



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 23 de enero de 2023

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Adriana María Fernández Montealegre, con C.C. No. 26593936,

Ricardo Quintero Rojas, con C.C. No. 1075225538,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado: Adriana María Fernández Montealegre – Ricardo Quintero Rojas

Titulado Consideraciones para el diseño de una estrategia de manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el Departamento del Huila desde la gerencia integral de proyectos

presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de

Magister en Gerencia Integral de Proyectos;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera: 1

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN**

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

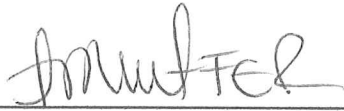
**VIGENCIA**

**2014**

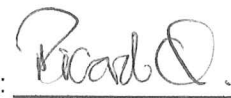
**PÁGINA**

**2 de 2**

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: 

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** Consideraciones para el Diseño de una Estrategia de Manejo y Aprovechamiento de los RAEE Generados en el Departamento del Huila desde la Gerencia Integral de Proyectos

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Fernández Montealegre	Adriana María
Quintero Rojas	Ricardo

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Porras Jiménez	Jaime Augusto

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Magíster en Gerencia Integral de Proyectos

**FACULTAD:** Economía y Administración

**PROGRAMA O POSGRADO:** POSGRADO

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 160

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso



**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general  Grabados\_\_\_ Láminas\_\_\_  
Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas o Cuadros

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Gestión de RAEE</u>	<u>WEEE management</u>	6. _____	_____
2. <u>Manejo de RAEE</u>	<u>WEEE management</u>	7. _____	_____
3. <u>Aprovechamiento de RAEE</u>	<u>WEEE utilization</u>	8. _____	_____
4. <u>Estrategia de RAEE</u>	<u>WEEE strategy</u>	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

El objetivo del presente documento es definir las consideraciones para el diseño de una estrategia adecuada para el manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos. El estudio siguió un diseño mixto de tipo integrado dominante cualitativo CUAN-Cual e incluyó el uso de inducción, deducción y abducción. El componente cualitativo de esta investigación se abordó desde la perspectiva interpretativa. La muestra estuvo comprendida por 72 actores inmersos en la gestión de RAEE en el Departamento del Huila: hogares urbanos, empresas generadoras de RAEE, recuperadores mayoristas, gestores de RAEE e instituciones relacionadas con el tema ambiental. Se diseñó, validó y aplicó un cuestionario con el fin de identificar información sociodemográfica, conocimiento sobre los RAEE y su



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

The aim of this document is to define the considerations for the design of an adequate strategy for the management and use of WEEE in Huila from the point of view of Integrated Project Management. The study followed a mixed design of a qualitative dominant integrated type of CUAN-Cual and included the use of induction, deduction and abduction. The qualitative component of this research was approached from the interpretive perspective. The sample consisted of 72 actors involved in the management of WEEE in Huila: urban households, companies that generate WEEE, wholesale recyclers, WEEE managers and institutions related to the environmental issue. A questionnaire was designed, validated and applied in order to identify socio-demographic information, knowledge about WEEE and its management, regulatory knowledge, management and disposal practices and WEEE generation. The information was analyzed through descriptive statistical analysis to measure the behavior of each variable individually. Frequency tables were constructed, bar and pie charts were designed, and measures of central tendency and dispersion were calculated. The interpretative analysis proceeded with the construction of a SWOT matrix. The considerations provided for the design of a strategy for the management and disposal of WEEE in the Department of Huila can be used by policy makers to control the flow of WEEE. Likewise, a mechanism for the safe collection, transportation, recovery of precious metals and safe final disposal of electronic waste is provided. The findings of this research have important practical and management implications.



manejo, conocimiento normatividad, prácticas de manejo y disposición y generación de RAEE. La información fue analizada mediante análisis estadístico descriptivo para medir el comportamiento de cada variable de manera individual. Se construyeron tablas de frecuencia, se diseñaron gráficos de barra y circulares y se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión. Se procedió con el análisis interpretativo mediante la construcción de una matriz DOFA. Las consideraciones suministradas para el diseño de una estrategia para el manejo y disposición de RAEE en el Departamento del Huila pueden ser utilizadas por los responsables políticos para controlar el flujo de RAEE. Así mismo, se proporciona un mecanismo para la recogida segura, el transporte, la recuperación de metales preciosos y la eliminación final segura de los residuos electrónicos. Las conclusiones de esta investigación tienen importantes consecuencias prácticas y de gestión.

#### APROBACION DE LA TESIS

Nombre presidente Jurado: Luis Alfredo Muñoz

Firma:

Nombre Jurado: Carlos Eduardo Aguirre Rivera

Firma:

Nombre Jurado: Alberto Ducuara Manrique

Firma:

  
ALBERTO DUCUARA MANRIQUE



UNIVERSIDAD  
**SURCOLOMBIANA**

ACREDITADA DE  
**ALTA CALIDAD**  
Resolución 11233 / 2018 - MEN

**Consideraciones para el Diseño de una Estrategia de Manejo y Aprovechamiento de los  
RAEE Generados en el Departamento del Huila desde la Gerencia Integral de Proyectos**

Adriana María Fernández Montealegre y Ricardo Quintero Rojas

Universidad Surcolombiana

Maestría en Gerencia Integral de Proyectos

Jaime Augusto Porras Jiménez, PhD

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Neiva, XX de XXXXXXXXXXXXXXX de 2023



*Dedicatoria*

*A mi familia por ser el soporte de mi vida.*

*A mi esposo, por ser mi apoyo.*

*A mi hijo por ser mi todo.*

Adriana María Fernández Montealegre

*A mis padres por sus enseñanzas.*

*A mis hermanos por estar siempre a mi lado*

*A mis sobrinas por ser mi felicidad.*

*A mi novia por apoyarme siempre.*

Ricardo Quintero Rojas

## **Agradecimientos**

A mi esposo Armando Galindo, mi hijo Felipe Galindo, mis padres Eufracio Fernández y Cecilia Montealegre, a mis hermanos Mauricio Fernández y Yicela Fernández y demás familiares que por su permanente cariño y apoyo me permitieron culminar este gran proyecto de vida, que es también de todos ellos.

Adriana María Fernández.

A Dios por mi vida, por la sabiduría y las bendiciones que me dio para lograr este triunfo. A mi novia por su apoyo, comprensión y colaboración durante el desarrollo de este proyecto.

Ricardo Quintero Rojas.

Al Doctor Jaime Augusto Porras, director del proyecto por su permanente apoyo y asesoría durante la ejecución del proyecto. A la Universidad Surcolombina, en especial al coordinador de la maestría, Luis Alfredo Muñoz Velasco, por la oportunidad de realizar el proyecto y por crear un ambiente propicio para el desarrollo del mismo. Gracias a todos los que de una manera u otra nos colaboraron.

**Tabla de contenido**

	Página
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Tabla de contenido	5
Lista de Tablas	10
Lista de Figuras	12
Lista de Anexos	13
Introducción	14
1. Diseño de la Investigación	16
1.1. Planteamiento del Problema	16
1.1.1. Pregunta de Investigación	21
1.2. Justificación	21
1.3. Objetivos	24
1.3.1. Objetivo General	24
1.3.2. Objetivos Específicos	25
1.4. Marco Referencial	25
1.4.1. Estado del Arte	25
1.4.2. Marco Teórico	33
1.4.2.1. Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	34
1.4.2.1.1. Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	35
1.4.2.1.2. Materias Primas Presentes en los RAEE.	37
1.4.2.1.3. La Criticidad de los Materiales de los RAEE.	39
1.4.2.1.4. Oportunidades Potenciales de los RAEE.	42
1.4.2.1.5. Reciclaje de los RAEE.	44

1.4.2.1.6. Cuestiones Medioambientales y Técnicas del Reciclaje de RAEE.	46
1.4.2.2. Gestión de RAEE.	48
1.4.2.2.1. Gestión de RAEE en Colombia.	52
1.4.2.2.2. Los Programas Postconsumo como Organizaciones de Responsabilidad del Productor en Colombia.	53
1.4.2.3. Estrategias para la Gestión de RAEE.	54
1.4.2.3.1. Estrategia.	54
1.4.2.3.2. Planeación y Gerencia Estratégica.	54
1.4.2.3.3. Gerencia Ambiental Estratégica	56
1.4.2.3.4. Estrategias Medioambientales.	57
1.4.2.3.5. Modelos de Planeación Estratégica.	57
1.4.2.3.6. El Proceso de Planeación Estratégica.	59
1.4.2.3.7. Formulación de la Estrategia.	59
1.4.2.4. Gerencia Integral de Proyectos.	59
1.4.2.4.1. Gestión de Proyectos.	61
1.4.2.4.2. Proyectos.	62
1.4.2.4.3. Formulación y Diseño del Proyecto.	63
1.4.3. Marco Normativo	66
1.4.4. Marco Conceptual	68
1.5. Metodología	70
1.5.1. Tipo de Investigación	70
1.5.2. Método de la Investigación	71
1.5.3. Variables de Entrada del Estudio	72
1.5.4. Población y Muestra	72
1.5.5. Recolección de la Información	73

	7
1.5.5.1. Fuentes de Información.	73
1.5.5.2. Técnicas e Instrumentos.	74
1.5.5.2.1. Encuesta.	74
1.5.6. Ruta del Proceso Investigativo	75
1.5.7. Procesamiento de la Información	76
1.5.7.1. Análisis de Datos.	77
2. Resultados	78
2.1. Diagnóstico del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	78
2.1.1. Estado del Arte del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila.	78
2.1.2. Marco Normativo y Legal Vigente RAEE para el Departamento del Huila.	81
2.1.3. Caracterización De RAEE En El Departamento Del Huila	84
2.1.3.1. Información Sociodemográfica De Los Actores Encuestados.	84
2.1.3.1.1. Información Residencial de los Actores Encuestados.	87
2.1.3.1.2. Información De Las Organizaciones De Los Actores Encuestados.	88
2.1.3.2. Conocimiento sobre los RAEE y su Manejo	89
2.1.3.3. Conocimiento de la Normatividad de los RAEE	90
2.1.3.4. Prácticas de Manejo y Disposición de los RAEE	92
2.1.3.5. Generación de RAEE	97
2.1.3.6. Inventarios de AEE	97
2.1.3.7. Materiales Generados por los RAEE en el Departamento del Huila	99
2.1.4. Algunas Consideraciones sobre el Valor Económico Asociado al Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	101

2.1.5. Barreras para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	102
2.1.5.1. Ausencia de Marco Legal e Institucional Local	104
2.1.5.2. Gestión de Residuos	104
2.1.5.3. Baja Conciencia Ambiental	105
2.1.5.4. Pocos Incentivos e Inconvenientes en los Sistemas de Recogida Existentes	105
2.1.5.5. Falta de instalaciones formales de tratamiento, almacenamiento y eliminación de residuos electrónicos	106
2.1.5.6. Falta de Recursos para Establecer Instalaciones de Reciclaje	106
2.1.6. Análisis del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	106
2.2. Lineamientos para el Diseño Estratégico de un Proyecto Departamental para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos	109
2.2.1. Aspectos Estratégico del Proyecto Departamental para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos	109
2.2.1.1. Objetivos Estratégicos	109
2.2.1.2. Metas	109
2.2.2. Consideraciones para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos	110
2.2.2.1. Partes interesadas	111
2.2.2.1.1. Consumidores.	111
2.2.2.1.2. Recolectores y Puntos de Acopio.	111
2.2.2.1.3. Gobierno.	112
2.2.2.1.4. Inversores y Universidades.	112

2.2.2.2.	Establecimiento de Diálogos entre las Distintas Partes Interesadas	113
2.2.2.3.	Elaboración de Políticas para la Gestión de RAEE en el Departamento del Huila	113
2.2.2.4.	Evaluaciones e Inventario de los RAEE	114
2.2.2.5.	Desarrollar Programas de Concienciación Pública	115
2.2.2.6.	Desarrollo del Sistema de Recogida	115
2.2.2.7.	Integrar el Sector informal	116
2.2.2.8.	Entorno Propicio para fomentar un Modelo Empresarial de RAEE	116
2.2.2.9.	Desarrollo de una Asociación Empresarial para Establecer una Instalación de Reciclaje en el Huila	117
3.	Conclusiones y Recomendaciones	118
	Referencias	122
	Anexos	136

## Lista de Tablas

	Página
<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los RAEE según la Unión Europea.....	36
<b>Tabla 2.</b> Composición de los RAEE.....	43
<b>Tabla 3.</b> Marco Normativo de los RAEE en Colombia. ....	67
<b>Tabla 4.</b> Consolidado variables de estudio .....	72
<b>Tabla 5.</b> Composición de la muestra de estudio.....	73
<b>Tabla 6.</b> Tipo de recolección de información fuente de información.....	74
<b>Tabla 7.</b> Estructura de cuestionario. ....	75
<b>Tabla 8.</b> Etapas del proceso investigativo.....	76
<b>Tabla 9.</b> Procesamiento de la información.....	77
<b>Tabla 10.</b> RAEE generados en Colombia .....	78
<b>Tabla 11.</b> Distribución de la población colombiana por nivel socioeconómico .....	79
<b>Tabla 12.</b> Resultados sobre el conocimiento de los RAEE y su manejo. ....	90
<b>Tabla 13.</b> Resultados sobre el conocimiento de la normatividad de los RAEE.....	91
<b>Tabla 14.</b> Resultados sobre las campañas de RAEE. ....	92
<b>Tabla 15.</b> Métodos para la recolección de RAEE. ....	94
<b>Tabla 16.</b> Métodos para el manejo de RAEE.....	94
<b>Tabla 17.</b> RAEE dispuestos a ser transportados a puntos de recolección.....	95
<b>Tabla 18.</b> Componentes recuperados de los RAEE.....	96
<b>Tabla 19.</b> Peso de los RAEE generados en el último año.....	97
<b>Tabla 20.</b> Cantidad de AEE y RAEE de los encuestados .....	99
<b>Tabla 21.</b> Cantidad de materiales en RAEE.....	100
<b>Tabla 22.</b> Valor económico de los materiales generados por los RAEE .....	102
<b>Tabla 23.</b> Barreras de la gestión de RAEE identificadas en la literatura.....	103



<b>Tabla 24.</b> DOFA identificación y categorización de la fuente y la naturaleza de los residuos .....	107
<b>Tabla 25.</b> DOFA separación, almacenamiento y recogida .....	107
<b>Tabla 26.</b> DOFA transporte de los residuos .....	108
<b>Tabla 27.</b> DOFA procesamiento.....	108
<b>Tabla 28.</b> Metas del proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de RAEE.	110

## Lista de Figuras

	Página
<b>Figura 1.</b> Árbol de problemas .....	19
<b>Figura 2.</b> Modelo para la evaluación de estrategias en la gestión de RAEE. ....	30
<b>Figura 3.</b> Lista de materiales críticos en la UE y sus riesgos de suministro e importancia para la economía. ....	40
<b>Figura 4.</b> Modelo de gestión de RAEE.....	51
<b>Figura 5.</b> Flujograma de decisiones y actores de la gestión de los RAEE en Colombia.....	52
<b>Figura 6.</b> Metodología para el logro y desarrollo del estudio .....	70
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de respuestas obtenidas por actor .....	84
<b>Figura 8.</b> Distribución de la edad de los participantes .....	85
<b>Figura 9.</b> Nivel de escolaridad de los encuestados.....	86
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de municipios de participantes. ....	86
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de ocupación de participantes. ....	87
<b>Figura 12.</b> Distribución del estrato socioeconómico de los hogares residenciales .....	88
<b>Figura 13.</b> Actividad económica de las organizaciones encuestadas .....	89
<b>Figura 14.</b> Factores considerados para realizar una adecuada disposición de RAEE .....	93
<b>Figura 15.</b> Distancia dispuestos a recorrer para entregar RAEE.....	95
<b>Figura 16.</b> Cantidad de AEE de los actores .....	98
<b>Figura 17.</b> Uso y estado de los AEE de los actores .....	98

**Lista de Anexos**

	Página
<b>Anexo 1.</b> Variables de estudio .....	137
<b>Anexo 2.</b> Cuestionario para identificar el estado actual del manejo y aprovechamiento de los raee en el departamento del Huila .....	139
<b>Anexo 4.</b> Matriz 1. Documentos estado actual RAEE Huila.....	91
<b>Anexo 4.</b> Matriz 2. Normatividad RAEE Colombia Huila.....	94
<b>Anexo 5.</b> Matriz 3. Respuestas cuestionarios. ....	96
<b>Anexo 6.</b> Cantidad de componentes en RAEE .....	97
<b>Anexo 7.</b> Porcentaje aprovechamiento materiales. ....	98
<b>Anexo 8.</b> Matriz M4 con los componentes para el diseño estratégico del proyecto.....	99

## Introducción

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se consideran el flujo de residuos de más rápido crecimiento. En este aumento tan dinámico de la cantidad de residuos generados influyen muchos factores, como el crecimiento económico, el progreso tecnológico, la digitalización de los procesos tecnológicos (incluida la automatización de los procesos de producción), la aparición de nuevos grupos de productos en el mercado (por ejemplo, bicicletas o patinetes eléctricos, drones, bombas de calor, paneles solares fotovoltaicos), el comportamiento de los consumidores, la calidad de los dispositivos (incluida su funcionalidad y durabilidad). En consecuencia, la cantidad de AEE que se comercializa ha aumentado cada año e implica un crecimiento futuro del volumen de residuos. Se estima que el volumen total de RAEE generado a nivel mundial en 2019 fue de aproximadamente 53,6 millones de toneladas (Forti et al., 2020). Lamentablemente, solo el 17,4% de los RAEE generados anualmente está documentado para ser recogido y reciclado oficialmente. Además, de 2016 a 2019, la cantidad de RAEE eliminados en la basura residencial en los países de ingresos altos aumentó de 1,7 millones de toneladas (4% de los residuos electrónicos generados en 2016) a 4,2 millones de toneladas (8% de los residuos electrónicos generados en 2019) (Forti et al., 2020). Es por esto que contar con modelos de gestión de RAEE aporta considerablemente al impacto ambiental y sostenibilidad de la industria tecnológica del mundo.

Gran parte de los RAEE permanecen almacenados debido a la falta de un marco político y legislativo, y a la ausencia de un sistema práctico de gestión de residuos electrónicos. Esta laguna crea un peligro potencial para los residuos electrónicos en el futuro, ya que se generan más residuos electrónicos con el paso de los años pero no existe una política o un marco legal para tratarlos. En consonancia con lo mencionado, Colombia es un

país que ha avanzado en regulación de RAEE pero la aplicabilidad de la norma no avanza como lo esperado. Así mismo, el Departamento del Huila ha emprendido algunas actividades relacionadas con el acopio de estos residuos sin contar con los recursos, actores y lineamientos requeridos. Es por esto, que el presente estudio aborda la pregunta de investigación ¿Cuáles serán las consideraciones para el diseño de una estrategia adecuada para el manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos? De esta manera, la presenta investigación se enfoca en encontrar los principales aspectos a considerar en el diseño de una estrategia para el manejo y aprovechamiento de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos. Dada la complejidad de los RAEE en el contexto de asuntos, como los nuevos desarrollos tecnológicos las demandas de los productos y subproductos obtenidos y los diversos programas y proyectos que esta área y/o sector infiere, esta investigación por razones temporales deja como parte de los retos a abordar por otros estudios a partir de la propuesta de las consideraciones para el diseño de una estrategia de manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el departamento del huila desde la gerencia integral de proyectos, del trabajo presentadas en este estudio.

Para lograr el objetivo presentado, el estudio analizó el estado actual del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila; formuló los componentes del diseño estratégico de un proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos y el marco normativo vigente, e identificó los actores y los lineamientos de coordinación para la gestión eficiente y sostenible de los RAEE. El documento se estructura en tres capítulos, el primero presenta el diseño de la investigación donde aborda aspectos preliminares como el planteamiento del problema, los objetivos, la metodología y el marco de referencia. Seguido de este, el capítulo dos presenta los resultados del estudio; y, por último, el capítulo de conclusiones y recomendaciones cierra el documento.

## 1. Diseño de la Investigación

### 1.1. Planteamiento del Problema

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) se han convertido en una parte esencial de la vida cotidiana. Su disponibilidad y uso generalizado han permitido, a gran parte de la población mundial, beneficiarse de un mayor nivel de vida; sin embargo, la forma en que se producen, consumen y eliminan estos residuos es insostenible. Casi cualquier hogar o empresa utiliza productos como electrodomésticos básicos de cocina, juguetes, herramientas de música y artículos de TIC, como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, entre otros. Además del uso doméstico y empresarial cotidiano, los AEE se utilizan cada vez más en el transporte, la sanidad, los sistemas de seguridad y los generadores de energía, como la fotovoltaica. También se emplean cada vez más AEE en el sector en expansión del Internet de las Cosas (IoT), como sensores o dispositivos pertenecientes al concepto de "hogar inteligente" o "ciudades inteligentes" (Kumar et al., 2017). Esta rápida innovación tecnológica y la cantidad cada vez mayor de tecnología disponible para el público ha acelerado su tasa de sustitución, lo que ha provocado un gran aumento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Actualmente, los RAEE se tratan con gran urgencia en todo el mundo, ya que son uno de los flujos de residuos que más rápido crecen.

La razón de la importancia de los RAEE radica en su potencial económico y en las amenazas medioambientales que estos generan. Los residuos electrónicos están formados por una combinación de diversos materiales, algunos de los cuales son tóxicos y peligrosos, y otros no son fácilmente degradables. Entre los diferentes materiales que pueden encontrarse en los RAEE están los metales, los plásticos, el vidrio y los elementos de tierras raras (Zhang y Xu, 2016; Tansel, 2017). Muchos de los metales incluidos en los residuos electrónicos son metales preciosos como el oro, la plata, el aluminio y el titanio; estos metales, cuando se

reciclan, ayudan a ahorrar cantidades sustanciales de dinero, energía y contaminación que, de otro modo, se derivarían de su extracción y producción a partir de sus minerales en bruto. Se estima que el 65.12% tiene valor económico y que el 28.89% lo componen materiales que no son aprovechados (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2018). Su eliminación inadecuada puede afectar al medio ambiente en el que se vierten o se depositan, especialmente cuando los metales pesados que los componen llegan al suelo y a las aguas subterráneas. Así mismo, los RAEE son una amenaza para la salud debido a su manipulación informal por parte de sectores no regulados en los países en desarrollo. La exposición a los metales pesados y subproductos peligrosos que se liberan durante el proceso de manipulación tiene un efecto adverso en las comunidades que están directamente expuestas a ellos (Perkins et al., 2014).

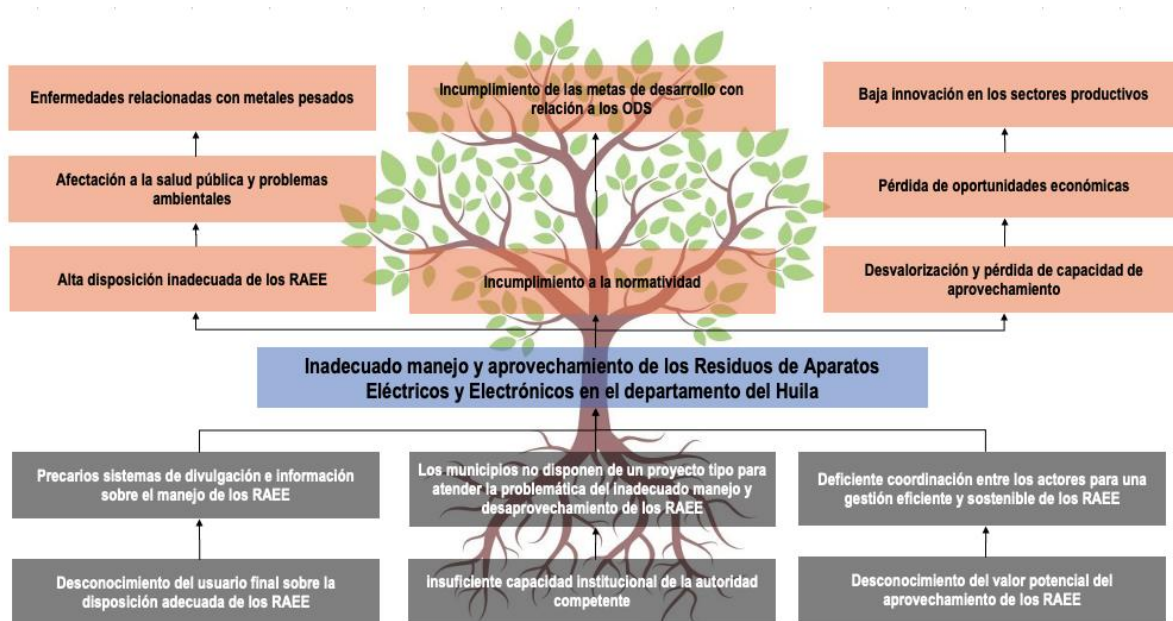
Las cantidades exactas de residuos electrónicos son difíciles de estimar, esto se debe a que la mayoría de los residuos electrónicos son manipulados por los sectores informales o se exportan ilegalmente a países en desarrollo donde el coste de la mano de obra es más barato (Perkins et al., 2014; Tansel, 2017). La generación mundial de RAEE en 2019 fue de aproximadamente 54 millones de toneladas (MT) (Forti et al., 2020), un aumento de 45 MT reportados en 2016 (Baldé et al., 2017), con un promedio global de 7,3 kg/persona/año. Se espera que esta tasa de generación aumente de manera significativa cada año y se espera que el volumen total generado aumente a 75 toneladas métricas para 2030 (Forti et al., 2020). Es por esto, que los gobiernos de todo el mundo están elaborando políticas y leyes nacionales sobre los RAEE para hacer frente al aumento de estos productos al final de su vida útil. Estas políticas establecen planes o líneas de actuación e indican lo que puede conseguir una sociedad, institución o empresa. En octubre de 2019, 78 países contaban con una política, una legislación o un reglamento que regulaba los RAEE, siendo el 71% de la población mundial

actual cubierta; pero, en muchos países, las políticas son estrategias no legalmente vinculantes, sino solo programáticas (Forti et al., 2020).

En Colombia se genera una cantidad estimada de 250 KT de RAEE al año (World Resources Forum, 2017); sin embargo, el país ha sido uno de los primeros en desarrollar normatividad en RAEE. Actualmente, se está elaborando una normativa para todas las categorías de AEE, incluida su gestión integral (Forti et al., 2020). Las primeras directrices relacionadas con los RAEE se establecieron en 2013 y proporcionaron un marco para los sistemas de cumplimiento (GSM Association [GSMA], 2015a). A esto le siguió una política nacional sobre la gestión de los RAEE en 2017, con objetivos clave como el consumo responsable y la gestión adecuada del final de la vida útil de los RAEE (World Resources Forum, 2017). Los procesos generales de la gestión de RAEE en Colombia incluyen: la producción, distribución, uso y reutilización; la generación, pretratamiento (principalmente manual), tratamiento y exportación; aun así, una alta proporción de aparatos obsoletos es recogida y pretratada por trabajadores informales o no autorizados y los metales son recuperados (GSMA, 2015b). Adicionalmente, Colombia no cuenta con tecnología para el procesamiento final de todos los tipos de fracciones de residuos electrónicos, donde el desmontaje se realiza manualmente y las piezas recuperadas se exportan a otros países para su reciclaje y recuperación de materias primas (United Nations [UN], 2016).

Como se aprecia en la figura anterior, en el Departamento del Huila, la gestión integral de RAEE se ha convertido en un verdadero reto. El problema principal identificado es el inadecuado manejo y aprovechamiento que se les da a los RAEE, los cuales ascienden a 650.278,80 toneladas generadas entre el año 2016 y el 2019 (Corporación Autónoma del Alto Magdalena [CAM], 2019a).



**Figura 1.***Árbol de problemas*

Los orígenes del problema principal, arriba identificado se debe al abandono de este tipo de residuos en zonas urbanas y rurales; su disposición en el circuito domiciliario de residuos ordinarios; la recolección y manipulación inadecuada por parte del sector informal; el acelerado crecimiento del uso y desecho de dichos productos en el ámbito doméstico (celulares y electrodomésticos) e industriales (equipos médicos, antenas); y, la complejidad que representa el aprovechamiento de todos los componentes de estos residuos. Adicionalmente, existen pocos incentivos económicos, dificultades en la separación y clasificación, falta de roles específicos que permitan impulsar su gestión y falta de información sectorial, ya que no todos los residuos son recolectados y aprovechados adecuadamente. En el Departamento del Huila existe un número muy reducido de entidades territoriales, en coordinación con la Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM), que realizan jornadas de recolección de RAEE, posconsumo y trámites ante el productor responsable su disposición final (Alcaldía de Palermo, 2017; CAM, 2017; 2019b; 2019c). A

corte de 2019, la autoridad ambiental solo ha recibido tres solicitudes de licencia ambiental de RESPEL y RAEES (CAM, 2021). Esta limitada oferta de organizaciones y estrategias de tratamiento de RAEE, ha ocasionado que el sector informal prolifere desarrollando actividades riesgosas para la salud y para el ambiente. La baja gestión de los RAEE en el Departamento se puede evidenciar desde los instrumentos de planificación; puesto que no se incorporan acciones encaminadas a facilitar y apoyar esta gestión imposibilitando llevar a cabo prácticas para la extensión de su vida útil, la separación en la fuente, el reciclaje y los sistemas de recolección y gestión que establezcan los productores y la facilitación de la implementación de los mecanismos de recolección a cargo de los productores (Asamblea Departamental del Huila, 2020a; Concejo Municipal de Neiva, 2020).

Este inadecuado manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila impide avanzar en el proceso de construcción de la cultura ambiental responsable, las buenas prácticas ambientales y el fortalecimiento del componente de vigilancia y control de residuos peligrosos y especiales. Así mismo, se está poniendo en riesgo la salud de la comunidad, tanto que manipula los RAEE como de los habitantes del Departamento, al estar en contacto tanto directa como indirectamente con estos residuos. Por otro lado, se logra evidenciar un incumplimiento de la normatividad vigente afectando negativamente el logro de los objetivos de desarrollo y metas en materia ambiental establecidas por la nación. Por último, este desaprovechamiento de los RAEE evita obtener valor por el reutilizamiento de los variados y valiosos componentes, siendo esta una estrategia que incentive las capacidades innovadoras y productivas de la región. Es por esto, que se deben realizar procesos de tratamiento especializados con el objetivo de separar adecuadamente los materiales deseados, propiciar una articulación entre los actores de este ecosistema y las estrategias públicas y ambientales del Departamento.

### **1.1.1. Pregunta de Investigación**

¿Cuáles serán las consideraciones para el diseño de una estrategia adecuada para el manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos?

## **1.2. Justificación**

El principal obstáculo para el reciclaje formal de desechos electrónicos es la ausencia de un sistema adecuado de eliminación y procesamiento, induciendo estos a vertederos. Además de causar daño al medio ambiente local y a la salud humana, la eliminación y el procesamiento inadecuados de desechos electrónicos también contribuyen al calentamiento global y al cambio climático como resultado de importantes emisiones de carbono. Por cada tonelada de desechos electrónicos recolectados y correctamente reciclados se evitan 1,44 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> (WorldLoop, 2013). La reducción de las emisiones de carbono se atribuye principalmente a la recuperación de recursos evitando el proceso intensivo en energía de minería / producción de materias primas vírgenes. Otros factores, como evitar el procesamiento de crudo y la recuperación de energía de materiales reciclables también reducen la emisión de carbono. El valor potencial total de todas las materias primas presentes en los desechos electrónicos se estimó en aproximadamente 55 mil millones de euros en 2016 (Baldé et al. 2017). Esto significa que el reciclaje adecuado de los desechos electrónicos no solo es un esfuerzo para proteger el medio ambiente y la salud humana, sino también una posible oportunidad de negocio.

Para abordar esta problemática, es imprescindible discutir brevemente el escenario global actual de desechos electrónicos que incluye los efectos adversos de la gestión informal de desechos electrónicos, compilar y elaborar la legislación sobre desechos electrónicos implementada en todo el mundo, discutir los principales problemas en los países con

legislación de desechos electrónicos, y luego proponer un modelo genérico que incluya a todas las partes interesadas en la gestión de desechos electrónicos para analizar diversas cuestiones y formular una legislación efectiva de desechos electrónicos.

Esta propuesta de investigación está enmarcada en el macro contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) e inmersa en los planes y políticas nacionales de desarrollo sostenible de la legislación colombiana, como la Ley N° 1672 de 2013 “Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones” (Ley N° 1672, 2013). Son varios los ODS a los cuales este estudio se alinea. El ODS N° 12, orientado a la “Producción y consumo responsable” el cual establece dentro de sus metas reducir la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclaje y reutilización, asegurando que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes en torno al desarrollo sostenible y un estilo de vida en armonía con la naturaleza; y ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica, con el fin de avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles (United Nations, 2015). El ODS N° 13, a su vez, que corresponde a “Acción por el clima”, establece como una de sus metas mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (United Nations, 2015).

La ley N° 1672 (2013), por otro lado, tiene por objeto establecer los lineamientos para la política pública de gestión integral de los RAEE, generados en el territorio nacional, que son residuos de manejo diferenciado que deben gestionarse de acuerdo con las directrices que, para el efecto, establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Congreso de la República, 2013). Así, los procesos enmarcados en los estándares de la ley, contribuirán al desarrollo de la investigación, a fin de promover un manejo idóneo de los RAEE que faciliten

su almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y disposición final. De igual manera, las motivaciones de la propuesta del proyecto devienen de una pertinencia institucional que responde a la temática “Desarrollo de modelos metodológicos y herramientas para gerencia de proyectos ambientales, que contribuyan a la formulación de una estrategia” (L. Muñoz, comunicación personal, abril 2020). Esto, a partir del diagnóstico de la problemática, a través del cual se examinarán los efectos ambientales, sociales y económicos presentes e identificarán y evaluarán las causas estructurales para definir la estrategia de acción específica que, en concordancia con los principios de la gestión integral de los residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), la producción, el consumo sostenible y la participación activa logren prevenir y minimizar la generación de los RAEE en el Huila.

En concordancia con lo anterior, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, “Pacto por Colombia, pacto por la equidad” contiene, dentro de sus pactos transversales, el pacto por la sostenibilidad “producir conservando y conservar produciendo” cuyo objetivo es implementar estrategias e instrumentos económicos para que los sectores productivos sean más sostenibles, innovadores y reduzcan sus impactos ambientales; con un enfoque de economía circular que aumente la productividad, en el uso de los recursos, mediante el reciclaje y la reutilización de materiales; y la búsqueda de la consolidación de acciones que permitan un equilibrio entre la conservación y la producción, de forma tal que la riqueza natural del país sea apropiada como un activo estratégico de la Nación (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Adicionalmente, este estudio responde al componente A de las Estrategias sectoriales para el pacto por la sostenibilidad del Plan Estratégico Sectorial 2019-2022 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Se establece el marco de prioridades para la gestión, basado en los objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, enfocado de manera prioritaria en la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático, buscando consolidar una economía sostenible, productiva, innovadora y

competitiva, cuyo objetivo es acelerar la economía circular como base para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos como instrumentos de gestión y cohesión en torno a propósitos comunes de la administración territorial y los diferentes sectores públicos y privados, que concluye en una articulación de diferentes instrumentos de planificación orientados a la creación de un crecimiento económico continuo, inclusivo y sostenible.

De la misma forma, el Plan de Desarrollo Departamental 2020-2023, “Huila Crece” contempla dentro del sector agua potable y saneamiento básico, en uno de sus objetivos “Aumentar el porcentaje de aprovechamiento de residuos a través de sensibilizar a la comunidad la necesidad de realizar selección en la fuente y enseñar en el buen manejo de los residuos sólidos producidos” (Asamblea Departamental del Huila, 2020a). Por último, mediante Ordenanza 041 de 2020, el Departamento del Huila implementa la Política Pública de Sostenibilidad Ambiental, se autoriza la formulación de la Política Pública de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PPGIRS) y la Política Pública de Educación Ambiental del Huila (PPEAH), que tendrá como uno de sus objetivos el manejo de los residuos sólidos en los 37 municipios del Huila dentro de su de un programa que se denominará “Huila gestiona sus residuos” (Asamblea Departamental del Huila, 2020b).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Encontrar los principales aspectos a considerar en el diseño de una estrategia para el manejo y aprovechamiento de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos.

### **1.3.2. *Objetivos Específicos***

- Analizar el estado actual del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila.
- Formular los componentes del diseño estratégico de un proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos y el marco normativo vigente.
- Identificar los actores y los lineamientos de coordinación para la gestión eficiente y sostenible de los RAEE.

## **1.4. Marco Referencial**

### **1.4.1. *Estado del Arte***

Dias et al. (2018), en su estudio Waste electrical and electronic equipment (WEEE) management: An analysis on the Australian e-waste recycling scheme, analizaron la estructura, los métodos de recolección y los procesos de reciclaje del esquema australiano teniendo en cuenta la perspectiva de los diferentes agentes involucrados; se aplicaron métodos de análisis cualitativo; se realizó revisión de literatura, entrevistas a recicladores y agentes del plan nacional de reciclaje de ordenadores y televisores. Se aplicó el concepto de triangulación para validar la información identificada. Inicialmente se caracterizaron a las empresas de reciclaje según el número de instalaciones, la ubicación, los acuerdos de corregulación y el tamaño. Luego de esto, se identificó qué se exportaba y a dónde, cuáles eran las rutas que seguían los residuos electrónicos, cómo operaban los recicladores (procesos y equipos), cuánto más residuos electrónicos podían procesar (si es que lo hacían), cómo era el sistema de recolección, entre otras; para esto, se realizaron visitas y entrevistas semiestructuradas. Después de cada visita/entrevista, se identificaron los problemas potenciales y actuales del

sistema y se propusieron sus soluciones. Estas situaciones se incluyeron en las siguientes entrevistas y se discutieron con los recicladores locales. Los autores demostraron que los consejos locales son importantes canales de recolección de residuos electrónicos, pero tienen poca responsabilidad dentro del marco legal del plan. Además, los acuerdos de correulación son responsables de garantizar que se alcancen los resultados del plan, sin embargo, su responsabilidad de auditar los procesos de reciclaje y recuperación se detiene en la primera etapa de reciclaje.

De la misma manera, Dias et al. (2018) replicando el estudio en Brasil entrevistaron y mapeando a 134 empresas de reciclaje activas, encontraron que, a pesar de la reciente implementación de políticas nacionales de gestión de residuos, el gobierno federal y local no tienen control sobre el número de empresas activas de reciclaje de RAEE en el país. Este estudio muestra que el 89% de las empresas de reciclaje brasileñas solo emprenden la fase de pretratamiento en el proceso de reciclaje -clasificación y desmontaje- y que al menos el 92% desmantelan RAEE manualmente. Por último, se demuestra que los RAEE son más complejos de reciclar todavía se envían al extranjero para empresas extranjeras descendentes y que los ingresos generados por el mercado de reciclaje de RAEE en Brasil pueden apoyar financieramente hasta cinco agentes involucrados en el flujo de RAEE.

Parajuly et al. (2017), mapearon y estudiaron exhaustivamente los flujos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (EEE) y los Residuos correspondientes (RAEE) en Dinamarca. Consideraron 61 tipos de productos diferentes, para los que se disponía de datos de ventas de productos domésticos más comunes. El peso medio de 44 de los 61 productos se determinó empíricamente basándose en un experimento de clasificación y desmontaje realizado con los RAEE domésticos recogidos en los puntos de recogida municipales. Emplearon la función de distribución de Weibull para definir la vida útil de los productos con el fin de estimar la generación de RAEE. A continuación, calcularon la generación de RAEE para cada año desde



1957 hasta 2025. A partir de las cantidades estimadas de generación de RAEE, se cuantificó la cantidad de recursos secundarios disponibles para el reciclaje. A continuación, las composiciones de materiales de los distintos productos se agregaron a nivel de categoría y se calcularon los recursos secundarios disponibles para cada categoría. Para esta conversión de la composición de materiales del producto a la categoría, se utilizó la media ponderada basada en los datos de ventas de productos de 2015. Los autores indican que Dinamarca tiene un sistema de gestión de RAEE bien establecido que ha estado funcionando adecuadamente en contra de la Directiva RAEE; sin embargo, el nuevo conjunto de legislaciones significa la necesidad de recalibrar los indicadores de rendimiento del sistema.

Bahers & Kim (2018) explicitaron la cadena y los flujos de RAEE en Francia a través de un modelo de los flujos regionales en las etapas de importación, consumo de productos, producción, recogida y tratamiento, reciclaje, materiales recuperados, recogida en chatarra, vertedero e incineración. Las fuentes de datos procedieron del trabajo de campo, de la revisión de la literatura y de los informes de la Agencia Francesa de Medio Ambiente, se enviaron tres cuestionarios cuantitativos a las 20 empresas que operan. Además, se realizaron cuarenta encuestas semiestructuradas con diferentes actores de la región para comprobar la coherencia de los datos. Los resultados dan una idea de las actividades operativas relacionadas con la circulación de materiales de desecho revelando las principales disfunciones del sistema de gestión de RAEE, incluida la falta de participación de las autoridades locales y los consumidores, los canales de dispersión y una baja tasa de reciclaje a nivel local. Las funciones de los operadores de reciclaje, las empresas de economía social y el cumplimiento de los EPR (Responsabilidad Ampliada del Productor, por sus siglas en inglés) también son importantes para recuperar más recursos de los residuos y cerrar el ciclo de reciclaje.

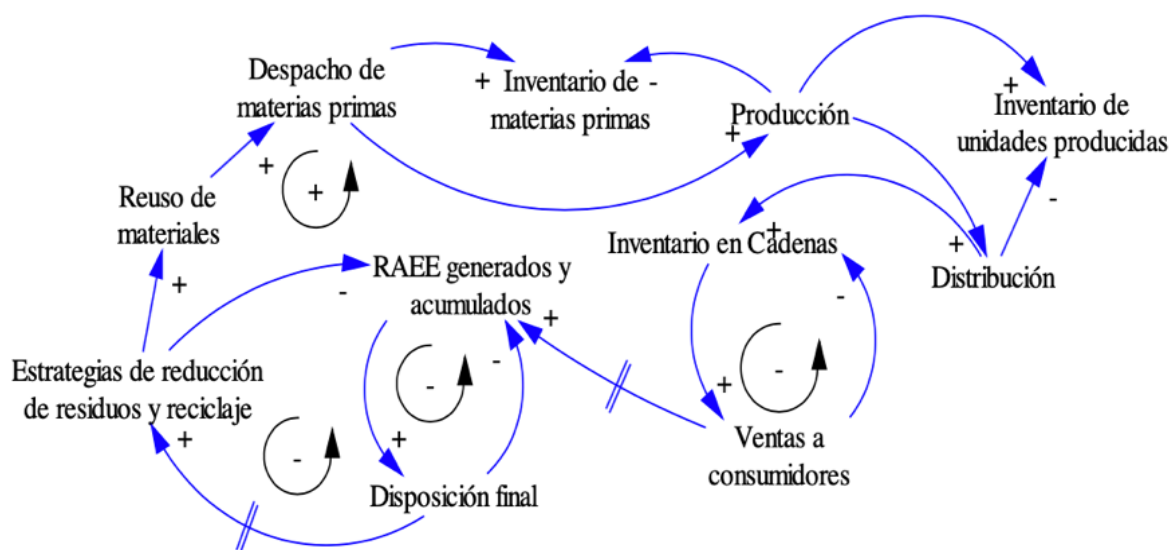
Barreto & Santos (2021) evaluaron los beneficios y las cargas ambientales relacionadas con la logística inversa de los RAEE en Brasil con el cual pretendían presentar un marco que pueda utilizarse para apoyar la gestión de los indicadores ambientales en la logística inversa de los RAEE. El estudio de aseguramiento del ciclo de vida de los RAEE se realizó de acuerdo con las directrices ISO 14040 e ISO 14044. Los límites del sistema fueron la recolección de materiales, el desmantelamiento y el transporte a las empresas de reciclaje, los procesos de reciclaje de plástico, vidrio, metales y placas de circuitos impresos, y el vertido o coprocesamiento de los materiales no recuperables. La generación de RAEE en la zona se estimó utilizando la Ecuación Kusch y Hills y los datos de PIB y población de cada municipio para 2016. Las categorías de impacto y los métodos de LCA (Evaluación del Ciclo de Vida, por sus siglas en inglés) se seleccionaron basándose en las recomendaciones de la guía PEF (Huella Ambiental del Producto, por sus siglas en inglés). Se evaluaron las categorías de impacto: cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, radiación ionizante, formación fotoquímica de ozono, inorgánicos respiratorios, efectos no cancerígenos sobre la salud humana, efectos cancerígenos sobre la salud humana, acidificación (terrestre y de agua dulce), eutrofización de agua dulce, eutrofización marina, eutrofización terrestre, ecotoxicidad de agua dulce, uso del suelo, escasez de agua, uso de recursos (portadores de energía), uso de recursos (minerales y metales). El estudio proporciona información y datos sólidos que pueden ayudar en la toma de decisiones sobre los procesos y operaciones logística inversa, además de los beneficios ambientales en cuanto a la recuperación de materiales de componentes RAEE. Los resultados indican que los beneficios de la logística inversa superan sus impactos, notablemente debido al ahorro de metales y recursos minerales resultante principalmente del reciclaje de placas de circuitos impresos, y a la reducción del impacto ambiental potencial en las categorías de toxicidad humana.

Valderrama et al. (2019) realizaron un análisis del comportamiento de la generación de residuos peligrosos en el sector industrial, comercial y de servicios en la ciudad de Neiva. Para esto, diseñaron una encuesta dirigida al personal encargado de adelantar las acciones de manejo, recolección y disposición final con empresas gestoras de RAEEs en el municipio de Neiva; se procedió a identificar, mediante el registro de generadores de residuos o desechos peligrosos del IDEAM, los usuarios inscritos de la ciudad de Neiva para el año 2013. Los autores encontraron que en el año 2013 se generaron 133.396 kg/año de RAEEs, y solo 25% de los generadores consideran a los RAEEs como peligrosos. Este estudio permite sentar las bases para dar un punto de partida a otras investigaciones asociadas con los residuos peligrosos y especiales que permita generar alternativas a mediano plazo relacionadas con la sostenibilidad, la innovación y el emprendimiento a nivel local.

Redondo et al. (2018), en el estudio “Evaluación de Estrategias para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos”, presentaron un modelo para la evaluación de estrategias en la gestión de RAEE. Para esto, emplearon la metodología de Dinámica de Sistemas, la cual permitió establecer la estructura del sistema socio-ambiental de generación y manejo de los RAEE. Así mismo, fueron definidos dos escenarios de evaluación, el primero es el estado inicial o natural que corresponde al sistema sin ninguna estrategia y el segundo es el sistema con la implementación de las estrategias, las cuales se dividieron en dos grupos. En la siguiente figura, se presenta el modelo propuesto. Las simulaciones del modelo y comparaciones los escenarios, mostraron que el primer grupo de estrategias disminuyeron la tasa de generación de RAEE. De igual manera, permitieron evaluar segundo grupo de estrategias sobre la tasa de disposición. De igual manera El modelo propuesto para la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos es útil, para la evaluación de estrategias de gestión de residuos en distintos escenarios.

**Figura 2.**

*Modelo para la evaluación de estrategias en la gestión de RAEE.*



*Nota.* Tomado de Redondo, et al. (2018).

Ravindra y Mor (2019) investigaron la generación de desechos electrónicos y varias prácticas de manejo que se están siguiendo en Chandigarh, India. Para esto, emplearon un cuestionario estandarizado y una encuesta física de 300 hogares de diferentes grupos de ingresos. Los resultados de estos hogares fueron extrapolados para representar a toda la población de Chandigarh. Se preparó un inventario de desechos electrónicos registrando el tipo y número de aparatos electrónicos en cada hogar, siendo estos: refrigeradores, televisores (incluyendo LCD y LED), lavadoras, aires acondicionados, computadores, teléfonos móviles y bombillas. Los desechos electrónicos generados en Chandigarh pueden reembolsar beneficios de más de \$65,000 anuales. También se observó que la mayoría de los desechos electrónicos generados en Chandigarh son manejados por sectores informales. Las malas condiciones de trabajo en las unidades informales pueden exponer a los trabajadores y a la población circundante a productos químicos peligrosos que conducen a efectos adversos para la salud.

Tran y Salhofer (2018) estudiaron la situación actual de la gestión de residuos electrónicos en Vietnam mediante consulta en fuentes de información disponibles junto con los datos de entrevistas de expertos, coleccionistas, trabajadores y, especialmente, los mayores comerciantes en el campo. Los RAEE en Vietnam se generan a partir del descarte de productos de usuario final y de productos nuevos y de segunda mano importados, residuos electrónicos transfronterizos y fuentes industriales, donde gran cantidad de residuos son recogidos y tratados por el sector informal. En la actualidad, la infraestructura para el reciclaje de residuos electrónicos existe, pero las tecnologías son básicas y obsoletas: trabajos de desmantelamiento manual, procesos de reciclaje de metales manuales y basados en la experiencia. Estas tecnologías de reciclaje que no tienen en cuenta el medio ambiente y la salud provocan graves problemas que amenazan la salud de los trabajadores y la vida de las comunidades circundantes, así como el medio ambiente.

Andersen (2021) investigó el efecto de la directiva RAEE desde la perspectiva de un fabricante a través de un estudio de caso de un fabricante electrónico que opera filiales en varios países europeos y las organizaciones de responsabilidad del productor asociadas. El estudio de caso incluyó entrevistas a 17 partes interesadas en 12 organizaciones de ocho países europeos. Las preguntas realizadas fueron: ¿Cómo ve un actor electrónico nacional su gestión de los residuos electrónicos en relación con el régimen de los RAEE? ¿Cómo ha reaccionado un actor electrónico nacional a los cambios en la directiva RAEE? ¿Cómo responde un ciberagente nacional a la mayor importancia que se da a la circularidad en la Directiva RAEE? ¿Cómo se gestiona la directiva RAEE desde la perspectiva de un ciberactor nacional? Y ¿Cómo afectan a los ciberactores las variaciones nacionales en la aplicación de la directiva RAEE?. El seguimiento de las diferentes obligaciones nacionales de RAEE a veces conduce a un exceso de informes para evitar efectos negativos en la responsabilidad social empresarial ambiental, la reputación de la marca y la rentabilidad. Los RAEE se consideran

una manera para que los fabricantes electrónicos manejen residuos, no adopten un enfoque circular.

Abalansa et al. (2021) realizaron un estudio detallado de los movimientos transfronterizos de residuos electrónicos de países en desarrollo y desarrollados. Este estudio incluyó una revisión sistemática de la literatura existente, la aplicación del marco Conductor, Presión, Estado, Impacto, Respuesta (DPSIR) para analizar problemas complejos asociados a los sistemas socio-ecológicos, y la aplicación del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el impacto ambiental de los dispositivos electrónicos desde su fabricación hasta su eliminación final. El DPSIR identifica los impulsores de un problema medioambiental, las actividades humanas específicas que causan el problema, las presiones resultantes que provocan cambios en el estado del medio ambiente, así como la prestación de servicios ecosistémicos que, en última instancia, repercuten en el bienestar humano. La ACV proporciona una forma continua y organizada de evaluar y reconocer eficazmente el inventario ambiental, el impacto ambiental y las oportunidades de mejora vinculadas a las etapas generales de un sistema límite. En este estudio se han identificado resultados buenos, malos y feos: lo bueno es la creación de puestos de trabajo y el uso de los residuos electrónicos como fuente de materias primas; lo malo es la exacerbación de las ya malas condiciones ambientales en los países en desarrollo; lo feo es el impacto negativo en la salud de los trabajadores que procesan los residuos electrónicos debido a una amplia gama de componentes tóxicos en estos residuos.

Calpa-Oliva (2020) validó un modelo de logística inversa para la recuperación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a partir del diseño y construcción de una estrategia de simulación continua. Esta estrategia adoptó el enfoque de pensamiento sistémico apoyado en la dinámica de sistemas. Las proyecciones de este estudio se calcularon utilizando información sobre los procesos tradicionales de recuperación implementados por las empresas

de la región y sobre las empresas del sector que utilizan tecnologías aceptables para llevar a cabo las actividades de recuperación. Se mostró un comportamiento consistente y sugiere que el modelo propuesto puede ser utilizado en diferentes escenarios y otros procesos de producción para la recuperación de RAEE. El estudio de los sistemas de recuperación de RAEE es muy variable e incierto, lo que lo convierte en una tarea compleja. Por ello, es necesario utilizar herramientas que se consideren robustas, como la dinámica de sistemas, para tal fin.

#### ***1.4.2. Marco Teórico***

De acuerdo al planteamiento del problema (ver subcapítulo 1.1.) y a la justificación (ver subcapítulo 1.2.), el problema es creciente y requiere urgente solución de las diferentes instituciones. A pesar de que ser una problemática de gran interés, a nivel regional se ha abordado desde el concepto general de residuos sólidos más no de los RAEE. Por tanto, este estudio se podría abordar desde diversos o múltiples enfoques como: economía ambiental, economía ecológica, cultura ecológica u otras perspectivas menos unidimensionales y aún más integrales y/o multidimensionales en atención a las demandas de la sociedad.

Por lo anterior, y en razón a la necesidad de otros estudios que se requieren de acuerdo a los resultados mostrados en esta investigación, el marco teórico se abordó desde: conceptualización, composición, oportunidades y gestión de los RAEE; estrategias para la Gestión de RAEE; y la gerencia integral de proyectos. Esta aproximación no se realizó necesariamente desde el ecologismo, sino desde lo ambiental, ya que lo primero considerando la génesis epistemológica de este campo del saber y actividad, correspondería a la ecología surgida en los años 60 y 70 del siglo pasado con los clásicos e importantes conceptos como cadena alimentaria, entre otros (Noguera 2004; Porras-Jiménez 2006).

Dada la complejidad de los RAEE en el contexto de asuntos, como los nuevos desarrollos tecnológicos las demandas de los productos y subproductos obtenidos y los diversos programas y proyectos que esta área y/o sector infiere, esta investigación por razones temporales deja como parte de los retos a abordar por otros estudios a partir de la propuesta de las consideraciones para el diseño de una estrategia de manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el departamento del huila desde la gerencia integral de proyectos, del trabajo presentadas en este estudio.

#### **1.4.2.1. Aparatos Eléctricos y Electrónicos.**

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) se definen como un artilugio o pieza o equipo que requiere corrientes eléctricas o campos electromagnéticos para realizar la función para la que fue diseñado y fabricado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2022). La Unión Europea (European Union, 2003) los define como los equipos que dependen de corrientes eléctricas o campos electromagnéticos para funcionar correctamente y los equipos para la generación, transferencia y medición de dichas corrientes y campos y que están diseñados para ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1000 voltios para la corriente alterna (CA) y 1500 voltios para la corriente continua (Unión Europea, 2003). De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017), los AEE son aquellos elementos, conformados por una combinación de piezas que para ser funcionales necesitan de corriente eléctrica o campos electromagnéticos, que se usan en la cotidianidad para el desarrollo de múltiples actividades.

Los AEE suelen estar diseñados para funcionar durante un tiempo, tras el cual dejan de funcionar (fin de vida útil) o tienen un rendimiento inferior al óptimo (obsolescencia). Cuando esto ocurre, el usuario o el propietario del aparato puede optar por deshacerse de él; cuando un artículo se desecha, se convierte en un residuo de AEE (RAEE). Los RAEE



incluyen los periféricos y accesorios que se incluyen como parte del aparato en el momento de su eliminación (World Economic Forum [WEF], 2019). Los RAEE son también un término utilizado para describir los AEE y sus subcomponentes que han sido, o pretenden ser, desechados por su propietario sin intención de reutilizarlos (Unión Europea, 2003).

#### ***1.4.2.1.1. Residuos Aparatos Eléctricos y Electrónicos.***

Los residuos electrónicos pueden ser teléfonos móviles, ordenadores, equipos de comunicación, aparatos electrónicos de entretenimiento, electrodomésticos, equipos audiovisuales y otros artículos valiosos o aparatos electrónicos menos funcionales y duraderos que ya no son utilizados por sus propietarios originales (Ewuim et al., 2014; Eyo, 2008; Ogbomo et al., 2012). Generalmente, los residuos electrónicos se agrupan en grandes electrodomésticos, pequeños aparatos domésticos, equipos de tecnología de la información (TI) y de telecomunicaciones y equipos de consumo (Hossain et al., 2015).

Es indudable que se produce un volumen masivo de toneladas de residuos electrónicos en todo el mundo. En concreto, se han estimado que cada año se generan en el mundo entre 20 y 50 millones de toneladas de residuos electrónicos (Baldé et al., 2017; Chimere et al., 2017). De esta manera, Estados Unidos, Europa Occidental, China, Japón y Australia son los principales países que ocupan la primera posición en cuanto a la generación de residuos electrónicos en el mundo (Omenogo, 2014). Así mismo, entre el 50 y el 80% de los residuos generados en estos países industrializados se exportan probablemente a países en desarrollo como China, India, Nigeria y Ghana (Heacock et al., 2015). Durante diferentes jornadas de recolección de RAEE en el Huila, se han ubicado cerca de 50 toneladas de AEE compuestos por computadores, televisores, impresoras, neveras, estufas, celulares, baterías, luminarias, refrigeradores, pilas, entre otros elementos (CAM, 2017a; 2017b). Al momento, no existen datos consolidados de la disposición de AEE en el Huila ni de su gestión.

Los AEE se clasifican utilizando factores como el tamaño y el peso, la funcionalidad y la composición. Los RAEE pueden clasificarse a grandes rasgos en seis categorías (Baldé et al., 2017). Estos residuos no son homogéneos y forman una compleja mezcla de materiales y componentes, que a menudo contienen cientos de sustancias diferentes, muchas de las cuales son potencialmente tóxicas (Williams, 2016). La composición de los RAEE varía notablemente, dependiendo del diseño y la funcionalidad del aparato. Normalmente, los RAEE se componen de una mezcla de diferentes sustancias y, aunque las fracciones de materiales constituyentes han variado a lo largo de los años y entre los dispositivos, ciertas sustancias son comunes. En general, los materiales presentes en los RAEE pueden agruparse en cinco categorías metales ferrosos, metales no ferrosos, vidrio, plásticos y otros materiales (Baldé et al., 2017). Desde la gestión y el manejo de los respectivos residuos se ilustra un grado información más completo. A continuación, se presenta la clasificación de los RAEE de acuerdo con la Unión Europea (European Union, 2012).

**Tabla 1.**

*Clasificación de los RAEE según la Unión Europea*

<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>
1. Grandes electrodomésticos (GAE).	1.1 Frigoríficos, congeladores y otros equipos refrigeradores. 1.2 Aire acondicionado. 1.3 Radiadores y emisores térmicos con aceite. 1.4 Otros grandes aparatos electrodomésticos.
2. Pequeños electrodomésticos	
3. Equipos informáticos y telecomunicaciones	
4. Aparatos electrónicos de consumo y paneles fotovoltaicos.	4.1 Televisores, monitores y pantallas. 4.2 Paneles fotovoltaicos de silicio 4.3 Paneles fotovoltaicos de telurio de cadmio 4.4 Otros aparatos electrónicos de consumo.
5. Aparatos de alumbrado (excepto luminarias domésticas).	5.1 Lámpara de descarga de gas. 5.2 Lámparas LED. 5.3 Luminarias profesionales. 5.4 Otros aparatos de alumbrado.

Categorías	Subcategorías
6. Herramientas eléctricas electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura).	
7. Juguetes o equipos deportivos y de ocio.	
8. Productos sanitarios (con excepción de todos los productos implantados e infectados).	
9. Instrumentos de vigilancia y control.	
10. Máquinas expendedoras.	10.1 Máquinas expendedoras con gases refrigerantes.
	10.2 Resto máquinas expendedoras

*Nota.* Adaptado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013).

Otra clasificación usada frecuentemente en fuentes sobre los RAEE tiene un enfoque muy común en el ámbito de la comercialización de los aparatos, esta clasificación es establecida por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013) y es la que se tendrá como referencia para esta investigación:

- Aparatos destinados a la refrigeración
- Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría anterior)
- Aparatos de iluminación
- Aparatos con monitores y pantallas
- Otros aparatos eléctricos y electrónicos

#### ***1.4.2.1.2. Materias Primas Presentes en los RAEE.***

Los productos electrónicos contienen muchos componentes electrónicos, que a su vez están hechos de una variedad de materias primas que proporcionan propiedades y características electrofísicas muy diversas y específicas, desde el aislamiento hasta la conductividad. Más de 60 elementos de la tabla periódica pueden encontrarse en materiales y componentes utilizados en la electrónica (Baldé et al. 2017). Aunque la mayor parte de ellos

en peso está representada por los metales y los plásticos, los materiales utilizados en electrónica pueden clasificarse en 4 grandes grupos.

- Metales. Se pueden encontrar muchos metales diferentes en los productos electrónicos. El acero y el hierro son los principales, que representan alrededor del 50% del peso de los productos. Otros materiales comunes y conocidos son el aluminio y el cobre, utilizados por su alta conductividad y maleabilidad (buenas características para el moldeado y el macerado). Otros metales, como el níquel, el cromo, el plomo, la plata, el oro o el estaño, se utilizan en resistencias, condensadores y transductores. La mayoría de estos otros metales se utilizan en cantidades mucho menores.

- Elementos de tierras raras. Los elementos de tierras raras son un grupo de la serie de los lantánidos, el escandio y el itrio (17 elementos en total). Estos elementos suelen utilizarse en cantidades pequeñas o muy pequeñas, pero son vitales para muchas aplicaciones de alta tecnología, por ejemplo, en imanes permanentes, baterías, láseres y fósforos (Bristol 2015).

- Plásticos y otros materiales derivados del petróleo. Los plásticos son el segundo grupo más importante de materiales utilizados en los productos electrónicos y constituyen alrededor del 20% de los residuos electrónicos en peso. Los plásticos se utilizan principalmente en la electrónica por sus características aislantes y resistentes al calor (Cato 2017). En la UE se utilizan anualmente alrededor de 2,6 Mt de plásticos para la producción de productos eléctricos y electrónicos, lo que corresponde al 5,6 % de la demanda global total de plásticos en la UE.

- Minerales y materiales no metálicos. Algunos materiales metaloides (o semimetálicos), como el silicio, también se utilizan en los productos electrónicos, permitiendo muchas de sus características técnicas clave. La silicona y sus derivados son el principal material de sustrato en la producción de microchips y semiconductores. Otros materiales no

metálicos o semimetálicos son el antimonio, el bismuto, el cobalto, la fluorita, el granate, el magnesio y el talco. Otros materiales como la cerámica también se utilizan por sus características de aislamiento. También se suelen utilizar ciertas arcillas, vidrios, calcio y carbono en diversas formas.

- Sustancias peligrosas. Muchos productos electrónicos contienen materiales peligrosos, como metales pesados (por ejemplo, mercurio, plomo, cadmio, cromo, etc.) (Baldé et al. 2017). Estos causan riesgos para la salud humana y el medio ambiente al entrar en las cadenas alimentarias y los ecosistemas humanos y bioacumularse en los tejidos vivos. Otras sustancias peligrosas son, por ejemplo, los retardantes de llama bromados utilizados en los plásticos, que tienen efectos negativos similares. Los mayores riesgos de exposición y los efectos nocivos para la salud se deben generalmente a la gestión/reciclaje inadecuados de los residuos electrónicos, que, por ejemplo, pueden afectar directamente a los trabajadores de los centros de gestión de residuos o indirectamente a la sociedad en general al filtrarse en el suelo y el agua, dañar a los microorganismos, alterar los ecosistemas y entrar en las cadenas alimentarias a través de complejos mecanismos de bioacumulación.

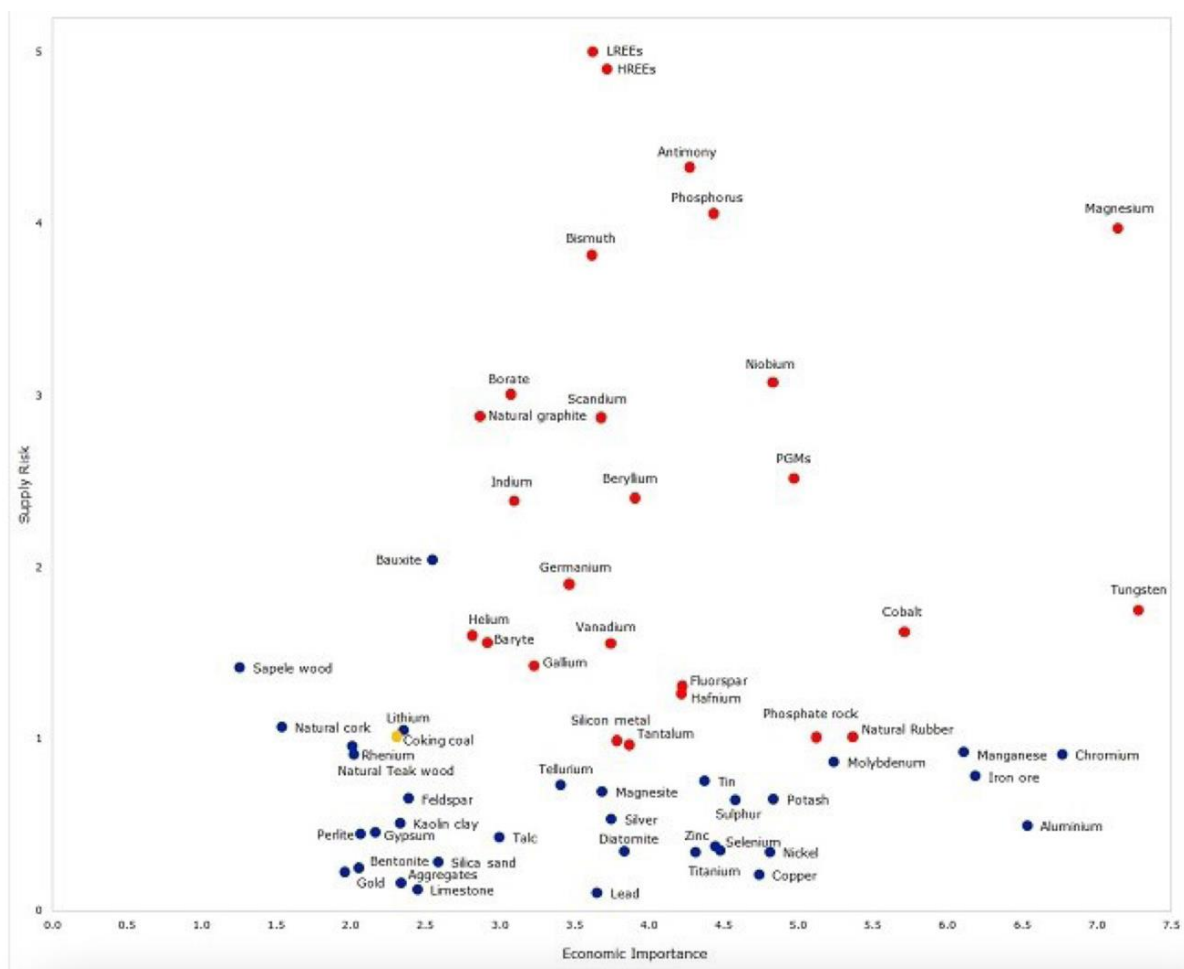
#### ***1.4.2.1.3. La Criticidad de los Materiales de los RAEE.***

Algunos de los materiales mencionados se utilizan en cantidades pequeñas o incluso mínimas, pero pueden tener una gran importancia medioambiental o económica. Algunos de estos materiales se consideran críticos debido al creciente desajuste entre la oferta y la demanda, a la alta volatilidad de los precios o a las limitaciones de la oferta por motivos políticos (Bakas et al., 2016). En 2011, 2014 y finalmente en 2017, la Unión Europea publicó listas de materiales definidos como "críticos" para la sociedad y el bienestar. La lista más reciente de 2017 contiene 27 materiales, que están compuestos por diferentes metales, incluidos los elementos de tierras raras y elementos pesados de tierras raras y los metales del

grupo del platino. La criticidad de estos materiales se define por dos criterios principales: la importancia para la economía y los altos riesgos de suministro (ver figura 3).

### Figura 3.

*Lista de materiales críticos en la UE y sus riesgos de suministro e importancia para la economía.*



*Nota.* European Commission, 2017.

La economía no puede funcionar plenamente sin ciertos materiales. Los sectores de la biomedicina, el transporte, las energías renovables y la defensa, entre otros, dependen de productos, tecnologías e infraestructuras que exigen una variedad cada vez mayor de materiales exóticos que no eran esenciales en el pasado. Hoy en día, muchos materiales que

aportan características avanzadas a varios productos nuevos y soluciones tecnológicas innovadoras son cada vez más exóticos y, en efecto, la economía moderna no sobreviviría sin materiales que representan casi toda la tabla periódica.

Muchos materiales críticos se utilizan en equipos eléctricos y electrónicos y en sus procesos de fabricación. Aunque suelen utilizarse en cantidades muy pequeñas, aportan importantes propiedades a los productos electrónicos. Por ejemplo, un teléfono móvil puede contener hasta 50 tipos diferentes de metales, muchos de los cuales son metales nobles y/o de tierras raras, como el galio, el indio, el niobio, el tántalo, el tungsteno y los metales del grupo del platino. Todos estos metales permiten la miniaturización de los semiconductores, su ligereza y muchas funciones inteligentes. Las cantidades de estos metales son muy pequeñas, el peso medio del contenido de cobalto en un smartphone es de alrededor del 2% del peso total, el oro - 0,009%, el berilio - 0,001%, el paladio - 0,004% y otros materiales están presentes en cantidades aún más pequeñas (Bakas et al. 2016).

Otras aplicaciones de los materiales críticos son las llamadas tecnologías del futuro sostenible, como los paneles solares, los molinos de viento, las lámparas de bajo consumo (por ejemplo, LED) y los coches eléctricos. La demanda de estas tecnologías está aumentando exponencialmente y también la demanda de materiales exóticos. Por ejemplo, los metales de tierras raras neodimio (Nd) y praseodimio (Pr) son necesarios en la producción de los imanes permanentes que se utilizan en las turbinas eólicas y los vehículos eléctricos. Se calcula que esta demanda aumentará aproximadamente un 250% en los próximos diez años. También se necesitan otras tierras raras para la producción de vehículos eléctricos (especialmente baterías y motores eléctricos), con una media de 1-2 kg más que en los coches convencionales. Esta creciente demanda se refleja en la evolución de los precios; por ejemplo, el precio del neodimio y el praseodimio aumentó aproximadamente un 60% en 3 meses en 2017, un año en el que se vendieron aproximadamente 4 millones de vehículos eléctricos en todo el mundo. Se

prevé que la producción anual de vehículos eléctricos crezca hasta los 50 millones en 2030 (Miliute-Plepiene & Youhanan, 2019).

#### ***1.4.2.1.4. Oportunidades Potenciales de los RAEE.***

Antes de convertirse en residuos electrónicos, los productos eran inicialmente mercancías sofisticadas de alta tecnología. Para ser fabricados, estos productos requieren una variedad de materiales, especialmente elementos a partir de tierras raras y metales preciosos debido a sus características únicas que permiten el alto avance tecnológico. Los desechos electrónicos son un excelente recurso de materiales; por ejemplo, se estima que el 43% de todo el oro producido en el mundo y 7.275 toneladas de plata terminan en la producción de productos electrónicos (Kaya, 2016). Entre los materiales incluidos en los residuos electrónicos se encuentran metales como el hierro, el cobre y el aluminio, además de plásticos y vidrio (Kumar et al., 2017). Los plásticos son la segunda parte más importante en peso y representan cerca del 21% de los residuos electrónicos. Los metales no ferrosos, junto con los metales preciosos, representan cerca del 13% en peso de los residuos electrónicos y el cobre el 7%. Hay miles de piezas diferentes en los RAEE que los hacen peligrosos, como el plomo, el mercurio y el arsénico ignífugo. La riqueza de los metales que contienen los residuos electrónicos es también muy elevada; por ejemplo, una tonelada de residuos electrónicos contiene hasta 0,2 toneladas de cobre que podrían venderse por unos quinientos euros al precio mundial actual.

La complejidad de los materiales que componen los RAEE (tabla 2), supone un reto para la extracción y el reciclaje eficientes de los residuos electrónicos con el fin de reutilizarlos en lugar de desperdiciarlos. La mayoría de los métodos de extracción y reciclaje, especialmente para los metales y los elementos de tierras raras, consumen mucha energía con procesos complejos y una gran demanda de mano de obra (Tansel, 2017). El valor de los



materiales incluidos en los residuos electrónicos generados en 2014 fue estimado en 48 mil millones de euros (Baldé et al., 2017). Dada la gran cantidad de materiales raros y preciosos que se encuentran en la electrónica, y la creciente demanda, los recursos ambientales se vieron sometidos a presión, y algunos de los principales países productores introdujeron políticas restrictivas en cuanto a su producción y exportación, lo que ha provocado un aumento de los precios.

**Tabla 2.**

*Composición de los RAEE*

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje de composición</b>
Materiales ferrosos	38%
Materiales no ferrosos	28%
Plásticos	19%
Vidrio	4%
Madera	1%
Otros	10%

*Nota.* Widmer et.al. (2005).

El reciclaje de los materiales extraídos de los residuos electrónicos ahorra una enorme cantidad de energía que, de otro modo, sería necesaria para extraer y fabricar materiales vírgenes. El ahorro de energía de los materiales reciclados puede llegar al 95% (Nnorom & Osibanjo, 2008). Para dar una idea de la escala, la producción de un ordenador y un monitor consume 1,5 toneladas de agua y 240 kg de combustible fósil, además de los productos químicos y los materiales utilizados, y la energía que se ahorra con el reciclaje de un millón de ordenadores portátiles puede alimentar 3657 hogares al año (Kaya, 2016). Este ahorro energético se traduce en beneficios económicos para los productores, así como en la reducción de la contaminación para el medio ambiente.

#### ***1.4.2.1.5. Reciclaje de los RAEE.***

En todo el mundo existen tres categorías de sistemas de recogida de RAEE: recogida por el productor, recogida municipal y recogida independiente (Yoshida & Yoshida, 2009). Asimismo, en los países industrializados avanzados se aplican ampliamente modelos maduros de gestión del reciclaje para tratar los residuos electrónicos (Li et al., 2012). A pesar de estos sistemas el sector informal domina la recogida, la reutilización y el reciclaje en los países en desarrollo. Así que, por estas razones, una cantidad considerable va aparentemente a los recicladores informales como recursos y oportunidades de generación de ingresos (Magashi & Schluep, 2011). Sin embargo, hay que señalar que los retos a los que se enfrentan los recicladores informales incluyen (1) la logística; (2) la eliminación y el tratamiento de las fracciones peligrosas no se adoptan de forma generalizada; (3) no se adopta una gestión respetuosa con el medio ambiente ni unas condiciones de seguridad adecuadas lo que, en última instancia, provoca una grave contaminación del aire, del suelo y de las aguas subterráneas; y (4) la ausencia de equipos de última generación y de tecnologías avanzadas para el tratamiento de los residuos electrónicos (Mmereki et al., 2015).

El desarrollo de estrategias para la gestión eficaz de los RAEE a escala mundial está suponiendo un enorme reto (Williams, 2016). Los métodos y escenarios de gestión de RAEE son diferentes en todo el mundo y varían de una región a otra. Los flujos y el movimiento de los RAEE pueden estar entrelazados y ser complejos, a menudo con flujos no contabilizados. Sin embargo, se han identificado y clasificado cuatro escenarios típicos de gestión:

- El escenario 1 implica la recogida y documentación formal de los RAEE, de acuerdo con los requisitos legales establecidos por la legislación vigente en materia de RAEE. La recogida de RAEE en este escenario suele llevarse a cabo a través de puntos de recogida municipales, productores y minoristas de AEE o mediante acuerdos de recogida específicos. Los RAEE recogidos se transportan a instalaciones de tratamiento especializadas, donde se

tratan mediante procesos (incluido el desmontaje manual, la trituración y el reciclado de materiales) en condiciones controladas para garantizar un tratamiento respetuoso con el medio ambiente.

- El escenario 2 se caracteriza por la eliminación directa de los RAEE junto con los residuos domésticos mezclados (Williams, 2016). Los consumidores se deshacen de los RAEE junto con los residuos domésticos no separados. Los residuos mezclados pueden destinarse a vertederos o a la incineración, en función de los métodos de eliminación predominantes.

- El escenario 3 implica la recogida no oficial de RAEE. En estas actividades pueden participar corredores y distribuidores de residuos. Los resultados incluyen el reciclaje de los RAEE recogidos en instalaciones especializadas, la reutilización o la exportación a países en desarrollo. A diferencia del escenario 1, en este escenario los RAEE recogidos no están documentados oficialmente, lo que dificulta la auditoría o el seguimiento de la generación y las cantidades recogidas; esto puede deberse a la ausencia de requisitos legales o de un marco para la gestión de los RAEE. En consecuencia, es posible que el tratamiento de los RAEE recogidos no sea respetuoso con el medio ambiente o que los RAEE se destinen a la exportación ilegal.

- El escenario 4 es más frecuente en los países en desarrollo e implica la recogida informal de RAEE de los consumidores por parte de intermediarios y desguaces (Williams, 2016). Estas actividades no están reguladas, ya que no hay legislación relativa a la gestión de los RAEE, o no se aplica. En consecuencia, los métodos de tratamiento suelen ser básicos y rudimentarios; normalmente, los recogedores buscan los componentes metálicos dentro de los RAEE y recurren a la quema a cielo abierto y a la lixiviación con ácido para la extracción de metales. Esta situación, que implica la reutilización, reparación y canibalización de los RAEE para obtener piezas.

Dado que sólo se recicla entre el 15 y el 20% de los residuos electrónicos del mundo cada año, y que la demanda de materiales es cada vez mayor, el reciclaje y la minería urbana se están convirtiendo gradualmente en fuentes de materiales de interés. La minería urbana de productos electrónicos suele referirse a la recuperación de metales de los residuos electrónicos (incluidos los productos electrónicos postconsumo), los metales incrustados en construcciones (por ejemplo, cables) y los depósitos tras el tratamiento de los residuos (por ejemplo, los vertederos, también llamados "minería de vertedero"). La minería de vertederos se refiere a la extracción de materiales valiosos de las fracciones concentradas de residuos electrónicos en los vertederos. El término minería urbana de residuos electrónicos también suele asociarse a la recogida y recuperación de metales críticos. Los principales beneficios de la minería urbana y el reciclaje de los residuos electrónicos son la conservación de los recursos y la reducción del impacto ambiental de la extracción primaria y la contaminación tóxica de las operaciones industriales. Además, una mayor desviación de los residuos electrónicos del vertedero reduce la demanda de vertederos e incineración, lo que también genera un ahorro de capital. Una reducción de las emisiones tóxicas de los residuos electrónicos en los vertederos también disminuye la presión sobre los ecosistemas sensibles y los riesgos de consecuencias sociales negativas de la gestión ilegal de residuos en terceros países (Litchfield et al. 2018).

#### ***1.4.2.1.6. Cuestiones Medioambientales y Técnicas del Reciclaje de RAEE.***

Hasta la fecha, el reciclaje de los RAEE se ha centrado principalmente en la extracción de metales de gran volumen. Sin embargo, diversos productos electrónicos contienen cantidades significativas de metales críticos y metales de tierras raras. Ampliar el enfoque del reciclaje de residuos electrónicos desde los materiales a granel (metales y plásticos) a la recuperación de metales críticos y de tierras raras podría suponer importantes beneficios económicos y medioambientales. Sin embargo, el reciclaje de estos materiales, especialmente

de los metales críticos, no es fácil. Según algunos estudios, la minería urbana de metales raros puede reciclar, globalmente, menos del 1% de su contenido incorporado (Chancerel, 2010).

Esto viene determinado por varios factores. Los productos electrónicos son característicamente complejos y están formados por una gran variedad de materiales y componentes diferentes. A pesar del rápido crecimiento de las cantidades de productos electrónicos que se venden en el mercado mundial, las concentraciones de muchos materiales por unidad de producto están disminuyendo rápidamente. Aunque la tendencia es generalmente beneficiosa, ya que se necesitan menos materiales y se hace más con menos, también significa que la recuperación de un contenido de material más diluido se convierte en un reto cada vez mayor (Baldé et al., 2017).

La extracción urbana de metales críticos de tierras raras de los residuos electrónicos depende del tipo de dispositivos y del valor potencial de las materias primas incorporadas. Los metales preciosos de las placas de circuitos impresos suelen recuperarse debido a su alto valor económico y a su relación positiva con los costes de recuperación. Al mismo tiempo, el reciclaje de otros materiales como el galio, el germanio, el indio y los metales de tierras raras es un reto, ya que están dispersos en los productos y requieren grandes volúmenes de residuos en un solo lugar para que el reciclaje sea más eficiente desde el punto de vista económico (Mathieux et al., 2017). Además, hay varios problemas técnicos asociados a la recuperación y purificación de metales específicos a partir de cantidades muy bajas de residuos electrónicos.

Uno de los mayores retos relacionados con el reciclaje de RAEEs es su dispersión geográfica y las formas ilegales de reciclaje. Una gran parte de los residuos electrónicos nunca entra en los sistemas formales de reciclaje. Las exportaciones ilegales son probablemente la mayor amenaza para alcanzar altos índices de reciclaje de residuos electrónicos. Además, una parte de los residuos electrónicos no se clasifica y acaba en el flujo de residuos y va a parar a la incineración o al vertido (Baxter et al., 2015).

El creciente consumismo es un problema medioambiental general para todos los materiales de desecho. La clase media mundial y sus ingresos están aumentando, y este grupo demográfico a menudo prefiere comprar nuevos productos y dispositivos, ya que a menudo se asocia con un símbolo de estatus percibido y proporciona reconocimiento social (Baldé et al., 2017). Los rápidos ciclos tecnológicos de los productos electrónicos inducen un consumo excesivo porque la mayoría de los productos electrónicos se desechan antes de su vida tecnológica. Los consumidores han desarrollado el hábito de sustituir sus dispositivos con versiones siempre nuevas de productos de última generación a costes cada vez menores (Baxter et al., 2015). Aunque los dispositivos inactivos no causan mucho daño al medio ambiente, representan una oportunidad perdida de reventa o donación para compensar los impactos de la producción de nuevos dispositivos. Además, los dispositivos inactivos representan un stock de recursos infrautilizados que podrían convertirse en materiales útiles para la industria.

#### **1.4.2.2. Gestión de RAEE.**

Los RAEEs son el flujo de residuos de más rápido crecimiento en la UE y en el mundo. Un estudio reciente estimó que en 2016 se generaron más de 44,7 millones de toneladas o una media de 6,1 kg/habitante de residuos electrónicos en todo el mundo, lo que supone un aumento respecto a los 5,8 kg/habitante de 2014. Esto corresponde al peso de unas 4.500 torres Eiffel. Para 2021 se espera que la generación anual de residuos electrónicos aumente a 52,2 millones de toneladas, o 6,8 kg/cápita (Baldé al. 2017).

En 2016, solo el 20% (o 8,9 millones de toneladas) del total de 44,7 Mt de residuos electrónicos se han documentado como recogidos y reciclados de forma "adecuada" (es decir, de acuerdo con todas las normativas existentes) en los países de alto nivel con sistemas de recogida y abastecimiento de residuos razonablemente desarrollados. Se calcula que un 4% se

arroja a los residuos que probablemente se incineren o se depositen en vertederos. El destino del 76% restante (34,1 Mt) no está claro. Es probable que la mayor parte se vierta ilegalmente, pero es más probable que la mayor parte se comercialice internacionalmente y se destine al "reciclaje" en los países en desarrollo, donde la mano de obra es más barata y las normas de protección del medio ambiente y del trabajo son menos estrictas (Baldé et al. 2017).

La gestión de los residuos sólidos implica generalmente (1) la identificación y categorización de la fuente y la naturaleza de los residuos, (2) la separación, el almacenamiento y la recogida, (3) el transporte de los residuos, (4) el procesamiento y (5) la eliminación final de los residuos. El coste de estas actividades está asociado principalmente al coste de las instalaciones de transporte, la operación y los bienes inmuebles (Rao et al., 2017). Además, la gestión de los residuos sólidos tiene como objetivo minimizar los residuos, maximizar el reciclaje y la reutilización, y garantizar una eliminación segura y respetuosa con el medio ambiente de los residuos, los cuales deben lograrse de manera sostenible empleando y desarrollando la capacidad de la comunidad, las empresas privadas, los trabajadores y el gobierno.

La gestión de los RAEE es un sistema muy complejo, en el que el flujo de materiales incluye una amplia gama de partes interesadas, como clientes, fabricantes, proveedores, reguladores y responsables de la toma de decisiones (Joseph, 2007). Se ha señalado que esta complejidad puede dividirse en dos subsistemas (1) el sistema técnico que aplica las tecnologías de tratamiento y las innovaciones en la infraestructura industrial; y (2) el sistema social responsable de la adopción de las innovaciones y de la gestión del sistema técnico con arreglo a las normas de tratamiento y los requisitos legales (Schluep et al., 2009). El sistema técnico está formado por un conjunto de procesadores, refinadores y eliminadores finales en diferentes etapas de tratamiento, que cumplen las tareas necesarias para reciclar los materiales secundarios y permitir el control de los tóxicos sobre las sustancias peligrosas (Meskers et al.,

2009). El rendimiento del sistema técnico depende de las tecnologías, los equipos de procesamiento y las instalaciones disponibles. El sistema social proporciona un marco condicional, que influye en la selección de tecnologías y en el rendimiento de los sistemas técnicos a través de los sistemas nacionales de recuperación, las políticas, las reglas económicas, la dinámica del mercado y las normas medioambientales (Nnorom & Osibanjo, 2007).

Alcanzar los ambiciosos objetivos es un reto, especialmente en lo que respecta a las tasas de reciclaje. En la actualidad, la tasa media de reciclaje de residuos electrónicos se sitúa en torno al 35-37%, que se ha estancado desde 2009 (Baldé et al. 2017). Materiales como el cobre, el aluminio y el plástico de los residuos electrónicos suelen reciclarse primero; así mismo, las piezas más pequeñas con componentes electrónicos suelen ser demasiado caras de desmantelar y reciclar debido a los altos costes de mano de obra y a los bajos volúmenes, lo que impide que la economía alcance escala. Los componentes electrónicos más pequeños suelen triturarse e incinerarse o depositarse en vertederos. Además, no es raro que los residuos de piezas electrónicas se envíen ilegalmente a los países en desarrollo para su reciclaje incontrolado, lo que supone un alto riesgo para la salud de los trabajadores y genera una grave contaminación ambiental.

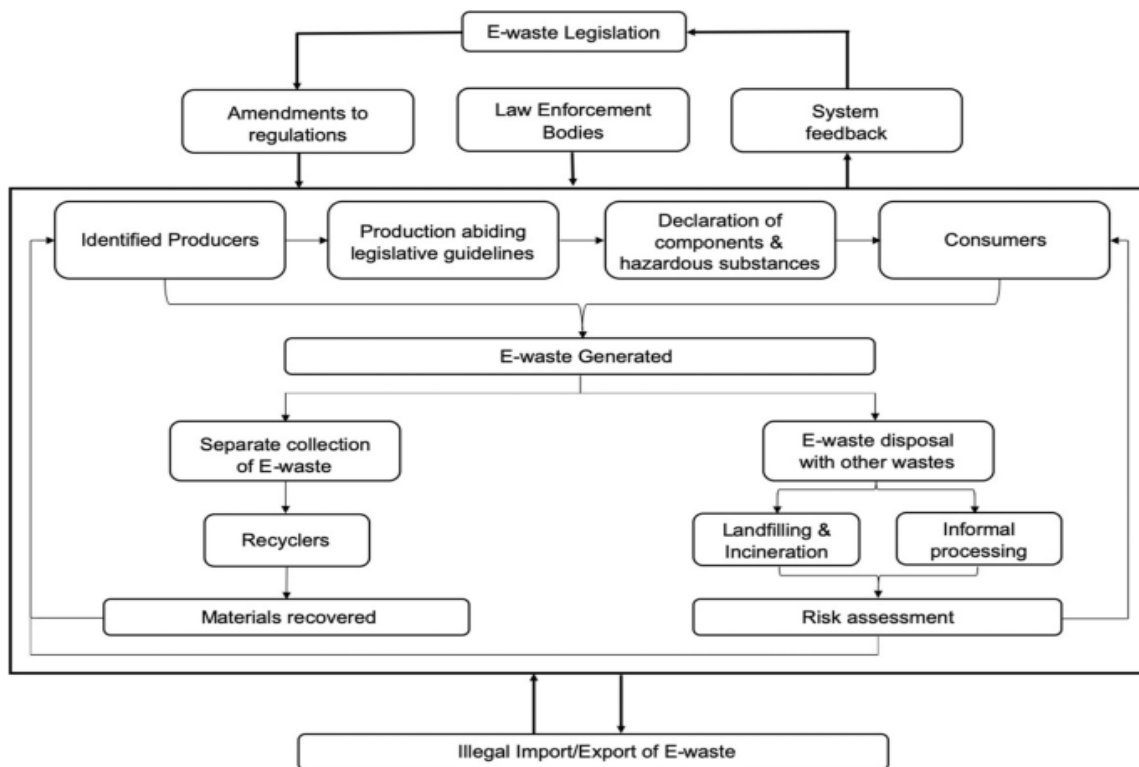
La máxima prioridad implica la reutilización de los productos electrónicos en su conjunto después de su uso primario, y/o la reutilización de subconjuntos y componentes de los residuos electrónicos. El tratamiento de los residuos electrónicos también elimina la dispersión y la contaminación, así como la pérdida de materiales objetivo en flujos no deseados (Kang & Schoenung, 2005). Por último, el procesamiento final de los residuos electrónicos tiene que llevarse a cabo para desintoxicar y refinar varios productos con el fin de mejorar los materiales y reducir las impurezas, así como la eliminación final (Wang et al., 2012). En el caso de los componentes y materiales no reciclables y/o no reutilizables, hay que



eliminarlos de forma respetuosa con el medio ambiente (Knoth et al., 2001). En la figura 4, se presenta un modelo propuesto por Patil & Ramakrishna (2020).

#### Figura 4.

*Modelo de gestión de RAEE.*



*Nota.* Patil & Ramakrishna (2020).

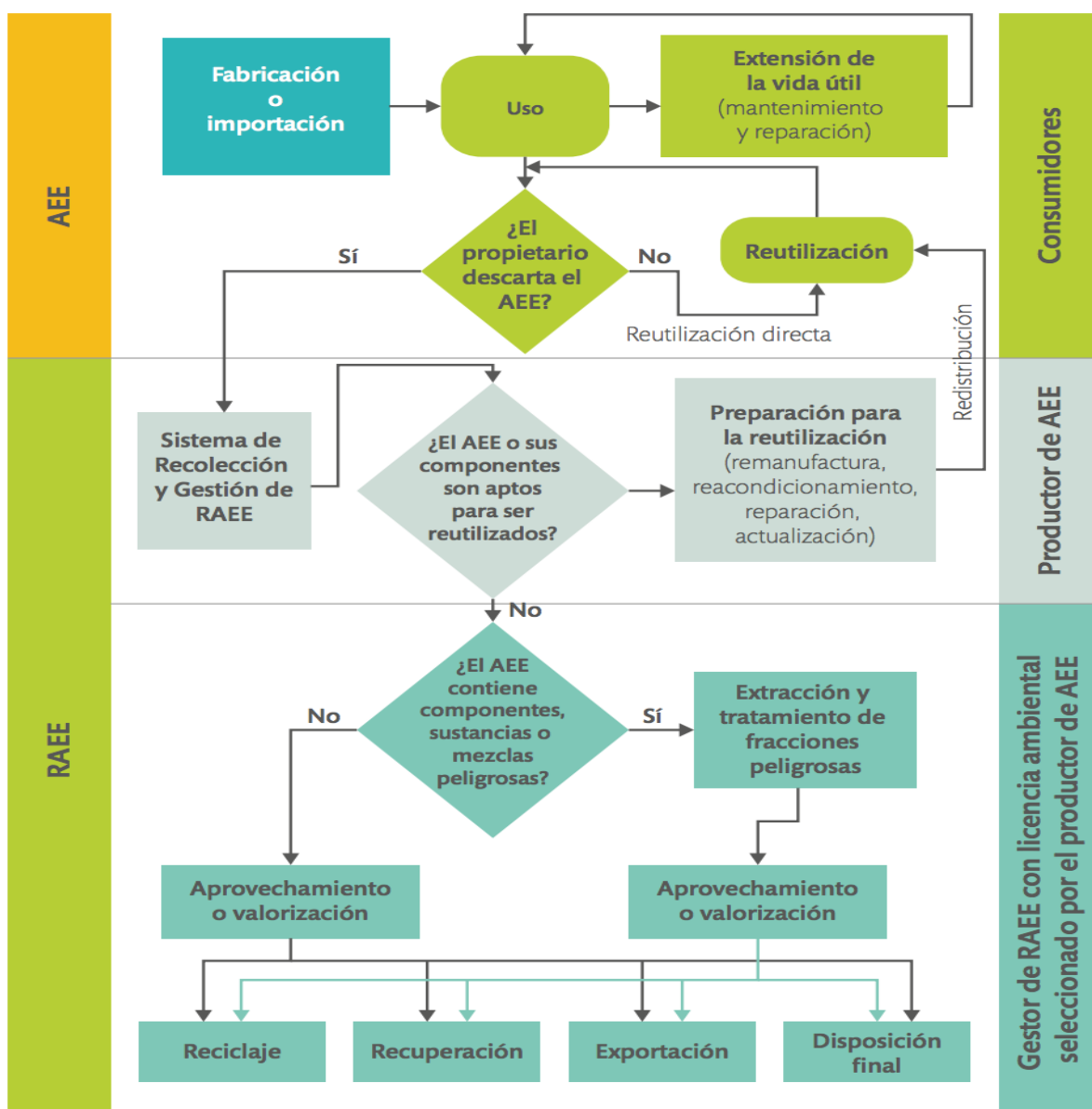
No hay un modelo estándar con regulaciones fijas para gestionar los RAEE tanto para los países desarrollados como para los países en desarrollo, ya que el escenario de cada país difiere de los demás. Sin embargo, es necesario implementar una legislación holística sobre desechos electrónicos y hacer enmiendas regularmente para abordar las deficiencias aprendidas de las evaluaciones periódicas sistemáticas. La regla más importante en cualquier política de desechos electrónicos tiene que ser una prohibición estricta de la importación / exportación de desechos electrónicos y una fuerte sanción para los envíos ilegales. La

prohibición de cualquier movimiento transfronterizo de desechos electrónicos permite centrarse en la gestión nacional eficaz de los desechos electrónicos.

#### 1.4.2.2.1. Gestión de RAEE en Colombia.

**Figura 5.**

*Flujograma de decisiones y actores de la gestión de los RAEE en Colombia*



*Nota.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017).

En Colombia, como parte de los procesos de recolección y clasificación, se han implementado programas de posconsumo para computadores, baterías, equipos de iluminación y teléfonos móviles. Sin embargo, una alta proporción de aparatos obsoletos es recogida y pretratada por trabajadores informales. Los actores genéricos que intervienen en la gestión de los RAEE en Colombia se pueden clasificar de la siguiente manera: productores, distribuidores, consumidores, recicladores (formales e informales) y el Gobierno a nivel nacional, regional y local. Los recicladores suelen desempeñar el papel complementario de recolectores. En la figura 5, se presenta el modelo de gestión de RAEE en Colombia una vez terminan su vida útil o llegan a su etapa posconsumo. Para ello, se muestra el comienzo del proceso, los puntos de decisión y el final del mismo, definiendo los actores involucrados en cada etapa.

#### ***1.4.2.2.2. Los Programas Postconsumo como Organizaciones de Responsabilidad del Productor en Colombia.***

En Colombia han surgido en los últimos años diferentes programas posconsumo. En 2015 había alrededor de 100 programas autorizados, siendo los principales Eco-Cómputo para computadoras, Pilas con el Ambiente para baterías, Lumina para equipos de iluminación y Red Verde para grandes electrodomésticos como refrigeradores y lavadoras. Como parte del sistema, las organizaciones formales de recicladores se conocen como gestores de RAEE. Son contratados por programas de posconsumo como Eco-computo para tratar los RAEE recogidos. Además de los productores, los programas de posconsumo y los gestores de RAEE, otros actores genéricos que participan en la gestión de RAEE en Colombia se pueden clasificar como distribuidores, consumidores, recicladores u operadores informales (no autorizados) y el gobierno a nivel nacional, regional y local. Los recicladores suelen desempeñar el papel complementario de recolectores (Méndez-Fajardo et al., 2017).

### **1.4.2.3. Estrategias para la Gestión de RAEE.**

#### ***1.4.2.3.1. Estrategia.***

Porter (1996) explica que la estrategia es la creación de una posición única y valiosa, que implica un conjunto diferente de actividades, si sólo existiera una posición ideal, no habría necesidad de estrategia y las empresas se enfrentarían a un simple imperativo: ganar la carrera por descubrirla y adelantarse a ella. La esencia del posicionamiento estratégico es elegir actividades diferentes a las de los rivales. Porter desarrolló el conocido modelo de las cinco fuerzas para evaluar las ventajas competitivas de las organizaciones y sostuvo que, para obtenerla, una organización necesita realizar sus actividades de forma diferente a sus competidores para sobrevivir con éxito en el mercado. Henry Mintzberg (1994) describió la estrategia desde cinco perspectivas diferentes: como un plan que ayuda a alcanzar los objetivos; como una herramienta para competir contra rivales inteligentes; como un patrón para alcanzar las metas y los objetivos de la organización; como una zona de confort; y, como una visión que muestra dónde le gustaría estar a la organización en el futuro. Según Mintzberg y Waters (1985), existen cinco tipos de estrategias: estrategias previstas, estrategias deliberativas, estrategias no realizadas, las estrategias realizadas y las estrategias emergentes. Johnson et al. (2019) la definieron como la dirección a largo plazo de los procesos, lo que permite determinar cómo responder al cambio, cómo innovar y cómo crecer en un entorno competitivo; la cual, diseñada, comunicada e implementada adecuadamente garantizan el éxito de la organización.

#### ***1.4.2.3.2. Planeación y Gerencia Estratégica.***

La planeación estratégica se considera el proceso de establecer los objetivos de la organización y tomar decisiones sobre los planes operativos y administrativos, de manera

integral, para cumplir con esos propósitos (Fooladvand et al., 2015). Serna (2014) define estrategia como:

El proceso mediante el cual quienes toman decisiones en una organización obtienen, procesan y analizan información pertinente, interna y externa, con el fin de evaluar la situación presente de la empresa, así como su nivel de competitividad, con el propósito de anticipar y decidir sobre el direccionamiento de la institución hacia el futuro (p. 19).

La estrategia y la planificación estratégica permiten el lograr de cinco objetivos: penetración en el mercado, desarrollo del producto, desarrollo del mercado, diferenciación e integración vertical y horizontal (Ansoff, 2019). De esta manera, se puede considerar como una hoja de ruta para llevar a una organización desde donde está actualmente hasta donde le gustaría estar en un futuro mediante la preparación sistemática para aprovechar las oportunidades futuras y minimizar las amenazas futuras, por medio del análisis de brechas para entender la distancia entre la posición organizativa actual y la posición futura deseada y establecer las acciones necesarias para tapar esta brecha.

La gerencia estratégica se considera como el proceso más crítico y fundamental para que las organizaciones alcancen los resultados deseados, proceso que integra adecuadamente la formulación de la estrategia y la implementación de la misma (Meyer, 2016). La gerencia estratégica es un proceso continuo que se ocupa de formular, aplicar y evaluar las decisiones interfuncionales que permiten a una organización alcanzar sus objetivos (David, 2011). Comprende el proceso de creación de planes estratégicos y las actividades necesarias para alcanzar las metas y objetivos definidos promoviendo los objetivos de una organización en tres etapas, a saber, la formulación de la estrategia, la implementación de la estrategia y la evaluación de la estrategia (Abosedo et al. 2016). Es por esto, que la planeación estratégica se considera un aspecto clave de la gerencia estratégica, que garantiza la integración de los

objetivos, las políticas y las acciones de la organización, desarrollando así una serie de estrategias que ayudan a las organizaciones a reorientar su dirección futura (Kabir, 2007).

#### ***1.4.2.3.3. Gerencia Ambiental Estratégica***

La Gerencia Ambiental Estratégica (GAE) ha surgido durante las últimas décadas, la cual trata de vincular los objetivos ambientales y económicos con los productos y servicios que reducen el impacto ambiental en el núcleo estratégico de las organizaciones. Las prácticas de gestión medioambiental relacionadas con la GAE incluyen la evaluación, la aplicación y la planificación medioambientales, el diseño de procesos y productos medioambientales y la comunicación de información medioambiental a las diferentes partes interesadas (Lucas, 2010).

La GAE también está relacionado con la perspectiva de la Triple Cuenta de Resultados (TCR) establecida por Elkington en 1997. Una perspectiva ampliada de las partes interesadas, denominada personas, planeta y beneficios, es el concepto central de la TCR (Tullberg, 2012). La línea de fondo de los beneficios es la medida clásica del beneficio empresarial que incluye la creación de valor monetario. La dimensión de las personas se supone que ilustra qué tipo de responsabilidades sociales tienen las empresas. La dimensión del planeta se refiere a las responsabilidades medioambientales de las empresas (Elkington, 1997). El concepto de la triple cuenta de resultados sugiere que es posible que las empresas asuman tanto responsabilidades sociales como medioambientales mientras se obtienen beneficios económicos (Gimenez et al., 2012). Aun así, la gerencia ambiental estratégica se centra en el aspecto medioambiental del triple cuenta de resultados, pero a veces es necesario ver las conexiones con las dimensiones de las personas y los beneficios para ver el contexto (Goldstein, 2002).

#### ***1.4.2.3.4. Estrategias Medioambientales.***

El aumento de la concienciación sobre los retos medioambientales ha obligado a las empresas a crear estrategias especiales para hacer frente a estos problemas y responsabilidades. Se ha afirmado que las estrategias medioambientales implican planes y mitigación de cómo la sociedad humana puede desarrollarse de una manera ecológicamente sostenible en una perspectiva a largo plazo. Desde la perspectiva de la gestión estratégica, las estrategias medioambientales están relacionadas con las estrategias competitivas, las cuales consisten en ser y actuar de forma diferente a los demás ofreciendo algo que tenga un valor único (Porter, 2006). Vogel (2005) afirma que descuidar las cuestiones medioambientales puede resultar costoso a largo plazo y los clientes verán la desconexión si se hacen afirmaciones sobre la responsabilidad medioambiental y esto tendrá un impacto en la legitimidad de las empresas. Por lo tanto, no es adecuado argumentar que las estrategias medioambientales crean ventajas competitivas dependiendo de cómo se apliquen y se comuniquen.

#### ***1.4.2.3.5. Modelos de Planeación Estratégica.***

- **El modelo básico.** Este modelo consta de cinco etapas: establecimiento de objetivos, análisis del entorno interno, análisis del entorno externo, evaluación y operacionalización (Lekara & Hamilton, 2021).
- **El modelo HAX.** El modelo muestra los tres niveles de estrategia que tiene una organización, sea cual sea su estructura: el nivel corporativo, el nivel de negocio y el nivel funcional. El nivel corporativo se ocupa de determinar la misión global de la organización y la vinculación entre las unidades de negocio y la asignación de recursos, teniendo en cuenta las prioridades estratégicas. El nivel empresarial se ocupa de las actividades necesarias para mejorar y desarrollar la posición competitiva de la organización. El nivel funcional incluye el

desarrollo de la competencia de la organización en áreas como las finanzas, los recursos humanos, la logística y la tecnología (Ofori y Atiogbe, 2012).

- **El modelo dinámico.** Este enfoque adopta tres temas principales: la perspectiva del proceso de implementación de la estrategia, una visión emergente y la coalineación de la organización con su entorno. El primer tema amplía el enfoque tradicional, centrado en la estructura y los controles de la organización, al incluir otros elementos importantes, como el liderazgo, la cultura organizativa, el aprendizaje, las relaciones interpersonales y las cuestiones de comportamiento que producen motivación y compromiso con la aplicación de la estrategia. El segundo tema es el punto de vista de la emergencia, que reúne la formulación de la estrategia y su aplicación. Este tema considera la formulación y la aplicación de la estrategia como un proceso interactivo y recíproco, que implica la adaptación y la improvisación, y que se entrelaza a un nivel superior. El tercer tema es la co-alineación de la organización con su entorno dinámico como una intención estratégica indicativa del proceso que incluye el propósito, la coordinación, los objetivos y la acción de la organización (Lekara & Hamilton, 2021)..

- **El modelo holístico.** Es propuesto por Plant (2009) y consta de cuatro partes: Desarrollar una visión estratégica con la participación del público y del personal; Desarrollar y priorizar los objetivos estratégicos y operativos alineados con la visión; Desarrollar planes de negocio departamentales alineados con el plan estratégico; y, Medir e informar de los resultados.

En función de la presente investigación, se adoptó el modelo híbrido considerando los dos primeros pasos teniendo en cuenta el alcance de los objetivos planteados los cuales giran en torno a la definición de las consideraciones para el diseño de una estrategia de manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el Departamento del Huila desde la gerencia integral de proyectos.



#### ***1.4.2.3.6. El Proceso de Planeación Estratégica.***

Este proceso consta de seis etapas (Bryson, 1988): El primero consiste en el desarrollo de un acuerdo inicial que cubre el propósito del esfuerzo, los pasos preferidos en el proceso, las formas de informe y el calendario, los roles y funciones del personal y los recursos necesarios. El segundo consiste en identificar y aclarar los mandatos externos formales e informales impuestos a, como la legislación y los reglamentos. La tercera es desarrollar la misión y los valores de la y justificar ante la sociedad por qué existe la organización. El cuarto es analizar el entorno externo e identificar las oportunidades y amenazas que pueden afectar a la organización. El quinto es analizar el entorno interno e identificar las áreas de fortaleza y debilidad de la organización. La sexta consiste en identificar las cuestiones estratégicas para la organización.

#### ***1.4.2.3.7. Formulación de la Estrategia.***

La fase de formulación del plan estratégico tiene como objetivo determinar la dirección futura de una organización mediante la identificación de sus metas y objetivos estratégicos y operativos (Cohen 2013). Para ello es necesario analizar el entorno interno, incluidos los factores de fortaleza y debilidad, y el entorno externo, que incluye los factores de oportunidad y amenaza (Serna, 2014). La fase de formulación también incluye la evaluación de la implementación de las acciones para el logro de las metas y objetivos deseados.

#### **1.4.2.4. Gerencia Integral de Proyectos.**

Los proyectos han desempeñado y siguen desempeñando un papel importante en las sociedades, grupos y organizaciones desde la era pre-moderna hasta lo que se considera la civilización moderna, en el siglo XXI. La construcción de las pirámides y los viajes al Nuevo

Mundo son ejemplos de cómo la historia ha revelado numerosas empresas únicas y complejas limitadas en el tiempo y el alcance (Packendorff, 1995). Del mismo modo, el mundo moderno ha sido testigo de múltiples emprendimientos que varían en tamaño, financiación y complejidad, como el diseño de las naves espaciales de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), las expediciones a la Luna y a Marte, la creación del primer ordenador, el desarrollo del primer conjunto de vacunas contra la polio, el desarrollo de planes de estudios escolares basados en la industria y las demandas mundiales, y la entrega de un nuevo producto bancario al mercado. El tema común entre el desarrollo de estos monumentos o artefactos es la creación de un resultado único en términos de producto, proceso, servicios y resultados, y esto implica cierto nivel de innovación en el resultado real o en el proceso para producir el resultado.

En este contexto, un proyecto puede describirse como una iniciativa emprendida por una organización con el objetivo principal de proporcionar valor o un cambio beneficioso a diversas partes interesadas mediante la introducción de un servicio, proceso, producto o resultado nuevo o modificado (Wallace, 2014). Así mismo, Klastorin (2005) menciona que un proyecto es un conjunto bien definido de tareas o actividades que deben realizarse para cumplir las metas del proyecto, el cual tiene un tiempo definido entre el inicio de la primera tarea y la última, y que las metas específicas asignadas al proyecto abarcan calidad y diseño y los objetivos de costo y programación. Esta definición muy alineada con el Project Management Institute (PMI, 2013) el cual indica que un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.

Otros tipos de formas de proyecto son los portafolios y los programas, e indican diferencias en términos de alcance, impacto y objetivos. Según el Project Management Institute (2013), los portafolios son una colección de cualquier forma de proyecto que se gestiona como un grupo para lograr objetivos estratégicos, y los programas se gestionan de

manera coordinada en apoyo del portafolio. Independientemente de la dicotomía, todos buscan lograr algún cambio beneficioso porque, según la Association Project Management (APM, 2012), los conceptos son fluidos y se superponen. Por lo tanto, para los fines de esta discusión, todos estos emprendimientos se denominan proyectos. La gestión de proyectos es uno de los desarrollos organizativos más importantes, como se desprende del importante crecimiento de los sectores empresariales, las industrias y la investigación académica (Winter et al., 2006). Una deducción razonable es que sin proyectos bien dirigidos se produce un estado de inercia o estancamiento. Estos vehículos de cambio suelen iniciarse como medio para ayudar a conseguir el plan estratégico de una organización (o país) (PMI, 2013). Las consideraciones estratégicas incluyen estímulos como las presiones competitivas, las presiones políticas, las demandas sociales y los avances tecnológicos.

#### ***1.4.2.4.1. Gestión de Proyectos.***

La gerencia de proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para alcanzar los requerimientos del mismo (Martínez, 2019). Existen proyectos que, según el origen de sus recursos, pueden ser públicos, privados, sin ánimo de lucro y proyectos de investigación; estos últimos, materia de interés para esta propuesta, producen beneficios para la sociedad, en todos los ámbitos que el conocimiento implique. Sus objetivos y resultados tienen la característica de impactar los conocimientos existentes dentro de sus propias fronteras o ampliarlos con nuevos descubrimientos del saber científico, innovaciones en productos, procesos, equipos, herramientas, metodologías y formas de manejo de la realidad presente y futura. Su evaluación, por tanto, se hace de acuerdo a sus aportes, la solución de problemas, las innovaciones introducidas, los mejoramientos a las condiciones de vida alcanzados y los

avances interpretativos y operativos de distintas formas del saber y quehacer científico y tecnológico.

Es evidente que un proyecto representa una proporción sustancial del esfuerzo productivo en múltiples sectores empresariales y gubernamentales (Cooke-Davies, 2002). Dada la importancia que se da a los proyectos, los organismos que los inician necesitan asegurarse de que han conseguido, como mínimo, el rendimiento de las inversiones y la consecución o conformidad de los objetivos del proyecto. Se hace necesario un conjunto de procesos coordinados para dirigir o liderar estas importantes iniciativas. Este conjunto de actividades puede denominarse gestión de proyectos (Morris, 1994).

#### ***1.4.2.4.2. Proyectos.***

De acuerdo con Méndez (2013), un proyecto pasa por las etapas de preparación, implantación y puesta en marcha y funcionamiento. La primera etapa descrita es aquella de interés en el presente estudio, la cual va desde la identificación de la idea hasta el diseño y desarrollo de los estudios necesarios para llevar a cabo el proyecto. De la misma manera, el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social (ILPES), ha definido un ciclo del proyecto el cual se adecúa al interés investigativo de los autores, el cual se organiza en seis etapas (Martínez, 2019). A continuación, se describen las tres primeras etapas, en las que se centró esta investigación:

- **Identificación de ideas de proyecto.** Se exploran e identifican ideas de proyectos teniendo como referencia su importancia por los problemas que pueden resolver y los beneficios que traerán a la sociedad a un costo razonable. Para las muchas ideas y alternativas que pueden existir se establecen criterios de priorización y clasificación para hacer la selección.

- **Definición de objetivos.** Se considera que el fin y/o propósito es el motor y razón de ser de un proyecto y el eje de su direccionamiento para todas las actividades y recursos. De ahí la importancia de la formulación del resultado que se quiere lograr, teniendo en cuenta el mayor consenso posible de las expectativas de los interesados. Se profundiza, también, en el conocimiento de la problemática identificada y el impacto que podría tener en otros intereses, grupos, o lugares (Jiménez, 2020).

- **Diseño.** Parte de un concienzudo y explícito estudio de las distintas opciones o alternativas razonables que pueden identificarse para alcanzar los objetivos del proyecto, con base en una preparación progresiva, detallada y cada vez más especializada de todas las dimensiones del proyecto: técnicas, económicas, institucionales, financieras, administrativas, entre otras.

#### ***1.4.2.4.3. Formulación y Diseño del Proyecto.***

La formulación del proyecto implica la identificación sistemática y la priorización de los problemas y oportunidades que deben abordarse a través de proyectos de desarrollo; la identificación de una jerarquía de metas y objetivos del proyecto vinculados por las relaciones causales; la planificación de soluciones en términos de insumos, actividades, productos, efectos e impactos; y, la evaluación de los resultados del proyecto.

El primer paso en la fase de diseño es la identificación de su proyecto, se puede usar la metodología análisis de la situación. Al mismo tiempo, es crucial realizarlo en el marco más amplio de las prioridades internacionales y nacionales a los que el proyecto pretende contribuir a largo plazo. El análisis de la situación en el marco de las prioridades internacionales, nacionales y locales ayuda a identificar la naturaleza y la magnitud de las necesidades, a priorizarlas y a establecer los primeros criterios para desarrollar la idea del proyecto; puede ser utilizado por el equipo del proyecto como referencia institucional y punto

de partida para el análisis de la situación del proyecto específico; ayuda a trazar las relaciones entre todos los implicados y a crear un sentimiento de apropiación del proyecto y su futuro desarrollo; mejora toda la propuesta del proyecto en términos de sostenibilidad y destaca cómo el proyecto forma parte de una estrategia más amplia.

Existen varias herramientas para realizar un análisis de situación. Para preparar un proyecto basado en resultados, habrá que hacer lo siguiente: análisis de las partes interesadas y selección del grupo objetivo, análisis del problema, análisis de los objetivos, y selección de alternativas. Empezar el diseño del proyecto *analizando las partes interesadas y su contexto* ayuda a garantizar que el proyecto se adapte a las necesidades y capacidades de las cooperativas. Sin embargo, en muchos casos es útil empezar por el problema para identificar a todas las partes interesadas. *Analizar el problema*. Todo proyecto pretende ayudar a resolver un problema que afecta al grupo o grupos destinatarios (por ejemplo, los cooperativistas y la comunidad). El análisis del problema identifica los aspectos negativos de una situación existente y establece las relaciones de "causa y efecto" entre los problemas existentes. Hay que identificar claramente el problema central del grupo objetivo. Es esencial comprender las causas fundamentales del problema y los efectos que éste tiene en los beneficiarios. Esto puede representarse en forma de diagrama construyendo un árbol de problemas. Las causas se estructuran agrupando las similares y desarrollando una jerarquía de causas. *Análisis de los objetivos*. El análisis de objetivos es un enfoque participativo que sirve para describir la situación en el futuro una vez resueltos los problemas, y para ilustrar las relaciones medios-fines en el diagrama. Las situaciones negativas del árbol de problemas se convierten en soluciones, expresadas como logros positivos en el árbol de objetivos. El objetivo central o la situación deseada estará en el centro del árbol de objetivos, el efecto en la parte superior y las causas, que deben ser resultados, debajo. *Selección de la estrategia*. Una vez finalizado el árbol de objetivos, hay que seleccionar la estrategia del proyecto, que es el último paso del

análisis de la situación. Implica la selección de la estrategia que se utilizará para alcanzar los objetivos deseados. Implica decidir qué objetivos se incluirán en el proyecto y qué objetivos quedarán fuera de él. Hay que establecer criterios claros para hacer la elección.

La etapa de formulación se basa en la comprensión obtenida durante el análisis de la situación, que justifica e impulsa la identificación del proyecto. Al mismo tiempo, establece los beneficios que la acción prevista aportará al grupo objetivo. Los resultados de los análisis de las partes interesadas, los problemas, los objetivos y las alternativas son los ingredientes principales del marco del proyecto, denominado matriz del marco lógico. Una vez completado, mostrará, de forma clara y organizada, qué debe lograrse, cómo se logrará, con qué recursos y en qué plazo (planificación de la ejecución). La matriz del marco lógico organiza una solución paso a paso del problema principal, respondiendo a una serie de preguntas operativas que apuntan a sus causas fundamentales.

El diseño del proyecto requiere un plan de ejecución (también llamado plan de trabajo) para las actividades enumeradas en el marco lógico. El plan de trabajo demuestra que el proyecto es viable en términos de responsabilidades, calendario y recursos. Es la base para el seguimiento de las operaciones del proyecto. Permite al director del proyecto comprobar si todas las actividades previstas se ejecutan en el tiempo previsto, con el personal adecuado y dentro del presupuesto previsto. El plan de trabajo lo establece el equipo de diseño del proyecto y consta de una matriz de desglose del trabajo, que enumera las actividades y tareas específicas, una matriz de responsabilidad, que establece quién es responsable de cada actividad, un calendario de actividades, que establece cuándo se completará cada actividad, un plan de recursos (insumos), que establece las necesidades de personal, equipos y materiales, y para la elaboración del presupuesto, que indica el coste de los recursos necesarios.

Es necesario preparar el seguimiento y la evaluación. Por lo tanto, es necesario incorporarlo al diseño del proyecto y asignar recursos para ello desde el principio.

Básicamente, consiste en comparar lo que se planificó originalmente con lo que realmente sucede. Hace un seguimiento del progreso en cada nivel del marco lógico: actividades, productos, resultados e impactos (objetivos). La evaluación es esencialmente una prueba de realidad para valorar la importancia del proyecto. En concreto, examina la eficiencia, la eficacia, el impacto, la sostenibilidad y la relevancia del proyecto teniendo en cuenta sus objetivos declarados. La evaluación tiene dos objetivos específicos: la rendición de cuentas y el aprendizaje.

### ***1.4.3. Marco Normativo***

Desde 1996, Colombia ha emprendido un camino en regulación de los RAEE. Mediante la Ley N° 253 de 1996, Colombia aprobó el Convenio de Basilea en 1996. Seguido de esto, con las resoluciones 1511 y 1512 de 5 de agosto de 2010, estableció un sistema de recogida selectiva y una gestión de residuos ambientalmente racional de las bombillas y un sistema de recolección separada y gestión ambientalmente racional de residuos de computadores y/o periféricos, respectivamente. Cabe mencionar la Resolución 1297 del 8 de julio de 2010, que establece, entre otras previsiones, la separación de los sistemas de recogida y la gestión ambientalmente racional de los residuos potencialmente peligrosos, como las pilas.

Colombia cuenta con una ley específica sobre la gestión integral de los residuos electrónicos. La Ley N° 1672 fue publicada en 2013 y establece los lineamientos para la adopción de una política pública para la gestión integral de los residuos electrónicos generados en el territorio nacional. Para efectos de la aplicación de esta ley, se toman en cuenta algunos principios rectores como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y la participación activa de los productores, comerciantes y usuarios. Asimismo, la ley incluye principios como la creación de incentivos, la descentralización, la innovación en ciencia y



tecnología, la consideración del ciclo de vida de los productos, el consumo sostenible y la prevención de la contaminación.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones han estado trabajando juntos para hacer frente a los crecientes problemas asociados con la gestión de los residuos electrónicos. La Ley N° 1672 de 2013 estableció obligaciones bajo las competencias de varios ministerios del gobierno y entidades nacionales con el fin de fortalecer la gestión integral y ambientalmente segura de los residuos electrónicos. Es importante destacar la participación activa del gobierno (Ministerio de las TIC con Computadores para Educar y otras dependencias) y del sector productivo (productores de AEE a través de los sistemas de recolección colectiva o individual).

En la siguiente tabla, se presenta el marco normativo básico que se consideró en esta investigación:

**Tabla 3.**

*Marco Normativo de los RAEE en Colombia.*

<b>Regulaciones Nacionales sobre RAEE</b>	<b>Políticas Públicas</b>	<b>Compromiso Internacional</b>	<b>Tecnologías en la gestión de RAEE</b>
Ley N° 1672 del 19 de julio de 2013 establece los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (RAEE) de 2017, formulada con una visión ambiental de economía circular propuesta por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Colombia ratificó el Convenio de Basilea, bajo la Ley N° 253 en 1996 (que entró en vigor en 1997)	Existen sistemas colectivos para manejo de computadoras y periféricos, luminarias y baterías. (Resolución 1511 de 2010) (Resolución 1512 de 2010) (Resolución 1297 de 2010)
Decreto 2041 de 2014, la licencia ambiental para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el	Estrategia Nacional de Economía Circular – ENEC, 2019	Protocolo de Montreal tiene como objetivo proteger la capa de ozono.	No se utilizan tecnologías automatizadas o semi-automatizadas para el desmontaje y

Regulaciones Nacionales sobre RAEE	Políticas Públicas	Compromiso Internacional	Tecnologías en la gestión de RAEE
almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento de los RAEE.			recuperación de materiales.
Ley N° 142 de 1994, establece la responsabilidad de los municipios para garantizar los servicios públicos, incluyendo la recolección de residuos, principalmente sólidos.	Mediante Ordenanza 037 de 2013, el Departamento del Huila adoptó la Política Pública de Gestión Ambiental, que incluye dentro de su línea estratégica, el “Manejo integral de residuos sólidos”.	<p>Convenio de Estocolmo prácticas ambientales para el manejo de equipos o aparatos con PCB y de plásticos con retardantes de llama.</p> <p>Convenio de Minamata sobre el mercurio, excepciones y límites de contenido de mercurio.</p> <p>Directiva 2002/96/CE de la Unión Europea de 2003, como una de las primeras normas especiales acerca de la gestión de los RAEE</p>	

#### 1.4.4. Marco Conceptual

- **Aparatos Eléctricos y electrónicos (AEE):** Todos aquellos aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los elementos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 en corriente continua.

- **Estrategia:** Hoja de ruta para llevar a una organización desde donde está actualmente hasta donde le gustaría estar en un futuro mediante la preparación sistemática para aprovechar las oportunidades futuras y minimizar las amenazas futuras, por medio del

análisis de brechas para entender la distancia entre la posición organizativa actual y la posición futura deseada y establecer las acciones necesarias para tapar esta brecha.

- **Gerencia Integral de Proyectos:** Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas en torno a las actividades de un proyecto determinado, de principio a fin, para alcanzar los objetivos, teniendo en cuenta las etapas del ciclo del proyecto (Identificación, definición de objetivos, diseño, Análisis y aprobación, ejecución y evaluación expost).

- **Gestión integral de RAEE:** Conjunto articulado e interrelacionado de acciones políticas, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de RAEE, a fin de lograr beneficios ambientales, optimización económica de su manejo y aceptación social, respondiendo a las necesidades y exigencias de cada localidad o región.

- **Gestor de RAEE:** Organización que presta, de forma total o parcial, los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final de RAEE, dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normativa ambiental vigente.

- **Actor n la gestión de RAEE:** Persona u organización, incluido los gestores de RAEE, que guardan relación directa o indirecta y cuentan con un rol visible en el marco de la gestión de RAEE.

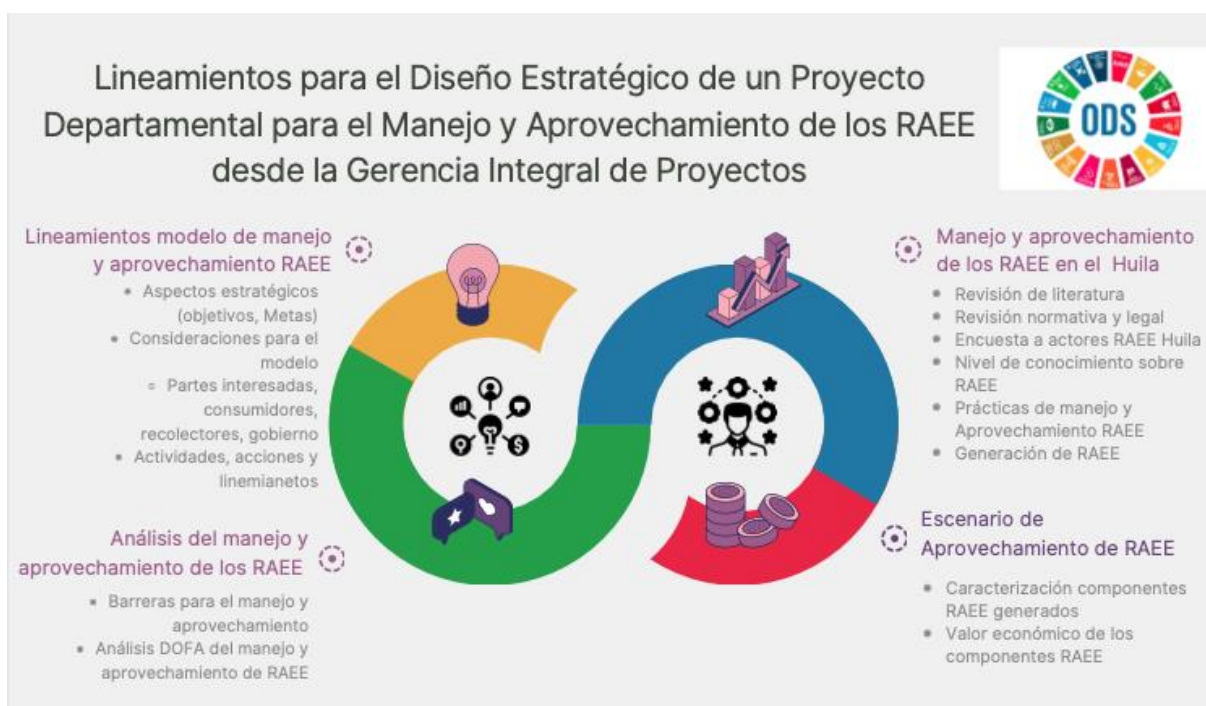
- **Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE):** Aparatos eléctricos o electrónicos desechados o descartados. Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto cuando se descarta, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el cual recibirán el tratamiento previsto para tales residuos.

## 1.5. Metodología

En esta sección se describen los aspectos básicos de la metodología con el desarrollo del diseño, técnicas y procesos aplicados en la investigación para el desarrollo de la investigación que condujo a la obtención de los resultados que permitieron encontrar los principales aspectos a considerar en el diseño de una estrategia para el manejo y aprovechamiento de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos, este proceso se presenta sintetizado en la figura 6.

### Figura 6.

*Metodología para el logro y desarrollo del estudio*



### 1.5.1. Tipo de Investigación

De acuerdo con los objetivos e intereses de investigación propuestos, los cuales buscaron hallar las consideraciones para el diseño de una estrategia para el manejo y

aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos, la investigación se diseñó bajo un enfoque mixto. Esta perspectiva combina técnicas, métodos y enfoques de investigación cuantitativos y cualitativos en un solo estudio siguiendo una lógica que incluye el uso de inducción, deducción y abducción (Johnson y Onwuegbuzie, 2004). Teniendo en cuenta que estos estudios se pueden diseñar en función del grado de integración de los componentes cualitativo y cuantitativo, su relación con el tiempo, la dominancia de los componentes y el alcance del estudio basado en términos exploratorio o confirmatorio (Leech y Onwuegbuzie, 2009), se definió la investigación de tipo integrado dominante cualitativo CUAN-Cual (Creswell y Clark's, 2017).

### ***1.5.2. Método de la Investigación***

El estudio se abordó desde un método inductivo-deductivo, considerando el enfoque mixto adoptado y descrito en el numeral anterior. Adicionalmente, el componente cualitativo de esta investigación se abordó desde la perspectiva interpretativa, la cual busca la comprensión de los significados desde la perspectiva del actor social y pretende no perder de vista el contexto del que provienen, para dar cuenta del contexto sociocultural en el que se construyen y reconstruyen (Hernández-Sampieri et al., 2014). Adicionalmente, y como se ha descrito en los apartados anteriores, el enfoque cuantitativo es empleado en este estudio con el fin de complementar, comparar, ampliar e integrar los resultados obtenidos en la fase previa cualitativa. De esta manera, la presente investigación sigue un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo de corte transversal (Hernández-Sampieri et al., 2014).

### 1.5.3. Variables de Entrada del Estudio

Se han establecido las variables de entrada del estudio de acuerdo con los objetivos específicos y las unidades de análisis definidas las cuales pueden detallarse en el anexo 1. A continuación, se presenta la consolidación de las variables:

**Tabla 4.**

*Consolidado variables de estudio*

<b>Unidad de análisis</b>	<b>Variabes</b>	<b>Descripción</b>
	Información sociodemográfica	Refiere la identificación de características del participante relacionadas con edad, lugar de residencia, ocupación, nivel educativo, estrato socioeconómico, tipo de residencia, número de residentes, nivel de cargo, tamaño de organización, cantidad empleados
Caracterización de la gestión de los RAEE del Departamento del Huila	Conocimiento sobre los RAEE y su manejo	Indica las bases conceptuales, normativas y teóricas sobre RAEE
	Conocimiento normatividad de los RAEE	Indica a profundidad el manejo de normas y políticas en RAEE
	Prácticas de manejo y disposición de los RAEE	Indica la cantidad de RAEE generados y el medio de disposición
Caracterización de los RAEE generados en el Departamento del Huila	Generación de RAEE	Indica la cantidad de RAEE generados y el medio de disposición
	Inventarios de AEE	Tipos de RAEE generados, estado de los RAEE, uso de los RAEE vida útil de los RAEE

### 1.5.4. Población y Muestra

La población definida fueron los actores inmersos en la gestión de RAEE en el Departamento del Huila. De esta manera, y de acuerdo con el marco teórico, se reconocieron como actores a hogares urbanos, empresas generadoras de RAEE, recuperadores mayoristas, gestores de RAEE e instituciones relacionadas con el tema ambiental. Se definió una muestra representativa por cada actor establecida de la siguiente manera:

**Tabla 5.***Composición de la muestra de estudio.*

<b>Actor</b>	<b>Participantes</b>	<b>n</b>
Hogares urbanos	Residencias de todos los estratos socioeconómicos	18
Empresas generadoras de RAEE	Taller de reparación y ensamblaje de equipos RAEE, Empresa manufactureras, Empresa de Servicios	3
Recuperadores mayoristas	Empresas chatarrerías / recicladoras*	3
Gestores de RAEE	Manejadoras de RAEE, Empresa de recolección de residuos, Aguas del Huila	0**
Instituciones relacionadas con el tema ambiental	CAM, Depto. Administrativo de Planeación Departamental, Secretaria de Medio Ambiente de Neiva	3
<b>Total</b>		<b>30</b>

*Nota.* \*Empresas recuperadores mayoristas formales.\*\*El Departamento del Huila no cuenta con Gestores RAEE autorizados (IDEAM, 2022).

La muestra se consideró no probabilística y los participantes se seleccionaron por conveniencia de los investigadores teniendo en cuenta el acceso a la información, ubicación de los actores e interés de participar en el estudio. Adicionalmente, se consideró una muestra representativa al considerar participantes de todos los diferentes tipos de actores en la gestión de los RAEE en el Departamento del Huila.

### **1.5.5. Recolección de la Información**

#### **1.5.5.1. Fuentes de Información.**

Se retomaron fuentes de información de tipo primaria y secundaria. Para la primera, los datos se obtuvieron por medio la aplicación de cuestionarios a los actores identificados. Como fuentes secundarias se recurrió a documentos publicados en revistas científicas mediante la consulta en bases de datos como Scielo, SCOPUS, SciencDirect y GoogleScholar; informes generados por entes públicos ambientales con alcance regional, nacional e internacional, como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto

de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, la Corporación Autónoma del Alto Magdalena, Secretaría de Ambiente del Huila y Neiva. Las palabras claves empleadas en las búsquedas en español fueron :RAEE, generación de RAEE, disposición de RAEE; en inglés fueron WEEE, WEEE management, ewaste, ewaste management,

### 1.5.5.2. Técnicas e Instrumentos.

Para la recolección de la información, se diseñaron los instrumentos requeridos, los cuales fueron respectivamente validados con el fin de garantizar el rigor en el estudio. En la siguiente tabla, se presentan las técnicas e instrumentos aplicados por cada fuente de información.

**Tabla 6.**

*Tipo de recolección de información fuente de información.*

<b>Fuente de información</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Primaria. <i>(Hogares urbanos, Empresas generadoras de RAEE, Recuperadores mayoristas, Gestores de RAEE, Instituciones relacionadas con el tema ambiental)</i>	Encuesta	Cuestionario semiestructurado 1 (Anexo 2)
Secundaria <i>Documentos publicados en revistas científicas, informes generados por entes públicos ambientales con alcance regional, nacional e internacional, trabajos de grado de nivel maestría y doctoral</i>	Revisión documental	Matriz 1 (Anexo 3) y Matriz 2 (Anexo 4)

#### 1.5.5.2.1. Encuesta.

Se diseñó un cuestionario dirigido a residencias urbanas y a empresas con el fin de identificar el volumen de generación de RAEE y su disposición en el departamento del Huila (Anexo 2). El cuestionario fue validado y aplicado a la muestra definida en la tabla 5. A continuación, se presenta la estructura del cuestionario.



**Tabla 7.***Estructura de cuestionario.*

<b>Variables de entrada del estudio</b>	<b>Preguntas</b>
Información sociodemográfica	1 a 13
Conocimiento sobre los RAEE y su manejo	14 a 21
Conocimiento normatividad de los RAEE	22 a 24
Prácticas de manejo y disposición de los RAEE	25 a 37
Generación de RAEE	38
Inventarios de AEE	39

Las encuestas fueron aplicadas online mediante enlace de GoogleForms y enviado a los diferentes actores descritos en el numeral anterior. Los enlaces con los cuestionarios son los siguientes:

- <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScsRrEnTimLarQgqRSSXZcLP5xBOGpYyDQ2YJUOJlgpjVDz2g/viewform>
- <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScFJeIW4C5RT2E8U2MSLM7PtV90wsaC6xjpT-utOUWBqMvpwg/viewform>

Una vez recibidas las respuestas, se tabularon en una hoja de datos en Microsoft Excel® para posterior análisis.

### ***1.5.6. Ruta del Proceso Investigativo***

Para el desarrollo de la metodología propuesta se presenta la siguiente tabla, la cual describe las etapas en la que se realizó el estudio teniendo en cuenta las actividades involucradas en la investigación y los productos a lograr para alcanzar los objetivos específicos.

**Tabla 8.***Etapas del proceso investigativo*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>
Realizar un diagnóstico sobre el estado actual del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila a partir de la información secundaria disponible	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los documentos referentes al estado actual del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila.</li> <li>2. Elaboración de la matriz M1 con información encontrada sobre el estado actual de los RAEE.</li> <li>3. Elaboración de matriz M2 con marco normativo y legal vigente sobre RAEE para el Departamento del Huila.</li> <li>4. Diseño y validación de los cuestionarios para las encuestas.</li> <li>5. Aplicación de encuestas.</li> <li>6. Elaboración de la matriz M3 con la consolidación de información recopilada a través de las encuestas.</li> <li>7. Identificación y estimación de los RAEE para el Departamento del Huila.</li> <li>8. Identificación de RAEE que implican altos costos de aprovechamiento.</li> <li>9. Elaboración de un primer borrador sobre el diagnóstico.</li> </ol>
Formular los componentes del diseño estratégico de un proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos y el marco normativo vigente	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Elaboración de matriz M4 con los componentes para el diseño estratégico del proyecto.</li> <li>11. Elaboración de documento con los componentes para el diseño estratégico de un proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos y el marco normativo vigente.</li> </ol>
Identificar los actores y los lineamientos de coordinación para la gestión eficiente y sostenible de los RAEE	<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Procesamiento de la información obtenida en la matriz M4.</li> <li>13. Documento final sobre el diseño de una estrategia para el manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el Departamento del Huila desde la Gerencia Integral de Proyectos, con base en la información de las matrices analizada en las matrices (M1, M2, M3 y M4)</li> </ol>

**1.5.7. Procesamiento de la Información**

Para llevar a cabo el procesamiento de la información primaria recolectada se utilizó Excel. Se tuvo en cuenta la clasificación, el registro y la codificación de los datos relevantes, permitiendo conocer la realidad actual de los RAEE en los municipios del Departamento del Huila. La información secundaria fue procesada por medio de matrices que se consolidaron en

cuatro, las cuales permitirán consolidar la información encontrada respecto al estado actual y aprovechamiento de los RAEE dentro del Departamento.

**Tabla 9.**

*Procesamiento de la información*

<b>Información primaria</b>	<b>Información secundaria</b>
Encuesta dirigida a los actores de la gestión de RAEE en el Huila	Matriz M1 información encontrada sobre el estado actual de los RAEE (Anexo 3)
	Matriz M2 con marco normativo vigente sobre RAEE para el Departamento del Huila (Anexo 4)
	Matriz M3 con la consolidación de información recopilada a través de las encuestas (Anexo 5)
	Matriz M4 con los componentes para el diseño estratégico del proyecto (Anexo 8)

**1.5.7.1. Análisis de Datos.**

Una vez se obtuvieron las respuestas de los cuestionarios, se procedió a realizar análisis estadístico descriptivo para medir el comportamiento de cada variable de manera individual. Para esto, se organizaron y se construyeron tablas de frecuencia, se diseñaron gráficos de barra y circulares y se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión. Una vez analizada la información estadísticamente, se procedió con el análisis interpretativo mediante la construcción de una matriz de Fuerzas-Debilidades-Oportunidades-Amenazas (DOFA), la cual es una importante herramienta de correspondencia que ayuda a desarrollar cuatro tipos de estrategias: la estrategia FO (Fortalezas-Oportunidades), la estrategia DO (Debilidades-Oportunidades), la estrategia SA (Fortalezas-Amenazas) y la estrategia DA (Debilidades-Amenazas).

## 2. Resultados

### 2.1. Diagnóstico del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila

#### 2.1.1. Estado del Arte del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila.

De acuerdo con la revisión realizada en SCOPUS, GoogleScholar y SciencDirect, empleando términos de búsqueda como: e waste Colombia, weee Colombia, RAEE Colombia y RAEE Huila; se encontraron 15 documentos que permiten identificar la información disponible sobre RAEE en Colombia y el Huila. La descripción de los documentos identificados se puede consultar en el anexo 3.

Colombia, un país en vía de desarrollo, tiene alrededor de 49,8 millones de habitantes de los cuales el 76% vive en zonas urbanas (DANE, 2018) donde se suelen generar las mayores cantidades de RAEE. Las evaluaciones indican que en 2013, la generación de RAEE en Colombia fue de alrededor de 120.000 toneladas. Los RAEE generados en el país incluyen:

**Tabla 10.**

*RAEE generados en Colombia*

<b>RAEE</b>	<b>Porcentaje</b>
Grandes electrodomésticos	25%
Equipos de informática y telecomunicaciones	17%
Equipos de consumo	38%
Equipos de iluminación	13%
Pilas	8%

Nota. Pronet (2013).

La generación per cápita de RAEE en Colombia ha aumentado de 3,7 kg/habitante en 2009 a 5,3 kg/habitante en 2014 (GSMA, 2015a). Para determinar la generación urbana per cápita de RAEE, es importante tener en cuenta los seis diferentes niveles socioeconómicos del país:

**Tabla 11.**

*Distribución de la población colombiana por nivel socioeconómico*

<b>RAEE</b>	<b>Porcentaje</b>
Bajo-bajo	22,2%
Bajo	41,2%
Medio-bajo	27,1%
Medio	6,4%
Medio-alto	1,9%
Alto	1,2%

Nota. Ministerio de Hacienda (2005).

En Colombia, como parte de los procesos de recolección y clasificación, se han implementado programas de posconsumo dirigidos a equipos como computadores, baterías, equipos de iluminación y teléfonos móviles. Sin embargo, una alta proporción de aparatos obsoletos es recogida y pre-tratada por trabajadores informales; de hecho, esta es una práctica común en la mayoría de las actividades de gestión de residuos de los países en desarrollo (Chi et al., 2011; Guerrero et al., 2013). Los recicladores informales desmontan los RAEE golpeando los objetos contra el suelo, por ejemplo, lo que aumenta los riesgos potenciales para la salud de los recicladores, además de provocar efectos medioambientales nocivos debido a los elementos tóxicos que contienen los AEE (Uribe, 2010; León, 2010). El sector informal también recupera algunos metales.

Los actores genéricos que intervienen en la gestión de los RAEE en Colombia pueden clasificarse de la siguiente manera: productores, distribuidores, consumidores, recicladores (formales e informales) y el Gobierno a nivel nacional, regional y local. Los recicladores

suelen desempeñar el papel complementario de recolectores. En 2014 se creó un Comité Nacional de RAEE para asesorar en asuntos relacionados con las decisiones políticas y el seguimiento de políticas, estrategias y programas. Según lo promulgado por la Ley N° 1672/13, el Comité Nacional de RAEE debe establecer los mecanismos de negociación con el sector privado; identificar fuentes de apoyo financiero; y, apoyar la investigación y las innovaciones tecnológicas relacionadas. El Comité Nacional de RAEE está formado por asociaciones que incluyen grupos de productores (ANDI - La Asociación de Industriales de Colombia y CCIT - Cámara Colombiana de Telecomunicaciones, o Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones) y distribuidores (FENALCO - la Federación Nacional de Comerciantes), así como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Protección Social, el Ministerio de las TIC y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Para completar el comité, hicieron parte dos delegados de recicladores autorizados de RAEE, dos asesores y un representante del Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML). Por último, pero no menos importante, el CNE cuenta con el apoyo de expertos internacionales.

El departamento del Huila ha avanzado en campañas para la recolección adecuada de los RAEE mediante la estrategia de centros de acopios y jornadas de recolección masivas en distintos municipios. Tan solo un estudio se ha realizado sobre la gestión de RAEE en Colombia (Valderrama et al., 2019); así mismo, el monitoreo de la generación de RAEE se limita a estadísticas realizadas por instituciones gubernamentales como el IDEAM e internacionales como el GSMA. Esta situación no permite contar con cifras fiables y actualizadas en materia de generación de RAEE propias del Departamento del Huila. De acuerdo con el estudio de Valderrama et al. (2019) el Departamento genera en mayor medida grandes electrodomésticos seguido de pequeños electrodomésticos; aunque, como se ha mencionado, la cifra exacta no es posible cuantificarla a datos actuales.

Es importante reconocer que las cifras de generación de RAEE con las que se cuenta, son las obtenidas de las jornadas de recolección realizadas en el municipio de Neiva y Pitalito y organizadas por la CAM. Para darle manejo a estos residuos, las personas y empresas deben llevarlas a los centros de acopio dispuestos para tal fin, por tanto, los interesados en participar debían contar con transporte para movilizar los RAEE complicando la labor para aquellos que no cuentan con medios para transportar los residuos, en especial los de gran tamaño. Esta situación no permite abarcar la totalidad de generadores de RAEE, considerando que las viviendas de bajos recursos representan cerca del 60% de la población Huilense (DANE, 2022) y se consideran generan grandes cantidades de RAEE (Chi et al., 2011).

### ***2.1.2. Marco Normativo y Legal Vigente RAEE para el Departamento del Huila.***

Sobre la normatividad vigente que regula los RAEE en Colombia y el Huila, se encontraron 3 decretos, 5 resoluciones, 2 leyes, 1 política nacional y 1 lineamientos técnicos. Al igual que con la matriz 1, se menciona toda la normatividad relacionada es de aplicación nacional y no existen algunas que rijan solo el Departamento del Huila. En el anexo 4 se presenta la normatividad encontrada referente a los RAEE.

Colombia ha establecido el marco legal para un sistema nacional de gestión de RAEE basado en el principio de la política de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que exige la participación de todos los actores a lo largo de todo el proceso de recogida; los cuales incluyen los hogares urbanos, empresas generadoras de RAEE, recuperadores mayoristas, gestores de RAEE e instituciones relacionadas con el tema ambiental. El diseño de la política comenzó en 2010 bajo el liderazgo del MADS, con la participación de algunos actores adicionales en el proceso. Sin embargo, el retraso en la alineación de sus intereses obligó al MADS a publicar primero una ley nacional (2013). Apoyado por la cooperación suiza al desarrollo a través del programa Industrias de Reciclaje Sostenible (ISR), el proceso de diseño

sistémico de la política desarrollado entre febrero de 2014 y octubre de 2015 fue una piedra angular para reiniciar el proceso de desarrollo de la política que llegó a estancarse anteriormente. Los resultados de este proceso fueron fundamentales para el diseño de la política final y el plan de acción lanzado en junio de 2017.

El gobierno comenzó a diseñar normativas para la gestión de residuos peligrosos bajo la presión de cumplir con los acuerdos internacionales, como el Convenio de Basilea (1992) o el Protocolo de Kioto (1997), y las leyes nacionales, como la Ley Nacional de Gestión del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (1993). Como resultado, en 2005 se aprobó la Ley de Gestión de Residuos Peligrosos, que generó una mayor presión sobre la industria. En 2007, se firmó un acuerdo entre Suiza y Colombia, con la participación de las A-N más relevantes. Obsérvese que la movilización de la red local aumentó como factor de interés o atracción de intereses: el interés era, por un lado, la prevención de impactos ambientales, el cumplimiento de la ley de residuos peligrosos y los requisitos internacionales de sostenibilidad; por otro, estaba orientado a apoyar a los países en desarrollo en la gestión de RAEE. Esta iniciativa suiza, que comenzó en China, India y Sudáfrica con el nombre de "Swiss e-Waste Program", se extendió a Colombia y Perú a partir de 2007. Durante los dos primeros años de esta colaboración, aumentó la movilización de la red local y la adhesión a la red global. En conjunto, estos incrementos facilitaron la creación de los grupos de trabajo de ordenadores y teléfonos móviles y las evaluaciones de gestión de AEE y RAEE. Este último logro, las evaluaciones, aún resuenan como importantes documentos técnicos que apoyan la toma de decisiones. En 2010, se decidió aprobar una normativa para conseguir una recogida obligatoria de ordenadores y equipos de iluminación.

Gracias al cambio de liderazgo de la representación de los productores a la ANDI, la composición de la red local cambió y la movilización y la participación aumentaron. Como resultado de estos esfuerzos, surgieron tres programas postconsumo (PCP) de recogida de



residuos de ordenadores (EcoComputo), de iluminación (Lumina) y de pilas alcalinas (Pilas con el Ambiente). La Ley Nacional de Gestión de RAEE se aprobó en 2013 y el Comité Nacional de RAEE se creó en 2014. En conjunto, la creación del comité y la aprobación de esta Ley de 2013 fueron la culminación de un proceso iniciado en 2010. La aplicación de los reglamentos, y las Leyes relacionadas, desde 2010 han demostrado la importancia de la legislación en cuanto a la consecución de mayores tasas de recogida de RAEE. La dinámica del PCP ha demostrado ser útil como proceso de aprendizaje para evitar fallos en la implantación completa del sistema (todas las categorías de RAEE de la UE).

Actualmente, el MADS con el apoyo del CNPML, Empa/SECO y la Pontificia Universidad Javeriana, están diseñando los instrumentos y reglamentos necesarios para implementar la Ley y un sistema de control. La CNPML ha sido parte de este proceso, principalmente en lo que respecta al diseño de la política, que se ha convertido en el proyecto más sólido. Su participación busca alinear los intereses y motivaciones del resto de los actores en las redes locales y globales; asimismo, su participación busca ayudar a lograr una implementación más sostenible de las estrategias elegidas. El uso de metodologías participativas para identificar las causas y los efectos del actual e insuficiente sistema de gestión de RAEE en Colombia, así como la relación entre las causas, la definición de las causas estructurales y el diseño de estrategias y plan de acción como parte de la política, han aumentado la confianza y la motivación, lo que, a su vez, ha fortalecido la adhesión a la red global.

Es importante reconocer que en materia normativa nacional, el país presenta grandes avances al regular la gestión de RAEE en 2013, y considerando que se encuentra activo el proceso de reglamentación para la gestión de los mismos. A nivel Departamental y Municipal, no se cuentan con normas, decretos ni ordenanzas que fomenten ni reglamenten la gestión de RAEE. Así mismo, no se reconocieron estrategias distintas a las jornadas de recolección

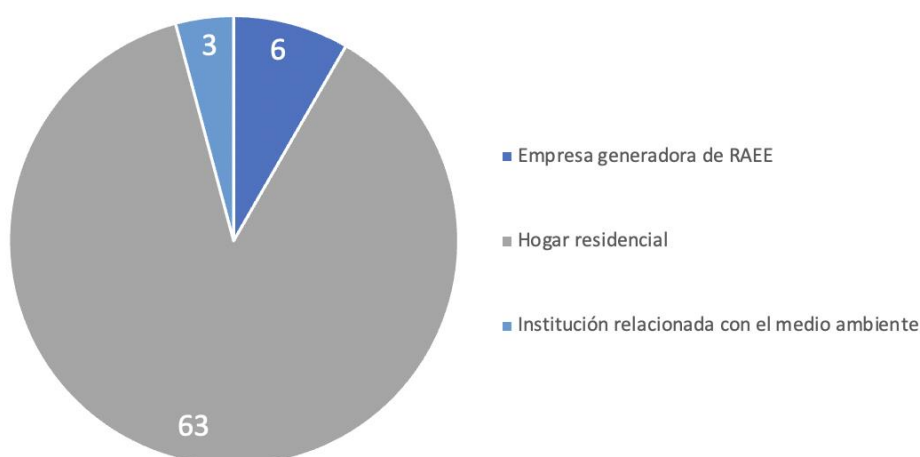
masivas que estén vigentes o desplegadas en el departamento y en los municipios. Es importante que se continúen los procesos de reglamentación de la gestión de residuos como eje mayor y el subsistema de gestión de RAEE como eje específico; puesto que no existen estrategias ni los medios que permitan la gestión de los residuos de los RAEE en la fuente relacionadas con la separación o clasificación. Seguido de esto, las labores de manejo son complejas ya que los residuos son mezclados en los vehículos recolectores generando contaminación y daño entre ellos imposibilitando una adecuada disposición. De contar con estrategias de base, los pasos siguientes serían posibles de realizar.

### ***2.1.3. Caracterización De RAEE En El Departamento Del Huila***

#### **2.1.3.1. Información Sociodemográfica De Los Actores Encuestados.**

##### **Figura 7.**

*Porcentaje de respuestas obtenidas por actor*

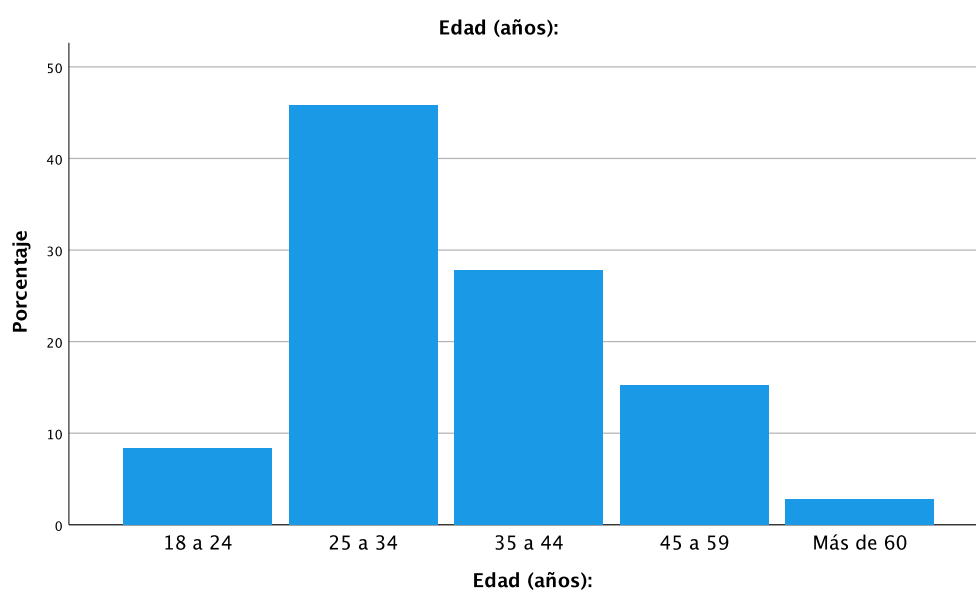


De la aplicación de los cuestionarios, se recibieron las respuestas de 72 actores, distribuidas entre empresas generadoras, instituciones relacionadas con el medio ambiente y

hogares residenciales; así mismo, no se obtuvieron respuestas por parte de los actores de recuperadoras mayoristas. Se recuerda que el Departamento del Huila no cuenta con gestores RAEE autorizados (IDEAM, 2022). A pesar de esto, se superaron las cantidades esperadas de respuesta de los actores mencionados inicialmente. En cuanto a las respuestas de los actores de recuperadoras mayoristas no fue posible obtenerlas a pesar de las solicitudes realizadas por medio de correo electrónico, whatsapp y llamadas telefónicas donde tampoco fue posible espacios presenciales para la aplicación del instrumento. De las respuestas obtenidas, en la figura 7 se puede apreciar la distribución entre los actores de las respuestas obtenidas.

### Figura 8.

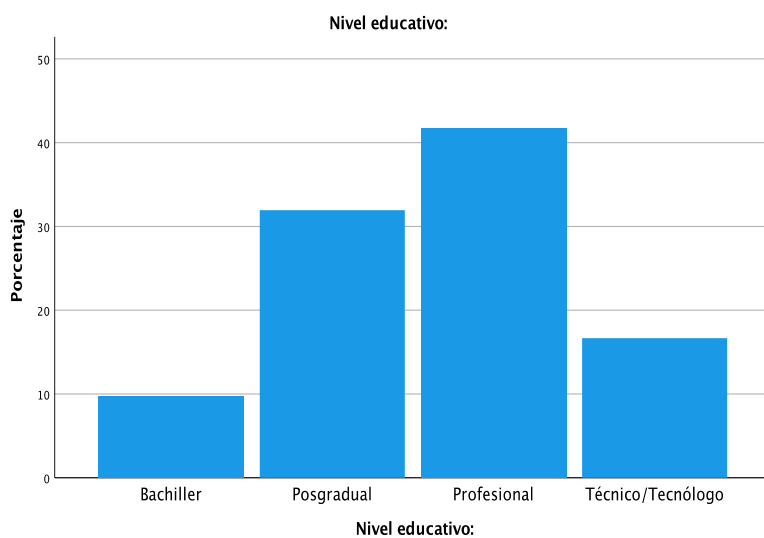
#### *Distribución de la edad de los participantes*



El género de los encuestados corresponde al masculino en un 40,3% y femenino en 59,7%. Así mismo, el rango de edad con mayor representación fue 25 a 34 años (45,8%), seguido de 35 a 44 años (27,8%) y 45 a 59 años (15,3%), ver figura 8.

**Figura 9.**

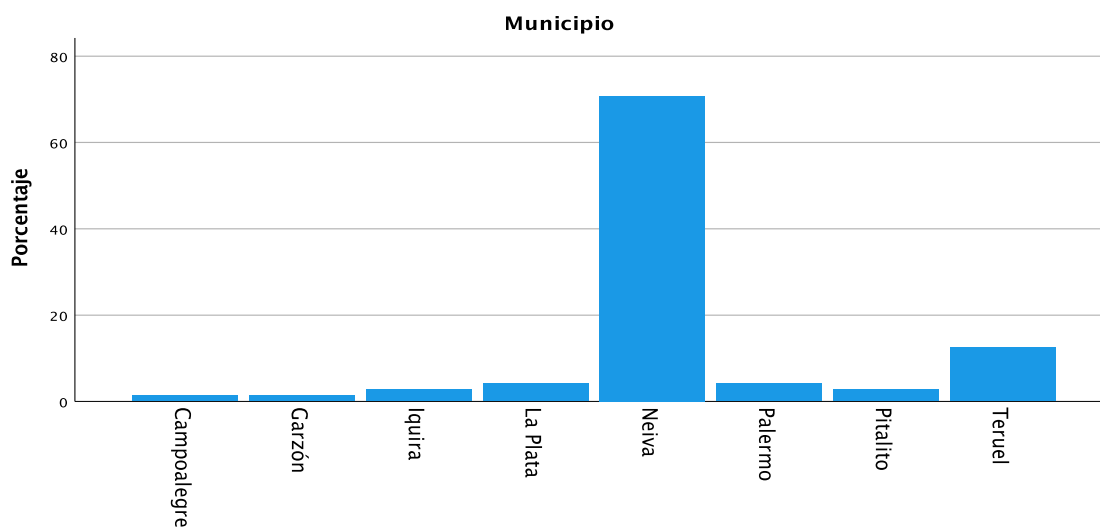
*Nivel de escolaridad de los encuestados*



El nivel educativo de los encuestados se concentra en profesionales, profesionales posgraduales y técnico/tecnólogos, con valores de 41,7%, 31,9% y 16,7%, respectivamente, figura 9.

**Figura 10.**

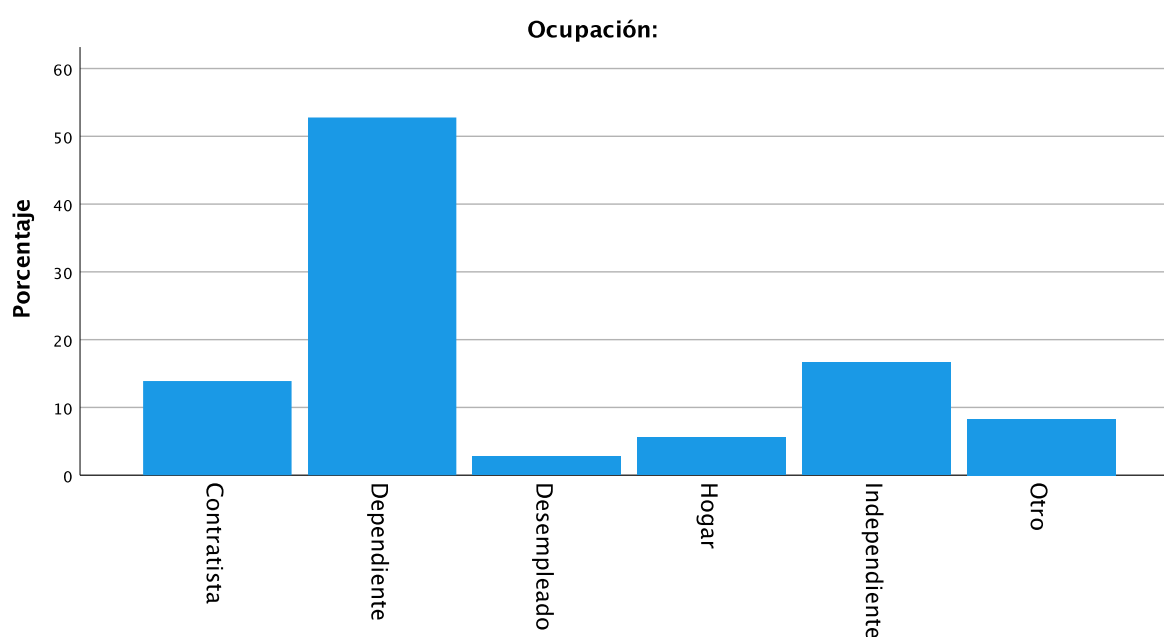
*Porcentaje de municipios de participantes.*



Se reportaron 8 municipios de residencia por parte de los encuestados, encontrándose, principalmente Neiva con 70%, Teruel con 12,5% y Palermo con 4,2%, en la figura 10 se describe los municipios participantes.

### Figura 11.

*Porcentaje de ocupación de participantes.*



Por último, en cuanto a las categorías de ocupación, el 80% de los encuestados indicaron ser dependientes, seguido independiente y contratistas, con valores de 52,8%, 16,7% y 13,9%, respectivamente (ver figura 11).

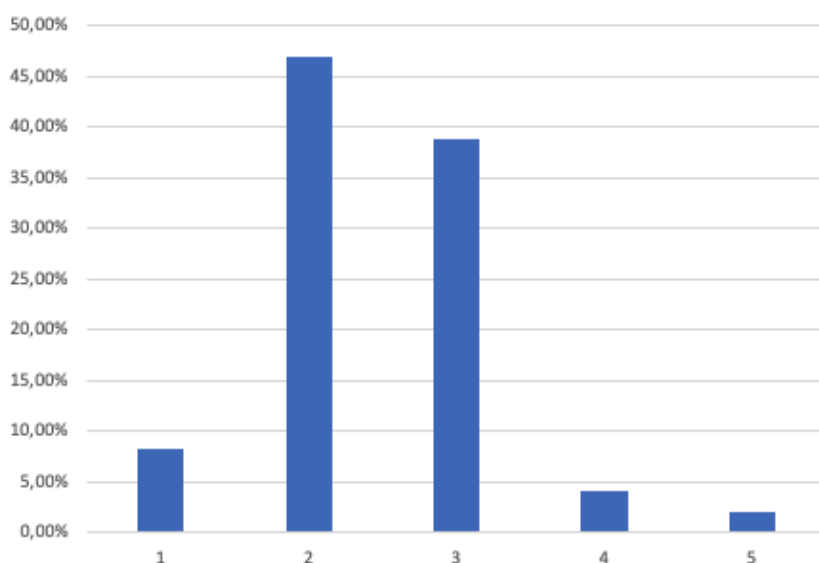
#### ***2.1.3.1.1. Información Residencial de los Actores Encuestados.***

Como se mencionó anteriormente, el 87,5% indicaron ser hogares residenciales (n = 63) de los cuales el 46% y 36% corresponden a estrato socioeconómico 2 y 3, respectivamente (figura 12). En cuanto al tipo de residencia, el 41% de los encuestados indicaron contar con vivienda de tipo propia, seguido de familiar con 36% y en arriendo con

22%. En cuanto al número de personas que habitan en la residencia, se encontró que en el 66% viven entre 1 y 3, entre 4 y 9 personas viven en el 31% de las residencias y en tan solo 1% viven más de 10 residentes.

**Figura 12.**

*Distribución del estrato socioeconómico de los hogares residenciales*

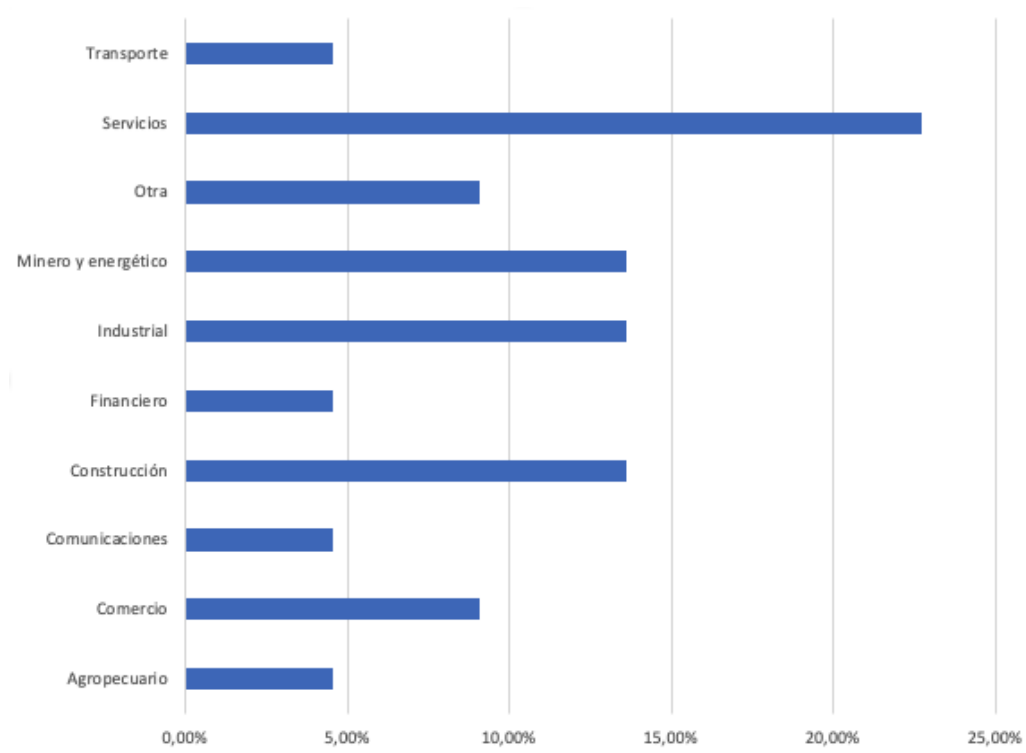


#### ***2.1.3.1.2. Información De Las Organizaciones De Los Actores Encuestados.***

En cuanto a los resultados de las 9 organizaciones encuestadas, los encuestados indicaron tener cargos de tipo profesional (26%), Coordinación (23%), Administrativo (23%), técnico (4%) y directivo (4%), lo que permite validar la calidad y propiedad de la información obtenida. Se reportó que el 26% las empresas cuentan con más de 300 empleados, seguido de 21 a 50 empleados (22%) y 51 a 100 (16%). Estos datos corresponden al tamaño de las organizaciones encuestadas, donde representan en mayor medida las empresas medianas (23%), Nacionales y Departamentales (16%, cada una). En cuanto a la actividad económica, se encontró que el 23% de las empresas prestan servicios, y el 42% de las empresas se encuentran en los sectores minero energético, construcción e industrial, ver figura 13.

**Figura 13.**

*Actividad económica de las organizaciones encuestadas*



### **2.1.3.2. Conocimiento sobre los RAEE y su Manejo**

La segunda sección del cuestionario permitió identificar los conocimientos sobre los RAEE y su manejo en el Departamento del Huila. Se encontró que el conocimiento general sobre los RAEE es adecuado (66%) en la muestra indicando un 55% como De Acuerdo, cerca del 20% indicaron no conocer del tema en cuestión. De la misma manera, los encuestados reportaron sobre los materiales empleados en los RAEE y su efecto tóxico sobre la salud humana. El 60% indicó conocer las oportunidades de aprovechamiento de los RAEE, la disposición que tienen los RAEE al ser desechados y las maneras de disponerlos adecuadamente. El menor desconocimiento se reportó en la normatividad y la necesidad de un tratamiento antes de su eliminación, en un 50%, y tan solo el 28% indicaron lo contrario. Esto permite evidenciar la baja apropiación de la comunidad en materia de RAEE lo que genera un

inadecuado manejo, disposición de los desecho y un bajo cuidado de la salud y el medio ambiente. En la siguiente tabla, se aprecian los resultados en detalle.

**Tabla 12.**

*Resultados sobre el conocimiento de los RAEE y su manejo.*

<b>Conocimiento sobre</b>	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
RAEE	12,50%	6,94%	8,33%	54,17%	18,06%
Normatividad de RAEE de Colombia	19,44%	29,17%	22,22%	23,61%	5,56%
El material utilizado en los RAEE y su efecto tóxico sobre la salud humana	15,28%	19,44%	9,72%	44,44%	11,11%
El material utilizado en los RAEE y su efecto tóxico sobre el medio ambiente	9,72%	13,89%	18,06%	41,67%	16,67%
Disponer adecuadamente los RAEE	12,50%	19,44%	30,56%	30,56%	6,94%
Tratamiento especial a RAEE antes de su eliminación	19,44%	13,89%	45,83%	12,50%	0,00%
Los RAEE que ha desechado	8,33%	30,56%	26,39%	29,17%	5,56%
Las oportunidades de aprovechar los RAEE	9,72%	27,78%	22,22%	31,94%	8,33%

De lo reportado por los encuestados, se reconoce que los actores conocen sobre los RAEE; sin embargo, se hace imperativo la necesidad de fortalecer aspectos como el conocimiento sobre los procesos de tratamiento que requieren los residuos, el proceso de disposición final y de las oportunidades de su aprovechamiento. Así mismo, sensibilizar sobre la normatividad es un factor primordial a atender en los actores, especialmente los hogares.

### **2.1.3.3. Conocimiento de la Normatividad de los RAEE**

Profundizando en cuanto a la normatividad en RAEE, se encontró que existe una baja apropiación de estas al indicar que no están de acuerdo ni en desacuerdo sobre la suficiencia



de la normatividad en Colombia y su aplicación adecuada. Para los dos casos, el 20% y 16% mencionaron estar de acuerdo y el 38% y 36% en desacuerdo, respectivamente. Apoyando lo anterior, se encontró que es necesario la Socialización de la normatividad de RAEE, la sensibilización y capacitación para el manejo y disposición de RAEE, el fomento para la recuperación de componentes de los RAEE, el incentivo económico del manejo y disposición de RAEE y la facilitación de la recolección de los RAEE en los hogares/organización. En la siguiente tabla se aprecian los resultados mencionados en detalle.

**Tabla 13.**

*Resultados sobre el conocimiento de la normatividad de los RAEE.*

	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
La normatividad colombiana aborda suficientemente el manejo y aprovechamiento de los RAEE	11,11%	26,39%	41,67%	12,50%	8,33%
Las políticas y normatividad sobre RAEE se aplican actualmente conforme a sus disposiciones	8,33%	27,78%	47,22%	13,89%	2,78%
Socializar la normatividad de RAEE	1,39%	1,39%	2,78%	12,50%	81,94%
Sensibilizar a las personas para el manejo y disposición de RAEE	1,39%	0,00%	1,39%	11,11%	86,11%
Capacitar a las personas para el manejo y disposición de RAEE	1,39%	1,39%	1,39%	13,89%	81,94%
Fomentar la recuperación de componentes de los RAEE	1,39%	0,00%	1,39%	16,67%	80,56%
Incentivar económicamente el manejo y disposición de RAEE	4,17%	1,39%	4,17%	18,06%	72,22%
Facilitar la recolección de los RAEE en los hogares/organización	1,39%	1,39%	1,39%	15,28%	80,56%

Es evidente el desconocimiento de los actores en cuanto a la normatividad RAEE y, por ende, la suficiencia de la misma. Es por esto, que se hace primordial encaminar

actividades para la apropiación social de la normatividad RAEE, de la sensibilización de su manejo y disposición, de generar estrategias que promuevan y fomenten la recuperación en un marco de sostenibilidad y lograr acciones que permitan la recolección de los RAEE.

#### 2.1.3.4. Prácticas de Manejo y Disposición de los RAEE

Se reconoció que los programas y campañas para incentivar el manejo y disposición no han tenido los resultados esperados. Se encontró que el 30% ha participado en las campañas, a pesar de esto, cerca del 44% consideran que estas aportan al debido manejo y aprovechamiento de los RAEE. En cuanto a la eficacia de las campañas, se reportó que el 66% no están de acuerdo y, de la misma manera, no hay consciencia del peligro de los RAEE para las personas y medio ambiente (ver tabla 14).

**Tabla 14.**

*Resultados sobre las campañas de RAEE.*

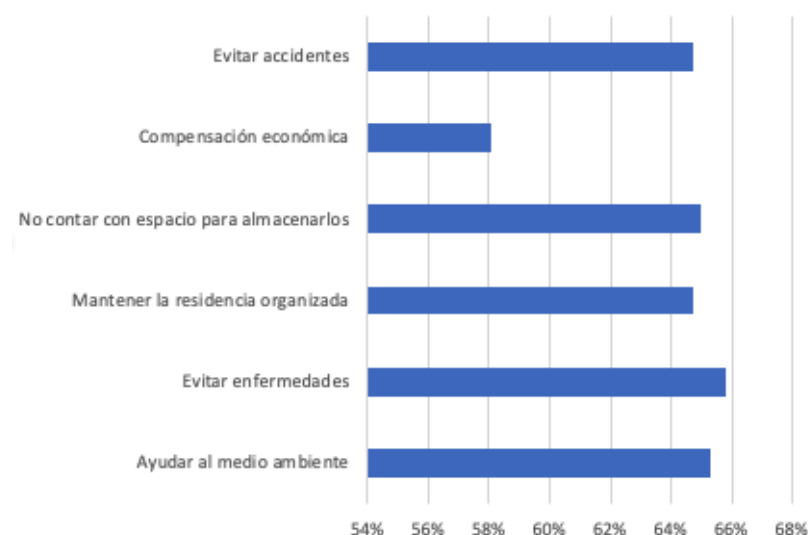
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Participa activamente en campañas de reciclaje de RAEE	5,56%	41,67%	20,83%	23,61%	8,33%
Considera que estas campañas le aportan al manejo y aprovechamiento de los RAEE	1,39%	5,56%	19,44%	36,11%	37,50%
Considera que estas campañas han sido eficaces para el manejo y aprovechamiento de RAEE	4,17%	29,17%	29,17%	25,00%	12,50%
Considera que las personas son conscientes de las sustancias peligrosas que se encuentran en los RAEE	12,50%	43,06%	22,22%	12,50%	9,72%

Sobre la baja participación en las campañas para fomentar el adecuado manejo y disposición de RAEE, se encontró que los principales factores han impedido la participación son la falta de contenedores (19%), la falta de conocimiento (19%) y la falta de atención

(16%). Se encontró que el beneficio económico y la falta de tiempo son los menos percibidos por los encuestados (14%). En caso contrario, los factores considerados para realizar una adecuada disposición de RAEE son evitar enfermedades (59%), cuidar el medio ambiente (58%) y no contar con espacio para almacenarlos (58%). La razón menos considerada fue compensación económica con un 35%, ver figura 14.

#### **Figura 14.**

*Factores considerados para realizar una adecuada disposición de RAEE*



El manejo y disposición de los RAEE se relaciona con el conocimiento que tienen los actores sobre los mismos (Valderrama et al., 2019). Es por esto que se refleja la necesidad de formar y sensibilizar a la población técnicamente en lo que refiere a los componentes de los RAEE, sus riesgos, afectaciones y debida disposición. Por otro lado, Los encuestados indicaron preferencia para los centros de recogida permanente (83%) como métodos adecuados para la recolección de RAEE, seguido de recogida programada (78%) y periódicas (62%), esto se valida a pesar de que el 64% indicaron no contar con un medio de transporte que le facilite entregar sus RAEE a puntos de recogida.

**Tabla 15.***Métodos para la recolección de RAEE.*

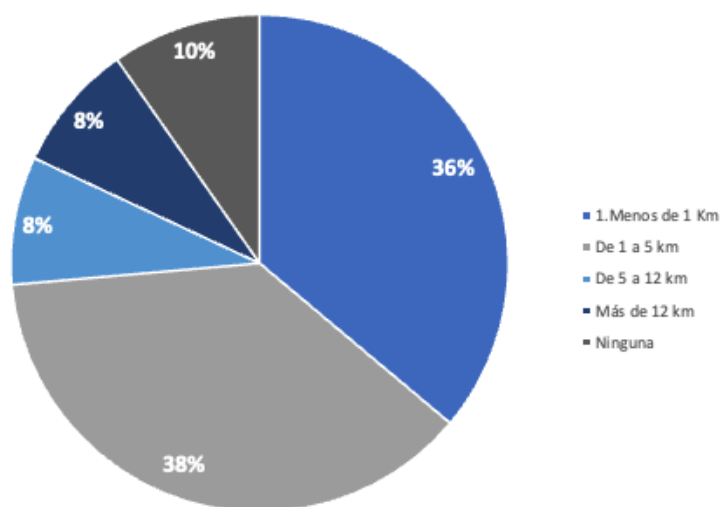
	No	Si
Centro de recogida permanente	16,67%	83,33%
Recogida periódica en la acera	37,50%	62,50%
Recogida programada, cuando sea necesario	22,22%	77,78%
Otro	63,89%	36,11%
Medio que le facilite entregar sus RAEE a puntos de recogida o entrega?	63,89%	36,11%

En cuanto a los métodos para el manejo de los RAEE, se encontró que la práctica más común es venderlos como chatarra (75%), donarlos (60%) y guardarlos (57%); la práctica menos empleada es quemarlos (5%) y tirarlos como residuos convencionales (35%). En la siguiente tabla, se aprecian los resultados en detalle.

**Tabla 16.***Métodos para el manejo de RAEE.*

	No	Si
Guardarlo	43,06%	56,94%
Quemarlo	94,44%	5,56%
Llevar a los puntos de recogida/localización	51,39%	48,61%
Se tiran como residuos normales	65,28%	34,72%
Vender como chatarra	25,00%	75,00%
Vender como mercancía de segunda mano	54,17%	45,83%
Donarlo	40,28%	59,72%

Las distancias máximas que los actores conducirían para entregar los RAEE son hasta 5 kilómetros (68%), ver figura 15. De esta manera, han indicado que los RAEE a entregar son Equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, pequeños electrodomésticos, aparatos de alumbrado y juguetes. Los RAEE que no estarían dispuestos a transportar son grandes electrodomésticos, herramientas eléctricas y aparatos médicos. En la tabla 17, se detallan los datos mencionados.

**Figura 15.***Distancia dispuestos a recorrer para entregar RAEE***Tabla 17.***RAEE dispuestos a ser transportados a puntos de recolección*

	<b>Muy en desacuerdo</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Muy de acuerdo</b>
Grandes electrodomésticos	29,17%	22,22%	11,11%	18,06%	19,44%
Pequeños electrodomésticos	26,39%	8,33%	2,78%	33,33%	29,17%
Equipos de informática y telecomunicaciones	27,78%	5,56%	1,39%	31,94%	33,33%
Aparatos electrónicos de consumo	27,78%	6,94%	5,56%	27,78%	31,94%
Aparatos de alumbrado	25,00%	12,50%	5,56%	27,78%	29,17%
Herramientas eléctricas y electrónicas (no industriales fijas de gran envergadura)	30,56%	9,72%	6,94%	27,78%	25,00%
Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	26,39%	9,72%	8,33%	30,56%	25,00%
Aparatos médicos (no implantados e infectados)	26,39%	18,06%	4,17%	27,78%	23,61%
Instrumentos de vigilancia y control	25,00%	12,50%	9,72%	26,39%	26,39%
Máquinas expendedoras	33,33%	12,50%	11,11%	20,83%	22,22%

Las encuestas aplicadas permitieron identificar los componentes más aprovechados de los RAEE por parte de los actores. Se encontró que las baterías, los plásticos son aprovechados por un poco más de la mitad; en los otros casos, menos de la mitad de los actores los aprovechan. Se evidencia el desaprovechamiento de los metales de los RAEE. ver tabla 18.

**Tabla 18.**

*Componentes recuperados de los RAEE*

	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No realiza</b>
Placa de circuito	30,56%	65,28%	4,17%
Batería	58,33%	37,50%	4,17%
Plástico	52,78%	43,06%	4,17%
Hierro	44,44%	51,39%	4,17%
Cobre	43,06%	52,78%	4,17%
Aluminio	45,83%	50,00%	4,17%

Se evidencia que las campañas de recolección de RAEE que ha realizado la CAM ha tenido buena aceptación por parte de los encuestados al mencionar que estos centros de acopio deben prestar su servicio de manera permanente. Sin embargo, esta acción debe fortalecerse con alguna estrategia que permita que los RAEE lleguen a estos centros, ya que tan solo el 37% cuentan con medios para transportarlos. Por otro lado, se deben generar estrategias para garantizar los métodos de manejo adecuados ya que más de la mitad de los encuestados chatarrizan y guardan estos residuos, lo que genera preocupación ya que los centros recuperadores no cuentan con la infraestructura para dar el manejo a los RAEE requeridos.

### 2.1.3.5. Generación de RAEE

Los actores reportan un promedio de generación de RAEE de cerca de una tonelada donde la mayor cantidad corresponde a menos de 5kg, seguido de 6 a 10kg y 11 a 20kg. Esta distribución, se aprecia en la tabla 19.

**Tabla 19.**

*Peso de los RAEE generados en el último año*

	<b>Total</b>
1.Menos de 5kg	41,67%
2.De 6 a 10Kg	22,22%
3.De 11 a 20kg	16,67%
4.De 21 a 30kg	5,56%
5.De 31 a 40kg	5,56%
6.Mayor a 41kg	8,33%

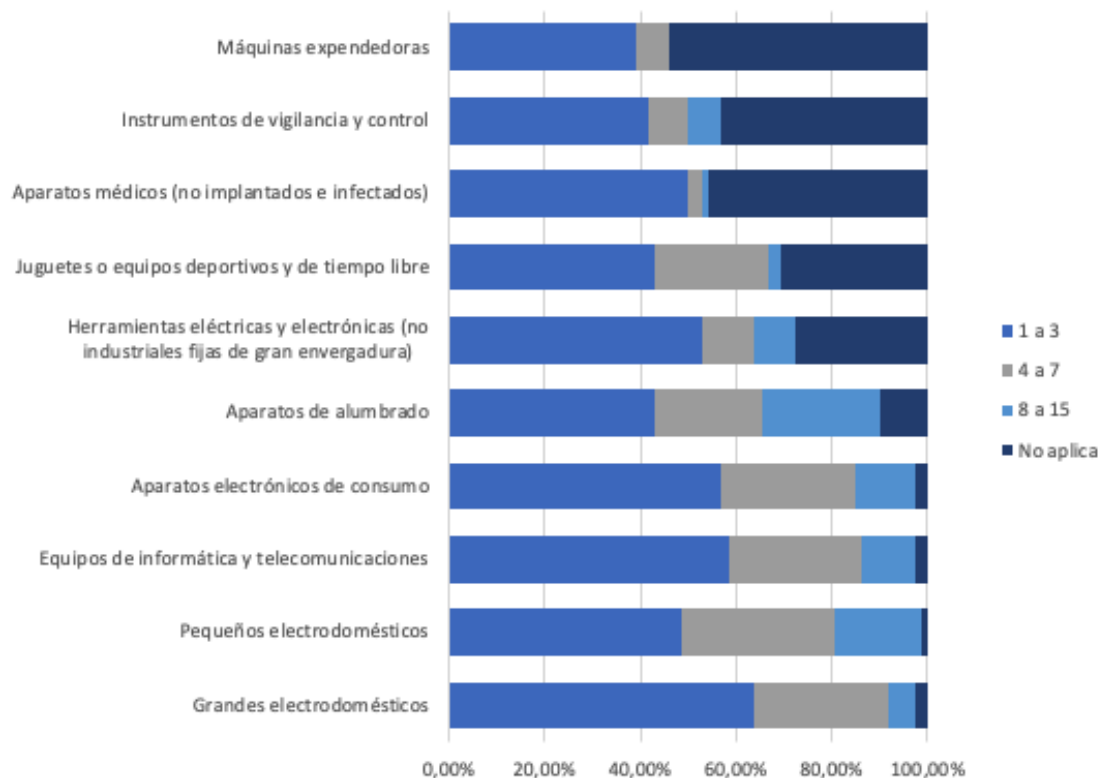
Considerando el número de personas que ocupan las residencias encuestadas, se encontró un aproximado de 3,5kg generados por habitante. Esta cifra se alinea con el promedio mínimo generado en América de 2,5kg/hab (Forti et al., 2020) y se encuentra por debajo de la media nacional que es de 6,3kg/hab en 2014 (Forti et al., 2020).

### 2.1.3.6. Inventarios de AEE

Por último, se identificaron los AEE que poseen los actores y se consultaron tanto como cantidades, como estado y uso que se les da. De esta manera, se encontró que los AEE que más poseen los actores son grandes electrodomésticos, aparatos eléctricos de consumo y equipos de informática y telecomunicaciones, y pequeños electrodomésticos. Se encontró que muy pocos AEE se encuentran en mal estado, predominan los aparatos de alumbrado y equipos de informática y telecomunicaciones. En las figuras 16 y 17, se detallan los datos.

**Figura 16.**

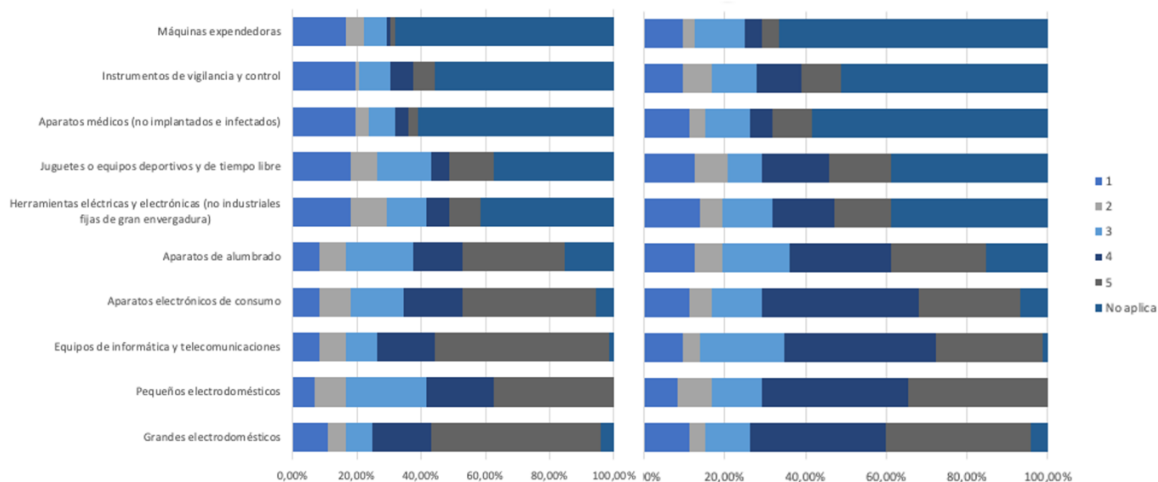
*Cantidad de AEE de los actores*



*Nota.* La figura presenta la cantidad de AEE que los actores reportan tener en rangos de 1 a 3, 4 a 7, 8 a 15.

**Figura 17.**

*Uso y estado de los AEE de los actores*



*Nota.* La figura presenta la uso y estado de los AEE que los actores reportan tener siendo 1 bajo uso a 5 alto uso, y 1 mal estado a 5 buen estado, respectivamente.



### 2.1.3.7. Materiales Generados por los RAEE en el Departamento del Huila

Se calcularon las cantidades de RAEE por categoría generados en el departamento del Huila a partir de las cantidades y del estado de los AEE reportados por los encuestados (tabla 17). A partir de estos datos, los AEE se consideraron como cantidades mínimas y máximas de acuerdo con los límites de cada categoría y los RAEE se calcularon de acuerdo con el estado en que se encuentran considerando los valores de 1 a 3 como mal estado, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 20.**

*Cantidad de AEE y RAEE de los encuestados*

<b>Categorías</b>	<b>AEE</b>		<b>RAEE (1 a 3)</b>	
	<b>Mín</b>	<b>Max</b>	<b>Mín</b>	<b>Max</b>
Grandes electrodomésticos	218	338	58	89
Pequeños electrodomésticos	300	461	87	134
Equipos de informática y telecomunicaciones	246	386	85	134
Aparatos electrónicos de consumo	253	398	74	116
Aparatos de alumbrado	287	475	104	172
Herramientas eléctricas y electrónicas	142	260	45	83
Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	166	242	48	71
Aparatos médicos	58	137	15	36
Instrumentos de vigilancia y control	112	207	31	57
Máquinas expendedoras	63	119	16	30

Para realizar el cálculo de los materiales componentes de los RAEE identificados, se tuvieron en cuenta los datos construidos por Clerc et al. (2021), ver anexo 6, sobre las cantidad de los materiales presentes en los residuos medidos en gramos. De acuerdo con esto, se realizó el cálculo computándolo con el valor comercial de cada elemento y las cantidades generadas en el Huila resultado de las encuestas. Por disponibilidad de información, y cantidad de generación de RAEE, solo se consideraron las categorías Grandes electrodoméstico, Pequeños electrodomésticos, Equipos de informática y telecomunicaciones, Aparatos de alumbrado; así mismo, se tomaron los promedios de los RAEE.

De acuerdo con los cálculos. Se encontró que los materiales más generados son los metales con un mínimo de 3 ton y un máximo de 4,5 ton, el cual es generado en mayor medida por el acero de baja aleación y acero inoxidable presente en los grandes electrodomésticos, seguido de equipos de informática y telecomunicaciones. El segundo metal más generado es el hierro con cerca de 700kg, seguido del cobre, el aluminio y el acero inoxidable. En cuanto a metales preciosos como el oro y la plata, se encontró una cantidad generada de 11 y 55kg respectivamente. Los plásticos generales con los segundos materiales más generados con cerca de 1 tonelada, principalmente por grandes electrodomésticos. En cuanto a los vidrios se encuentran 176kg aportados por los equipos de informática y telecomunicaciones. En la siguiente tabla, se presentan las cantidades generadas por categoría de RAEE y materia en kilogramos.

**Tabla 21.***Cantidad de materiales en RAEE*

Material (Kg.)	Grandes electrodoméstico			Pequeños electrodomésticos			Equipos de informática y telecomunicaciones			Aparatos de alumbrado		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
ABS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,9	180,3	147,6	0,0	0,0	0,0
Ag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Al (general)	72,2	112,0	92,1	10,2	10,4	10,3	5,0	7,8	6,4	0,8	1,4	1,1
Au	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Br	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
Cd	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cerámicas	2,2	3,4	2,8	0,6	0,7	0,7	20,8	32,7	26,8	0,1	0,1	0,1
Cl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Co	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
CRT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	94,0	147,4	120,7	0,0	0,0	0,0
CRT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	187,9	294,8	241,4	0,0	0,0	0,0
Cu	55,1	85,5	70,3	47,3	48,3	47,8	45,8	71,8	58,8	0,3	0,5	0,4
Epxoi	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	5,1	8,0	6,6	0,0	0,0	0,0
Fe	451,6	700,2	575,9	25,5	26,0	25,8	65,4	102,7	84,0	0,0	0,0	0,0
Polvo fluorescente	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,3
vidrio (blanco)	16,4	25,4	20,9	0,2	0,2	0,2	80,7	126,6	103,7	0,0	0,0	0,0
vidrio (blanco baja calidad)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,7	1,4
vidrio (blanco alta calidad)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	19,6	15,7
Vidrio (LCD)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	17,6	14,4	0,0	0,0	0,0

Material (Kg.)	Grandes electrodoméstico			Pequeños electrodomésticos			Equipos de informática y telecomunicaciones			Aparatos de alumbrado		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
Cristales líquidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ni	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	0,7	0,5	0,0	0,0	0,0
Aceite	11,8	18,3	15,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otros/inertes	57,5	89,2	73,4	4,9	5,0	4,9	22,5	35,2	28,9	0,0	0,0	0,0
Otros plásticos	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Pb	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	1,1	0,9	0,0	0,0	0,0
PCB	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plásticos generales	489,9	759,6	624,7	162,2	165,4	163,8	105,9	166,2	136,0	0,3	0,5	0,4
PE(HD)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,6	21,3	17,4	0,0	0,0	0,0
PET	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	4,3	3,5	0,0	0,0	0,0
PS (poliestireno)	153,1	237,3	195,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PUR	215,8	334,6	275,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
PVC	11,0	17,0	14,0	0,6	0,6	0,6	9,1	14,2	11,6	0,0	0,0	0,0
Sb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Sn	1,5	2,3	1,9	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0
Acero inoxidable	57,5	89,2	73,4	9,4	9,6	9,5	4,4	6,9	5,7	0,1	0,1	0,1
Acero de baja aleación	1692,3	2623,9	2158,1	139,9	142,7	141,3	211,0	331,0	271,0	0,2	0,4	0,3
Ciclopentano	2,7	4,2	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isobutano	0,6	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CFC11	14,1	21,9	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CFC12	5,6	8,7	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Wood	0,0	0,0	0,0	9,7	9,9	9,8	6,0	9,4	7,7	0,0	0,0	0,0
Zn	0,4	0,7	0,6	0,1	0,1	0,1	0,9	1,3	1,1	0,0	0,0	0,0
<b>Total [grs]</b>	<b>3311,4</b>	<b>5134,2</b>	<b>4222,8</b>	<b>412,0</b>	<b>420,2</b>	<b>416,1</b>	<b>1008,8</b>	<b>1582,9</b>	<b>1295,8</b>	<b>14,9</b>	<b>24,7</b>	<b>19,8</b>

*Nota.* Tomado de Clerc et al. (2021).

#### **2.1.4. Algunas Consideraciones sobre el Valor Económico Asociado al Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila**

De acuerdo con los materiales que componen los RAEE, es posible determinar el valor económico asociado a su aprovechamiento mediante la reventa de aquellos que se puedan extraer de los residuos. Para esto, es necesario considerar que existe un factor de aprovechamiento para cada material, el cual se obtuvo de Clerc et al. (2021) y se detalla en el anexo 7. Teniendo en cuenta esto, y considerando el precio de reventa en USD por tonelada, se calculó el valor económico obtenible de la comercialización de los materiales. De esta manera, se obtuvo un valor máximo de USD3.119 donde los materiales que mayor aportan económicamente son el cobre, el acero de baja aleación y el oro. Este último a pesar de que el 50% del material se pierde en el proceso de extracción.

**Tabla 22.***Valor económico de los materiales generados por los RAEE*

	Cantidades (ton)			Precio de reventa (USD/ton)	Valor percibido		
	Min	Max	Promedio		Min	Max	Promedio
ABS	0,069	0,108	0,089	1406	96,91	152,06	124,49
Acero de baja aleación	2,043	3,170	2,607	296	604,86	938,41	771,64
Acero inoxidable	0,071	0,111	0,091	843	60,17	93,26	76,71
Ag	0,000	0,000	0,000	621000	13,26	20,81	17,03
Al	0,088	0,137	0,113	1262	111,35	172,69	142,02
Au	0,000	0,000	0,000	59147790	252,60	396,34	324,47
Cr	0,000	0,000	0,000	1313	0,11	0,18	0,14
Cu	0,149	0,230	0,190	4410	654,94	1.016,49	835,71
Fe	0,543	0,842	0,692	233	126,41	196,20	161,31
Pd	0,000	0,000	0,000	14976945	0,00	0,00	0,00
PE	0,008	0,013	0,010	682	5,56	8,72	7,14
PET	0,001	0,001	0,001	-	0,00	0,00	0,00
PS	0,092	0,142	0,117	805	73,93	114,63	94,28
Vidrio	0,104	0,163	0,133	37	3,84	6,04	4,94
Zn	0,001	0,002	0,002	1439	2,03	3,17	2,60
<b>Total</b>	<b>3,169</b>	<b>4,921</b>	<b>4,045</b>	<b>-</b>	<b>2.005,96</b>	<b>3.118,99</b>	<b>2.562,48</b>

*Nota.* Valores tomados de Clerc et al. (2021).

Es importante mencionar que este cálculo se obtuvo del cálculo de los RAEE de las categorías Grandes electrodoméstico, pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones y aparatos de alumbrado; y, se calculó a partir de las 72 respuestas obtenidas.

### **2.1.5. Barreras para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila**

La revisión de la bibliografía permitió encontrar barreras a la gestión de los residuos electrónicos basados en aspectos estratégicos, organizativos, tecnológicos y económicos que tienen un impacto significativo en la gestión de los residuos electrónicos, ver tabla 23.

**Tabla 23.***Barreras de la gestión de RAEE identificadas en la literatura*

<b>Barrera</b>	<b>Descripción</b>
Falta de planificación a largo plazo	Lamentablemente, la mayoría de los residuos electrónicos acaban en vertederos, lo que supone importantes riesgos medioambientales
Menos políticas que aborden el problema de los residuos electrónicos	Se sabe que las políticas empresariales son una de las herramientas más eficaces para gestionar cualquier problema.
Falta de concienciación de los clientes sobre la devolución	La mayoría de la población desconoce las políticas y normas de devolución para el reciclaje de artículos electrónicos
Insensibilidad del público hacia las cuestiones medioambiental	Los residuos electrónicos se reciclan de manera informal debido a la insensibilidad del público hacia el medio ambiente, lo que tiene graves efectos perjudiciales para el medio ambiente
Falta de iniciativas de responsabilidad social corporativa	Las organizaciones pueden gastar unos ingresos mínimos en el marco de las iniciativas para reciclar los residuos de manera respetuosa con el medio ambiente
Estructura organizativa y apoyo insuficientes	El sector informal tiene una clara ventaja a la hora de acceder a los residuos electrónicos de tanto empresas como hogares, manteniendo sus gastos generales bajos debido al tipo de estructura organizativa y a una amplia red construida en todo el país
Recursos humanos limitados	Se incrementa en los países en desarrollo por la adopción total o la imitación de las sugerencias de los expertos de los países desarrollados en materia de gestión de residuos electrónicos, así como por numerosas cuestiones relacionadas, como la falta de inversión y de recursos humanos técnicamente cualificados
Tecnologías de reciclaje poco desarrolladas	Existe una brecha de comunicación entre las industrias que reciclan los residuos y los usuarios finales de los artículos electrónicos. Esto provoca dificultades en el desarrollo de tecnologías que puedan servir para la gestión de los residuos
Falta de infraestructura tecnológica	Los métodos de gestión son limitados debido a la ineficacia de la infraestructura tecnológica para el reciclaje, las instalaciones de recogida y almacenamiento, y la insuficiencia de las instalaciones de transporte para los residuos generados
Poca seguridad del sistema de información	La tecnología menos avanzada, así como la seguridad de los sistemas de información, son las principales barreras en la adopción de estas prácticas

<b>Barrera</b>	<b>Descripción</b>
Menor inversión en almacenes	Debido a la falta de financiación, no hay almacenes separados para el almacenamiento de diferentes componentes de los residuos electrónicos
Enorme inversión inicial y alto coste de explotación	Para establecer prácticas de gestión de residuos electrónicos, se necesitaría un gran gasto financiero inicial para las plantas de reciclaje, los centros de recogida, la formación y los programas de concienciación
Alto coste de la tecnología	El procesamiento de los residuos y la creación de un producto reciclado requerirían tecnología de vanguardia que será costosa
Fondos inadecuados para reciclar los residuos electrónicos	Se necesita una enorme cantidad de inversión para reciclar los residuos
Falta de subvenciones del gobierno	La ayuda financiera del gobierno anima a los industriales a establecer instalaciones de reciclaje de basura

*Nota.* Adaptado de Janagre et al. (2022).

A continuación, se agrupan las barreras por dimensiones:

#### **2.1.5.1. Ausencia de Marco Legal e Institucional Local**

Aunque el gobierno nacional ha aprobado leyes y marcos jurídicos pertinentes para garantizar un sistema adecuado de gestión de los residuos electrónicos, la aplicación de esta legislación y de los marcos jurídicos a nivel local no es adecuada. La mayoría de las ciudades no cuentan con ordenanzas y políticas que aclaren las categorías de residuos electrónicos, la recogida selectiva o que garanticen el tratamiento y la eliminación adecuados de los residuos electrónicos de forma respetuosa con el medio ambiente.

#### **2.1.5.2. Gestión de Residuos**

Debido a la falta de datos de la ciudad y a la falta de disponibilidad de un inventario adecuado de la generación de RAEE y sus características, es difícil entender claramente el nivel existente de generación de residuos electrónicos domésticos y su gestión. Para adoptar medidas políticas eficaces, los responsables de la toma de decisiones necesitan información

más precisa sobre la situación actual y las tendencias de los residuos electrónicos generados en la ciudad.

### **2.1.5.3. Baja Conciencia Ambiental**

La baja conciencia medioambiental y el escaso conocimiento de las leyes medioambientales es también un problema en la gestión de los residuos electrónicos en el Huila. Algunas de las razones que explican la escasa conciencia ambiental son la falta de educación, el limitado intercambio de información y la falta de programas eficaces de promoción y educación para aumentar la conciencia ambiental.

### **2.1.5.4. Pocos Incentivos e Inconvenientes en los Sistemas de Recogida Existentes**

Son muy limitados los esfuerzos que se han practicado para promover los sistemas de recuperación y recogida de materiales, como las actividades organizadas por los centros comerciales y la CAM. Sin embargo, el éxito de estas actividades es mínimo debido a los inconvenientes y la falta de incentivos para los usuarios. Se ha comprobado que los compradores de reciclaje, que participan en el mercado mensual de reciclaje, compran los residuos electrónicos al mismo precio o a un precio inferior al de los chatarreros. Además, los residentes tienen que llevar sus residuos electrónicos a los centros de acopio o reciclaje. La gente, sobre todo la que no tiene transporte propio, considera que llevar los voluminosos residuos electrónicos en el transporte público es un inconveniente. Estos problemas desanimaron a muchos residentes a participar en los eventos de reciclaje de residuos electrónicos, a pesar de que les gustaría hacerlo.

### **2.1.5.5. Falta de instalaciones formales de tratamiento, almacenamiento y eliminación de residuos electrónicos**

La Departamento del Huila necesita instalaciones de tratamiento de residuos electrónicos que cumplan las normas nacionales e internacionales. La mayor parte del reciclaje se realiza en el sector informal sector informal sin ningún tipo de cumplimiento de la normativa.

### **2.1.5.6. Falta de Recursos para Establecer Instalaciones de Reciclaje**

Tanto las empresas formales como las informales de reciclaje de residuos electrónicos en el Departamento se enfrentan a enormes desafíos debido a la falta de habilidades, tecnología y capacidad financiera para gestionar las instalaciones de RAEE para cumplir con las normas internacionales. El tratamiento inadecuado atribuido a la falta de tecnología y conocimientos puede causar problemas de salud, así como la contaminación del aire y del suelo.

### **2.1.6. *Análisis del Manejo y Aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila***

De acuerdo con los resultados descritos en los apartados anteriores y una vez consolidados (anexo 8), se procedió a analizar en función de la estructura jerárquica de la gestión de RAEE: Identificación y categorización de la fuente y la naturaleza de los residuos; Separación, almacenamiento y recogida; Transporte de los residuos; Procesamiento; y, Eliminación de los residuos. Se construyeron matrices DOFA para cada etapa.



**Tabla 24.***DOFA identificación y categorización de la fuente y la naturaleza de los residuos*

<p><b>Fortaleza</b>  Las personas conocen en mayor medida sobre los RAEE  Las personas son conscientes de los efectos negativos a la salud y el ambiente de los RAEE</p>	<p><b>Debilidad</b>  Se reconoció una falta de conocimiento en cuanto a los RAEE y la necesidad de adecuado manejo.  A pesar de contar con un normatividad sobre RAEE en Colombia, esta no está apropiada por los actores.  Los actores no conocen sobre el material utilizado en los RAEE ni como disponer adecuadamente los RAEE  Los actores no conocen que los RAEE requieren un tratamiento especial antes de su eliminación  Los actores no conocen lo que ocurre con los RAEE desechados  Los actores no conocen las oportunidades de aprovechar los RAEE</p>
<p><b>Oportunidad</b>  Los actores están abiertas y dispuestas a formarse y capacitarse en el manejo de RAEE  Los actores son conscientes de la necesidad de clasificar y disponer adecuadamente los RAEE.  Articulación con instituciones educativas para el fortalecimiento y sensibilización en materia de RAEE</p>	<p><b>Amenaza</b>  La falta de iniciativas adecuadas afectan el compromiso de los actores y dilatan el adecuado manejo de los RAEE  Rápida transición a nuevas tecnologías que exigen la renovación constante de AEE en los hogares y empresas</p>

**Tabla 25.***DOFA separación, almacenamiento y recogida*

<p><b>Fortaleza</b>  Los RAEE no son desechados a la basura o quemados  Los actores están dispuestas a preparar los RAEE para su recogida  Existen puntos de recolección fijos en algunas instituciones ambientales y públicas  Existen campañas de recolección de RAEE</p>	<p><b>Debilidad</b>  No se realiza aprovechamiento de los componentes de los RAEE por los actores  En su mayoría los RAEE son almacenados o vendidos a chatarrerías  Se desconocen los puntos de recogida y contenedores y de las campañas  Se desconoce del proceso de manejo y disposición de RAEE</p>
<p><b>Oportunidad</b>  Es posible realizar un aprovechamiento debido a que los RAEE son identificados y separados en los hogares  Articulación con el sector chatarrero para el aprovechamiento  Articulación con instituciones educativas para el fortalecimiento y sensibilización en materia de RAEE</p>	<p><b>Amenaza</b>  Al momento de no contar con más espacio para almacenar los RAEE, estos pueden ser dispuestos inadecuadamente  Los precios de venta de los RAEE son inciertos puesto que no hay una recuperación antes de su venta  Se desconoce el tratamiento que le dan a los RAEE en las chatarrerías</p>

**Tabla 26.***DOFA transporte de los residuos*

<p><b>Fortaleza</b> Los actores están dispuestas a transportar RAEE manejables hasta 5km de distancia</p>	<p><b>Debilidad</b> Se prefiere la opción de recogida de los RAEE de gran tamaño y peso No todos los actores cuentan con transporte propio para llevar los RAEE a los puntos Pocas empresas destinadas para el transporte de RAEE Desconocimiento de empresas prestadoras de este servicio</p>
<p><b>Oportunidad</b> Preparación de los RAEE para su recogida Articulación con empresas de recolección de basura para el transporte de RAEE</p>	<p><b>Amenaza</b></p>

**Tabla 27.***DOFA procesamiento*

<p><b>Fortaleza</b> Existencia de una normativa de gestión de residuos electrónicos junto con su aplicación y las fases de sus procedimientos</p>	<p><b>Debilidad</b> Una cantidad considerable de residuos electrónicos se recoge y desmantela a través del sector informal. Hay pocos establecimientos de gestión de residuos electrónicos del sector formal en funcionamiento. A pesar de que estos establecimientos han sido reconocidos como sector formal, existen algunas áreas técnicas que aún deben ser mejoradas</p>
<p><b>Oportunidad</b> Incluir conceptos de economía circular en la gestión de RAEE Realizado el procesamiento, es posible la exportación de RAEE, es una industria económicamente rentable Los materiales extraídos, como el vidrio, el plástico y el metal, pueden ser insumos para otras industrias. Articulación con el sector informal para su formación, cualificación e integración al sistema de gestión de RAEE. Implementación de tecnologías para el procesamiento de RAEE La existencia de agencias gubernamentales, agencias de aplicación de la ley y ONGs que prestan atención a la contaminación ambiental.</p>	<p><b>Amenaza</b> Los residuos electrónicos contienen tanto sustancias peligrosas las prácticas informales de desmantelamiento de RAEE son muy inseguras y crean una grave contaminación ambiental. Pérdida o daño de materiales en procedimiento de extracción</p>

## **2.2. Lineamientos para el Diseño Estratégico de un Proyecto Departamental para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos**

### ***2.2.1. Aspectos Estratégico del Proyecto Departamental para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia Integral de Proyectos***

#### **2.2.1.1. Objetivos Estratégicos**

Se definen los siguientes objetivos estratégicos:

1. Generar espacios de integración y articulación de y entre los actores del manejo y aprovechamiento de los RAEE del Departamento del Huila.
2. Fortalecer el marco legal y normativo del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila.
3. Monitorear y caracterizar la generación de RAEE del Departamento del Huila.
4. Fomentar y fortalecer la apropiación social del conocimiento respecto al manejo y aprovechamiento de los RAEE.
5. Garantizar y promover la recogida, acopio y manejo de los RAEE generados en el Departamento del Huila.
6. Promover estrategias de integración del sector informal manipuladores de RAEE.
7. Generar entorno Propicio para fomentar un Modelo Empresarial de RAEE.
8. Desarrollo de una Asociación Empresarial para Establecer una Instalación de Reciclaje en el Huila.

#### **2.2.1.2. Metas**

Aunado a lo anterior, se definen metas con el respectivo indicador de acuerdo con los objetivos definidos:

**Tabla 28.***Metas del proyecto departamental para el manejo y aprovechamiento de RAEE*

<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>
Generar espacios de integración y articulación de y entre los actores del manejo y aprovechamiento de los RAEE del Departamento del Huila	Conformación de un comité técnico para el manejo y aprovechamiento de los RAEE del Departamento del Huila	Cantidad de comités conformados
Fortalecer el marco legal y normativo del manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	Regulación mediante ordenanza para el manejo y aprovechamiento de los RAEE en el Departamento del Huila	Cantidad de ordenanzas expedidos
Monitorear y caracterizar la generación de RAEE del Departamento del Huila	Monitorear y caracterizar el 100% de los RAEE generados	Estadísticas de generación de RAEE del Huila
Fomentar y fortalecer la apropiación social del conocimiento respecto al manejo y aprovechamiento de los RAEE	Sensibilizar a los actores respecto al manejo y aprovechamiento de los RAEE	Cantidad de actores sensibilizados
Garantizar y promover la recogida, acopio y manejo de los RAEE generados en el Departamento del Huila	Dar manejo al 100% de los RAEE generados	Cantidad de RAEE manejados
Promover estrategias de integración del sector informal manipuladores de RAEE	Integrar al sector informal en actividades de manejo de RAEE	Cantidad de manipuladores informales integrados
Desarrollo de un modelo empresarial para establecer una instalación de Reciclaje de RAEE en el Huila	Modelo empresarial para la gestión de una instalación de Reciclaje de RAEE en el Huila	Modelo empresarial

**2.2.2. Consideraciones para el Manejo y Aprovechamiento de los RAEE desde la Gerencia*****Integral de Proyectos***

Teniendo en cuenta los aportes de Turaga et al. (2019), se definen a continuación las consideraciones a tener en cuenta para el diseño estratégico de un proyecto Departamental para el manejo y aprovechamiento de los RAEE desde la gerencia integral de proyectos.

### **2.2.2.1. Partes interesadas**

En este subapartado se identifican las partes interesadas que deberían formar parte del marco propuesto como: Consumidores, Recolectores, y puntos de recolección, restauradores, procesadores o desmanteladores, y eliminadores finales, el gobierno, académicos y ONGs.

#### ***2.2.2.1.1. Consumidores.***

Es necesario llevar los residuos de los consumidores a un punto de recogida y de un punto de recogida al restaurador o transformador. El papel de los consumidores privados en el marco propuesto es llevar los residuos electrónicos a puntos de recogida convenientes o a tiendas minoristas. A los consumidores privados se les debería pagar una cantidad de dinero determinada, ya que este estudio ha revelado que los consumidores no devuelven los residuos electrónicos a los puntos de recogida o a los recicladores debido a la falta de incentivos. Las empresas e instituciones gubernamentales deberían transportar sus residuos electrónicos directamente a un restaurador o procesador registrado. Esto podría ahorrar espacio de almacenamiento en los puntos de recogida.

#### ***2.2.2.1.2. Recolectores y Puntos de Acopio.***

Disponer de un lugar de recogida adecuado es importante para cambiar el comportamiento de los consumidores en relación con el vertido de residuos electrónicos. Este marco propone que los puntos de recogida ofrezcan un lugar para comunicar información sobre los residuos electrónicos al consumidor. Las hojas informativas de los contenedores y los folletos podrían explicar por qué es importante eliminar los residuos electrónicos de forma segura. Además, se podría dar una lista de los puntos de recogida y de los tipos de aparatos recogidos. Los centros de recompra serían probablemente una de las vías viables para la recogida de residuos electrónicos. Podrían ser creados por empresarios que deben estar

registrados y formados en la manipulación de los residuos electrónicos. Los consumidores deberían ser remunerados cada vez que devuelvan los residuos electrónicos. Para tener un registro adecuado de los volúmenes recogidos debe haber un puente de pesaje en cada punto de recogida. Estos datos deberían entregarse a una oficina nacional de registro de residuos electrónicos para el seguimiento de la generación de cantidades de residuos electrónicos. Los puntos de recogida municipales deberán recibir los RAEE y responsabilizarse de su entrega a las estaciones de clasificación regionales gestionadas por los municipios.

#### ***2.2.2.1.3. Gobierno.***

El gobierno desempeña un papel de coordinación al establecer normas sobre los residuos electrónicos (aplicación legal). Formula políticas y marcos de gestión de residuos electrónicos. Dicha legislación sobre residuos electrónicos debe abordar las funciones de los productores, los consumidores, los recicladores y los consumidores.

#### ***2.2.2.1.4. Inversores y Universidades.***

Las universidades tienen un gran papel que desempeñar en la investigación de los residuos electrónicos y la transferencia de tecnología. Los resultados de la investigación han demostrado que la tecnología y las habilidades para manejar los residuos electrónicos son inadecuadas. Por lo tanto, se puede argumentar que cualquier marco que no se ocupe de la tecnología y las habilidades no puede abordar adecuadamente el problema de los residuos electrónicos. Las instituciones de enseñanza, especialmente las universidades, deberían encargarse, en colaboración con otros organismos académicos, donantes e instituciones gubernamentales, de encabezar el desarrollo de un plan de estudios sobre residuos electrónicos y de aplicarlo en las instituciones de enseñanza superior, los institutos terciarios y

las escuelas secundarias y primarias. Al hacerlo, debería realizarse un análisis comparativo con historias de éxito y tomarse prestadas las mejores prácticas de otros países.

#### **2.2.2.2. Establecimiento de Diálogos entre las Distintas Partes Interesadas**

Un sistema de gestión de RAEE exitoso necesita la participación de varias partes interesadas; especialmente el sector público, el sector privado (incluyendo tanto el formal como el informal), la sociedad civil y el sector académico (SWEEPNET, 2014). Por lo tanto, la creación de una plataforma de múltiples partes interesadas en la que participen ofrece la oportunidad de sistema integrado de gestión de residuos electrónicos para el Departamento. Aunque la inclusión de todas las partes interesadas relacionadas en el proceso de planificación y ejecución facilita la amplia aceptación y la eficacia del plan de gestión de residuos electrónicos, la experiencia también demuestra que hay algunos retos que deben tenerse en cuenta. Con tantos actores implicados en el proceso, llegar a un consenso sobre cuestiones estratégicas puede llevar mucho tiempo en comparación con el proceso tradicional de toma de decisiones. Además, los funcionarios necesitan más conocimientos y comprensión de las técnicas y métodos de planificación colaborativa y participativa para pasar de las formas jerárquicas de la toma de decisiones a formas más flexibles de asociación con otras partes interesadas. Para facilitar esta participación de múltiples partes interesadas, se puede nombrar un comité especial para proporcionar una visión a largo plazo y las políticas necesarias.

#### **2.2.2.3. Elaboración de Políticas para la Gestión de RAEE en el Departamento del Huila**

Reconociendo la importancia de una participación más amplia en la elaboración de políticas, se sugiere crear un grupo de trabajo con múltiples partes interesadas bajo la dirección de un grupo de diputados en alianza con la CAM. El grupo incluiría a los

principales miembros de la CAM, representantes de las Universidades, representantes de las oficinas de ambiente del Departamento y de los municipios, representantes de actores gremiales y los respectivos funcionarios de los barangay. De esta manera, se firmaría un acuerdo para garantizar un mayor apoyo político y el reconocimiento institucional, así como las entidades legales a las actividades del grupo de trabajo. Conformado y firmada la intención, se desarrollarían reuniones de estudio, talleres y grupos de discusión para comprender el sistema de gestión de RAEE del Departamento, identificar posibles soluciones y compartir la experiencia de las políticas y prácticas de gestión de residuos electrónicos resultado del presente estudio.

#### **2.2.2.4. Evaluaciones e Inventario de los RAEE**

La falta de datos relacionados con los residuos electrónicos crea una fuerte necesidad de llevar a cabo la evaluación de la situación actual de los residuos electrónicos en el Departamento. Se puede trabajar con académicos y profesionales para introducir un inventario exhaustivo y un sistema de seguimiento de la gestión de los residuos electrónicos. El inventario puede incluir el tipo, la generación, el almacenamiento existente, la recogida, las industrias de reciclaje, las tecnologías implicadas y el tratamiento final de los materiales de residuos electrónicos seleccionados. Teniendo en cuenta los limitados recursos disponibles, se puede empezar por los tipos de residuos electrónicos seleccionados que más se utilizan y que suponen un alto volumen de residuos en la ciudad. Por ejemplo, se puede iniciar con los identificados en el presente estudio. Los datos deberían ofrecer una visión holística a los responsables políticos, que pueden realizar intervenciones políticas eficaces y prácticas al respecto, mejorando el sistema y el uso para el seguimiento de los impactos en la salud pública y el medio ambiente. Basándose en el aprendizaje y la experiencia, el programa puede ampliarse gradualmente para abarcar otros artículos electrónicos.



### **2.2.2.5. Desarrollar Programas de Concienciación Pública**

Dado que la concienciación pública sobre los riesgos y la gestión de los residuos electrónicos sigue siendo muy escasa en general, es muy necesario sensibilizar a los hogares. Los programas de concienciación deben abordar los riesgos de la manipulación inadecuada de los residuos electrónicos, su almacenamiento y eliminación, así como la información sobre el nuevo sistema de recogida de residuos y sus beneficios.

### **2.2.2.6. Desarrollo del Sistema de Recogida**

Para que los RAEE entren en el sistema formal de tratamiento, es necesario recuperarlos, lo que requiere tanto políticas de apoyo como infraestructuras adecuadas. En este sentido, se pueden reconocer diferentes prioridades en las distintas regiones del mundo. En los países (por ejemplo, los Estados miembros de Europa, Estados Unidos, India, Canadá) en los que se aplican legislaciones específicas, la recogida se identifica formalmente y se aplica de forma diferente de acuerdo con el principio de la RPA. El proyecto puede desarrollar sistemas modelo de recogida de RAEE:

- **Programa Trash to Cash.** El programa Trash to Cash anima a los residentes a llevar los RAEE a los centros de acopio en unas fechas establecidas, donde el gestor compra los residuos electrónicos al mismo precio que los de las tiendas de chatarra y los transporta a su almacén, los recupera y los exportaría.
- **Centros de Acopio.** Continuando con las prácticas realizadas por la CAM, se mantendrían los centros de acopio ampliando su cobertura entre los centros comerciales, plazas, supermercados principales, en las alcaldía y en la Cámara de Comercio del Huila para recoger los RAEE sin coste alguno.

#### **2.2.2.7. Integrar el Sector informal**

Se destaca la importancia de trabajar con este sector informal existente, especialmente con los recolectores y comerciantes de chatarra, debido a la oportunidad de mercado y al potencial de creación de oportunidades de trabajo para los grupos de bajos ingresos. Sin embargo, teniendo en cuenta las repercusiones negativas para la salud pública y el medio ambiente que se derivan del reciclaje, se establecerían medidas para detener el reciclaje informal en los asentamientos de bajos ingresos. Estas acciones incluyen la movilización del sector informal para la recogida de residuos electrónicos en los hogares, la formación sobre la recogida saludable de residuos electrónicos, la prestación de asistencia financiera para iniciar negocios de recogida, la compra de los residuos recogidos a precios de mercado, y la aplicación de normas para evitar el vertido ilegal.

#### **2.2.2.8. Entorno Propicio para fomentar un Modelo Empresarial de RAEE**

Es muy necesario desarrollar un modelo empresarial para un sistema sostenible de gestión de RAEE que incluya sistemas de recogida, transporte, reciclaje y exportación o eliminación (SWEEPNET, 2014). El sector privado desempeña un papel crucial en el desarrollo de un sistema de gestión de RAEE. Para fomentar la participación del sector privado en el negocio de los residuos electrónicos, se pueden ofrecer reducciones fiscales, subvenciones y préstamos a bajo interés para adquirir equipos de control de la contaminación y establecer industrias de reciclaje. Se debe aumentar la concienciación medioambiental para fomentar la participación de los residentes en los esfuerzos de reciclaje de residuos electrónicos.

### **2.2.2.9. Desarrollo de una Asociación Empresarial para Establecer una Instalación de Reciclaje en el Huila**

Para esto, es importante iniciar procesos de desarrollo de capacidades para manejar los RAEE generados por el Departamento del Huila. Se debe iniciar con la puesta en marcha de centros de manejo y disposición de RAEE (Gestores RAEE) y obtener los respectivos permisos y avales; adicionalmente, se realizarán jornadas de transferencia tecnológica desde las experiencias exitosas de Colombia para realizar el tratamiento de RAEE creando más oportunidades de trabajo para el sector informal.

### 3. Conclusiones y Recomendaciones

La gestión de RAEE es una preocupación creciente en el Departamento del Huila debido a sus riesgos para la salud pública y el medio ambiente, así como a su valor económico y a las oportunidades de negocio. Los principales objetivos del manejo y aprovechamiento de los RAEE son minimizar los costes, el uso de recursos y la contaminación ambiental, centrándose en los factores que afectan a la gestión de los residuos electrónicos, y mejorar los resultados financieros mediante la mejora de los resultados ambientales y sociales.

Según las conclusiones de esta investigación, las distintas partes interesadas en los residuos electrónicos tienen un papel que desempeñar en el manejo y aprovechamiento de los mismos en el Huila. Los consumidores tienen la responsabilidad de deshacerse de los residuos electrónicos adecuadamente conforme a las directrices establecidas. Los consumidores privados/domésticos deben devolver sus equipos al final de su vida útil a los puntos de recogida específicos. Los recicladores tienen la responsabilidad de actualizar sus habilidades y tecnologías para obtener las mejores prácticas en todos los pasos del reciclaje, registrar las empresas, obtener todas las licencias y garantizar la seguridad de los procedimientos de reciclaje de residuos electrónicos. Los organismos gubernamentales tienen la responsabilidad de elaborar directrices/legislación adecuadas que garanticen la eliminación segura de los residuos electrónicos y el reciclaje de los metales preciosos, de supervisar el sistema de gestión de los residuos electrónicos con regularidad, de regular y controlar el número de instalaciones de recogida/reciclaje en una zona geográfica, de aprobar las tecnologías adecuadas y de concienciar sobre los residuos electrónicos.

Los resultados de esta investigación indican que las distintas partes interesadas tienen diferentes formas de eliminar los residuos electrónicos. Los resultados muestran que los consumidores almacenan los RAEE debido a la falta de conocimiento sobre dónde llevarlos o

qué hacer con ellos. El principal reto para los consumidores es la concienciación, la falta de incentivos y la ausencia de puntos de recogida visibles.

El estudio permitió encontrar que la aplicación de las leyes y políticas nacionales a nivel local es limitada debido a una serie de retos a los que enfrentan las ciudades, como la falta de marcos legales, planes estratégicos, capacidad de aplicación, conciencia y sensibilización medioambiental, tecnología de reciclaje y recursos financieros para gestionar adecuadamente los residuos electrónicos de forma respetuosa con el medio ambiente. Así, la mayoría de los RAEE generados en las ciudades son gestionados por el sector informal, y acaban en los vertederos ilegales o en los vertederos finales mezclados con otros residuos sólidos municipales.

El estudio encontró que los mecanismos específicos de apoyo a las políticas a nivel nacional son esenciales para la aplicación eficaz de los sistemas de gestión de residuos electrónicos a nivel local. Para la aplicación efectiva de las políticas nacionales a nivel local, el gobierno debería asignar recursos técnicos y financieros para la preparación de inventarios de residuos electrónicos y el desarrollo de modelos de negocio para la gestión de residuos electrónicos a nivel local. Además, el gobierno nacional debería capacitar a los funcionarios municipales, a los responsables políticos, a las empresas y a los ciudadanos proporcionándoles información sobre la nueva política de gestión de residuos electrónicos y su aplicación. Además, puede crearse una plataforma regional para intercambiar información, impartir formación y reforzar la aplicación y la supervisión.

Las consideraciones suministradas para el diseño de una estrategia para el manejo y disposición de RAEE en el Departamento del Huila pueden ser utilizadas por los responsables políticos para controlar el flujo de RAEE. Así mismo, se proporciona un mecanismo para la recogida segura, el transporte, la recuperación de metales preciosos y la eliminación final segura de los residuos electrónicos.

Las ciudades de los países desarrollados con experiencia pueden ayudar a establecer una legislación sobre residuos electrónicos y a capacitar a sus socios de los países en desarrollo para que diseñen modelos de negocio de gestión de residuos electrónicos sostenibles que incluyan un sistema eficaz de recogida, un reciclaje sólido e instalaciones de procesamiento final. Mientras tanto en los países desarrollados, que cuentan con empresas privadas con instalaciones de tratamiento adecuadas, pueden facilitar la promoción empresarial a través del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Residuos Peligrosos y su Eliminación para ayudar a los países en desarrollo a exportar materiales de desecho para que sean tratados en sus plantas. Esto ayudaría a evitar el peligroso tratamiento por parte del sector informal en las ciudades de los países en desarrollo, al tiempo que proporcionaría una fuente de metales raros para las fábricas.

Las conclusiones de esta investigación tienen importantes consecuencias prácticas y de gestión. En primer lugar, el estudio proporciona una base para la comprensión de las características cruciales que afectan a la gestión sostenible de los residuos electrónicos. Las barreras identificadas en este estudio pueden utilizarse como lista de control para cubrir todas las probables barreras críticas relacionadas con el manejo y aprovechamiento de los RAEE. En segundo lugar, los resultados de este estudio permiten a los responsables políticos comprender los distintos factores que deben tenerse en cuenta en la gestión de los residuos electrónicos. Esto también ayudará a los responsables políticos a evaluar cada factor y su impacto, lo que les permitirá tomar decisiones estratégicas para cumplir los requisitos de la gestión de residuos electrónicos a largo plazo.

La gestión de residuos puede ser una estrategia empresarial muy rentable por dos razones. La primera es que la mayoría de estos bienes pueden obtenerse por poco o nada de dinero, lo que aumenta drásticamente el margen de beneficios. Además, las empresas pagan

por la recogida de su basura, lo que puede suponer una lucrativa fuente de ingresos. Puede ser un doble golpe para una empresa que recibe una compensación por retirar los escombros.

También proporciona oportunidades de trabajo a la gente.

Dada la complejidad de los RAEE en el contexto de asuntos, como los nuevos desarrollos tecnológicos las demandas de los productos y subproductos obtenidos y los diversos programas y proyectos que esta área y/o sector infiere, esta investigación por razones temporales deja como parte de los retos a abordar por otros estudios a partir de la propuesta de las consideraciones para el diseño de una estrategia de manejo y aprovechamiento de los RAEE generados en el departamento del huila desde la gerencia integral de proyectos, del trabajo presentadas en este estudio.

## Referencias

- Abalansa, S. Elhahrad, B., Icely, J. & Newton, A. (2021). Electronic Waste, an Environmental Problem Exported to Developing Countries: The GOOD, the BAD and the UGLY. *Sustainability*, 13(9), 5302; <https://doi.org/10.3390/su13095302>
- Abosede, J. Obasan, A., Agbolade, K. & Johnson. A. (2016). Strategic Management and Small and Medium Enterprises (SMEs) Development: A Review of Literature. *International Review of Management and Business Research* 5(1), 315-335.
- Afroz, R., Masud, M., Akhtar, R. & Duasa, J. (2013). Survey and analysis of public knowledge, awareness and willingness to pay in Kuala Lumpur, Malaysia – a case study on household WEEE management. *Journal of Cleaner Production*, 52, 185-193. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.004>.
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1-2), 333-338.
- Alcaldía de Palermo. (2017). *Así concluyó la jornada de recolección de aparatos electrónicos*. <https://www.palermo-huila.gov.co/NuestraAlcaldia/SaladePrensa/Paginas/RESIDUOS-ELECTRONICOS.aspx>
- Allwood, J. (2014). Squaring the Circular Economy: The Role of Recycling within a Hierarchy of Material Management Strategies. En Worrell, E. & Reuter, A. (Ed.), *Handbook of Recycling* (pp. 445-477). Elsevier, Boston.
- Andersen, T. (2021). A comparative study of national variations of the European WEEE directive: manufacturer's view. *Environ Sci Pollut Res*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13206-z>
- Ansoff, H. (2019). *Implanting Strategic Management*. Palgrave Macmillan.
- Asamblea Departamental del Huila. (2020a). *Ordenanza 0020 de 2020. Plan de desarrollo 2020-2023 Huila Crece*. <https://www.huila.gov.co/documentos/1336/plan-de-desarrollo-2020-2023/>
- Asamblea Departamental del Huila. (2020b). *Ordenanza 0041 de 2020*. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUK EwjQxOeAkcPyAhWIRDABHb5RAaIQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.huila.gov.co%2Floader.php%3FIServicio%3DTools%26ITipo%3Ddescargas%26IFuncion%3Ddescargar%26idFile%3D48945&usg=AOvVaw30CvBQXxy6okhqiWtKEWqo>
- Association of Project Management (APM). (2012). *The APM Body of Knowledge*. Buckinghamshire, UK: APM.



- Bahers, J.-B. & Kim, J. (2018). Regional approach of waste electrical and electronic equipment (WEEE) management in France. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 45–55. doi:10.1016/j.resconrec.2017.1
- Bakas, I., Herczeg, M., Blikra, E., Fråne, A., Youhanan, L. & Baxter, J. (2016). Critical metals in discarded electronics. Mapping recycling potentials from selected waste electronics in the Nordic region. Denmark, Nordic Council of Ministers.
- Baldé, C., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R. & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU)*. International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
- Barreto, T. & Santos, C. (2021). Life cycle assessment of a small WEEE reverse logistics system: Case study in the Campinas Area, Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128092. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128092
- Baxter, J., Castell-Rüdenhausen, M., Fråne, A. & Gislason, S. (2015). WEEE Plastics Recycling. A guide to enhancing the recovery of plastics from waste electrical and electronic equipment.
- Boulding, K. (1969). *The Economics of the Coming Spaceship Earth*.  
<http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsprometheus/BOULDING.pdf>
- Bristol, L. (2015). *Characterization and recovery of rare earth elements from electronic scrap. Materials Chemistry and Energy Technology* [Tesis de maestría, University of Science and Technology] repositorio institucional.
- Bryson, J. (1988). A Strategic Planning Process for Public and Non-profit Organizations. *Long Range Planning*, 21(1), 73 – 81.
- Calpa-Oliva, J. (2020). Validation of a Model of Reverse Logistics for the recovery of WEEE from the city of Cali, based on the Systemic Thinking using a simulation of System Dynamics. *TecnoL.*, 23(48), 55-81.
- Cámara de Comercio del Huila (CCH). (2022). *Informe de Coyuntura Económica 2021*.  
<https://www.cchuila.org/wp-content/uploads/2022/01/Informe-de-Coyuntura-Economica-2021.pdf>
- Cato, J. (2017). *Raw Materials Used in the Manufacture of Electronic Components*.  
<https://sciencing.com/raw-used-manufacture-electronic-components-8053265.html>.
- Chancerel, P. (2010). Substance flow analysis of the recycling of small waste electrical and electronic equipment - An assessment of the recovery of gold and palladium. [Tesis de maestría, ITU-Schriftenreihe] repositorio institucional.

- Chi, X., Streicher-Porte, M., Wang, M. & Reuter, M. (2011). Informal electronic waste recycling: A sector review with special focus on China. *Waste Manage.* 31, 731–742. doi:10.1016/j.wasman.2010.11.006
- Chimere, M., Peter, M., Martina, G. & Willie, J. (2017). Health Risks Awareness of Electronic Waste Workers in the Informal Sector in Nigeria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), e911.
- Clerc, J., Pereira, A., Alfaro, C. & Yunis, C. (2021). *Economía circular y valorización de metales: residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Medio Ambiente y Desarrollo, N° 171 (LC/TS.2021/151), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Cohen, S. (2013). *Effective Public Manager: Achieving Success in Government Organizations*. Wiley.
- Concejo Municipal de Neiva. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023 mandato ciudadano, territorio de vida y paz*. <https://www.alcaldianeiva.gov.co/Ciudadanos/Paginas/Plan-Desarrollo-2020-a-2023.aspx>.
- Cooke-Davies, T. (2002). The “real” success factors on projects. *International Journal of Project Management*, 20(3): 185-190.
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (28 de mayo de 2017a). *12 toneladas de residuos electrónicos fueron recogidas en el sur del Huila*. <https://cam.gov.co/1319-12-toneladas-de-residuos-electr%C3%B3nicos-fueron-recogidas-en-el-sur-del-huila.html>
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (17 de noviembre de 2017b). *51 toneladas de residuos electrónicos se recogieron en el norte del Huila*. <https://www.cam.gov.co/1403-51-toneladas-de-residuos-electr%C3%B3nicos-se-recogieron-en-el-norte-del-huila.html>
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (2019a). *Sur del Huila prepara cuarta jornada de recolección RAEE*. <https://www.cam.gov.co/1311-sur-del-huila-prepara-cuarta-jornada-de-recolecci%C3%B3n-RAEE.html>
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (2019b). *Huilenses a participar de Jornada de Recolección de Residuos Eléctricos y Electrónicos*. <https://www.cam.gov.co/1725-huilenses-a-participar-de-jornada-de-recolecci%C3%B3n-de-residuos-el%C3%A9ctricos-y-electr%C3%B3nicos.html>
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (2019c). *Informe Cuatrienio 2016 – 2019*. <https://cam.gov.co/en/entidad/rendicion-de-cuentas/informes-de-gesti%C3%B3n/category/460-informe-cuatrienio-2016-2019.html>

- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (2021). *Informe de Gestión 2020. Huila: territorio de vida, sostenibilidad y desarrollo*. <https://cam.gov.co/entidad/rendicion-de-cuentas/informes-de-gesti%C3%B3n/category/569-informe-anual.html>
- Creswell, J. y Clark, V. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage
- David, F. (2011) *Strategic Management: Concepts and Cases*. Prentice Hall.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2018). *Información estratégica: Proyecciones de población*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2022). *Proyecciones de viviendas a nivel departamental 2018-2050 y municipal 2018-2035*. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-vivienda-hogares/anexo-proyecciones-viviendas-dptal-2018-2050.xlsx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá . <https://cutt.ly/VnlWLZY>
- Dias, P., Bernardes, A. & Huda, N. (2018). Waste electrical and electronic equipment (WEEE) management: An analysis on the Australian e-waste recycling scheme. *Journal of Cleaner Production*, 197, 750–764. doi:10.1016/j.jclepro.2018.06
- Dias, P., Machado, A., Huda, N. & Bernardes, A. (2018). Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes. *Journal of Cleaner Production*, 174, 7–16. doi:10.1016/j.jclepro.2017.10.
- Doan, L., Amer, Y., Lee, S. & Phuc, P. (2019). Strategies for E-Waste Management: A Literature. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 13(3), 157-162.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford: Capstone.
- European Commission (2017). *Critical Raw Materials/Third list of critical raw materials for the EU of 2017*. [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials\\_es](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_es)
- European Union. (2012). *Directive 2012/19/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)*. <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2012/19/contents>
- Ewuim, S., Akunne, C., Abajue, M., Nwankwo, E.& Faniran, O. (2014). Challenges of E-Waste Pollution to Soil Environments in Nigeria - A Review. *Animal Research International*, 11(2), 1976-1981.

- Eyo, O. (2008). Electronic waste: a growing challenge in Nigeria. *Global Journal of pure and applied science*, 14(1), 459-462.
- Fooladvand, M., Yarmohammadian, M. & Shahtalebi, S. (2015) The Application Strategic Planning and Balance Scorecard Modeling in Enhance of Higher Education. *Social and Behavioral Sciences* 186(149), 950 – 954.
- Forti, V., Baldé, C., Kuehr, R. & Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020*. <https://ewastemonitor.info>
- Geissdoerfer, M., Savageta, P., Bocken, N. & Hultink, J. (2016). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
- Gimenez, C., Sierra, V. & Rodon, J. (2012). Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 149-159.
- Goldstein, D. (2002). Theoretical perspectives on strategic environmental management. *Journal of evolutionary economics*, 12(5), 495-524.
- GSM Association (GSMA). (2015a). *eWaste in Latin America Statistical analysis and policy recommendations*. [https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/11/GSMA2015\\_Report\\_eWasteInLatinAmerica\\_English.pdf](https://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2015/11/GSMA2015_Report_eWasteInLatinAmerica_English.pdf)
- GSM Association (GSMA). (2015b) *Informe sobre el Estado de la Industria. Dinero Móvil*. [https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2016/08/SOTIR\\_2015\\_Spanish.pdf](https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2016/08/SOTIR_2015_Spanish.pdf)
- Guerrero, L., Maas, G. & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manage.* 33, 220–232. doi:10.1016/j.wasman.2012.09.008
- Heacock, M., Kelly, C., Asante, K., Birnbaum, L., Bergman, Å., Bruné, M. et al. (2015). E-Waste and Harm to Vulnerable Populations: A Growing Global Problem. *Environ Health Perspect*, 124(5), 550-555. doi: 10.1289/ehp.1509699.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hossain, M., Al-Hamadani, S. & Rahman, M. (2015). E-waste: A Challenge for Sustainable Development. *Journal of Health & Pollution*, 5(9), 3-11.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022). *Instalaciones autorizadas para el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, y/o disposición final de residuos peligrosos y/o de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Información registrada por las Autoridades Ambientales y consolidada por el IDEAM*. Consultado el 14 de noviembre de 2022: <http://rua-respel.ideam.gov.co/respelpr2009/mapa.php>

- Janagre, J., Prasad, K. & Patel, D. (2022). Analysis of barriers in e-waste management in developing economy: an integrated multiple-criteria decision-making approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 72294–7230
- Jiménez, J. (2020). *Diseño metodológico para un proyecto de investigación*. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos. Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
- Johnson, G., Whittington, R., Regner, P., Angwin, D. & Scholes, K. (2019). *Exploring Strategy: Text and Cases*. Pearson Education Limited. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(88\)80016-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(88)80016-4)
- Johnson, R. y Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189x033007014>
- Joseph, K. (1–5 de octubre 2007). *Electronic waste management in India—Issues and strategies, Sardinia*. In Proceedings of the Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium, CISA, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- Kabir, S. (2007). Strategic planning in Municipal Government: the Case of the City of Ottawa. *Canadian Social Science* 3(5), 5-15.
- Kang, H.-Y. & J. M. Schoenung. (2005). Electronic waste recycling: A review of US infrastructure and technology options. Resources. *Conservation and Recycling*, 2005. 45(4), 368-400.
- Kang, H.-Y. & Schoenung, J. (2005). Electronic waste recycling: A review of U.S. infrastructure and technology options. *Resour. Conserv. Recycl*, 45, 368–400. doi:10.1016/j.resconrec.2005.06.001
- Kaya, M. (2016). Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Waste Management*, 57, 64–90. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.004>
- Kiddee, P., Naidu, R. & Wong, M. (2013). Electronic waste management approaches: An overview. *Waste Management*, 33(5): 1237-1250.
- Klastorin, T. (2005). *Administración de proyectos*. Bogotá: Alfaomega.
- Knoth, R., Hoffmann, M., Kopacek, B. & Kopacek, P. (11-15 de diciembre 2001). *Re-use of end-of-life. electronic equipment and components-logistic aspects*. Proceedings EcoDesign 2001: Second International Symposium Tokyo.
- Kumar, A., Holuszko, M., Croce, D. & Espinosa, R. (2017). E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.018>

- Lan, H. (2009). Corporate strategic management: Static and dynamic paradigms. *Frontiers of Business Research in China*, 3(1), 50–62. <https://doi.org/10.1007/s11782-009-0003-5>
- Leanpio. (15 de Febrero de 2018). *¿Qué es la economía circular?*  
<https://www.leanpio.com/2018/02/15/que-es-la-economia-circular/>
- Leech, N. y Onwuegbuzie, A. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Qual Quant*, 43, 265–275. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9105-3>
- Lekara, B. & Hamilton, D. (2021). Basic model of strategic management process. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 2(4), 19-23.
- León, J. (2010). *Modelling computer waste flows in the formal and the informal sector - a case study in Colombia*. Swiss Federal Institute of Technology (EPFL) / Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Empa), Lausanne / St. Gallen, Switzerland.
- Ley N° 142 de 1994. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. 11 de julio de 1994. D.O. 41433.
- Ley N° 1672 de 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones. 19 de julio de 2013 D.O. No. 48856.
- Ley N° 253 de 1996. Por medio del cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. 9 de enero de 1996.
- Li, X., Park, M. & Demirbilek, O. (2012). *Comparison of informal and regulated WEEE collection methods in China*. Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology.
- Litchfield, C., Lowry, R. & Dorrian, J. (2018). Recycling 115,369 mobile phones for gorilla conservation over a six-year period (2009-2014) at Zoos Victoria: A case study of 'points of influence' and mobile phone donations. *PLoS One*, 13(12):e0206890. doi: 10.1371/journal.pone.0206890.
- Lucas, M. (2010). Understanding environmental management practices: Integrating views from strategic management and ecological economics. *Business Strategy and the Environment*. 19(8), 543-556.
- MacArthur, E. (2017). *What is a circular economy?*  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy>

- Magashi, A. & Schluep, M. (2011). *E-Waste Assessment Tanzania*. Cleaner Production Centre of Tanzania and EMPA, Switzerland.
- Martinez, L. (2019). *Introducción a la gerencia integral de proyectos de inversión*. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos. Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.
- Mathieux, F., Ardente, F., Bobba, S., Nuss, P., Blengini, G., Alves Dias, P., Blagoeva, D., et al. (2017). *Critical Raw Materials and the Circular Economy – Background report*, EUR 28832 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.  
doi:10.2760/378123
- Méndez-Fajardo, S., Böni, H., Hernández, C. Schluep, M. & Valdivia, S. (2017). *A practical guide for the systemic design of WEEE management policies in developing countries*. Sustainable Recycling Industries. [https://sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2017/10/Mendez\\_2017\\_Guide-WEEE-Policy\\_EN.pdf](https://sustainable-recycling.org/wp-content/uploads/2017/10/Mendez_2017_Guide-WEEE-Policy_EN.pdf)
- Méndez, R. (2013). *Formulación y Evaluación de Proyectos: Enfoque Para Emprendedores*. Ecoe Ediciones, Bogotá.
- Meskers, C., Hagelüken, C., Salhofer, S. & Spitzbart, M. (28 de junio – 1 de julio 2009). *Impact of pre-processing routes on precious metal recovery from PCs*. European Metallurgical Conference (EMC), Innsbruck, Austria.
- Meyer, B. (2016) Researching Efficiency in Local Governments. *Government Finance Review* 32(1) 22-26.
- Miliute-Plepiene, J. & Youhanan, L. (2019). *E-waste and raw materials: from environmental issues to business models*. Swedish Environmental Research Institute, Swedish
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2013). *Clasificación de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2017). *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2019). *Plan Estratégico Sectorial 2019-2022*. Bogotá.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2022). *Residuos de Aparato Eléctricos y Electrónicos – RAEE*. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2005). *Documento Conpes 3386*.
- Mintzberg, H. (1994). The Fall and Rise of Strategic Planning. *Harvard Business Review*, 72(1), 107–114.

- Mintzberg, H. & Waters J. (1985). Of strategies, deliberate and emergent. *Strategic Management journal*, 6(3), 257-72.
- Mmereki, D., Li, B. & Li, W. (2015) Waste electrical and electronic equipment management in Botswana: Prospects and challenges, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 65(1), 11-26, DOI: 10.1080/10962247.2014.892544
- Morris, P. (1994). *The Management of Projects*. London: Thomas Telford.
- Namias, J. (2013). *The future of electronic waste recycling in the United States: Obstacles and domestic solutions*. Columbia University.
- Nnorom, I. & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 52, 843–858.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.01.004>
- Nnorom, I. & O. Osibanjo. (2007). The challenge of electronic waste (e-waste) management in developing countries. *Waste Manage. Res.*, 25, 489–501.
- Noguera, A. (2004). *El reencantamiento del mundo*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA – Oficina Regional para América Latina y el Caribe – Universidad Nacional de Colombia, IDEA.
- Ofori, D. & Atiogbe, E. (2012), Strategic Planning in Public Universities: A Developing Country Perspective. *Journal of Management and Strategy*, 3(1) ,67-82.
- Ogbomo, M., Obuh, A. & Ibolo, E. (2012). Managing ICT waste: The case of Delta State University, Abraka, Nigeria. *Library Philosophy and Practice*, 12(4), 1-9.
- Omenogo, M. (2014). Institutional E-Waste Management: Comparison of Practices at two Tertiary Institutions in Nigeria. *Covenant Journal of Informatics and Communication Technology*, 2(2), 42-58.
- Packendorff, J. (1995). Inquiring into the temporary organization: New directions for project management research. *Scandinavian Journal of Management*, 11(4), 319–333.
- Parajuly, K., Habib, K. & Liu, G. (2017). Waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Denmark: Flows, quantities and management. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 85–92. doi:10.1016/j.resconrec.2016.0
- Patil, R. & Ramakrishna, S. (2020). A comprehensive analysis of e-waste legislation worldwide. *Environ Sci Pollut Res* 27, 14412–14431. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07992-1>
- Perkins, D., Brune Drisse, M., Nxele, T. & Sly, P. (2014). E-Waste: A global hazard. *Annals of Global Health*, 80(4), 286–295. <https://doi.org/10.1016/J.AOGH.2014.10.001>



- Plant, T. (2009). Holistic Strategic Planning in the Public Sector. *Journal of Performance Improvement*, 48(2), 38-43.
- Porras-Jimenez, J.A. (2006). *Diseño conceptual del emprendimiento para el desarrollo regional en la perspectiva de la complejidad autopoiesica*. [Tesis para obtener Maestría en Administración, Universidad Nacional de Colombia] Bogotá, Colombia. Repositorio Institucional UN. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2649>
- Porras-Jimenez, J.A. (2017). Gestión de la responsabilidad social en PyMEs del sector industrial de Bogotá: enfoques, acciones y percepción predominantes – seguimiento a casos de estudio. Pg. 74-83 En: Responsabilidad Social. [https://www.researchgate.net/publication/332567050\\_Libro\\_Responsabilidad\\_Social](https://www.researchgate.net/publication/332567050_Libro_Responsabilidad_Social)
- Porras-Jimenez, J.A. (2017). Aproximaciones temático-reflexivas desde la gestión de proyectos para el desarrollo regional. *Gestión Proyectos y Desarrollo*. Editor. Universidad Surcolombiana. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos. Oti Impresos. Pgs. 116.
- Porras-Jimenez, J.A. (2017). La región: un escenario interesante y complejo para los proyectos y su gestión. Pg. 9-19. En: Aproximaciones temático-reflexiones para la gestión de proyectos desde el desarrollo regional. *Gestión Proyectos y Desarrollo*. Universidad Surcolombiana. Colección Agenda Pública. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos. [https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44724&shelfbrowse\\_itemnumber=70559](https://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44724&shelfbrowse_itemnumber=70559).
- Porras-Jimenez, J.A. (2017). La región: concepciones, tipologías y su gestión desde los proyectos. Pg. 11-25. En: Reflexiones de agenda pública para mejorar la gestión de proyectos que contribuyan al desarrollo regional. *Gestión Proyectos y Desarrollo*. Universidad Surcolombiana. Colección Agenda Pública. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos.
- Porras-Jimenez, J.A. y Méndez, R. (2017). Reflexiones de agenda pública para mejorar la gestión de proyectos que contribuyan al desarrollo regional. *Gestión Proyectos y Desarrollo*. Editores. Universidad Surcolombiana. Maestría en Gerencia Integral de Proyectos.
- Porras-Jimenez, J.A., Vargas, C. y Pereira, K. (2018). Marco referencial para el diseño y la implementación de un clúster de las TIC con empresas y otros actores que contribuyan a la competitividad de una región. En: Competitividad y desarrollo regional en Colombia. Pg. 63-92. Editorial Universidad de Cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1483/Libro%20de%20Competitividad%20y%20Desarrollo%20regional.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Porras-Jimenez, J.A. (2020). Tendencias recientes en la investigación en gestión de proyectos. Pg. 249-264. En: Universidad Libre investigación interdisciplinaria y gestión educativa

- II. Centro de Investigaciones, Facultad de ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Bogotá 2019. Tomo 10. Editorial Redipe. Pgs 295.  
<https://redipe.org/editorial/universidad-libre-investigacion-interdisciplinar-y-gestion-educativa-ii/>
- Porter, M. (1996). What Is Strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61–78.
- Porter, M. (2006). What is Strategy?. En: Mazzucato, M. (ed.), *Strategy for Business: A reader*. (pp.10-31). In Oxford, England.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (12 octubre 2018). *1° Día Internacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*.  
<https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/presscenter/articles/2018/10/1--dia-internacional-de-los-residuos-de-aparatos-electricos-y-el.html>
- Project Management Institute (PMI). (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Newtown Square, PA: PMI.
- Pronet, G. (2013). *Desarrollo de los elementos técnicos y jurídicos para la definición de un modelo de gestión integral para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE en colombia*.
- Rao, M., Sultana, R., Kota, S. (2017). *Solid and hazardous waste management: science and engineering*. Oxford, England.
- Ravindra, K. & Mor, S. (2019). E-waste generation and management practices in Chandigarh, India and economic evaluation for sustainable recycling. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2019.02.
- Redondo, J., Ibarra, D., Monroy, L. & Bermudez, J. (2018). Evaluación de estrategias para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *DYNA*, 85(205), 319-327. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.62564>
- Resolución 1297 de 2010 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. 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. 8 de julio de 2010.
- Resolución 1511 de 2010 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones. 5 de agosto de 2010.
- Resolución 1512 de 2010 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. 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. 5 de agosto de 2010.

- Schluep, M., Hagelueken, R., Kuehr, F. & Magalini, F. (2009). *Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies: Recycling—From E-Waste to Resources*. Bonn, Germany.
- Secretaría del Convenio de Estocolmo (2011). Convenio de Estocolmo. Los principales logros de estos 10 años.  
[https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book\\_rae\\_/assets/pdf/UNEP-POPS-PAWA-SC10-Achievementbooklet.Sp.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/assets/pdf/UNEP-POPS-PAWA-SC10-Achievementbooklet.Sp.pdf)
- Serna, H. (2014). *Gerencia estratégica. Teoría-Metodología-Mapas estratégicos-Índices de gestión-Alineamiento-Ejecución estratégica*. 3R, Bogotá.
- Starhel, W. (2010). *The performance economy*. Palgrave.
- SWEEPNET. (2014): *Analysis of Existing E-waste Practices in Mena Countries*, SWEEP-Net/GIZ, Tunisia.
- Tansel, B. (2017). From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges. *Environment International*, 98, 35–45.  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.002>
- Tran, C. & Salhofer, S. (2018). Analysis of recycling structures for e-waste in Vietnam. *J Mater Cycles Waste Manag* 20, 110–126. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0549-1>
- Tullberg, J. (2012). Triple bottom line – a vaulting ambition?. *Business ethics*, 21(3), 310–324.
- Turaga, R., Bhaskar, K., Sinha, S., Hinchliffe, D., Hemkhaus, M., Arora, R., Chatterjee, S., Khetriwal, D. S., Radulovic, V., Singhal, P., & Sharma, H. (2019). E-Waste Management in India: Issues and Strategies. *Vikalpa*, 44(3), 127–162.  
<https://doi.org/10.1177/0256090919880655>
- Unión Europea. (2003). Directiva 2002/96/ce del parlamento europeo y del consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).  
<https://www.boe.es/doue/2003/037/L00024-00039.pdf>
- United Nations. (2015). *A Global Compact for Sustainable Development – Business and the SDGs: Acting Responsibly and Finding Opportunities*.  
<https://www.unglobalcompact.org/library/2291>
- United Nations. (2016). *Sustainable management of waste electrical and electronic equipment in Latin America*. [https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/integrated\\_weee\\_management\\_and\\_disposal-395429-normal-e.pdf](https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/integrated_weee_management_and_disposal-395429-normal-e.pdf)
- Uribe, L., Rodríguez, S., Hernández, C. & Ott, D. (2010). *Manejo de los RAEE a través del Sector Informal en Bogotá, Cali y Barranquilla*. EMPA.

- Valderrama, C., Diaz, L. & Vargas, J. (2019). Análisis de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEES). Estudio de caso en la ciudad de Neiva. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 10(1), 131 - 140. <https://doi.org/10.22490/21456453.2295>
- Vogel, D. (2005) Is There a Market for Virtue? The business Case for Corporate Social Responsibility. *California Management Review*, 47, 19-45. <https://doi.org/10.2307/41166315>
- Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos*. Edinburgh Business School Heriot-Watt University Edimburgo, Edimburgo
- Wang, F., Huisman, J. Meskers, C., Schlupe, M., Stevels, A., & Hagelüken, C. (2012). The Best-of-2-Worlds philosophy: Developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable e-waste treatment in emerging economies. *Waste Management*, 32, 2134–3146.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M. & Böni, H. (2005). Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 25(5), 436–458. doi:10.1016/j.eiar.2005.04.001
- Williams, I. (2016). Global metal reuse, and formal and informal recycling from electronics and other high-tech wastes. En: Izatt, R.M. (Ed.), *Metal Sustainability: global challenges, consequences, and prospects* (pp. 23–51). Wiley, Oxford.
- Winter, M., Smith, C., Morris, P. & Cicmil, S. (2006). Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. *International Journal of Project Management*, 24, 638–649
- WorldLoop. (2013). *Offsetting the negative impacts of E-waste*. <http://worldloop.org/e-waste/bo2w-impact-on-co2-emissions/>
- World Economic Forum (WEF). (1 enero 2019). *A New Circular Vision for Electronics Time for a Global Reboot*. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_A\\_New\\_Circular\\_Vision\\_for\\_Electronics.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_A_New_Circular_Vision_for_Electronics.pdf)
- World Resources Forum (WRF). (2017). *Colombia First Latin American Country With E-waste Management Policy*. <https://www.wrforum.org/projects/sri/colombia-e-waste-management-policy/> (accessed 16/1/2020).
- Yoshida, F. & Yoshida, H. (2009). Japan, the European Union, and waste electronic and electrical equipment recycling key lessons learned. *Environ. Eng. Sci.* 27, 1–27.
- Zhang, L. & Xu, Z. (2016). A review of current progress of recycling technologies for metals from waste electrical and electronic equipment. *Journal of Cleaner Production*, 127, 19–36. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.004>



**Anexos**

**Anexo 1.** Variables de estudio

<b>Unidad de análisis</b>		<b>Variables</b>	<b>Tipo de variables</b>	<b>Medida de variables</b>
Información sociodemográfica		Municipio	Categórica nominal	(Municipio)
		Edad	Categórica ordinal	18-28, 29-39, 40-50, 51-60, Más de 61
		Ocupación	Categórica nominal	Empleado, Independiente, , pensionado, Hogar, Otro
		Nivel educativo	Categórica ordinal	Primaria, Bachiller, Técnico/Tecnólogo, Profesional, Posgradual, Ninguno
		Estrato socioeconómico	Categórica ordinal	1, 2, 3, 4, 5, 6
		Comuna	Categórica ordinal	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, NA
		Tipo de residencia	Categórica nominal	Propia, Arriendo, Familiar, Otra
		Número de residentes	Categórica ordinal	Entre 1 y 3, Entre 4 y 9, Más de 10
		Servicios públicos	Categórica nominal	Energía eléctrica, Agua, Alcantarillado, Gas, Internet, Otro
		Nivel de cargo	Categórica ordinal	Dirección, Supervisión, Coordinación, Asistencial, Auxiliar, Operativo
		Tamaño de organización	Categórica ordinal	Micro, Pequeña, Mediana, Grande
		Cantidad empleados	Categórica ordinal	Menos de 5, 6 a 10, 11 a 20, 21 a 50, 51 a 100, 101 a 300, Más de 300
Caracterización de la gestión de los RAEE del Departamento del Huila	Actividades, prácticas y programas empleados por los actores para el manejo, aprovechamiento y/o	Conocimiento de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
		Conocimiento manejo de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles

Unidad de análisis		Variables	Tipo de variables	Medida de variables
	disposición de los RAEE de acuerdo con la normatividad vigente	Conocimiento efectos de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
		Conocimiento normatividad de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
		Conocimiento programas de gestión de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
Caracterización de los RAEE generados en el Departamento del Huila	Descripción detallada de las actividades y procesos realizados para el manejo y aprovechamiento de RAEE en el Departamento del Huila	Generación de RAEE	Categórica ordinal	Menos de 10kg, De 11 a 20Kg, De 21 a 30kg, De 31 a 40kg, De 41 a 50kg, Mayor a 51kg
		Tipos de RAEE generados	Categórica nominal	Grandes electrodomésticos, Pequeños electrodomésticos, Equipos de informática y telecomunicaciones, Aparatos electrónicos de consumo, Aparatos de alumbrado, Herramientas eléctricas y electrónicas (no industriales fijas de gran envergadura), Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre, Aparatos médicos, (no implantados e infectados), Instrumentos de vigilancia y control, Máquinas expendedoras
		Estado de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
		Uso de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles
		Vida útil de los RAEE	Categórica ordinal	Escala Likert 5 niveles



## **Anexo 2. CUESTIONARIO PARA IDENTIFICAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RAEE EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA**

Estimado(a):

La presente entrevista hace parte de un proyecto de investigación en el marco de la modalidad de grado de la Maestría en Gerencia Integral de Proyectos de la Universidad Surcolombiana y tiene como objetivo Diseñar una estrategia para el manejo y aprovechamiento de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) en el Departamento del Huila desde de la Gerencia Integral de Proyectos.

Su participación es muy importante para el éxito del trabajo de investigación, el cual también será socializado con ustedes en la etapa de sustentación. En tal sentido; agradecemos su diligenciamiento completo. Su participación es voluntaria y consistirá en el desarrollo de una entrevista a profundidad que se realizará en el horario acordado y tendrá una duración de 30 minutos aproximadamente.

La información que nos suministre es totalmente confidencial y sólo será de utilidad para fines académicos; en tal sentido, solo tendrá acceso el equipo investigador. De igual manera, la información podrá ser utilizada para otros estudios relacionados, manteniéndose siempre la confidencialidad de los datos, los cuales serán tratados de acuerdo con las exigencias requeridas por la legislación de protección de datos vigente (Ley N° 1581, 2012).

Cualquier inquietud adicional, por favor no dude en con los investigadores:

**Investigadores:**

**Correos:**

**Celular:**

Una vez leído el consentimiento informado, ¿acepta y está de acuerdo con participar voluntariamente en la investigación?

Si\_\_\_ No\_\_\_

**Información del encuestado:**

1. Tipo de actor

● Hogares urbanos	
● Empresas generadoras de RAEE	
● Recuperadores mayoristas	
● Gestores de RAEE	
● Instituciones relacionadas con medio ambiente	

2. Género

● Masculino	
● Femenino	
● Otro	

3. Edad (años):

● 18 a 24	
● 25 a 34	
● 35 a 44	
● 45 a 59	
● Mas de 60	

4. Municipio: \_\_\_\_\_

5. Ocupación:

● Dependiente	
● Contratista	
● Independiente	
● Desempleado	
● Pensionado	
● Hogar	
● Otro	

6. Nivel educativo:

● Primaria	
● Bachiller	
● Técnico/Tecnólogo	
● Profesional	
● Posgradual	
● Ninguno	

**Si es un hogar urbano, favor contestar esta sección:**

7. Estrato socioeconómico:

● 1:	
● 2:	
● 3:	
● 4:	
● 5:	
● 6:	

9. Número de personas que habitan la residencia

● Entre 1 y 3		
● Entre 4 y 9		
● Más de 10		

8. Tipo de residencia:

● Propia	
● Arriendo	
● Familiar	
● Otra	



*Si es una organización, favor contestar esta sección:*

10. Nivel de cargo en la organización

● Directivo	
● Ejecutivo	
● Coordinación/Jefatura	
● Administrativa	
● Administrativo	
● Operativo	
● Asesor	
● Profesional	
● Técnico	
● Asistencial	

12. Tipo de organización:

● Micro	
● Pequeña	
● Mediana	
● Grande	
● Municipal	
● Departamental	
● Nacional	
● Descentralizada	
● Otra ¿Cuál?	

11. Número de personas vinculadas directamente con la organización:

● Menos de 5	
● 6 a 10	
● 11 a 20	
● 21 a 50	
● 51 a 100	
● 101 a 300	
● Más de 300	

13. Sector económico de la organización

● Agropecuario	
● Servicios	
● Industrial	
● Transporte	
● Comercio	
● Financiero	
● Construcción	
● Minero y energético	
● Comunicaciones	
● Otra ¿Cuál?	

**Información sobre el manejo de los RAEE**

Por favor valor de 1 a 5 de acuerdo con las siguientes opciones:

1 Totalmente en desacuerdo

2 En desacuerdo

3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 De acuerdo

5 Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4	5
14. Conoce sobre los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)					
15. Conoce sobre normatividad de RAEE de Colombia					
16. Conoce sobre el material utilizado en los RAEE y su efecto tóxico sobre la salud humana					
17. Conoce sobre el material utilizado en los residuos electrónicos y su efecto tóxico sobre el medio ambiente					



	1	2	3	4	5
18. Conoce cómo desechar adecuadamente los RAEE					
19. Conoce que los RAEE requieren un tratamiento especial antes de su eliminación					
20. Conoce lo que ocurre con los RAEE que ha desechado					
21. Conoce las oportunidades de aprovechar los RAEE					

### *Sobre las políticas de los RAEE*

22. ¿Considera que la normatividad colombiana aborda suficientemente el manejo y aprovechamiento de los RAEE?

● Totalmente de acuerdo	
● De acuerdo	
● Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
● En Desacuerdo	
● Totalmente en desacuerdo	

En caso negativo, ¿cuál es el principal reto que deben abordar las políticas y las leyes en materia de RAEE?

23. Considera que las políticas y normatividad sobre RAEE se aplican actualmente conforme a sus disposiciones

● Totalmente de acuerdo	
● De acuerdo	
● Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
● En Desacuerdo	
● Totalmente en desacuerdo	

24. ¿Cuáles aspectos considera deberían abordarse para fortalecer la política pública y programas sobre RAEE?

*Por favor valor de 1 a 5 de acuerdo con las siguientes opciones:*

*1 Totalmente en desacuerdo*

*2 En desacuerdo*

*3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo*

*4 De acuerdo*

*5 Totalmente de acuerdo*

	1	2	3	4	5
• Socializar de la normatividad en RAEE					
• Sensibilizar a las personas para el manejo y disposición de RAEE					
• Capacitar a las personas para el manejo y disposición de RAEE					
• Fomentar la recuperación de componentes de los RAEE					
• Incentivar económicamente el manejo y disposición de RAEE					
• Facilitar la recolección de los RAEE en los hogares/organización					
• Otro ¿Cuál?					
• Otro ¿Cuál?					

***Sobre el manejo y aprovechamiento de RAEE***

25. Participa activamente en campañas de reciclaje de RAEE

• Totalmente de acuerdo	
• De acuerdo	
• Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
• En Desacuerdo	
• Totalmente en desacuerdo	

26. Considera que estas campañas le aportan al manejo y aprovechamiento de los RAEE

• Totalmente de acuerdo	
• De acuerdo	
• Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
• En Desacuerdo	
• Totalmente en desacuerdo	

27. Considera que estas campañas han sido eficaces para el manejo y aprovechamiento de RAEE

• Totalmente de acuerdo	
• De acuerdo	
• Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
• En Desacuerdo	
• Totalmente en desacuerdo	



28. Si su hogar u organización no ha participado en las campañas, ¿Qué les ha impedido llevar sus RAEE a los puntos de recogida? *Por favor indique las tres causas más representativas siendo 3 la mayor y 1 la menor.*

● La falta de contenedores cercanos	
● Falta de conocimiento sobre el correcto reciclaje de RAEE	
● Falta de vehículos	
● Falta de tiempo	
● Falta de atención	
● Beneficios económicos	
● Otra ¿Cuál?	

29. ¿Considera que las personas son conscientes de las sustancias peligrosas que se encuentran en los RAEE?

● Totalmente de acuerdo	
● De acuerdo	
● Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
● En Desacuerdo	
● Totalmente en desacuerdo	

30. ¿Cuál de los siguientes métodos considera adecuados para la recolección de RAEE?

	Si	No
● Centro de recogida permanente		
● Recogida periódica en la acera		
● Recogida programada, cuando sea necesario		
● Otro ¿Cuál?		

31. ¿Tiene acceso a un medio que le facilite entregar sus RAEE a puntos de recogida o entrega?

● Si	
● No	

En caso afirmativo ¿Cuál medio?

32. ¿Qué distancia están dispuestos a recorrer para entregar sus RAEE?

● Ninguna	
● Menos de 1 Km	
● De 1 a 5 km	
● De 5 a 12 km	
● Más de 12 km	



33. ¿Los beneficios económicos son importantes en su decisión de reciclar los RAEE?

● Totalmente de acuerdo	
● De acuerdo	
● Ni de acuerdo ni en Desacuerdo	
● En Desacuerdo	
● Totalmente en desacuerdo	

34. Si realiza recuperación de RAEE, ¿Cuáles componentes recupera?

● Placa de circuito	
● Batería	
● Plásticos	
● Hierro	
● Cobre	
● Aluminio	
● Otro ¿Cuál?	

35. ¿Qué factores tiene o tendría en cuenta para realizar una adecuada disposición de RAEE??

*Por favor valor de 1 a 5 de acuerdo con las siguientes opciones:*

*1 Totalmente en desacuerdo*

*2 En desacuerdo*

*3 Ni de acuerdo ni en desacuerdo*

*4 De acuerdo*

*5 Totalmente de acuerdo*

	1	2	3	4	5
● Ayudar al medio ambiente					
● Evitar enfermedades					
● Mantener la residencia organizada					
● No contar con espacio para almacenarlos					
● Compensación económica					
● Evitar accidentes					
● Otro ¿Cuál?					
● Otro ¿Cuál?					
● Otro ¿Cuál?					

36. ¿Está dispuesto a llevar los siguientes RAEE a los puntos de recolección?

Producto	Descripción	Si	No
Grandes electrodomésticos	Frigoríficos, Congeladores, Lavadoras, Secadoras, Lavavajillas, Cocinas, Estufas eléctricas, Hornos de microondas, Ventiladores eléctricos, Aparatos de aire acondicionado.		
Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, Aparatos para coser, Planchas, Tostadoras, Freidoras, Cafeteras, Cuchillos eléctricos, Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, Máquinas de afeitarse, aparatos de masaje, Relojes, aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo, Balanzas.		
Equipos de informática y telecomunicaciones	Grandes ordenadores, Miniordenadores, Ordenadores personales, Ordenadores portátiles, Impresoras, Copiadoras, Máquinas de escribir eléctricas y electrónicas, Calculadoras, Terminales de fax, Teléfonos, Teléfonos inalámbricos, Teléfonos celulares, Contestadores automáticos.		
Aparatos electrónicos de consumo	Radios, Televisores, Videocámaras, Vídeos, Cadenas de alta fidelidad, Amplificadores de sonido Instrumentos musicales		
Aparatos de alumbrado	Luminarias para lámparas fluorescentes, Lámparas fluorescentes, Lámparas de descarga de alta intensidad, las lámparas de haluros metálicos, Lámparas de sodio de baja presión.		
Herramientas eléctricas y electrónicas (no industriales fijas de gran envergadura)	Taladradoras, Sierras, Máquinas de coser, Herramientas para torner, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal, Herramientas para remachar, clavar o atornillar, Herramientas para soldar, Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas, Herramientas para cortar césped.		
Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica, Consolas portátiles, Videojuegos, Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, hacer remo, Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.		
Aparatos médicos (no implantados e infectados)	Aparatos de radioterapia, Cardiología, Diálisis, Ventiladores pulmonares, Medicina nuclear, Aparatos de laboratorio para diagnóstico <i>in vitro</i> , Analizadores, Congeladores, Pruebas de fertilización.		
Instrumentos de vigilancia y control	Detector de humos, Reguladores de calefacción, Termostatos, Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.		
Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas o latas, frías o calientes, productos sólidos, de dinero.		





37. ¿Cuál o cuáles método(s) realiza(n) para darle manejo los equipos eléctricos y electrónicos que no funcionan?

● Guardarlo	
● Quemarlo	
● Llevar a los puntos de recogida/localización	
● Se tiran como residuos normales	
● Vender como chatarra	
● Vender como mercancía de segunda mano	
● Donarlo	
● Otro ¿Cuál?	

38. ¿Cuánto cree que pesan los RAEE que ha generado su residencia/organización en el último año?

● Menos de 5kg	
● De 6 a 10Kg	
● De 11 a 20kg	
● De 21 a 30kg	
● De 11 a 40kg	
● Mayor a 41kg	

### Generación de RAEE

39. Por favor completar la siguiente información de acuerdo con cada aparato eléctrico o electrónico que posea:

Producto	Descripción	#	Estado general de productos*	Uso general equipos**
Grandes electrodomésticos	Frigoríficos, Congeladores, Lavadoras, Secadoras, Lavavajillas, Cocinas, Estufas eléctricas, Hornos de microondas, Ventiladores eléctricos, Aparatos de aire acondicionado.			
Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, Aparatos para coser, Planchas, Tostadoras, Freidoras, Cafeteras, Cuchillos eléctricos, Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, Máquinas de afeitar, aparatos de masaje, Relojes, aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo, Balanzas.			
Equipos de informática y telecomunicaciones	Grandes ordenadores, Miniordenadores, Ordenadores personales, Ordenadores portátiles, Impresoras, Copiadoras, Máquinas de escribir eléctricas y electrónicas, Calculadoras, Terminales de fax, Teléfonos, Teléfonos inalámbricos, Teléfonos celulares, Contestadores automáticos.			
Aparatos electrónicos de consumo	Radios, Televisores, Videocámaras, Vídeos, Cadenas de alta fidelidad, Amplificadores de sonido Instrumentos musicales			
Aparatos de alumbrado	Luminarias para lámparas fluorescentes, Lámparas fluorescentes, Lámparas de descarga de alta intensidad, las lámparas de haluros metálicos, Lámparas de sodio de baja presión.			
Herramientas eléctricas y electrónicas (no industriales fijas de gran envergadura)	Taladradoras, Sierras, Máquinas de coser, Herramientas para torneear, molturar, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal, Herramientas para remachar, clavar o atornillar, Herramientas para soldar, Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas, Herramientas para cortar césped.			
Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	Trenes eléctricos o coches de carreras en pista eléctrica, Consolas portátiles, Videojuegos, Ordenadores para realizar ciclismo, submarinismo, correr, hacer remo, Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.			
Aparatos médicos (no implantados e infectados)	Aparatos de radioterapia, Cardiología, Diálisis, Ventiladores pulmonares, Medicina nuclear, Aparatos de laboratorio para diagnóstico <i>in vitro</i> , Analizadores, Congeladores, Pruebas de fertilización.			
Instrumentos de vigilancia y control	Detector de humos, Reguladores de calefacción, Termostatos, Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.			
Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas o latas, frías o calientes, productos sólidos, de dinero.			

\* (1 a 5, siendo 1 mal estado y 5 buen estado)

\*\* (1 a 5, siendo 1 menor uso y 5 mayor uso)

**Anexo 3. Matriz 1. Documentos estado actual RAEE Huila.**

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Año</b>	<b>Aporte al estudio</b>
Cantidad de residuos peligrosos generados per cápita. 2015-2017	IDEAM	Nacional	2018	Cantidad de residuos peligrosos generados por departamento y municipio permite establecer línea de base para el estudio
Base de datos de las empresas gestoras autorizadas en el manejo de RESPEL CAM 2022	CAM	Nacional	2022	Esta base permite identificar las empresas que actúan y desarrollan actividades como gestoras de RAEE del Huila
Instalaciones autorizadas para el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, y/o disposición final de residuos peligrosos y/o de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Información registrada por las autoridades ambientales y consolidada por el IDEAM	IDEAM	Nacional	2022	Este documento evidencia las organizaciones habilitadas para la gestión de RAEE, permitiendo evidenciar aquellas que tienen injerencia en el Departamento del huila
Ewaste en Colombia: El aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica - Estudio de caso	GSMA	Internacional	2015	Este estudio reporta la gestión que se realiza en cuanto al manejo de residuos de celulares. Se toma como línea base para el estudio en cuanto al Departamento del Huila.
Volumen de generación de residuos electrónicos en Colombia de 2015 a 2020	Statista	Internacional	2021	Este portal se toma como referencia para ubicar las estadísticas reportadas a corte de 2020 para sustentar los cálculos a realizar en el estudio.
Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia. Diagnóstico de Computadores y Teléfonos Celulares	Daniel Ott, Empa	Internacional	2008	Este estudio reporta la gestión que se realiza en cuanto al manejo de residuos de computadores y celulares. a pesar de ser

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Año</b>	<b>Aporte al estudio</b>
				antiguo, se toma ya que los estudios en esta materia son limitados.
The Global E-waste Monitor 2020 – Quantities, flows, and the circular economy potential	Forti V., Baldé C.P., Kuehr R	Internacional	2021	Este estudio presenta reportes de las cantidades de RAEE para el mundo, y Colombia. Aporta en cuanto a la ubicación de la gestión de RAEE y sus resultados.
Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina, resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554	M. Wagner, C.P. Baldé, V. Luda, I. C. Nnorom, R. Kuehr, G. Iattoni	Internacional	2021	Este estudio presenta una caracterización de RAEE para Colombia y América Latina
The global E waste statistics partnership, Colombia	Globalwaste	Internacional	2019	Esta base de datos aporta en cuanto a datos, indicadores e índices de RAEE en Colombia
Revalorización de residuos de equipos eléctricos y electrónicos en Colombia: una alternativa para la obtención de metales preciosos y metales para la industria	Carlos E. Aristizábal- Alzate, José L. González Manosalva, Andrés F. Vargas	Nacional	2021	Este estudio proyecta el aprovechamiento de RAEE mediante la extracción de sus componentes en referencia a los metales preciosos en Colombia
19 - Improving sustainability of E-waste management through the systemic design of solutions: the cases of Colombia and Ecuador	Sandra Méndez- Fajardo, Heinz Böni, Paul Vanegas, Dolores Sucozhañay	Nacional	2020	Este estudio presenta un escenario de gestión de RAEE en el marco de la sustentabilidad aplicada a Colombia
An integrated method of environmental analysis and system dynamics for management of mobile phone waste in Colombia	David Alejandro, Ruiz Galeano, Sandra Cecilia, Bautista Rodríguez	Nacional	2021	Este estudio establece un sistema para la gerencia de residuos de celulares en Colombia. Aporta en cuanto a las dinámicas propuestas e implementadas para esta gestión.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Año</b>	<b>Aporte al estudio</b>
Viabilidad en la exportación de RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) Colombia-China. Oportunidad de negocio	Chaverra Hincapié, Elizabet	Nacional	2018	Este estudio presenta un ejercicio prospectivo para el aprovechamiento de RAEE bajo la estrategia de exportación
Caracterización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en Neiva, Huila: análisis de la generación, manejo y disposición final de los residuos electrónicos	Catherine Johana Jaimes Silva; Juan Pablo Herrera Cerquera	Nacional	2021	Este estudio marca la única línea base en cuanto a RAEE en el municipio de Neiva

**Anexo 4. Matriz 2. Normatividad RAEE Colombia Huila.**

<b>Año</b>	<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aporte al estudio</b>
2020	Resolución 0480 de 2020	Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RPCAEE y se establecen los requisitos	Esta norma establece los lineamientos para el registro de productores y comercializadores de RAEE quienes son actores fundamentales en los modelos de gestión de RAEE
2018	Decreto 284 de 2018 - Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos RAEE	Reglamenta la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), con el fin de prevenir y minimizar los impactos adversos al ambiente.	Este decreto es fundamental en cuanto a las bases legales y técnicas requeridas para sustentar un modelo de gestión de RAEE
2017	Política nacional - Gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	Define la hoja de ruta hasta el año 2032 que deberán seguir el Estado, en cabeza de las diferentes entidades de los órdenes nacional, regional y local, y los sectores productivos y empresariales del país -involucrados en la gestión de este tipo de residuos y la sociedad colombiana en general-, para afrontar la problemática global y local que presenta la generación creciente de los RAEE y su manejo inadecuado, que puede producir afectaciones a la salud humana y al ambiente.	Esta política es el eje y horizonte de la gestión de RAEE en Colombia. Permite trazar las estrategias teniendo en cuenta la visión país plasmada en esta política.
2014	Decreto 2041 de 2014	Licencia ambiental para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento de los RAEE.	Este decreto regula los lineamientos para las plantas de gestión de RAEE. Es importante en cuanto a lineamientos técnicos y legales para su operación
2010	Resolución 1512 del 2010: Sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y periféricos	Establece a cargo de los productores de computadores o periféricos que se comercializan en el país, la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computares o Periféricos, con el	Esta norma regula uno de los RAEE generados en altas cantidades en Colombia el cual sirve como referencia para productos homólogos

Año	Norma	Descripción	Aporte al estudio
		propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.	
2010	Resolución 1297: pilas y acumuladores portátiles.	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	Esta norma regula uno de los RAEE generados en altas cantidades en Colombia el cual sirve como referencia para productos homólogos
2010	Resolución 1511: equipo de iluminación y electrodomésticos.	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones	Esta norma regula uno de los RAEE generados en altas cantidades en Colombia el cual sirve como referencia para productos homólogos
2010	Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	Presenta un contexto general que introduce al lector en la problemática existente en torno a los RAEE; posteriormente se establecen lineamientos generales para cada una de las diferentes etapas del manejo, incluyendo el almacenamiento, transporte, desensamble, aprovechamiento y disposición final, y por último se dan recomendaciones sobre el cuidado y correcto manejo de casos específicos en algunos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	Esta norma es fundamental para soportar las actividades dentro de la estrategia de RAEE para su manejo
1994	Ley 142 de 1994	Establece la responsabilidad de los municipios para garantizar los servicios públicos, incluyendo la recolección de residuos, principalmente sólidos	Esta ley sustenta la necesidad de organizar y poner en marcha estrategias de gestión de RAEE responsables con las necesidades de cada municipio

**Anexo 5. Matriz 3. Respuestas cuestionarios.**



### Anexo 6. Cantidad de componentes en RAEE

	Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	Cat 5	Cat 6
Material (grs.)	Aparatos de intercambio de temperatura	Monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm2	Lámparas	Grandes aparatos	Pequeños aparatos	Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños
ABS	-	1345,2	-	-	-	-
Ag	-	0,6	-	-	-	0,5
Al(general)	1255,0	482,5	8,1	910,0	116,8	58,1
As	-	-	-	-	-	-
Au	-	0,1	-	-	-	0,1
Be	-	-	-	-	-	-
Bi	-	0,3	-	-	-	-
Br	-	2,4	-	-	1,0	1,5
Cd	-	-	-	-	0,6	0,2
cerámicas	-	244,0	0,5	37,6	7,4	20,1
Cl	-	0,3	-	-	0,3	-
Co	-	0,1	-	-	0,2	0,3
Cr	-	1,3	-	-	-	0,6
Cono de vidrio						
CRT	-	1110,2	-	-	-	-
pantalla de cristal						
CRT	-	2241,7	-	-	-	-
Cu	958,0	536,6	2,8	1736,0	540,9	159,0
Epoxi	-	60,4	0,2	-	6,0	-
Fe	7848,0	766,8	0,1	4,9	291,8	80,3
Polvo fluorescente	-	-	2,4	-	-	-
vidrio (blanco)	285,0	945,6	-	403,0	2,1	-
vidrio (blanco-baja calidad)	-	-	9,9	-	-	-
Hg	-	-	-	-	-	-
vidrio (blanco-alta calidad)	-	-	114,0	-	-	-
Vidrio (LCD)	-	131,4	-	-	0,1	4,0
Cristales líquidos	-	-	-	-	-	0,2
Mn	-	-	-	-	-	-
Ni	-	5,5	-	-	1,2	3,2
Aceite	205,0	-	-	1,7	3,2	-
Otros/inertes	420,0	263,0	-	11920,0	55,6	80,1
Otros plásticos	-	-	-	-	1,3	1,0
Pb	-	8,6	0,1	0,8	0,7	1,1
PCB	-	-	-	0,7	-	-
Pd	-	-	-	-	-	-
Plásticos generales	3260,0	1866,3	3,0	8514,0	1854,5	1240,0
PE(HD)	-	159,0	-	-	-	-
PET	-	31,8	-	-	-	-
PS(poliestireno)	2660,0	-	-	-	0,1	-
PUR	3750,0	-	-	169,0	0,2	-
PVC	24,0	106,9	-	191,0	6,4	8,6
Sb	-	1,3	-	-	0,1	0,2
Sn	-	4,1	0,1	25,5	1,1	4,0
Acero inoxidable	1000,0	-	0,5	907,0	107,3	51,5
Acero de baja aleación	16415,0	2071,2	2,3	29411,0	1599,4	2470,0
Ciclopentano	47,0	-	-	-	-	-
Isobutano	11,0	-	-	-	-	-
CFC11	245,0	-	-	-	-	-
CFC12	97,2	-	-	-	-	-
Wood	-	70,3	-	-	110,5	-
Zn	-	10,9	-	7,7	1,3	4,0
<b>Total [grs]</b>	<b>38480,0</b>	<b>12468,0</b>	<b>144,0</b>	<b>54240,0</b>	<b>4709,0</b>	<b>4188,0</b>

Nota. Tomado de Clerc et al. (2021)

**Anexo 7. Porcentaje aprovechamiento materiales.**

Componentes	Tasa de recuperación b	Precio de reventa (en dólares/tonelada)
Fe	100%	233
Acero de baja aleación	100%	296
Acero inoxidable	100%	843
Al	100%	1262
Cu	100%	4410
Cr	100%	1313
Zn	100%	1439
Vidrio	95%	37
PS	60%	805
PET	60%	-
ABS	60%	1406
PE	60%	682
Ag	50%	459671
Au	50%	28425942
Pd	50%	14976945
La	30%	5489
Ce	30%	6353
Y	30%	38367
Tb	30%	492976
Eu	30%	498043

**Anexo 8. Matriz M4 con los componentes para el diseño estratégico del proyecto**

	<b>Conocimiento sobre los RAEE y su manejo</b>	<b>Conocimiento normatividad de los RAEE</b>	<b>Prácticas de manejo y disposición de los RAEE</b>	<b>Generación de RAEE</b>
1. Identificación y categorización de la fuente y la naturaleza de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las personas conocen en mayor medida sobre los RAEE</li> <li>Se reconoció una falta de conocimiento en cuanto a los RAEE y la necesidad de un adecuado manejo.</li> <li>Las personas son conscientes de los efectos negativos a la salud y el ambiente de los RAEE</li> <li>Las personas no conocen lo que ocurre con los RAEE que ha desechado</li> <li>Las personas no conocen las oportunidades de aprovechar los RAEE</li> <li>Las personas están abiertas y dispuestas a formarse y capacitarse en el manejo de RAEE</li> <li>La falta de iniciativas adecuadas afectan el compromiso de las personas y dilatan el adecuado manejo de los RAEE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A pesar de contar con un buen desarrollo normativa sobre RAEE en Colombia, esta no está apropiada por las personas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las personas no conocen sobre el material utilizado en los RAEE ni como disponer adecuadamente los RAEE</li> <li>Las personas son conscientes de la necesidad de clasificar y disponer adecuadamente los RAEE.</li> <li>Las personas no conocen que los RAEE requieren un tratamiento especial antes de su eliminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rápida transición a nuevas tecnologías que exigen la renovación constante de AEE en los hogares y empresas</li> </ul>

	<b>Conocimiento sobre los RAEE y su manejo</b>	<b>Conocimiento normatividad de los RAEE</b>	<b>Prácticas de manejo y disposición de los RAEE</b>	<b>Generación de RAEE</b>
2. Separación, almacenamiento y recogida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desconocen los puntos de recogida y contenedores y de las campañas</li> <li>• Se desconoce del proceso de manejo y disposición de RAEE</li> <li>• Se desconoce el tratamiento que le dan a los RAEE en las chatarrerías</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se realiza aprovechamiento de los componentes de los RAEE por las personas En su mayoría los RAEE son almacenados o vendidos a chatarrerías</li> <li>• Al momento de no contar con más espacio para almacenar los RAEE, estos pueden ser dispuestos inadecuadamente Preparación de los RAEE para su recogida</li> <li>• Los precios de venta de los RAEE son inciertos puesto que no hay una recuperación antes de su venta</li> </ul>	
3. Transporte de los residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de empresas prestadoras de este servicio</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las personas están dispuestas a transportar RAEE manejables hasta 5km de distancia</li> <li>• Se prefiere la opción de recogida de los RAEE de gran tamaño y peso</li> <li>• No todos cuentan con transporte propio para llevar los RAEE a los puntos</li> <li>• Pocas empresas destinadas para el transporte de RAEE</li> </ul>	

	<b>Conocimiento sobre los RAEE y su manejo</b>	<b>Conocimiento normatividad de los RAEE</b>	<b>Prácticas de manejo y disposición de los RAEE</b>	<b>Generación de RAEE</b>
4. Procesamiento		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de una normativa de gestión de residuos electrónicos junto con su aplicación y las fases de sus procedimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La existencia de agencias gubernamentales, agencias de aplicación de la ley y ONGs que prestan atención a la contaminación ambiental</li> <li>• Una cantidad considerable de residuos electrónicos se recoge y desmantela a través del sector informal.</li> <li>• Hay pocos establecimientos de gestión de residuos electrónicos del sector formal en funcionamiento.</li> <li>• A pesar de que estos establecimientos han sido reconocidos como sector formal, existen algunas áreas técnicas que aún deben ser mejoradas Los residuos electrónicos contienen tanto sustancias peligrosas</li> <li>• Las prácticas informales de desmantelamiento de RAEE son muy inseguras y crean una grave contaminación ambiental.</li> <li>• Pérdida o daño de materiales en procedimiento de extracción</li> </ul>	

