veces no los compran al precio que uno ofrece y eso afecta gran parte las ganancias. (5)

11. ¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?

R/ A nivel domiciliario hay mucho material que se puede vender y recuperar pero creo que es por cultura que la gente no recicla. Ya cuando algo les estorba o no les sirve lo botan a la basura y el recuperador obtiene un recurso económico por eso. A nivel industrial pues veo que faltan empresas que recuperen otros materiales distintos a los metales. (5)

COMERCIANTE 3

1. **¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?**

R/ Desde el 2003 cuando abrí esta bodega en este sector. (1)

2. **¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?**

R/ Aquí se trabaja todos los días y se realiza el desmonte de partes y su clasificación (1)

3. **¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?**

R/ Si aquí llegan partes de transformadores, balastos, motores, partes de lavadoras, neveras y televisores. (4)

4. **¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?**

R/ Los residuos de aparatos eléctricos son los materiales que provienen de electrodomésticos o máquinas. (4)

5. **¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?**

R/ Cuando se desensamblan las partes que llegan se clasifica por el material si son en aluminio, cobre o solo chatarra. (3)

6. **¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?**

R/ Los bobinados de los motores que contiene mucho cobre el cual se compra a 10000 pesos el kilo; las carcasas de la neveras y lavadoras que son de aluminio o de metal que las compran para fundición. (3)

7. **¿Qué residuos no tiene valor comercial?**

R/ Materiales como gomas, cintas espumas o partes plásticas que no se sabe de qué tipo son o pertenecen. (3)

8. **¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?**

R/ Los materiales que sirven se entregan a empresas de fundición y los materiales que le mencione anteriormente se les entrega a personas que los disponen en la basura o que les pueden dar algún uso. (1) (2)

9. **Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?**

R/ Es muy variable la cantidad. Aquí en esta bodega se recibe material ferroso de todo tipo que puede provenir de la construcción o de empresas de metalmecánica. Las partes de aparatos eléctricos se reciben de personas que reciclan porque se las regalan o las encuentran en la calle. Por ahí debe ser un 30% de todo lo que llega aquí. (4)

10. **Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?**

R/ Falta participación pero creo que se debe más por desconocimiento. Las personas que se dedican al reciclaje y que compramos estos materiales estamos aportando mucho para que no se tenga basura en las calles. (5)

11. **¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?**

R/ Cuando llegan partes de electrodomésticos hay que desensamblar y es un proceso algo complicado ya que se debe hacer con mucho cuidado por lo que esto dispone mucho tiempo y aquí solo tengo 3 empleados. (5)

COMERCIANTE 4

1. **¿Hace cuánto se dedica a labor del reciclaje, comercialización y almacenamiento de residuos?**

R/ En el año 2002 inicié en el negocio de comprar y vender materiales ferrosos. (1)

2. **¿Cuánto tiempo emplea para realizar esta labor?**

R/ Se trabaja de lunes a sábado y se realiza el almacenamiento y clasificación de las partes que llegan. (1)

3. **¿De los residuos que recupera, comercializa o almacena incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos? ¿De qué características?**

R/ Si se compran montajes eléctricos y material como aluminio, cobre y acero que provenga de partes de aparatos eléctricos. (4)

4. **¿Conoce qué tipos de desechos se clasifican como RAEE?**

R/ La clasificación que se le da a los residuos de aparatos eléctricos es de chatarra electrónica y se clasifican según los materiales que contengan sus partes por ejemplo en el cobre van las partes de circuitos, plásticos las carcasas y otras partes (4)

5. **¿Utiliza alguna técnica para clasificar los aparatos que encuentra?**

R/ No necesariamente ya que aquí llega todo por partes y se almacena según sea el material que corresponda si es cobre o partes de metal y aluminio. (3)

6. **¿Qué partes tienen valor comercial y que precio tienen?**

R/ Las tarjetas de circuito, los cables, las bobinas, fuentes de poder y carcasas de neveras o estufas. Esto se compra por kilo. Por ejemplo aquí el cobre se compra a \$8000 los cables y las tarjetas. Los otros materiales si se compra a \$400 el kilo si es chatarra como carcasas de aparatos grandes estufas o refrigeradores etc. (3)

7. **¿Qué residuos no tiene valor comercial?**

R/ Aquí el material que se recibe es todo material ferroso. No se recibe plásticos de aparatos eléctricos ya que es complicado clasificarlos. En otra bodega se recoge lo que es vidrio, corrugado y archivo. (3)

8. **¿Qué hacen con estos residuos. A quien(es) se los entregan?**

R/ El material como cobre, chatarra y metal tiene mucha salida. Cuando no está clasificado si se vende a más bajo precio a particulares. Pero el material se vende a empresas de fundición y siderúrgicas. (1) (2)

9. **Del total de residuos que recupera, comercializa o almacena ¿Qué cantidad de RAEE recolecta?**

R/ Es moderado como un 30 % ya que la mayoría de residuos provienen de la construcción o empresas metalmeccánicas. Los RAEE que se compran son de recicladores. (4)

10. **Según su percepción ¿Cuál es el nivel de participación de los ciudadanos y de las empresas en el reciclaje en especial los residuos de tipo eléctrico y electrónico?**

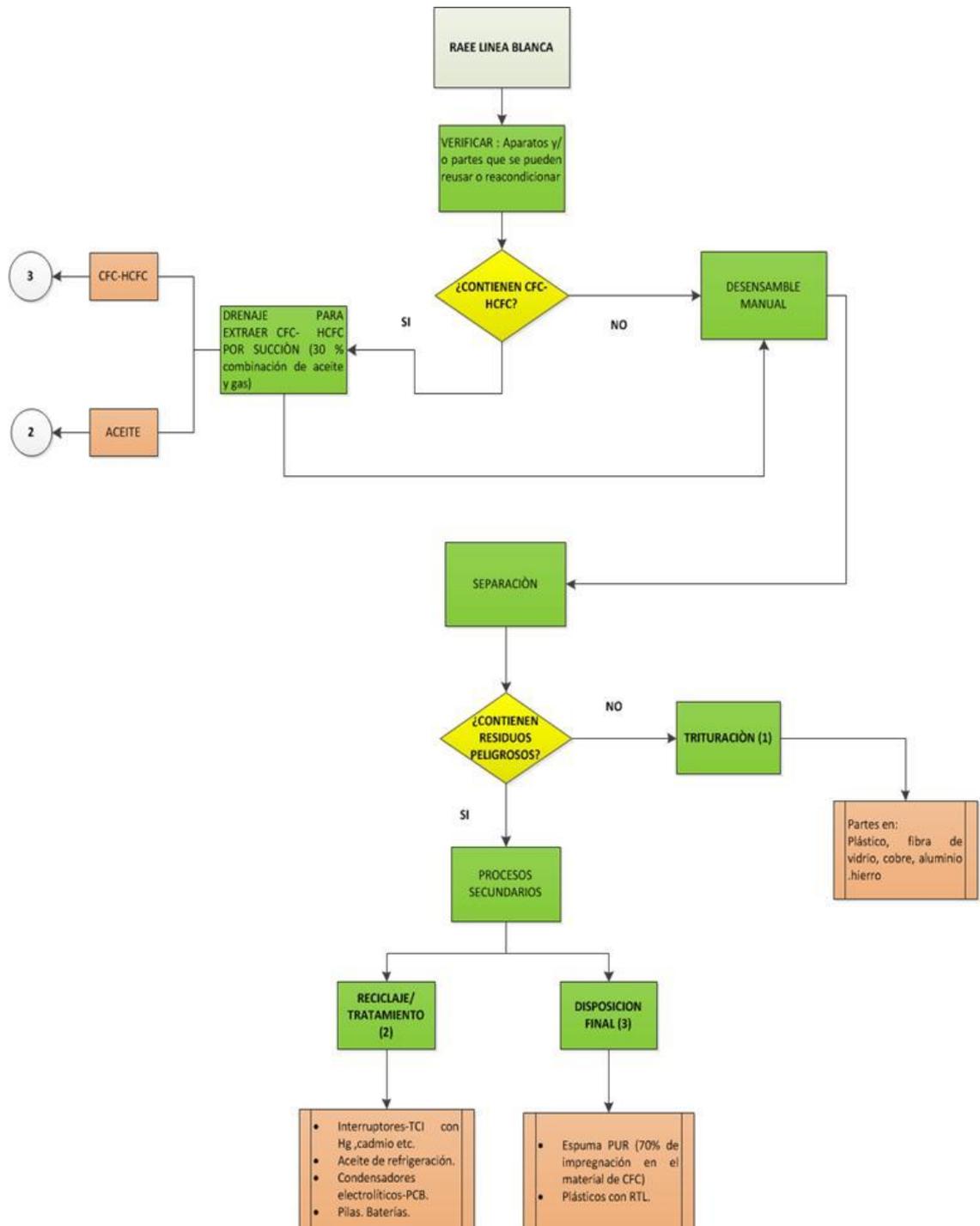
R/ La gente del común no recicla. Se tiene una mayor colaboración por las empresas que entregan sus residuos porque tienen que cumplir las normas que dicta la alcaldía. (5)

11. **¿Cuáles son las dificultades que encuentra en la recuperación, comercialización y almacenamiento de los residuos eléctricos y electrónicos?**

R/ Las dificultades es mas en cuanto al transporte si son aparatos muy grandes y que se deben traer hasta aquí a la bodega. También que a veces los residuos de aparatos eléctricos muy pequeños no contienen muchas partes metálicas y es muy difícil reunir una cantidad que sea suficiente. (5)

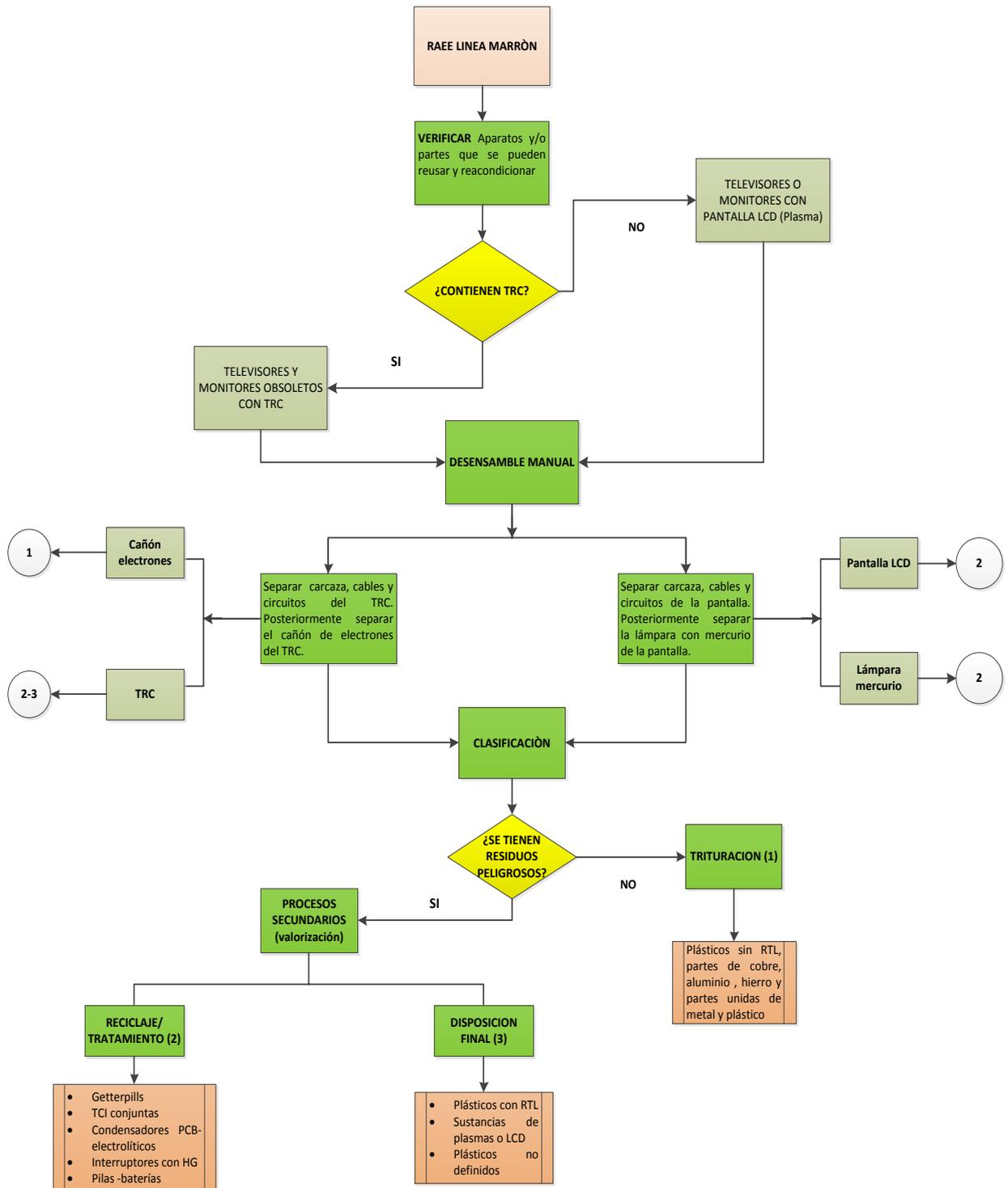
ANEXO C. Diagramas de proceso por Líneas de desensamble

C.1 Diagrama de proceso Línea Blanca



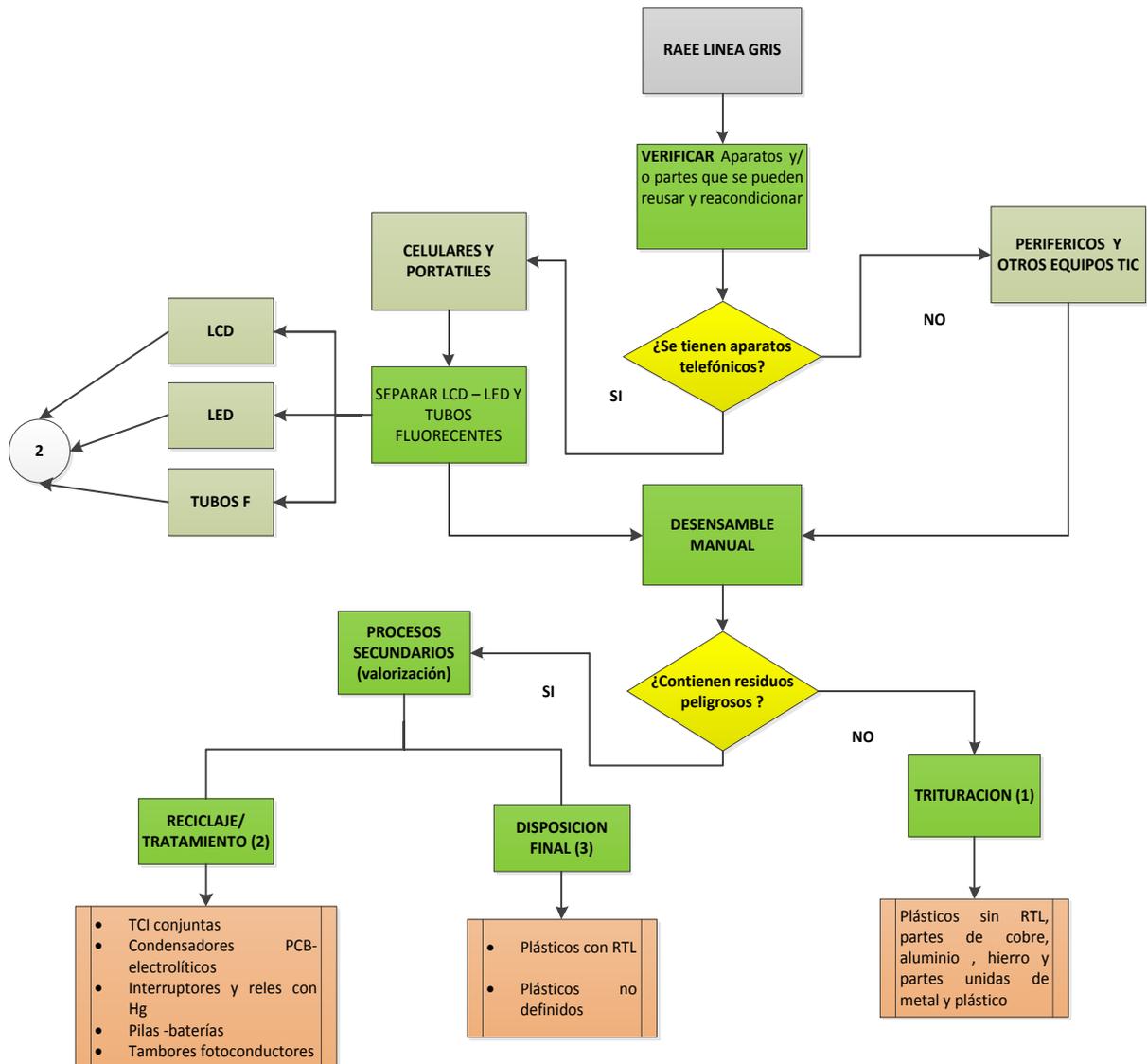
Fuente. Información de reciclado de materiales Indumetal Recycling S.A

C.2 Diagrama de proceso Línea Marrón



Fuente. Información de reciclado de materiales Indumetal Recycling S.A

C.3 Diagrama de proceso Línea Gris



Fuente. Información de reciclado de materiales Indumetal Recycling S.A

ANEXO D. Evaluación de Localización Agente Receptor

Alternativa 1. Zona Industrial de Montevideo

Ubicada entre la zona industrial de puente Aranda. La calle 17 y la Avenida 68. En este punto de la ciudad se encuentran gran cantidad de empresas multinacionales como microempresas, quienes pueden convertirse en clientes potenciales. Por otra parte esta zona es de muy fácil accesibilidad y se encuentran amplias bodegas de gran capacidad.

Alternativa 2. Zona Industrial de Fontibón

Es una zona tradicional donde funcionan gran cantidad de industrias de todo tipo lo cual es favorable para el reconocimiento del agente receptor como proveedor de materiales recuperados. Aunque la accesibilidad tiene algunas restricciones se encuentran amplias bodegas adecuadas para almacenamiento.

Alternativa 3. Zona industrial Siberia (Funza)

Es una zona donde se han sectorizado varias empresas cumpliendo con el Plan de ordenamiento territorial (POT) para la ubicación de las empresas fuera del perímetro urbano. Aunque es una zona de fácil accesibilidad se tienen algunas restricciones por los costos para la recolección de RAEE en la ciudad de Bogotá. Sin embargo los costos por arrendamiento son menores.

D.1 Factores Locacionales.

Costos de arrendamiento

ALTERNATIVAS	Área (MTS ²)	Resistencia piso (Ton)	Altura(MTS)	Costo arrendamiento
Zona Montevideo	850	6	8	\$ 7600000
Zona Fontibón	800	5	6	\$ 7000000
Zona Siberia	750	5	7	\$ 7200000

Fuente: Información de metro cuadrado y guía inmobiliaria.

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo:

Zona Montevideo - 4

Zona Fontibón -7

Zona Siberia -3

Costo de servicios públicos

ALTERNATIVAS	Costo Agua (m ³)	Costo Energía (Kwh)
Zona Montevideo	3345,09	459,033
Zona Fontibón	3345,09	375,021
Zona Siberia-(Funza)	2742,62	345,03

Fuente: Información de empresas de servicios públicos en Bogotá-Cundinamarca

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo Costo de Agua:

Zona Montevideo - 2

Zona Fontibón -2

Zona Siberia -5

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo Costo de Energía:

Zona Montevideo - 1

Zona Fontibón-3

Zona Siberia - 7

Cercanía con clientes potenciales.

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo:

Zona Montevideo - 7

Zona Fontibón-8

Zona Siberia -5

Proximidad a mercados de materiales recuperados de RAEE.

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo:

Zona Montevideo - 5

Zona Fontibón-9

Zona Siberia -7

Accesibilidad al lugar de funcionamiento.

Escala de 1 a 10 para el puntaje relativo:

Zona Montevideo - 8

Zona Fontibón-5

Zona Siberia -5

D.2 Priorización de factores.

Cercanía con clientes potenciales-25%

Costos de Arrendamiento -20%

Costos de Servicios Públicos básicos-20% (incluye 10% para el servicio de agua y 10% de energía)

Proximidad a mercados de materiales recuperados de RAEE-20%

Accesibilidad al lugar de funcionamiento-15%

D.3 Criterios para la ponderación de factores.

Para realizar la ponderación de los factores locacionales se estableció una escala de 1 a 10 de forma cualitativa y analizando la información obtenida. El valor es la medición de disponibilidad y costo. Entre mayor sea el valor se tiene una mayor disponibilidad y/o costo. En este caso para las tres zonas en las cuales posiblemente funcionaría el centro de acopio (bodega) para el agente receptor. Para recopilar la información de análisis se estableció los costos de arrendamiento de una bodega con similares características en las tres zonas mencionadas anteriormente. Además de los costos de servicios básicos como el valor del m³ de agua a nivel industrial y el valor de energía en KWh (kilovatio /hora en trifásica). Cabe mencionar que este método permite realizar la ponderación de acuerdo con el criterio del evaluador y el análisis de las alternativas mencionadas anteriormente

D.4 Proceso para la ponderación

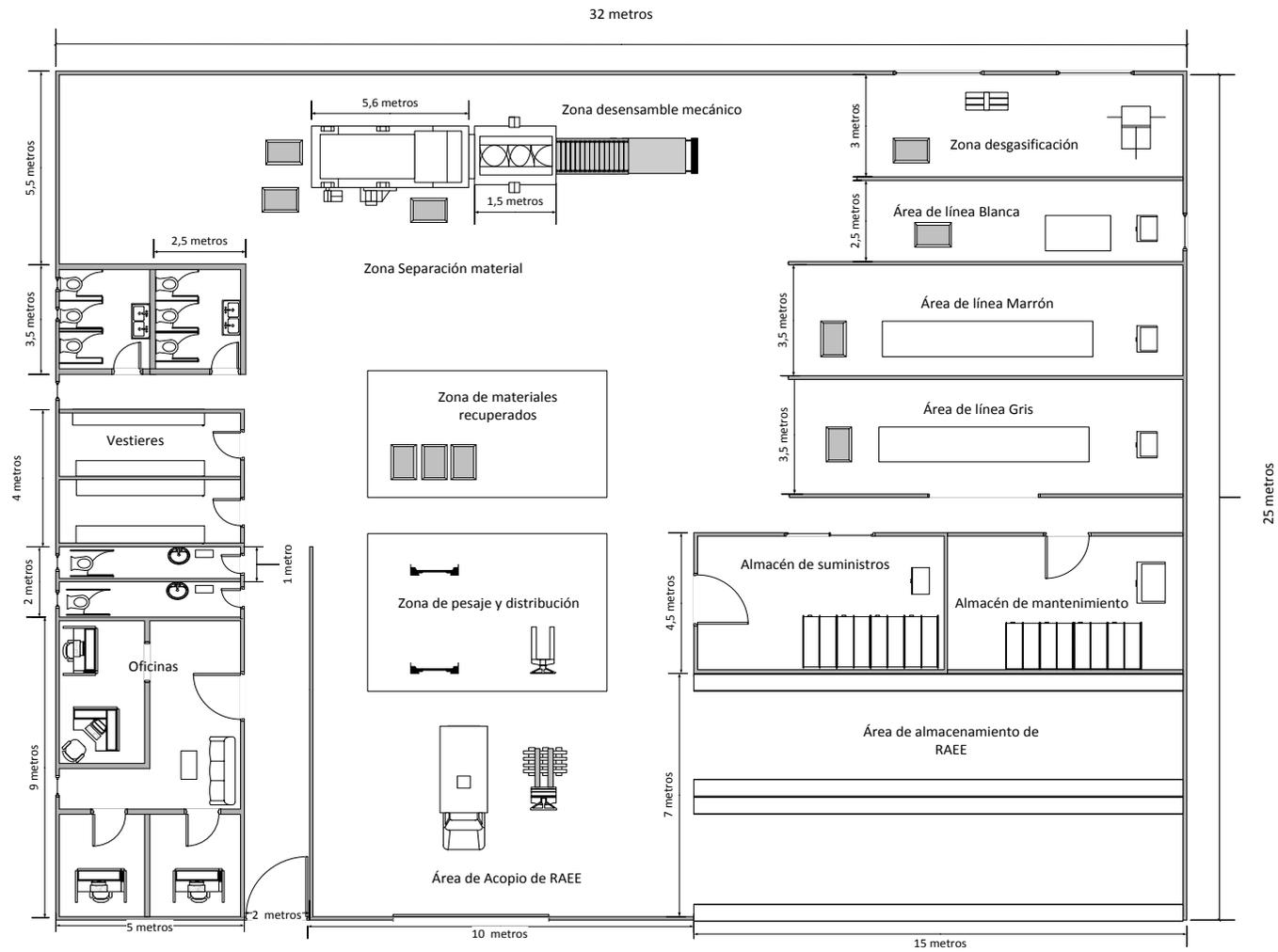
1. Establecer factores relevantes de acuerdo con los objetivos que debe cumplir la instalación.
2. Asignar un peso a cada factor según su importancia relativa. (escala entre 0 a 1). La suma de todos los pesos es igual a 1. (Priorización)
3. Establecer una escala entre 0 a 10 para los factores locacionales.
4. Realizar la calificación de cada alternativa de acuerdo con la escala asignada para los factores. Multiplicar por el peso de cada factor.
5. Sumar el puntaje para cada alternativa y elegir la de mayor puntuación.

Ponderación de factores

FACTORES	Ponderación	Zona Montevideo		Zona Fontibón		Zona Siberia	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Cercanía con clientes potenciales	0,25	7	1,75	8	2	5	1,25
Costos de Arrendamiento	0,2	4	0,8	7	1,4	3	0,6
Proximidad a mercados de materiales recuperados de RAEE	0,2	5	1	9	1,8	7	1,4
Accesibilidad al lugar de funcionamiento	0,15	8	1,2	5	0,75	5	0,75
Costos de Servicios Públicos(Agua)	0,1	2	0,2	2	0,2	5	0,5
Costos de Servicios Públicos(Energía)	0,1	1	0,1	3	0,3	7	0,7
Puntaje Total	1		5,05		6,45		5,2

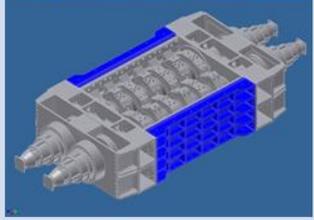
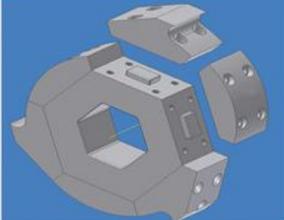
Fuente: Elaboración Propia

D.5 Distribución en planta



ANEXO E. Fichas técnicas de maquinaria utilizada

E.1 Ficha técnica trituradora de doble eje.

Ficha técnica –Trituradora de doble eje (Molino disgregación)	
	
Características técnicas	
Dimensiones totales 1mts x 1,5mts x 1 mts	
Dimensiones Cámara corte 1mts x 1,26mts	
Peso 1 ton	
Motor 4x45 Kw (6-10 rpm)	
Versión eléctrica /hidráulica	
Grosor cuchillas 75mm	
Capacidad máxima 1000 kg/hora	
Cámara de corte-Grosor cuchillas	
	

Fuente: Información de Proveedores Forrec - Untha

E.2 Ficha técnica de Separador de metales tipo Eddy

Separador de metales por corrientes tipo Eddy	
	Características Técnicas
	Clasificación mínima de material (3-15mm)
	Revoluciones 3500 rpm
	Dimensiones 1,5mts x 5,6 mts x 1mts
	Dimensión cinta 1000mm
	Rotor 5,5 Kw
	Cantidad de polos 12
	Capacidad de separación (según el material) 1000kg/h
Funcionamiento	
Consiste en una cinta transportadora y un rotor con un circuito magnético construido en su interior de 12 y/o 24 polos, para adaptarse a la granulometría del producto, todo ello dentro de una caja de acero y recubierto por un contra tambor. Al estar separados el tambor y contra tambor del rotor inductor permite su funcionamiento a distintas frecuencias. Cuando el rotor gira a una gran velocidad este genera una corriente eléctrica en los metales conductores (no ferrosos), dicha tensión inductora produce un campo magnético contrario al del rotor, provocando que los metales no ferrosos sean repelidos por la plancha separadora del resto del material.	

Fuente: Información de Proveedores Idemag-Smar

E.3 Ficha técnica Bomba de Succión al Vacío

Bomba al vacío ME 8C NT	
	<p>Vacío final máximo: 70 mbar Caudal trabajo / Velocidad de Bombeo: 7.1m³/h Máxima contrapresión: 1,1 bar Capacidad del motor: 0,25 kW Dimensiones: 325mm x 243mm x 198mm Peso: 14,5 Kg</p>
Características	
Bomba para aspiración continua de gases y vapores corrosivos. Sin consumo de agua. Aplicaciones en evaporación de solventes con bajo punto de ebullición y alto flujo de gas con elevada aspiración y proceso de presión.	
Funcionamiento	
Es una Bomba rotatoria de paletas compuesta por un estator en la cual gira un rotor con ranuras que está fijo excéntricamente. Las paletas se deslizan a lo largo de las paredes del estator y de esta forma empujan el aire que se ha aspirado en la entrada, para expulsarlo finalmente a través del aceite por la válvula de salida. El aceite de la Bomba sirve de lubricante además de barrera y refrigeración.	

Fuente: Información de Proveedor Vaccubrand.

ANEXO F. Estudio de tiempo del desensamble manual de nevera

F.1 Tiempos de ciclos observados de desensamble nevera

Fecha inicio : 18-10-2013	COMERCIALIZADORA JTL																							<i>Pág 1</i>	<i>1</i>	
Fecha finalización: 26-10-2013	Operación: Desensamble de nevera 1 puerta																									
Realizado por : J. Trujillo	Característica: Por compresión													Tipo operación : Manual												
	Ciclos observados en min																									
Elemento operación	1	Seg	F.C	2	Seg	F.C	3	seg	F.C	4	Seg	F.C	5	seg	F.C	6	Seg	F.C	7	seg	F.C	8	seg	F.C	Te(media)	
Destornillar y retirar puerta	0,66	36	1,1	0,72	39	1,1	0,61	33	1,1	0,68	37	1,1	0,72	39	1,1	0,64	35	1,1	0,7	38	1,1	0,79	43	1,1	0,6875	
Cortar y quitar cables externos	0,54	27	1,2	0,44	22	1,2	0,46	23	1,2	0,4	20	1,2	0,38	19	1,2	0,46	23	1,2	0,5	25	1,2	0,44	22	1,2	0,4525	
retirar condensador, interruptor y relés	1	60	1	1,03	62	1	1,12	67	1	1,1	66	1	1,08	65	1	1,13	68	1	1,15	69	1	1,08	65	1	1,0875	
Cortar cables y retirar compresor	1,08	65	1	0,97	58	1	0,93	56	1	1	60	1	1,1	66	1	1,02	61	1	0,98	59	1	1,03	62	1	1,014583	
Destornillar y quitar serpentín	0,43	26	1	0,53	32	1	0,45	27	1	0,48	29	1	0,55	33	1	0,57	34	1	0,5	30	1	0,53	32	1	0,50625	
Remover partes internas en plástico (puerta)	1,67	108	0,93	1,58	102	0,93	1,66	107	0,93	1,61	104	0,93	1,63	105	0,93	1,71	110	0,93	1,63	105	0,93	1,67	108	0,93	1,644938	
Girar nevera y golpear parte trasera	0,58	35	1	0,53	32	1	0,67	40	1	0,52	31	1	0,6	36	1	0,7	42	1	0,58	35	1	0,65	39	1	0,604167	
Separar carcasa de aluminio (congelador)	1,05	63	1	1,12	67	1	1,07	64	1	1,05	63	1	1,08	65	1	1,12	67	1	1,13	68	1	1,02	61	1	1,079167	
Remover láminas de poliuretano parte interna	1,1	66	1	0,97	58	1	1,03	62	1	1,12	67	1	1	60	1	0,98	59	1	1,05	63	1	0,95	57	1	1,025	
Retirar partes plásticas unidas a carcasa externa	1,74	112	0,93	1,6	103	0,93	1,53	99	0,93	1,64	106	0,93	1,75	113	0,93	1,69	109	0,93	1,66	107	0,93	1,6	103	0,93	1,65075	
Clasificar y almacenar materiales separados	1,18	76	0,93	1,22	79	0,93	1,16	75	0,93	1,13	73	0,93	1,21	78	0,93	1,15	74	0,93	1,18	76	0,93	1,24	80	0,93	1,183813	
Tiempo total normal	11			10,7			10,7			10,7			11,1			11,2			11,1			11			10,93617	

Fuente: Elaboración Propia

F.2 Factor de calificación para la operación

Elemento operación	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	C	F. calificación
Destornillar y retirar puerta	0,06			0,04	0,1	1,1
Cortar y quitar cables externos	0,08	0,08		0,04	0,2	1,2
retirar condensador, interruptor y relés						1
Cortar cables y retirar compresor						1
Destornillar y quitar serpentín						1
Remover partes internas en plástico (puerta)	-0,05			-0,02	-0,07	0,93
Girar nevera y golpear parte trasera						1
Separar carcasa de aluminio (congelador)						1
Remover láminas de poliuretano parte interna						1
Retirar partes plásticas unidas a carcasa externa	-0,1	0,05		-0,02	-0,07	0,93
Clasificar y almacenar materiales separados	-0,1	0,05		-0,02	-0,07	0,93

F.3 Factor de calificación para la operación

Suplementos	
Necesidades personales	5%
fatiga básica	4%
Manejo de la carga al desensamblar (peso)	9%
Retrasos y/o demoras	2%
Total de suplementos	20%
Tiempo estándar (min)	13,1234

Fuente: Elaboración Propia