



**Diseño de un Centro de Acopio de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos  
(RAEE), Empleando Logística Inversa - Ciudad de Tunja**

**V. Patiño, C. Samacá**  
20411616890 - 20411418928

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería Industrial

Tunja, Colombia

2021

**Diseño de un Centro de Acopio de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE),  
Empleando Logística Inversa - Ciudad de Tunja**

**V. Patiño, C. Samacá**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Industrial**

Director (a):  
(Magister, Ingeniera), Sandra Patricia Hernández Ávila

Línea de Investigación:  
Productividad, Competitividad e Innovación

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería Industrial

Tunja, Colombia

2021

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado  
Diseño de un Centro de Acopio  
de Residuos de Aparatos Eléctricos  
y Electrónicos (RAEE), Empleando  
Logística Inversa - Ciudad de Tunja,  
Cumple con los requisitos para optar  
Al título de Ingeniero Industrial.

---

Firma del Tutor

---

Firma Jurado

---

Firma Jurado

Tunja, 05-junio-202

## *Dedicatoria*

*A mi mamá Gloria De Antonio por brindarme su amor y apoyo incondicional para obtener esta meta, por ser un ejemplo de dedicación y persistencia, por inculcarme los valores, principios que me formaron como persona y la construcción de una vida profesional de excelencia.*

*Lizeth Patiño*

*Toda la honra y gloria es para Dios, que me permitió llegar a este punto de vida y que en ocasiones se sintió imposible de lograr, también a los esfuerzos, luchas, adversidades y paciencia que mi madre ha tenido conmigo por impulsarme y motivarme a diario, con mucho amor este trabajo de grado está completamente dedicado a Rita M<sup>a</sup> Torres.*

*Carolina Samacá T.*

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por guiar cada uno de mis pasos, a mi familia por acompañar cada uno de mis logros en especial de este, A los ingenieros que nos asesoraron a lo largo del proyecto aportándonos conocimiento y contribuyendo a mejorar cada día más y todos los que me apoyaron en mi crecimiento profesional.

Lizeth Patiño

Un agradecimiento a todos aquellos docentes que a lo largo de la carrera me brindaron sus saberes; En este proceso han sido tantas las personas que han aportado para que este sueño se cumpla que es imposible nombrarlos a todos, sin embargo, de todo corazón agradezco inmensamente por haber estado presentes en este logro, a las personas que ya no están ahora me acompañan desde el cielo espero estén orgullosas de mí.

Carolina Samacá T.

## **Resumen**

El auge de la revolución 4.0 y la pandemia COVID – 19, dieron hincapié a la comercialización de aparatos electrónicos y eléctricos a gran escala derivando a su vez un incremento en el cambio de tecnología en las industrias y hogares de todos sus equipos tecnológicos, lo que trajo consigo un incremento en la generación en los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos; La ciudad de Tunja Boyacá no es indiferente en la producción de estos residuos, por lo que dentro de los objetivos principales del desarrollo de este proyecto es el de emprender con un centro de acopio para la gestión de los mismos, implementando logística inversa y contribuyendo a la disminución de impactos medio -ambientales socio- culturales de la ciudad.

En la ejecución de la investigación se caracterizó la generación de RAEE de la línea gris y marrón, las cuales comprende los equipos informáticos y de telecomunicación en la ciudad de Tunja, donde se logró determinar las zonas con mayor generación de residuos de la ciudad. Luego se determinaron los componentes de la cadena de logística inversa para recolección de los RAEE, con el fin de identificar los proveedores, distribuidores y así establecer la ubicación apropiada dentro de la ciudad, en el cual se pueda ejecutar el proyecto y que estos RAEE, tengan una recolección, tratamiento y disposición final apropiada.

***Palabras Clave:*** Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), Logística inversa, Economía circular, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Ecodiseño.

## **Abstract**

The rise of the revolution 4.0 and the pandemic COVID - 19, gave emphasis to the commercialization of electronic and electrical devices on a large scale deriving in turn an increase in the change of technology in industries and homes of all their technological equipment, which brought with it an increase in the generation of electronic and electrical waste; The city of Tunja Boyacá is not indifferent in the production of this waste, so one of the main objectives of the development of this project is to undertake with a collection center for the management of the same, implementing reverse logistics and contributing to the reduction of environmental and socio-cultural impacts of the city.

In the execution of the research, the generation of WEEE of the gray and brown line was characterized, which includes computer and telecommunication equipment in the city of Tunja, where it was possible to determine the areas with the highest waste generation in the city. Then the components of the reverse logistics chain for WEEE collection were determined, in order to identify the suppliers, distributors and thus establish the appropriate location within the city, in which the project can be executed and that these WEEE have an appropriate collection, treatment and final disposal.

**Keywords:** Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), Reverse logistics, Circular economy, Sustainable Development Goals (SDGs), Ecodesign.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	13
<b>Planteamiento del Problema</b> .....	14
<b>Descripción del Problema</b> .....	15
<b>Formulación del Problema</b> .....	17
<b>Justificación</b> .....	18
<b>Objetivos</b> .....	20
<b>Objetivo General</b> .....	20
<b>Objetivos Específicos</b> .....	20
<b>Marco Referencial</b> .....	21
<b>Antecedentes Ámbito Internacional</b> .....	21
<b>Antecedentes Ámbito Nacional</b> .....	22
<b>Antecedentes Ámbito Regional</b> .....	23
<b>Marco Teórico</b> .....	24
<b>Logística</b> .....	24
<b>Cadena de suministro</b> .....	24
<b>Estructura de una cadena de suministro</b> .....	25
<b>Actores de cadenas de suministro</b> .....	25
<b>Tipología de los Flujos de Retorno</b> .....	27
<b>Centro de distribución</b> .....	27
<b>Integración de logística inversa en el medio ambiente</b> .....	27
<b>Diseño de logística inversa</b> .....	27



<b>Generación de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)</b> .....	28
<b>Gestión integral de residuos</b> .....	29
<b>Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos</b>	
<b>Eléctricos y Electrónicos</b> .....	29
<b>Política Nacional Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y</b>	
<b>Electrónicos</b> .....	30
<b>Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos De Tunja PGIRS 2015</b> .....	30
<b>Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y</b>	
<b>actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)</b> .....	31
<b>Marco Conceptual</b> .....	31
<b>Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE)</b> .....	31
<b>Aprovechamiento de RAEE</b> .....	31
<b>Ciclo de vida del producto</b> .....	32
<b>Disposición final de residuos peligrosos</b> .....	32
<b>Desensamble</b> .....	32
<b>Ecodiseño</b> .....	32
<b>Gestión integral</b> .....	32
<b>Impacto Ambiental</b> .....	33
<b>Logística Inversa</b> .....	33
<b>Productor de AEE</b> .....	33
<b>Gestor de RAEE</b> .....	33
<b>Reciclaje</b> .....	34

Reusó .....	34
Reutilizar .....	34
Remanufacturados.....	34
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) .....	34
Sistemas de recolección y gestión de los RAEE.....	35
<b>Marco Geográfico .....</b>	<b>35</b>
<b>Tunja .....</b>	<b>35</b>
<b>Marco Legal.....</b>	<b>36</b>
<b>Diseño Metodológico.....</b>	<b>38</b>
<b>Tipo y Enfoques de Investigación.....</b>	<b>38</b>
<b>Variables de Medición .....</b>	<b>39</b>
<b>Recolección y Análisis de Datos.....</b>	<b>39</b>
<b>Fase 1.....</b>	<b>39</b>
<b>Fase 2.....</b>	<b>40</b>
<b>Unidad de Estudio o Muestra .....</b>	<b>41</b>
<b>Fases y Actividades Metodológicas.....</b>	<b>41</b>
<b>Caracterizar la Generación de RAEE en la Ciudad de Tunja. ....</b>	<b>42</b>
<b>Aplicación de la encuesta.....</b>	<b>43</b>
<b>Resultados y análisis obtenidos.....</b>	<b>44</b>
<b>Información secundaria de generación de RAEE.....</b>	<b>49</b>
<b>Diagnóstico de Diagrama de Causa-Efecto.....</b>	<b>50</b>
<b>Diagnóstico de Matriz DOFA .....</b>	<b>52</b>

<b>Caracterización de los Tipos de RAEE Generados</b> .....	56
<b>Determinar los componentes de la cadena de logística inversa.</b> .....	58
<b>Identificación puntos de generación de residuos.</b> .....	58
<b>Identificación de los posibles proveedores, distribuidores y clientes</b> .....	59
<b>Determinar ubicación de centro de acopio.</b> .....	59
<b>Análisis jerárquico de ubicación AHP</b> .....	60
<b>Establecer los métodos de recolección y transporte hasta el centro de acopio.</b> .....	62
<b>Selección de ubicación de contenedores</b> .....	62
<b>Rutas de recolección</b> .....	66
<b>Herramientas logísticas y de gestión</b> .....	69
<b>Diseño de un centro acopio para la gestión y disposición final de RAEE Línea gris:</b>	
<b>“equipos informáticos y de telecomunicaciones”, en la Ciudad de Tunja</b> .....	74
<b>Determinación de gestores ambientales para tercerizar</b> .....	74
<b>Estudio técnico para determinar los requerimientos internos del centro de acopio</b> .....	75
<b>Desensamble manual</b> .....	75
<b>Fase de Entrega</b> .....	76
<b>Fase de Recogida</b> .....	77
<b>Fase de Tratamiento</b> .....	77
<b>Fase Disposición Final</b> .....	78
<b>Fichas de Caracterización de Procesos</b> .....	78
<b>Equipos y herramientas para gestión interna</b> .....	78
<b>Modelo de gestión del centro de acopio</b> .....	83

<b>Definir diagrama de procesos .....</b>	<b>83</b>
<b>Estructura organizacional.....</b>	<b>84</b>
<b>Descripción del objetivo y alcance de los cargos .....</b>	<b>85</b>
<b>Nómina.....</b>	<b>86</b>
<b>Misión.....</b>	<b>86</b>
<b>Visión.....</b>	<b>86</b>
<b>Valores .....</b>	<b>87</b>
<b>Diseño del centro de acopio.....</b>	<b>87</b>
<b>Ubicación .....</b>	<b>87</b>
<b>Distribución en Planta .....</b>	<b>88</b>
<b>Estudio Financiero .....</b>	<b>92</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>104</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>105</b>
<b>Lista de Referencias .....</b>	<b>106</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>113</b>

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> Puntos Ecológicos de elementos reciclables.....	16
<b>Tabla 2</b> Funciones Logística .....	26
<b>Tabla 3</b> Normograma RAEE.....	36
<b>Tabla 4</b> Descripción de fases y actividades metodológicas .....	41
<b>Tabla 5</b> Identificación de los residuos de RAEE de línea gris y marrón con mayor salida de desuso.....	47
<b>Tabla 6</b> Jornadas de recolección de RAEE .....	50
<b>Tabla 7</b> Matriz DOFA.....	53
<b>Tabla 8</b> Caracterización de los tipos de RAEE generados en la ciudad de Tunja .....	57
<b>Tabla 9</b> Identificación de proveedores, distribuidores y clientes .....	59
<b>Tabla 10</b> Criterios.....	60
<b>Tabla 11</b> Matriz con mayor puntaje para determinación de ubicación .....	61
<b>Tabla 12</b> Ubicación de contenedores en Zonas de Tunja según su generación de RAEE .....	63
<b>Tabla 13</b> Ficha técnica de contenedor para RAEE .....	65
<b>Tabla 14</b> Descripción de ubicaciones contenedores .....	66
<b>Tabla 15</b> Ficha técnica transporte a emplear.....	71
<b>Tabla 16</b> Ficha técnica Apilador manual .....	73
<b>Tabla 17</b> Características de las empresas seleccionadas para disposición final .....	75
<b>Tabla 18</b> Ficha técnica de montacarga.....	79
<b>Tabla 19</b> Ficha técnica prensa.....	80

<b>Tabla 20</b> Destornillador eléctrico.....	81
<b>Tabla 21</b> Relación de los costos de herramientas manuales .....	82
<b>Tabla 22</b> Objetivo y alcance.....	85
<b>Tabla 23</b> Resumen Nómina.....	86
<b>Tabla 24</b> Zona de maquinaria.....	89
<b>Tabla 25</b> Área de tratamiento y almacenamiento.....	89
<b>Tabla 26</b> Departamentos .....	90
<b>Tabla 27</b> Zona de producción.....	90
<b>Tabla 28</b> Área de personal: .....	92
<b>Tabla 29</b> Inversión inicial .....	93
<b>Tabla 30</b> Activos fijos .....	94
<b>Tabla 31</b> Gastos preoperativos.....	95
<b>Tabla 32</b> Costos de producción .....	96
<b>Tabla 33</b> Proyección de ingresos .....	97
<b>Tabla 34</b> Otros Ingresos .....	98
<b>Tabla 35</b> Proyección E.S.F.....	99
<b>Tabla 36</b> Proyección flujo de caja.....	100
<b>Tabla 37</b> Proyección balance general.....	101
<b>Tabla 38</b> Indicadores .....	103

## Lista de Figuras

<b>Figura: 1</b> Esquema de la Logística .....	24
<b>Figura: 2</b> Estructura de una Cadena de Suministro .....	25
<b>Figura: 3</b> Actividades en las Redes de Logística inversa .....	28
<b>Figura: 4</b> Ubicación del Municipio de Tunja.....	36
<b>Figura: 5</b> Variables de medición.....	39
<b>Figura: 6</b> Zonas Tunja.....	44
<b>Figura: 7</b> Conocimientos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y ubicación por zonas de Tunja .....	45
<b>Figura: 8</b> Proceso que realiza con los residuos de aparatos eléctricos y electrónico.....	46
<b>Figura: 9</b> Porcentaje de generación de RAEE por zonas .....	48
<b>Figura: 10</b> Diagrama de Causa-Efecto.....	51
<b>Figura: 11</b> Zonas de Tunja con toneladas de generación de RAEE .....	58
<b>Figura: 12</b> Zona industrial de oriente .....	62
<b>Figura: 13</b> Ubicación de contenedores en las zonas de Cuidad de Tunja.....	64
<b>Figura: 14</b> Recorrido de ruta 1.....	67
<b>Figura: 15</b> Retorno al centro de acopio de ruta 1 .....	68
<b>Figura: 16</b> Diagrama de flujo Centro de acopio RAEE.....	70
<b>Figura: 17</b> Disposición final de residuos de RAEE.....	74
<b>Figura: 18</b> Proceso general de operación.....	76
<b>Figura: 19</b> Mapa de procesos de gestión .....	83
<b>Figura: 20</b> Organigrama.....	84

<b>Figura: 21</b> Plano primer piso centro de acopio.....	88
<b>Figura: 22</b> Plano segundo piso centro de acopio .....	91

### **Lista de ecuaciones**

Ecuación 1 Para determinar la muestra de la población .....	42
---	----



## Lista de Anexos

<b>Anexo A</b> Encuesta a la Población sobre Conocimiento y Generación De Residuos RAEE .....	113
<b>Anexo B</b> Entrevista.....	117
<b>Anexo C</b> Ficha técnica palés de madera.....	118
<b>Anexo D</b> Ficha técnica de contenedor metálico .....	119
<b>Anexo E</b> Selección y clasificación .....	120
<b>Anexo F</b> Reparación y reuso .....	121
<b>Anexo G</b> Descontaminación.....	122
<b>Anexo H</b> Desensamble .....	123
<b>Anexo I</b> Almacenamiento de reciclaje .....	124
<b>Anexo J</b> Ficha técnica de Destornillador.....	125
<b>Anexo K</b> Ficha técnica de Martillo .....	125
<b>Anexo L</b> Ficha técnica de Punzón .....	126
<b>Anexo M</b> Ficha de alicate.....	126
<b>Anexo N</b> Ficha estilete.....	127
<b>Anexo O</b> Ficha técnica bascula .....	127
<b>Anexo P</b> Ficha soplador eléctrico.....	128
<b>Anexo Q</b> Nómina detallada .....	129
<b>Anexo R</b> Proyección de ingresos detallada .....	131

## Introducción

El surgimiento de nuevas tecnologías de consumo, ha aumentado significativamente la producción de aparatos electrónicos y eléctricos, lo que está llevando a las industrias a innovar, satisfaciendo las necesidades requeridas a nivel mundial. Asimismo, las personas comienzan a darse cuenta de la necesidad de crear un ambiente más limpio y verde e introducir chips reciclables en nuestra vida diaria, sin embargo, debido a la complejidad de estos residuos, no se le ha dado importancia lo cual representa una oportunidad de poder gestionar de una manera adecuada estos residuos brindados una significativa importancia para la población.

Para el desarrollo del proyecto se estableció la generación de RAEE de la línea gris y marrón, los cuales comprende los equipos informáticos y de telecomunicaciones en la ciudad de Tunja, la recolección de datos se obtuvo a través de encuesta, donde se tabuló y analizó la información derivada de la misma, de igual forma por medio de investigaciones con entes como Gobernación, Corpoboyacá se determinó la cantidad de RAEE recolectados y generados; Con los datos obtenidos en la encuesta, se logró determinar las zonas con mayor generación de residuos de la ciudad de Tunja, así mismo los puntos de aglomeración para la ubicación de contenedores ecológicos. Con los resultados alcanzados se determinaron componentes de la cadena de logística inversa para la recolección de RAEE identificando proveedores, distribuidores y consumidores, lo que estableció la ubicación más apropiada en la ciudad del centro de acopio RAEE, permitiendo de manera ágil y eficaz el modelo de gestión y operación del mismo, creando un espacio oportuno y eficaz para la gestión y disposición final apropiada a los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos. Lo cual a su vez pueden ser de gran utilidad en investigaciones con entidades educativas o empresas otorgando beneficios ambientales.

## Planteamiento del Problema

En la actualidad la ciudad de Tunja cuenta con 167.991 habitantes, según el censo de DANE (2018) “con respecto a las proyecciones presentadas por el mismo ente, para el año 2020 contaría con 179.263 habitantes y para el 2021 con 180.568 dando a entender que la población experimentaría un crecimiento de 1000 a 1500 habitantes”, generando así el incremento en el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos dados los avances científicos y tecnológicos en la sociedad actual; donde nos vemos incurridos en la necesidad de una educación virtual y remota, teletrabajo, ventas en línea, sistematización de actividades laborales, nuevos esquemas de entretenimiento digital, y consumismo; causando daños ambientales, puesto que los residuos terminan en rellenos sanitarios en ríos o incinerados.

Según Calderón et al. (2010) ha afirmado que los aparatos eléctricos y electrónicos (A.E.E.) poseen cientos de compuestos diferentes, valiosos como posiblemente peligrosos. Oro, plata, paladio y cobre son algunos de los materiales valiosos que se pueden recuperar de los RAEE; plomo, cadmio, mercurio y arsénico son algunos de los componentes peligrosos que pueden estar presentes en los equipos eléctricos y electrónicos en desuso, lo cual va a depender del tipo de tecnología, país de origen y del fabricante (pág 10), estas mezclas, con un desensamble incorrecto pueden emitir daño al ambiente.

Esto hace que la presencia de metales pesados, contaminantes inorgánicos, los aditivos que retardan las llamas y otras sustancias peligrosas que se pueden encontrar en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, de categorías línea blanca, marrón, gris y los pequeños electrodomésticos (Calderón et al. 2010)

## Descripción del Problema

Se identificó, según Informe PGIRS (2018) de la alcaldía de Tunja para el año 2019, la caracterización de los residuos RAEE arroja un 41.79% de generación promedio, del cual solo se estima que su reutilización es de un 10%, y únicamente el 25.8% se entrega a recicladores, se estima que llegue al relleno sanitario un 6% (pág 33) de la generación total de esos residuos

Tunja dispone con el relleno sanitario de Pírgua situado en el kilómetro 3, Tunja - Oicatá, que para el año 2018 manejaba 5.258,1 toneladas de residuos especiales del municipio. Tunja a través de una alianza estratégica con: Gobernación de Boyacá, Corpoboyacá, Urbaser Tunja, Ejército Nacional, Policía Nacional y la secretaria de desarrollo adelantaron campaña de recolección donde se obtuvieron a través de empresas como, “EcoCómputo (5.364 kg.), Pilas el ambiente (231 kg.), Red verde (419 kg.), Puntos verdes (6.099 kg.), Lumina (2.153 kg.), Cierra el ciclo (0 kg.), Punto azul (180 kg.), Recoenergy (28 und), Rueda verde (1.110 und)” (Informe PGIRS, 2018 p 34), sin embargo esto hace evidencia que en Tunja, no cuenta con una sola organización que administre la gestión de estos residuos y que se apoya de empresas a nivel nacional; Tunja no dispone con instalaciones que cuenten con todas las licencias ambientales de acuerdo a la actual regulación ambiental. Como algunos autores han indicado “De la misma forma, el transporte de los residuos que se consideran como peligrosos, debe ser realizado dando cumplimiento a las normas ambientales y de transporte vigentes para el manejo de los mismos” (Calderón et al., 2010 pág 33), de tal modo se identifica que en la ciudad de Tunja aún no se implementan tales consideraciones, revelando que se hace tratamiento de material reciclable por parte de los colectivos ReciTunja y Reciboy en los siguientes puntos ecológicos ver tabla 1.

**Tabla 1***Puntos Ecológicos de elementos reciclables*

<i>Punto de Recolección</i>	<i>Áreas de Cubrimiento</i>
Polideportivo del horizonte y Altamira	Barrios: bello horizonte Altamira
Calle 19 con Cra 18	Barrios; el milagro, Kennedy y concepción
Parque san Laureano calle 4 con Cra 9	Barrios: Aquimin, San Laureano consuelo
Pradera Mesopotamia	Barrios: villa olímpica, pradera, Mesopotamia
Muiscas	Barrios; muiscas, Medilaser
Almacén Paraíso Muiscas	Barrios; muiscas, conjuntos residenciales Uniboyacá
Plaza norte	Barrios: Santa Ana, concesionarios, san Antonio del bosque, olímpica
Florida en la cancha	La florida
Ciudadela sol de oriente Cra 4 con 3c	Ciudadela Sol de Oriente

*Nota:* Esta tabla muestra los puntos ecológicos que se tienen dispuestos en la ciudad de Tunja para la recolección de elementos reciclables por parte de los colectivos Recitunja (Pgirsalctunja, 2015, pág 33)

Sin embargo se evidencia que no se tienen registros de estos colectivos para la gestión de acopio y/o disposición de RAEE en Tunja dado el informe de “Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Tunja, Boyacá”(Pgirsalctunja, 2015), creando una afectación ambiental, social y económica a la misma, desde el punto de vista que no se ha gestionado alianzas para que se realice una disminución de impuestos a quienes realizan este trabajo, no se dispone de la infraestructura apropiada para el tratamiento de estos residuos, hay poca sensibilización de la ciudadanía con respecto a la separación de estos residuos, la poca capacitación del personal encargado de esta recolección puesto que la mayor parte del personal de estos colectivos son personas mayores de 60 años, siendo una de las poblaciones más vulnerables, según encuesta realizada por (Pgirsalctunja, 2015 y revelando que son cabeza de hogar con un nivel educativo precario. Según Pgirsalctunja (2015) “Esta deficiencia en la población de recuperadores trae consigo altos costos culturales, sociales y económicos para el

individuo y la sociedad” (p 78). Se puede observar que no tienen un seguro de salud estable ya que la gran mayoría se encuentran afiliados al Sisbén, 80% de los asociados

Asimismo, el crecimiento de “la innovación tecnológica y la reducción del ciclo de vida de los aparatos” Escobar et al., 2017, (p 15) el consumismo, entre otros elementos; esto con base en los datos arrojados por la Cámara Colombiana de Informática y telecomunicaciones, “el sector de la economía digital ha presentado un crecimiento del 9.9 % nominal durante las últimas décadas (Dirección de Gobierno Digital, 2019); esto debido a que la población actual está acostumbrada al constante cambio de muchos aparatos eléctricos por el simple hecho que estos tienen una evolución avanzada al anterior, lo cual favorece que dichos residuos sean uno de los contaminantes con gran incremento en el mundo, tanto en los países desarrollados como en los tercermundistas. De allí la importancia que se realice una gestión integral tanto ambiental como económica en la disposición final de estos residuos; una ubicación final de estos implica elevados recursos y una gran inversión de tiempos y costos. Muchas veces no se le brinda el valor a los impactos que trae la contaminación derivada de los RAEE y es allí donde no se está dispuesto a asumir los costos que estos conllevan, por tanto, se puede optar por una logística inversa y una economía circular demostrando que es una metodología eficiente de fácil implementación y con grandes beneficios económicos.

### **Formulación del Problema**

De acuerdo con las anteriores consideraciones generadas en torno al tratamiento de los residuos de aparatos electrónicos y eléctricos y la contaminación que estos generan se debe cuestionar **¿Mediante la creación de un centro de acopio, empleando logística inversa se podrá mitigar los efectos negativos generados por los RAEE en la ciudad de Tunja?**

## Justificación

El manejo de los RAEE y su disposición final, en Colombia tienden a ser cada vez más importantes, extendiéndose a aspectos legales, obligando a fabricantes y distribuidores de aparatos eléctricos y electrónicos a hacer logística inversa y a los consumidores a hacer un uso responsable junto con una adecuada disposición final, cuando dichos aparatos entren en des-uso.

A nivel Nacional el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) difundió la Política nacional de RAEE en el año (2017), Conforme a la (Ley 1672, 2013) “se encuentran los principios, objetivos, componentes y acciones”, donde (Escobar et al., 2017) “establece Los Lineamientos Para La Adopción De Una Política Pública De Gestión Integral De Residuos De Aparatos Eléctricos Y Electrónicos (RAEE) basados en la (Ley 1672, 2013)” (p 14) dando las herramientas suficientes para que la ciudad de Tunja busque cumplir con los Lineamientos establecidos para la gestión de estos residuos y de esta forma entre en una economía circular

Se conoce como alternativa de las empresas de telecomunicación como Claro y Tigo la implementación de depósitos para que los usuarios pueden ir a llevar los equipos que ya no tienen uso, objetivo por el cual evitan que muchos de ellos terminen en lugares inadecuados ya que estas compañías gestionan una disposición acorde con los residuos de aparatos electrónicos. Sin embargo, estas alternativas son poco conocidas puesto que estas empresas no motivan a que los consumidores puedan dejar sus aparatos sin uso en esos depósitos lo cual incrementa la incertidumbre de que disposición se implementa con estos residuos, aumentado aun mayor la generación de RAEE

Acorde a la legislación colombiana Escobar et al. (2017) propone que “la gestión de los RAEE, los sistemas de recolección y gestión son responsabilidad de los fabricantes e

importadores de los Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) con el apoyo de los comercializadores y la participación de los consumidores” Actualmente se han generado 3 regulaciones de categorías de RAEE, según la (Resolución 1512, 2010) “establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y periféricos y se adoptan otras disposiciones”

Los beneficios de utilizar el modelo de logística inversa también involucran aspectos clave, como la coherencia con el modelo de desarrollo sostenible, la reducción en costos, los componentes extraídos de los residuos, logrando sinergia con el ecodiseño permitiendo realizar actividades de sustitución de producto, lo cual es una excelente fuente de fidelización del cliente y facilita el reemplazo de materias primas por elementos reciclables, ahorrando costes y generando ingresos. La posibilidad de cambiar el empaque del producto, reducir la cantidad de productos en inventario, mientras se mantiene el valor real, mejorar la seguridad contra robos y reducir el impacto ambiental.

Según la información dada por CorpoBoyacá del 15 de mayo de 2020 bajo el radicado interno 160-3543 en los municipios de jurisdicción de CorpoBoyacá, no existen empresas licenciadas para el tratamiento de estos residuos; por tanto la finalidad de este proyecto es contribuir y buscar una mejora en la conservación del medio ambiente empleando herramientas dadas por el gobierno y metodologías que faciliten el manejo integral de gestión de RAEE para Tunja, encaminándose hacia una economía circular, dejando una huella a nivel local de sensibilización en la disposición final de dichos residuos ya que no se cuenta con la debida gestión en la ciudad.



## Objetivos

### Objetivo General

- Realizar el diseño de un centro de acopio de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), empleando una red de logística inversa con el fin de mitigar los impactos ambientales de RAEE en la ciudad de Tunja.

### Objetivos Específicos

- Caracterizar la generación de RAEE Línea gris: “Comprende los equipos informáticos y de telecomunicaciones”, en la ciudad de Tunja.
- Determinar los componentes de la cadena de logística inversa.
- Establecer el diseño de un centro acopio para la gestión y disposición final de RAEE Línea gris y marrón: “equipos informáticos, telecomunicaciones de audio y video”, en la ciudad de Tunja

## Marco Referencial

### Antecedentes **Ámbito Internacional**

Vásquez Aguilera (2016) **Modelo para la implementación de un sistema de logística inversa como parte de la economía circular** La Logística Inversa es una parte fundamental de la Cadena de Suministro de Ciclo Cerrado y de la Economía Circular. Se puede decir que la Logística Inversa es el motor principal para el cambio de un sistema lineal a otro circular, además el hilo conductor que une el fin de la cadena con un nuevo inicio. (p 11)

Dieste et al., (2018) **Reverse logistics models for the collection of Waste Electrical and Electronic Equipment: The Brazilian** Contribuye al conocimiento contemporáneo en el campo de la recogida de RAEE y la logística inversa, ya que la gestión de RAEE suele necesitar la adopción de acciones inmediatas para solucionar el problema de los residuos. y estos tienen efecto al mismo tiempo en el establecimiento de un modelo de recolección. ya que el tema de la sostenibilidad se está volviendo cada vez más internacional y los países que son más respetuosos con el medio ambiente están fomentando otras naciones a respetar el medio ambiente y unir fuerzas contra la contaminación.

Cole et al. (2016) **Extending product lifetimes through WEEE reuse and repair: Opportunities and challenges in the UK** Examina las oportunidades para extender la vida útil del producto mediante la reutilización. Reino Unido alienta adecuadamente una mayor reparación y reutilización de acuerdo con el programa de reducción de desechos.

Las formas de abordar esto son aumentar la longevidad del producto, ya sea prolongando la primera vida útil del mismo o abordando los problemas de reparación, reutilización y reciclaje. Reutilizar productos y, por lo tanto, extender el uso de ese artículo más allá del punto en el que su primer usuario lo ha desechado sería preferible al reciclaje o la eliminación.

### **Antecedentes Ámbito Nacional**

Morales (2013) **La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento** La Logística Reversa o Inversa gestiona el retorno de los productos al final de la cadena de abastecimiento en forma efectiva y económica. Su objetivo es la recuperación y reciclaje de envases, embalajes, desechos y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Se adelanta a la declinación del ciclo de la vida útil del producto, con objeto de mercados de mayor rotación.

Martínez Muñoz (2016) **Estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental aplicada a RAE** El arte de la logística inversa como estrategia ambiental, mediante la descripción de actividades que contribuye a la buena utilización de los RAEE. El objetivo principal de la logística inversa, es recuperar y prolongar el ciclo de vida que a su vez traerá beneficios económicos, sociales y ambientales; teniendo en cuenta que habrá una disminución en residuos expuestos a la intemperie, disminuyendo la afectación que se da al medio ambiente y la salud de las personas.

Martí Frías (2014) **La logística inversa: Gestión de RAEE:** El objetivo es la reutilización de todos los materiales, productos y desechos posibles mediante técnicas de recuperación, renovación y reprocesamiento, es decir, que los materiales lleguen de nuevo al productor para su reuso total o parcial. La finalidad de este proceso es mover productos desde su destino final en la cadena de suministro para conseguir darle un valor añadido o destruirlo adecuadamente.

### **Antecedentes Ámbito Regional**

Castillo Gonzales (2018) **Caracterización de la red logística de la empresa** Por su parte Mineralex empresa que será objeto de estudio, se dedica a la explotación y venta de carbón en la zona del norte de Boyacá, no tiene actualmente documentados los procesos que se realizan en su cadena de suministros y por lo tanto no se reconocen las falencias y oportunidades de mejora que deben tener en la empresa. Por esa razón se busca e la caracterización de la red logística de la empresa, todo mediante el cumplimiento de unos objetivos que comenzarán con el diagnóstico inicial, para así poder identificar el estado actual en el que se encuentra la empresa y cuáles pueden ser las oportunidades de mejora.

Silva Rodríguez (2017) **Diseño de una red de logística inversa caso de estudio:**

**Usochicamocha – Boyacá** Este artículo presenta los resultados finales de una investigación desarrollada en el distrito de riego Uso Chicamocha del departamento de Boyacá Colombia, en la cual se presenta un problema de manejo y tratamiento inadecuado de los residuos de plaguicidas por parte de los agricultores, causando contaminación al medio ambiente. Debido a lo anterior, con la investigación a desarrollar se plantea una posible configuración y funcionamiento de la red de Logística Inversa

utilizada actualmente para la recolección, acopio y disposición final de los residuos de plaguicidas en dicha zona, con el fin de desarrollar un modelo de programación lineal entera mixta para el diseño de la red y finalmente por medio de herramientas de la investigación de operaciones, proponer diversos escenarios de mejoras del sistema actual.

## Marco Teórico

### *Logística*

Según Merino et al. (2017) La gestión logística es la parte de la administración de la cadena de suministro, que planifica, implementa y controla el flujo eficiente, eficaz, en avance y en retroceso, así como el almacenaje efectivo y eficiente de bienes y servicios, e información relacionada desde el punto de vista de origen al punto de vista de consumo, para poder cumplir con los requerimientos de los clientes (p 11) ver figura 1.

### **Figura: 1**

#### *Esquema de la Logística*



*Nota:* La anterior figura describe el proceso que se realiza para la logística de un producto integrando todos los factores para la satisfacción del cliente (Merino et al., 2017)

### *Cadena de suministro*

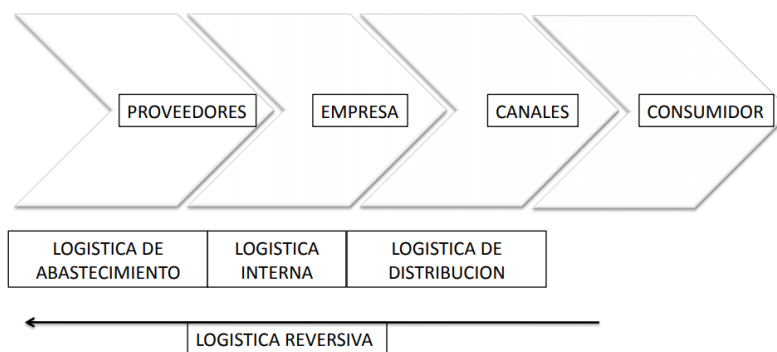
“ Para el Supply Chain Council, una cadena de suministro abarca todos los esfuerzos realizados en la producción y entrega de un producto final” (Pires, S, 2012)

### ***Estructura de una cadena de suministro***

La función principal es buscar una estrategia que optimice los elementos básicos como lo el abastecimiento de materia prima, la fabricación del producto y la distribución. Indica el proceso de comercialización del producto, mediante el uso de transporte, almacenes de cadena y proveedores, con el objetivo de que lleguen a los clientes finales, ver figura 2.

### **Figura: 2**

#### *Estructura de una Cadena de Suministro*



*Nota:* La anterior figura describe las estrategias básicas para abastecer la cadena de suministro con el fin de llegar a la satisfacción de los consumidores finales (Gutiérrez, 2015)

### ***Actores de cadenas de suministro***

Para llevar a cabo una correcta gestión se debe disponer de unos elementos indispensables en la ejecución del proceso, Arcia (2018) propone

Proveedores: Aquellas personas u organizaciones que se encargan de distribuir, ofrecer, conceder o arrendar el uso de bienes y servicios,

Transporte: Encargados del traslado de materias primas, productos terminados e insumos entre empresas y clientes

Fabricantes: Corresponde a los que transforman la materia prima en algún artículo.

Clientes: Parte importante de la cadena de suministros, aquellos cuyas necesidades deben estar cubiertas (Arcia, 2018)

Comunicación: Es una característica básica para que las operaciones entre cada elemento de la cadena fluyan y se desarrolle correctamente. (Arcia, 2018)

Tecnología: Permite a los elementos de la cadena de abastecimiento optimizar sus tareas y realizarlas en menor tiempo. (Arcia, 2018)

**Tabla 2**

*Funciones Logística*

<i>Área</i>	<i>Funciones</i>	<i>Descripción</i>
<i>Aprovisionamiento</i>	Gestión de pedidos	Comprende <ul style="list-style-type: none"> <li>● Especificar las necesidades</li> <li>● Búsqueda de proveedores</li> <li>● Determinar las mercancías necesarias</li> <li>● Realizar el pedido</li> <li>● Recepción de la mercancía</li> </ul>
	Gestión de stock	Determinar los niveles de stock adecuados para el funcionamiento de la empresa
<i>Logística interna</i>	Almacenaje	Ubicación, conservación y manipulación de las mercancías mientras están en la empresa.
	Control de inventarios	Control y valoración de las existencias de las mercancías en los almacenes
<i>Logística externa</i>	Expedición de mercancías	Preparación de los pedidos de clientes incluyendo el embalaje de los productos
	Transporte	Traslado de la mercancía desde la mercancía hacia el punto de destino.
	Atención al cliente	Desarrollo del sistema de logística comercial en función de las necesidades del cliente

*Nota:* La anterior tabla describe las relaciones que tienen las funciones logísticas para eficaz producción y comercialización (Lobato, F, 2013)

### ***Tipología de los Flujos de Retorno***

Según Iglesias (2018) propone que el camino inverso a través de la cadena de suministro lo recorren muchos tipos de mercancías y elementos; esto nos indica que los procesos operativos van a ser distintos, consecuencia de esa variedad. Son muy distintos los flujos de embalajes que podemos volver a utilizar en la cadena y que van de los mayoristas a los fabricantes, a productos que ya han finalizado su vida útil y que van a centros de tratamiento para intentar valorizar alguna de sus piezas de cara al mantenimiento.

### ***Centro de distribución***

Los centros logísticos son los nodos donde se van a desarrollar las actividades logísticas y deben estar perfectamente equipados para la consecución de los objetivos prefijados.

Entre otras funciones, los centros logísticos se conciben para la realización del abastecimiento a los entornos urbanos próximos. (Antún, 2013)

### ***Integración de logística inversa en el medio ambiente***

La gestión logística se transforma, de manera que se incorpora la variable medio ambiental en su ámbito de actuación. Esto supone importantes retos y cambios. Se pasa de la cadena tradicional a la cadena inversa (o medioambiental), de la logística tradicional a la logística inversa. (Mora & Martín, 2013)

### ***Diseño de logística inversa***

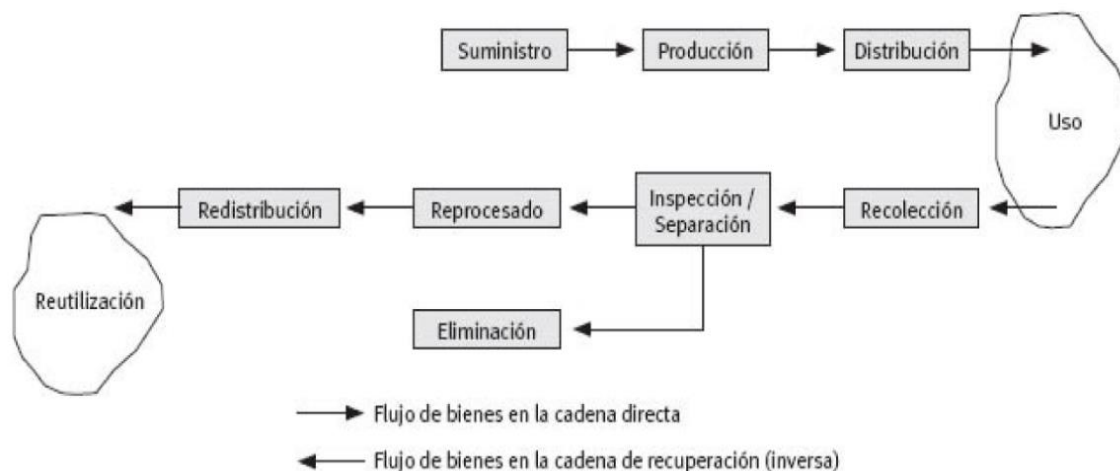
Es así que para el desarrollo de las estrategias se consideran las consecuencias que traen las devoluciones realizadas por los clientes que aumentan los costos por aumento de inventarios, costos asociados a los retornos del producto, obsolescencia en el inventario,



y por otro lado los impactos ambientales que puede llegar a ocasionar el destino final de estas. (Betancur et al., 2019), ver figura 3.

### Figura: 3

#### *Actividades en las Redes de Logística inversa*



*Nota:* La figura anterior describe las fases que se llevan a cabo en la logística inversa con el fin de se puede reutilizar el producto al máximo (Iglesias, 2018)

#### ***Generación de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)***

La generación acelerada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos ha llevado a reconocer el posible impacto ambiental, social y económico que están causando estos riesgos en distintos países del mundo. Estos residuos que están considerados como residuos peligrosos por las características fisicoquímicas que presentan y que parecieran ser una carga económica para sociedad, también puede ser una fuente económica, sobre todo dentro del proceso de gestión se considera la extracción de material valioso contenido en este tipo de residuos o su reacondicionamiento para extender su vida útil, prácticas que ayudan a minimizar los impactos ambientales causados durante de su disposición y manejo. (González, 2012)

### ***Gestión integral de residuos***

En materia de residuos, el estado ha diseñado instrumentos de política, de participación, sancionatorios, técnicos, de vigilancia, seguimiento y control, y como base en una eficiente gestión de los cuales de no ser implementados y mejorados traen consecuencias fatales para la salud humana y para la estabilidad de los ecosistemas y en general del ambiente. De esto se debe conocer el panorama general de la gestión de residuos en Colombia, sus causas, impactos y riesgos asociados para implementar en su marco político y jurídico. (Ochoa, 2018)

Hoyos (2011) Propone que el aprovechamiento de los RAEE estos recursos pueden mejorar los índices tecnológicos claves para el desarrollo económico de los países y al mismo tiempo mejorar la calidad de vida de sus habitantes manteniendo una política amigable con el medio ambiente, la cual en un país como Colombia cobra mayor importancia dada su biodiversidad y riqueza natural.

### ***Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos***

Con el objetivo de determinar los aspectos técnicos que se deben considerar en las diferentes etapas del manejo, de tal forma que se busque la prevención y reducción de los impactos ambientales. Para el cumplimiento de este objetivo, se presenta un contexto general 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. (Calderón et al. 2010)

### ***Política Nacional Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos***

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) define la hoja de ruta hasta el año 2032 que deberán seguir, en un accionar sistémico y coordinado, el Estado, en cabeza de las diferentes entidades de los órdenes nacional, regional y local; los diversos 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 representa la generación creciente de los RAEE y su manejo inadecuado, que puede producir afectaciones a la salud humana y al ambiente. Esta política se formuló de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 1672 de 2013, en el sentido que el Gobierno nacional debe diseñar la política pública para la gestión integral de los RAEE. (Escobar et al., 2017)

### ***Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos De Tunja PGIRS 2015***

“Teniendo en cuenta lo establecido en la resolución 0754 de 2014 se definen objetivos los cuales permiten cumplir los principios básicos para la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de los residuos sólidos en el municipio de Tunja”. (Pgirsalctunja, 2015)

Estos objetivos se realizaron basándose en la información base obtenida, buscando con estos lo siguiente:

- Asegurar la disposición final de los residuos sólidos.
- Desarrollar una cultura de la no basura.
- Fomentar el aprovechamiento de residuos.
- Reducir el impacto en la salud y el ambiente que se pueda causar por la generación y mal manejo de los residuos sólidos.
- Reducir la generación de gases de efecto invernadero.

- Garantizar la sostenibilidad de la gestión integral de residuos sólidos

***Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)***

Según el Pgirsalctunja (2015) se desarrolló como una guía para que los municipios de categorías 5 y 6 puedan aplicar la metodología establecida por el Gobierno Nacional para la formulación, implementación, seguimiento y control de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Este instrumento explica paso a paso el desarrollo de un PGIRS, para lo cual hace uso de los diferentes formatos y entrega herramientas tales como la ejemplificación de proyecciones, indicadores y presupuestos, entre otros.

**Marco Conceptual**

***Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE)***

En Colombia, la Ley 1672 de 2013 (Congreso de la República de Colombia, 2013) define los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) como:

Escobar et al (2017) “define aquellos aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir dichas corrientes”

***Aprovechamiento de RAEE***

Escobar et al. (2017) propone que cualquier proceso que conduzca a recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los residuos, mediante operaciones de recuperación de los componentes o materiales presentes en los residuos o el reciclaje, con el objeto de destinarlos a los mismos fines a los que se destinaban originalmente o a otros procesos.(p 10)

### ***Ciclo de vida del producto***

Es el principio que orienta la toma de decisiones, considerando las relaciones y efectos que cada una de las etapas tiene sobre el conjunto de todas ellas (Escobar et al., 2017, p 10)

### ***Disposición final de residuos peligrosos***

Es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente. (Ley 1672, 2013)

### ***Desensamble***

Se refiere al proceso de separar los principales componentes o partes de componentes que conforman los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (desensamble parcial), o el desensamble de los mismos en todos sus componentes y materiales (desensamble completo). (Ley 1672, 2013)

### ***Ecodiseño***

“Se encuentra estrechamente ligado al diseño sostenible, es el diseño que considera acciones orientadas a la mejora ambiental del producto o servicio en todas las etapas de su ciclo de vida, desde su creación en la etapa conceptual, hasta su tratamiento como residuo”. (Escobar et al., 2017, p 11)

### ***Gestión integral***

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 los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región. (Escobar et al., 2017, p 10)

### ***Impacto Ambiental***

“Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización” (NTC\_ISO\_14001, 2015)

### ***Logística Inversa***

“Es el proceso encargado de proyectar, implementar y controlar los flujos de materia prima que van desde el consumidor, hasta el punto de origen; con el fin de lograr la eficiencia, economía y calidad”. (Escobar et al., 2017, p 10)

### ***Productor de AEE***

Cualquier persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica: fabrique aparatos eléctricos y electrónicos; importe o introduzca aparatos eléctricos y electrónicos o arme o ensamble equipos sobre la base de componentes de múltiples productores; introduzca al territorio nacional aparatos eléctricos y electrónicos. (Escobar et al., 2017, p 10)

### ***Gestor de RAEE***

“Persona que presta de forma total o parcial los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”. (Escobar et al., 2017, p 11)

***Reciclaje***

“Son los procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos recuperados y se devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos” (Escobar et al., 2017, p 10)

***Reusó***

“El reusó de un equipo eléctrico o electrónico se refiere a cualquier utilización de un aparato o sus partes, después del primer usuario, en la misma función para la que el aparato o parte fueron diseñados”. (Ley 1672, 2013)

***Reutilizar***

“Consiste en el aprovechamiento de partes o componentes de un aparato que ha entrado en desuso” (Escobar et al., 2017, p 10)

***Remanufacturados***

“Todos los aparatos eléctricos y electrónicos defectuosos que han pasado por un proceso de evaluación por el productor en donde las partes dañadas han sido reemplazadas y han sido reempaquetadas para salir nuevamente al mercado” (Ley 1672, 2013)

***Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)***

Son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan. 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. (Escobar et al., 2017, p 11)

### ***Sistemas de recolección y gestión de los RAEE***

Instrumento de control y manejo ambiental que contiene el conjunto de actividades desarrolladas por el productor de aparatos eléctricos y electrónicos para garantizar la recolección y gestión integral y ambientalmente segura de los RAEE, con el fin de prevenir y controlar los impactos a la salud y el ambiente. (Escobar et al., 2017, p 10)

### **Marco Geográfico**

#### ***Tunja***

Tunja es la Capital del Departamento de Boyacá - Colombia, Ubicado dentro de la Provincia centro, sobre la cordillera oriental de los Andes a 130 km al noreste de la ciudad de Bogotá. Tunja registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural, (Alcaldía de Tunja, s f.)

Limita por el norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al oriente, con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, por el sur con Ventaquemada y por el occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora. (Alcaldía de Tunja, s f.), ver figura 4.

- Extensión total: 121.4920 Km<sup>2</sup>
- Extensión área urbana: 19.7661 Km<sup>2</sup>
- Extensión área rural: 101.7258 Km<sup>2</sup>
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 2782
- Temperatura: 13°



**Figura: 4***Ubicación del Municipio de Tunja*

*Nota:* (Alcaldía de Tunja, s f.)

**Marco Legal****Tabla 3***Normograma RAEE*

<i>Instrumento legal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autor</i>	<i>Aplicabilidad</i>
<b>Ley 1252 de 2008</b>	Referentes a los residuos y desechos peligrosos.	El Ministerio De Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Toda
<b>Ley 1672 del 19 de julio de 2013</b>	Política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible	Toda
<b>Decreto 284 del 2018</b>	Decreto reglamentario para la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible	Todo

**Tabla 3:***Normograma RAEE (Continuación)*

<i>Instrumento legal</i>	<i>Descripción</i>	<i>Autor</i>	<i>Aplicabilidad</i>
<b>Política nacional 2017</b>	Política nacional para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. (RAEE)	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible	Toda
<b>Lineamientos técnicos Julio de 2010</b>	Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Todo
<b>Resolución 1511 de 2010</b>	Establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de bombillas	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Toda
<b>Resolución 1512 de 2010</b>	Establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y periféricos	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Toda
<b>Resolución 1297 de 2010</b>	Establece los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y acumuladores	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Toda
<b>Directiva 2012/19/UE de 2012</b>	Proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de la generación y gestión de los RAEE	Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2012	Toda
<b>Convenio de Basilea</b>	Controla el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación	Internacional	Todo
<b>Protocolo de Montreal</b>	Es un tratado global que tiene como objetivo proteger la capa de ozono. En relación con la gestión y el manejo de los RAEE	Internacional	Toda
<b>Convenio de Estocolmo</b>	Establece la necesidad de efectuar prácticas ambientales para el manejo de equipos o aparatos con PCB y de plásticos con retardantes de llama.	Internacional	Todo
<b>Convenio de Minamata</b>	Establece medidas para productos con mercurio añadido de más.	Internacional	Todo

*Nota:* Elaboración propia con base normatividad (2021)

## **Diseño Metodológico**

### **Tipo y Enfoques de Investigación**

La ejecución de la investigación se desarrolló a partir del modelo tipo descriptivo-exploratorio- aplicado, con enfoque cuantitativo y cualitativo.

Descriptivo al evidenciar el estado actual de la producción de RAEE en la ciudad de Tunja, exploratorio al usar instrumentos de recolección primaria apoyadas en observación directa y aplicado al diseñar el Centro de acopio los (RAEE), siendo este susceptible de ser implementado en contextos similares.

Para dar cumplimiento al proyecto se identificaron la naturaleza de los datos donde se evidencia una investigación mixta ya que surge de la combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo, lo que sugiere que fundamentalmente es imperativo diseñar una red de logística inversa que acceda a dar una mejor disposición a los residuos eléctricos y electrónicos RAEE y la propuesta del diseño de un centro de acopio apropiado.

## VARIABLES DE MEDICIÓN

**Figura: 5**

*Variables de medición*



*Nota:* Elaboración propia (2021)

## Recolección y Análisis de Datos

### *Fase 1*

Realizar la caracterización de generación de residuos RAEE.

**Implementación:** Durante la obtención de datos se implementó una encuesta estructurada, preguntado a los Tunjanos (colegios, centros comerciales, universidades, puntos de venta tecnológicos, amas de casa, entre otros), una muestra probabilística simple, que piensan de no darle un apropiado uso a los desechos RAEE. Como complemento de recolección se empleó técnicas de interpretación y análisis de documentos escritos, datos biográficos e investigaciones como apoyo para el fin de la recolección de datos; donde se puede identificar la generación de los residuos RAEE a través de los años y que tipo de residuos se desecha más. Con base en esta

información primaria y secundaria se podría establecer un análisis aproximado de la generación de residuos RAEE en ciudad de Tunja, ampliando el conocimiento de la problemática investigada.

### ***Fase 2***

Determinar los componentes de la cadena de logística inversa.

**Implementation:** Se verificará los puntos de generación de RAEE haciendo uso de entrevistas las cuales ayudaran a identificar los puntos de aglomeración más estratégicos para la ubicación de los contenedores de recolección; determinando las posibles selecciones de proveedores, distribuidores, y así poder definir la localización más apropiada para el centro de acopio. Se empleo para los recorridos de recolección de Google Maps, el cual nos simuló cada una de las rutas más apropiadas para poder lograr un mejor desplazamiento de los residuos hacia el centro de acopio. Esto con el fin de estipular los métodos apropiados para la implementación de la logística inversa.

### ***Fase 3***

Establecer el diseño de un centro acopio para la gestión y disposición final de RAEE

**Implementación:** Para el diseño y distribución de cada uno de los requerimientos del centro de acopio se identificó y elaboró: mapa de proceso, fases operativas, fichas de caracterización de proceso, estructura organizacional, alcance y objetivo de los mismos y finalmente la distribución en planta se realizó a través del software Archicad, con su respectiva evaluación financiera, todo esto con el fin que los RAEE tengan una disposición eficiente en cada de los procesos dentro del centro de acopio.

## Unidad de Estudio o Muestra

La unidad de estudio del proyecto serán todas las fuentes generadoras de residuos electrónicos y electrónicos (RAEE), tomando como muestra un total de 598 encuestas las cuales representan las características de un tercio de la población total Tunjana.

## Fases y Actividades Metodológicas

Durante esta fase de investigación se dio mayor importancia el poder alcanzar los objetivos propuestos ya que para el tratamiento de los RAEE se debe disponer con métodos de aprovechamiento y disposición final que cooperen en disminuir la destrucción de los recursos ambientales y la alteración a la salud, por lo cual, se dispuso de fases para dar cumplimiento a estas, las cuales se evidencian a continuación tabla 4:

**Tabla 4**

*Descripción de fases y actividades metodológicas*

	<i>Fases Metodológicas</i>	<i>Actividades</i>
<i>Fase 1</i>	Caracterizar la generación de RAEE Línea gris: “Comprende los equipos informáticos y de telecomunicaciones”, en la ciudad de Tunja.	Diseño de instrumento de recolección de información primaria. Aplicación de encuesta como instrumento para recolección de información primaria a población en general Recolección de información bibliográfica y documental. Análisis de resultados
<i>Fase 2</i>	Determinar los componentes de la cadena de logística inversa	Identificar puntos de generación de residuos. Identificar los posibles proveedores, distribuidores y clientes. Determinar ubicación de centro de acopio Establecer los métodos de recolección y transporte hasta el centro de acopio Determinar herramientas logísticas y de gestión
<i>Fase 3</i>	Establecer el diseño de un centro acopio para la gestión y disposición final de RAEE	Identificar gestores que cuenten con licencia ambiental los cuales puedan coordinar la gestión y aprovechamiento final de la cadena de los RAEE Línea gris y marrón Realizar estudio técnico para determinar los requerimientos del centro de acopio Establecer modelo de gestión del centro de acopio Diseñar centro de acopio Realizar análisis financiero del centro de acopio.

*Nota:* Elaboración propia (2021)

### **Caracterizar la Generación de RAEE en la Ciudad de Tunja.**

Para realizar la caracterización, se ejecutó un diagnóstico en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos “RAEE” optando por una investigación cuantitativa, lo que nos permitirá la medición de cifras estadísticas a través de un análisis cualitativo, que nos facilitará una descripción detallada de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, para este estudio se utilizó como herramienta de recolección de datos la encuesta, elaborada y aplicada por los investigadores (Ver en Anexo A Formato de encuesta desarrollada); para la selección del tamaño de la muestra se optó por ciertos grupos poblacionales de la ciudad de Tunja, tomado como referencia los estudiantes universitarios, colegios, empresas que tienen presencia en la ciudad y finalmente los hogares Tunjanos a quien se aplicó por sectorización o zonas dadas las características generales de la población con el fin de evaluar sus conocimientos sobre los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos “RAEE”.

La principal variable en la investigación es tipo cualitativo, por tanto, se optó con la selección de la muestra poblacional finita aplicando la siguiente fórmula, con el fin de establecer la caracterización de RAEE para la ciudad de Tunja:

#### **Ecuación 1**

Para determinar la muestra de la población

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

*Nota:* La Ecuación describe la fórmula aplicada para hallar la muestra de la población de la investigación la cual fue tomada de Estadística, por (Murray Larry, 2009) McGraw-Hill/Interamericana

Ya establecidos los valores apropiados, se procede a reemplazar los datos aplicando la fórmula con el fin de obtener el tamaño de la muestra poblacional, correspondiente al universo finito, determinado para la Ciudad de Tunja; para esto se tomó un error de precisión del 4% para sectorizar, teniendo en cuenta todas las posibles variables de la generación de los RAEE en la población tomada (DANE, 2018) la cual es de 167.991

N: Población Tomada = 167.991

p: Probabilidad a favor = 50% → 0.5

q: Probabilidad en contra = 50% → 0.5

Z: Nivel de confianza = 96 % → 1.96

e: Error de muestra = 4% → 0.04

n: Tamaño de muestra poblacional a obtener

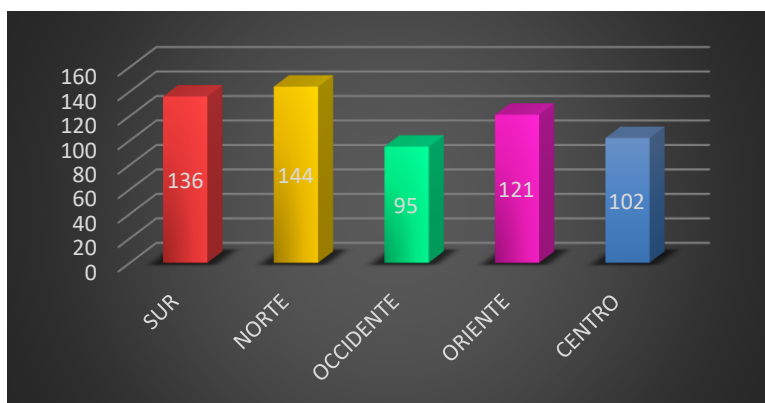
Resultado de la Muestra poblacional  $n = 598$

### **Aplicación de la encuesta**

Aplicando la fórmula se estableció como tamaño de la muestra 598 personas, de los cuales fueron seleccionados como muestra aleatoria estratificada en 3 subgrupos: Estudiantes con 34.95% encuestas, hogar con un 44.98% y empresas con un 20.70%, esto para nivelar los subgrupos tomados y presentar el mínimo de errores.

De igual forma se tomó en cuenta los diferentes sectores de la ciudad de esta manera, ver figura 6:



**Figura: 6***Zonas Tunja*

*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)

Con el fin de diagnosticar el nivel de conciencia y generación que se tienen para los residuos de RAEE

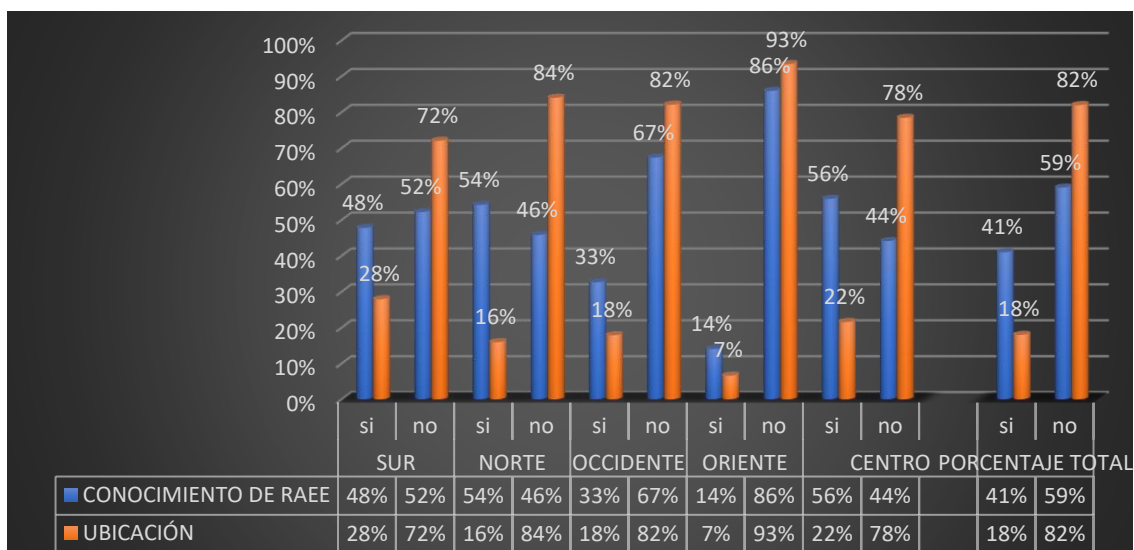
**Resultados y análisis obtenidos**

Para el desarrollo de la encuesta (Ver en Anexo A Formato de encuesta desarrollada); se plantearon 18 preguntas de las cuales fueron tipo mixtas, 12 cerradas y 6 abiertas. De las cuales se tuvieron en cuenta la agrupación de preguntas con mayor correlación y se desarrolló su conclusión.

La encuesta se realizó en su mayoría de manera individual, priorizando los sectores expuestos anteriormente con el fin de lograr datos personales detallados y buscando que no sean sesgados por perspectivas de otras partes, lo que permite alcanzar validez. Se ejecutaron en total 598 encuestas. El análisis obtenido de la encuesta aplicada se presenta a continuación figura 7:

**Figura: 7**

*Conocimientos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y ubicación por zonas de Tunja*



*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)

### **Análisis:**

La figura 7 muestra la relación del porcentaje de conocimiento que tienen los encuestados por zonas, sobre que son los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, y si existen depósitos destinados para la recolección de los residuos

Se demostró que por todo el total de las zonas el 59% no tiene conocimiento acerca de los Residuos de Aparatos Electrónicos y Electrónicos, mientras que el 41% tienen conocimiento de dichos residuos; a pesar de esto se puede inferir que el 18% de los encuestados saben de la existencia de estos contenedores, pero el 82% no sabe la existencia de ellos.

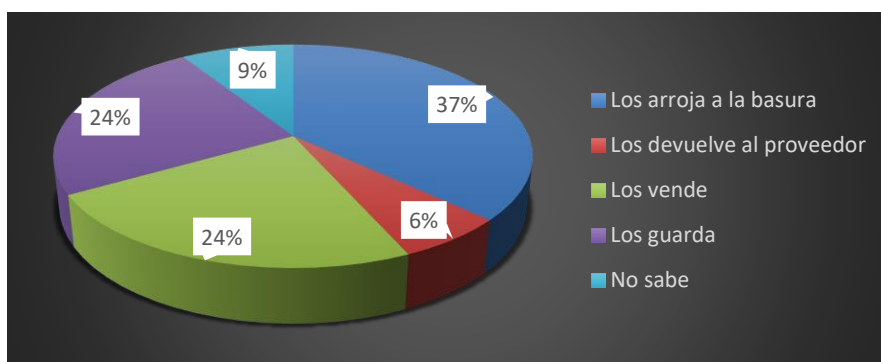
### **Conclusión:**

La falta de divulgación acerca del tratamiento de estos residuos hace que la población Tunjana no distinga cual va a hacer el destino final y el que hacer con la generación de dichos

residuos es por eso que la falta de comunicación entre entes gubernamentales y entes territoriales ambientales debe fortalecerse para un mejoramiento continuo de los impactos que causan los RAEE con el fin de organizar una circulación de programas ambientales, ver figura 8:

### Figura: 8

*Proceso que realiza con los residuos de aparatos eléctricos y electrónico*



*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)

### Análisis

Es preocupante observar que la población encuestada manifieste que se generan impactos ambientales con este tipo de residuos y a su vez demuestran una gran inclinación a arrojar dichos residuos a la empresa de recolección, para un resultado del 24% que los vende como “chatarra” ya que prefieren recibir una mínima cantidad de dinero a cambio de no saber a dónde llevarlos, el otro 24.% los guarda con la esperanza de que en algún momento lo puedan reparar, originando una mayor generación de RAEE., así mismo se encuentra que el 6% de la población manifiesta que en la ciudad se pueden encontrar puntos con contenedores para la recolección de estos residuos sin embargo estos contenedores no tienen la capacidad para electrodomésticos de mediano y gran tamaño, se especializan en la recepción de residuos periféricos y de pequeño tamaño y en algunos puntos baterías; el 9% no sabe qué hacer con ellos.

## Conclusión:

En cuanto a la información presentada anteriormente se logró evidenciar que gran parte de la población los desecha a la basura, ocasionando que estos tengan una disposición final inapropiada y causando impactos ambientales. Por lo cual es importante que la población Tunja tenga conocimiento la afectación que puede generar el mal tratamiento de estos residuos, según la investigación realizada se conoce que la Alcaldía mayor de Tunja en asociación con Corpoboyacá realizan alianzas con empresas como EcoCómputo, Red verde y Puntos verdes, para la recepción de algunos tipos de RAEE, no obstante la repercusión de las campañas no tiene mayor influencia puesto que la comunidad no tiene un amplio conocimiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; en cuanto a la divulgación de la disposición final de estos desechos es deficiente puesto que no solamente se trata de desecharlos a la basura ordinaria y/o quemarlos, ocasionando daños sociales y ambientales, ver tabla 5.

**Tabla 5**

*Identificación de los residuos de RAEE de línea gris y marrón con mayor salida de desuso*

<i>Aparatos eléctricos y electrónicos</i>	<i>3 meses</i>	<i>6 meses</i>	<i>1 año</i>	<i>2 años o más</i>	<i>Total</i>
Celulares y accesorios	4	92	187	263	546
Computadores portátiles	2	11	62	400	475
Computadores (CPU y monitor)	2	13	36	226	277
Impresoras	3	14	39	344	400
Mouse	25	123	53	186	387
Teclados	2	12	36	241	291
Cámaras Digital Fotos/Films	2	4	25	253	284
Reproductor de video	2	2	23	278	304
Televisores	3	3	28	334	368
Radio	2	10	42	233	287
Parlantes	7	17	36	226	286
Equipos de sonido	6	2	29	273	310

*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)

## Análisis

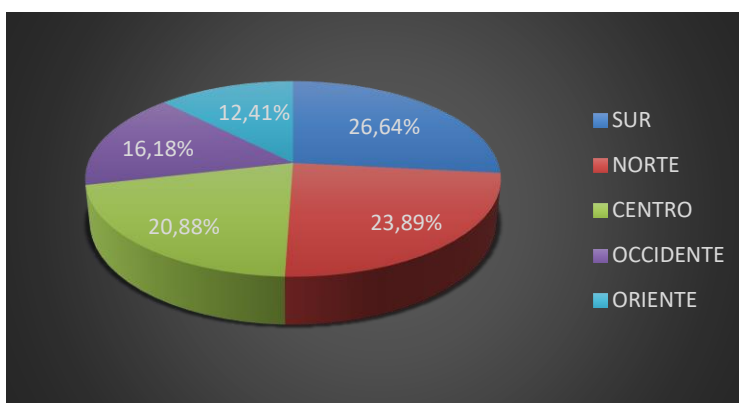
Se logra evidenciar que la cantidad de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en las zonas de Tunja, con mayor frecuencia de cambio son los celulares con un 546, computadores con 475 e impresoras con 400, por tanto, se observa que son los residuos que más necesitarían de un tratamiento para su disposición final.

## Conclusión

Es evidente que el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos es más corto ya que algunos productores no incluyen al momento de la venta una recomendación de disposición final correcta; Una gran parte de la población considera que el reciclaje tecnológico se basa en evitar la contaminación del medio ambiente, es decir que hay una conciencia de querer hacer un cambio, ver figura 9:

### Figura: 9

*Porcentaje de generación de RAEE por zonas*



*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)

## Análisis

De acuerdo a la figura 9 se logró identificar que la zona sur genera residuos de aparatos

eléctricos y electrónicos con un 26.64% de igual forma la zona norte con un 23.89%, la zona oriente tiende a un menor porcentaje con un 12.41%.

### **Conclusión:**

La generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Tunja tienden a una gran afluencia, con un incremento potencial en las zonas sur y norte, seguidas de centro y occidente con un porcentaje medio, finalizando con oriente la cual sugiere que se amerita la apertura de un centro de acopio para el tratamiento de estos residuos y de esta forma disminuir las afectaciones ambientales y sociales de la ciudad; Por ende, con esta información se determinarían los trayectos de recolección hacia el centro de acopio.

Con la aprobación de creación de un centro de acopio para RAEE por parte de la población Tunjana, se generaría una disminución en los impactos ambientales y sociales, con el oportuno tratamiento a dichos residuos. Ya que esto promueve una gestión de dichos residuos, logrando una cultura para que estos no sean arrojados a la basura ordinaria o espacios públicos, logrando que estos residuos tengan otro uso, o el simple hecho que no afecte el medio ambiente.

### **Información secundaria de generación de RAEE**

Con el fin de diagnosticar la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se tomó información secundaria estableciendo la generación aproximada de los mismos a través de los años. Lo cual se puede evidenciar la generación que tiene los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de línea gris y marrón, siendo los elementos más adquiridos ya que la mayoría son de uso doméstico y la según encuesta los de electrónica como (celulares computadores y baterías) son lo mayor generación.

Según un informe Corpoboyacá se pudo lograr evidenciar las jornadas que se han realizado para la recolección de los residuos de RAEE lo cual se evidencia en la tabla 6:

**Tabla 6**

*Jornadas de recolección de RAEE*

<b>JORNADA</b>	<b>ECOCÓMPUTO</b>	<b>RED VERDE</b>	<b>PUNTOS VERDES</b>
	<i>Computadores y periféricos</i>	<i>Neveras, Lavadoras, Hornos microondas</i>	<i>Electrodomésticos</i>
I 2016	15500	210	
I 2017	8785	283	3712
II 2017	17160	876	15285
2018	23953	1173	12218
2019	27688	789	9227
<b>TOTAL</b>	236462,08	3331	40442

*Nota:* Informe de gestión de recolección de RAEE de (Corpoboyacá, 2020)

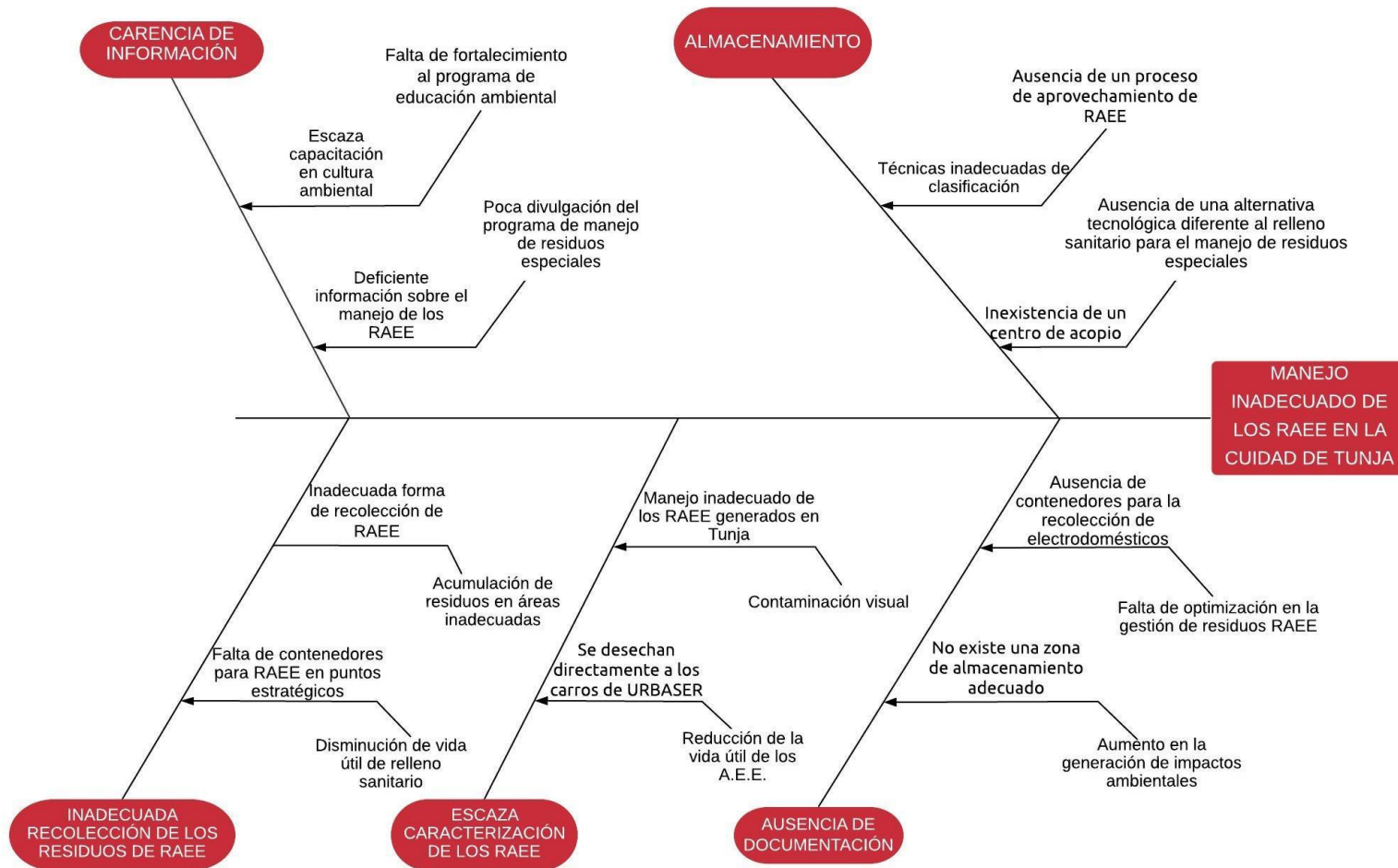
Por lo tanto, se pudo comprobar que a través de los años la mayor generación de RAEE se da por residuos de celulares, computadores y baterías constituyendo que sea uno de los elementos con mayor influencia en la población, ya que muchos ellos no son llevados a las campañas o dejados en los contenedores que están destinados para ese fin si no optan por guardarlos o venderlos a trabajadores informales los cual no tienen conocimiento del destino final apropiado. Según el informe de Corpoboyacá se logra evidenciar que ya hay residuos de otros aparatos electrónicos constituyendo a que haya una mayor generación de los mismos.

### **Diagnóstico de Diagrama de Causa-Efecto**

Con el fin de diagnosticar los factores que llevan a la población de la ciudad de Tunja a generar más residuos se hizo uso de un diagrama de Causa-efecto el cual se evidencia a continuación figura 10:

Figura: 10

Diagrama de Causa-Efecto



Nota: Elaboración propia en base a resultados de encuesta (2021)



## **Análisis**

Según el diagrama de Causa-Efecto se determinó las causas por las que se presenta el manejo inadecuado de los aparatos eléctricos y electrónicos, se evidencia que la población de Tunja como se ha dicho anteriormente no tiene la información sobre la gestión de los mismos originando que no se haga un manejo correcto. La recepción de los aparatos en los contenedores predispuestos es mínima ya que se carece de información de donde se encuentran dichos depósitos, es por esto que se opta en desecharlos a la basura, dado lo anterior es que se abre la necesidad de tener un centro de acopio para disponer de manera correcta de los residuos que se puedan generar. Con este fin se podrá hacer la reutilización de materiales eliminando apropiadamente los elementos que no tienen ningún reuso, aportando una disminución del impacto ambiental que estos puedan generar.


Para poder determinar todos los factores asociados en la generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se realizó una matriz DOFA la cual nos ayudara a identificar todos los posibles componentes y estrategias a implementar con la disposición final de los RAEE.

## **Diagnóstico de Matriz DOFA**

En la ejecución de la matriz DOFA se determinaron Debilidades, Oportunidades Fortalezas y Amenazas de la generación de RAEE en la ciudad de Tunja a partir de la encuesta aplicada, con el fin de conducirnos a la planeación de estrategias que atenúen el impacto de las amenazas y reduzcan las debilidades; empleando el uso de las fortalezas que se originaron y aprovechando las oportunidades presentadas para fortalecer el proyecto el cual se evidencia a continuación en la tabla 7:

**Tabla 7**

Matriz DOFA

	<b><i>FORTALEZAS</i></b>	<b><i>DEBILIDADES</i></b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entes gubernamentales que estén prestos a la recolección y disposición final de los RAEE</li> <li>2. Aceptación de la comunidad en la creación de un centro de acopio</li> <li>3. Solución adecuada con el tratamiento de estos residuos</li> <li>4. Alto impacto social del proyecto</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No existe infraestructura para los RAEE "centro de acopio"</li> <li>2. Escasas empresas que se encargan de electrodomésticos</li> <li>3. Los RAEE terminan su disposición final en el relleno sanitario</li> <li>4. Publicidad insuficiente del tratamiento de los residuos</li> <li>5. La no clasificación de los residuos por parte de los ciudadanos Tunjanos</li> <li>6. Poco conocimiento sobre este tipo de residuos</li> </ol>
<b><i>OPORTUNIDADES</i></b>	<b><i>ESTRATEGIAS FO</i></b>	<b><i>ESTRATEGIAS DO</i></b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oportunidad de negocio</li> <li>2. Divulgación y capacitación de RAEE</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Generar alianzas con los entes gubernamentales de la ciudad de Tunja para que se generen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseñar y entregar cartillas con respecto a la normatividad de los RAEE y difundirla por un medio de comunicación</li> </ol>

<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Concientización de reciclaje tecnológico</li> <li>4. Realizar un manejo post consumo</li> <li>5. Disminuir los impactos ambientales causados por la mala disposición final de los RAEE</li> <li>6. Reutilizar algunas de las partes de estos residuos</li> </ol>	<p>capacitaciones del manejo de los RAEE a los habitantes</p> <p><b>F1, O2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Creación centro de acopio</li> </ol> <p><b>F2, O1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Implementación de sistemas de recolección y gestión de RAEE mediante logista inversa</li> </ol> <p><b>F3, O5, O6</b></p>	<p><b>D3, O2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Capacitar a los empresarios por el medio de la cartilla con el fortalecimiento de información del manejo adecuado de los residuos para promover su recuperación y reciclaje</li> </ol> <p><b>D4 D2, O3</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Concientizar a la población por medio de medios de comunicación como radio sobre la clasificación selectiva de este tipo de residuos</li> </ol> <p><b>D5, O4 O5</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Fomentar alianzas con entes gubernamentales para infraestructura apropiada para el aprovechamiento de los residuos RAEE</li> </ol> <p><b>D1, O1, O6</b></p>
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variación de la demanda en la adquisición de aparatos eléctricos y electrónicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brindar un punto estratégico para la recepción de material RAEE dado que algunos de los usuarios quieren llevarlos directamente</li> </ol> <p><b>F1, F3, A3</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Campañas de educación ambiental que sensibilicen a la población de realizar una clasificación de los de RAEE y evitar la contaminación</li> </ol> <p><b>D3, A5, A6</b></p>

<p>2. Poca disposición de la comunidad en el pago por la recolección de estos residuos</p> <p>3. Técnicas sin control para la obtención de materiales con valor comercial generando contaminación ambiental</p> <p>4. Cambios en la innovación de la tecnología</p> <p>5. Contaminación y agotamiento de los recursos naturales</p> <p>6. Disposición incontrolada de estos residuos en sitios inadecuados</p>	<p>2. Adecuar de forma gradual el precio estimado para la recolección de los residuos de tal modo que no afecte la economía de los hogares Tunjanos <b>F2, A2</b></p> <p>3. Brindar un certificado ambiental a aquellos que lo requieren por preferirnos a la hora de realizar el tratamiento adecuado a estos residuos <b>F1, A5.A6</b></p> <p>4. Diagnosticar las rutas más apropiadas por todas zonas de la ciudad priorizando las que tengan mayor generación de residuos <b>F1, A1</b></p>	<p>2. Generar publicidad a través de vallas y folletos acerca de la afectación que puede ocurrir si no se realiza un adecuado tratamiento de estos residuos <b>D4, A2</b></p> <p>3. Creación del centro de acopio para la gestión integral de RAEE para evitar tratamientos inadecuados de los mismos, recuperando elementos y obteniendo beneficios <b>D1, A1, A3</b></p> <p>4. Desarrollo de información hacia la producción y el consumo responsable de RAEE para prologar su vida útil y así poder orientar a técnicas de ecodiseño para que el productor pueda acondicionar técnicas apropiadas a el mismo. <b>D2, D5, A4</b></p>
--	---	--

*Nota:* Elaboración propia en base a resultados de encuesta ( 2021)

## **Análisis**

Se puede evidenciar en la realización de la matriz DOFA que se podría fomentar la disposición final de los residuos de manera óptima ya que su tratamiento sería más adecuado disminuyendo la contaminación, además de ellos se tendrá rutas apropiadas de acuerdo a la generación de los RAEE ya que según la encuesta hay zonas de la ciudad que tienen más influencia de los mismas.

Igualmente se pudo determinar que los entes gubernamentales se encuentran dispuestos a que se les dé un aprovechamiento a los RAEE, creando capacitaciones a todos los interesados y aprobando la creación de un centro de acopio que gestione a través de logística inversa el manejo adecuado de estos residuos, puesto que esto nos permite aprovechar al máximo todos los elementos que tengan un valor comercial.

## **Caracterización de los Tipos de RAEE Generados**

Para conocer la cantidad y tipos de RAEE generados en Tunja-Boyacá, se analizó la información recopilada a partir de la encuesta aplicada, teniendo en cuenta los diferentes tipos de RAEE como la línea gris comprendidos en celulares y accesorios computadores, impresoras, mouse teclado y línea marrón, como cámaras digitales, reproductores de video, televisores, radio, parlantes y equipos de sonido. La toma de peso se realizó según investigación documentada por proveedores y fichas técnicas de los AEE. Por lo cual se optó por realizar una caracterización de los mismos basándose en los resultados de la encuesta donde se pudo ver la cantidad generada bianual en unidades, determinado el peso de cada aparato eléctrico y eléctrico. Ver tabla 8

**Tabla 8**

*Caracterización de los tipos de RAEE generados en la ciudad de Tunja*

<i>Aparatos eléctricos y electrónicos</i>	<i>Cantidad estimada bianual en (unidades)</i>	<i>Peso promedio (kg/und)</i>	<i>Peso promedio ton</i>	<i>Principales fabricantes</i>
Celulares y accesorios	546	0.25	0.137	Samsung, LG, Huawei, Sony, Motorola, Nokia, iPhone, Xiaomi,
Computadores portátiles	475	2.9	1.378	
Computadores (CPU y monitor)	277	23	6.371	
Impresoras	400	5	2.000	
Mouse	387	0.3	0.116	Company, Hp
Teclados	291	0.7	0.204	
Cámaras Digital Fotos/Films	284	0.5	0.142	Samsung, LG, Sony, Cannon Panasonic, Challenger,
Reproductor de video	304	3.01	0.915	
Televisores	368	13.73	5.053	
Radio	287	2	0.574	
Parlantes	286	8	2.288	
Equipos de sonido	310	10	3.100	

*Nota:* Elaboración propia en base a informe estadístico de electrodomésticos (ANDI, 2021) y determinación de pesos de (Protomastro, s f)

### **Análisis**

Como se puede observar en la tabla 8 la generación de RAEE, en Tunja originan 22.28 toneladas bianuales, creando una alarma con respecto al tratamiento final que se les da en la ciudad, superando los límites permitidos por la norma en cuanto a componentes de residuos peligrosos que estos contienen como metales pesados, contaminantes orgánicos y otras sustancias, estableciendo un peligro para la salud humana y el entorno ambiental, si estos RAEE no se tratan adecuadamente.

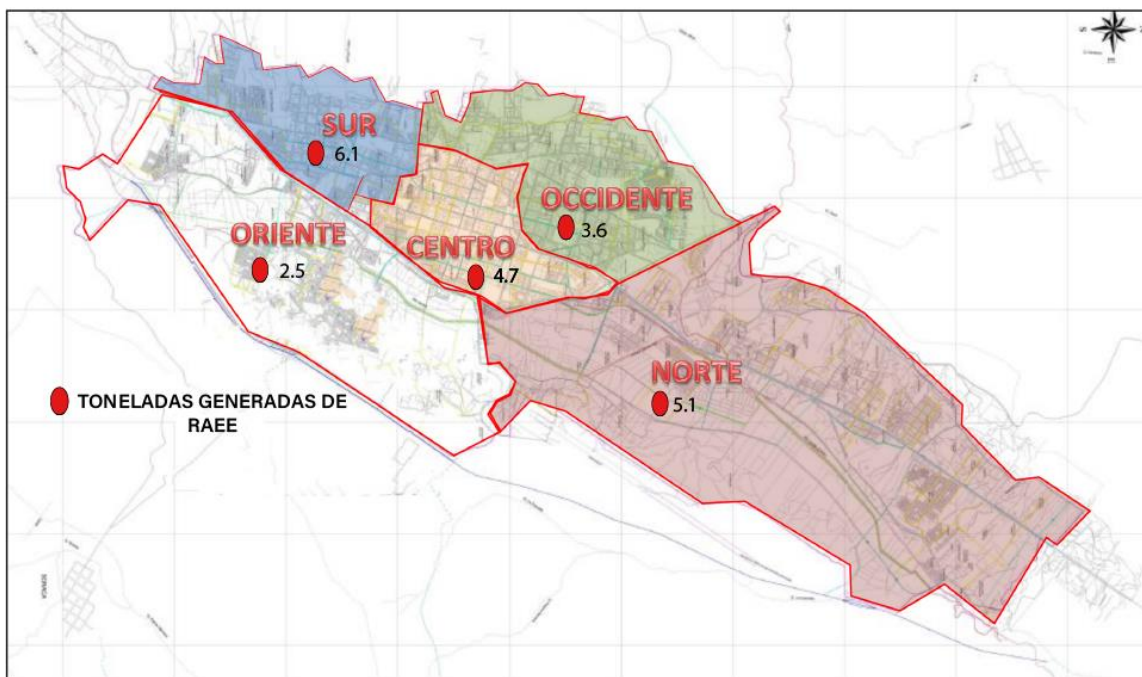
## Determinar los componentes de la cadena de logística inversa.

### Identificación puntos de generación de residuos.

Para la identificación de los puntos de generación, los investigadores tomaron en cuenta las toneladas generadas por zonas, resultado de la encuesta (Anexo A, Figura 9), donde se evidencia las zonas con mayor frecuencia de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en la ciudad de Tunja; por ende, a lo anteriormente señalado se optó por un mapa de calor para el reconocimiento más definido de la división geográfica de los puntos de generación, ver figura 11.

### Figura: 11

*Zonas de Tunja con toneladas de generación de RAEE*



*Nota:* La anterior imagen describe la cantidad de generación de RAEE por zonas de la ciudad de Tunja elaboración propia con base en resultados de encuesta (2021)

## Identificación de los posibles proveedores, distribuidores y clientes

En cuanto a la cadena de suministro empleada para la generación de AEE se logró establecer los principales proveedores, distribuidores y clientes, consultando la base de datos de la ANDI y Cámara de Comercio de Tunja, como resultado se obtuvo la siguiente información, ver tabla 9:

**Tabla 9**

*Identificación de proveedores, distribuidores y clientes*

<i>Aparatos eléctricos y electrónicos</i>	<i>Principales Fabricantes</i>	<i>Principales distribuidores</i>	<i>Principales clientes</i>	<i>Nota:</i>
Celulares y accesorios, Computadores portátiles, Computadores (CPU y monitor), Impresoras	Samsung, LG, Huawei, Sony, Motorola, Nokia, iPhone, Xiaomi,	Logitech, Procom, Meltec de oriente		
Mouse, Teclados	Company, Hp	Distribuidora Rayco S.A.S, Tecno hogar, Coomultrasan hogar,	Comunidad tunjana	
Cámaras Digital Fotos/Films, Reproductor de video, Televisores, Radio, Parlantes, Equipos de sonido	Samsung, LG, Sony, Cannon Panasonic, Challenger,	Home service de Colombia limitada, Electrométricos JBM, Acecompu soluciones, Digital Electronics, comercializadora ATJ		

Elaboración propia con base en (Informe Cámara de comercio Tunja 2021)

## Determinar ubicación de centro de acopio.

Para la ubicación del centro de acopio se empleó de una entrevista, esta fue aplicada a personal capacitado y con experiencia en el tema, basados en el Plan de Ordenamiento Territorial de Tunja (POT), con el fin de analizar las posibles áreas de ubicación, identificando los criterios más acordes para la toma de decisión comparando las alternativas de cada una de las posibles ubicaciones; por consiguiente, se empleó la metodología AHP



### ***Análisis jerárquico de ubicación AHP***

Para determinar la ubicación más óptima del centro de acopio se empleó del método de AHP del cual se tomó en cuenta los siguientes criterios, ver tabla 10:

**Tabla 10**

*Criterios*

<i>Nota:</i>	<i>Valor m<sup>2</sup> para compra</i>	<i>Valor arriendo bodega</i>	<i>Accesibilidad a vías principales</i>
<i>Zona Industrial de Norte</i>	\$ 1,800,000	\$ 3,000.000	90%
<i>Zona Industrial de Oriente</i>	\$ 1,100,000	\$2,500.000	70%
<i>Pirgua</i>	\$ 900.000	\$2,500.000	60%

Elaboración propia 2021

Para realizar la evaluación se tomó en cuenta el valor de compra, valor de arriendo de bodega y accesibilidad a vías principales de las zonas industriales del norte, oriente y de la vereda de pirgua ya que estos según la investigación, tienen mayor influencia para que su localización sea más visible y la comunidad de Tunja tenga mayor conocimiento del centro de acopio, para la determinación se describe los siguientes:

Para la zona industrial del norte se logró identificar que un costo alrededor de 190.000 a 1.800.000 el m<sup>2</sup> para construcción de terreno dependiendo si el terreno se encuentra sobre la vía, para arriendo de una bodega en dicha zona ronda entre 3.000.000 de acuerdo a la capacidad de esta, lo cual dicha información se evidencia según (IGAC 2015) y la opinión de la encuesta realizada al personal competente y con práctica en el tema.

De la zona industrial Oriente, se tiene poca información ya que esta se encuentra en crecimiento y no ha tenido un análisis del valor de terreno y ni de arrendamiento de bodegas, por lo cual se optó por tomar un costo acorde con la información proporcionada en la encuesta realizada, lo cual nos comunican que para construcción un m<sup>2</sup> tiene un precio aproximado de 1.100.000 y para arrendar bodega entre 2.500.000.

Para la zona de la vereda de pigua se evidencia en Plan de ordenamiento territorial (POT) que dicha zona tiene un valor aproximado por hectárea de entre 1.800.000 a 90.000.000 millones, por lo cual se tomó de precio de 900.000 el m<sup>2</sup>, para realizar el análisis esta ubicación es una alternativa por su facilidad de acceso a el sector urbano, ver tabla 11

**Tabla 11**

*Matriz con mayor puntaje para determinación de ubicación*

<i>Zona de ubicación</i>	<i>Mejor ubicación</i>
<i>Zona industrial de Norte</i>	0.409
<b>Zona industrial de Oriente</b>	<b>0.441</b>
<i>Pigua</i>	0.150

*Nota:* La anterior tabla describe el resultado de los puntajes de las zonas propuestas para la ubicación del centro de acopio.

Según el método implementado de AHP se logró evidenciar que la mejor la ubicación para el centro de acopio es la zona industrial del Oriente, la cual representa mejor estimación de costos acorde con el sector ya que es de ámbito comercial e industrial, brindando seguridad y accesibilidad a vías principales este es un factor fundamental ya que permite que tenga una localización a vías departamentales y municipales permitiendo un fácil desplazamiento ya que dispone de vías asequibles a diferentes sectores la ciudad; permitiendo disponibilidad y

cumplimiento de factores técnico-ambientales que no causen impactos al medio ambiente y la población, ver figura 12:

### **Figura: 12**

#### *Zona industrial de oriente*



*Nota* Elaboración propia con base en investigación 2021

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones se determina que la mejor ubicación para el centro de acopio de RAEE es, en la zona industrial de Oriente de Tunja, por ende, se plantean 3 rutas de recolección de los contenedores dispuestos en la ciudad, tan pronto estos cuenten con su capacidad máxima de carga de recolección, para así realizar su disposición hacia el centro de acopio.

#### **Establecer los métodos de recolección y transporte hasta el centro de acopio.**

#### *Selección de ubicación de contenedores*

Durante el desarrollo de la investigación se estableció que dados los periodos de salida de RAEE en los hogares y empresas Tunjanas se llegó a la conclusión de crear unos puntos fijos de

contenedores, estratégicamente ubicados en la ciudad, para que la población se acerque a llevar sus residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (línea gris y línea marrón) con el objetivo de ser llevados al centro de acopio y así no generar un cobro por la recolección de los mismos; la opción para que la comunidad se pueda acercar directamente al centro de acopio y llevar sus RAEE es opcional por para cada persona

Dado que en Tunja se presenta la generación de residuos por zonas, se planteó la ubicación de los contenedores en sitios con la mayor afluencia o aglomeración de población puesto que tendrían mayor visibilidad y brindan acceso a todo el público objetivo, ver tabla 12.

**Tabla 12**

*Ubicación de contenedores en Zonas de Tunja según su generación de RAEE*

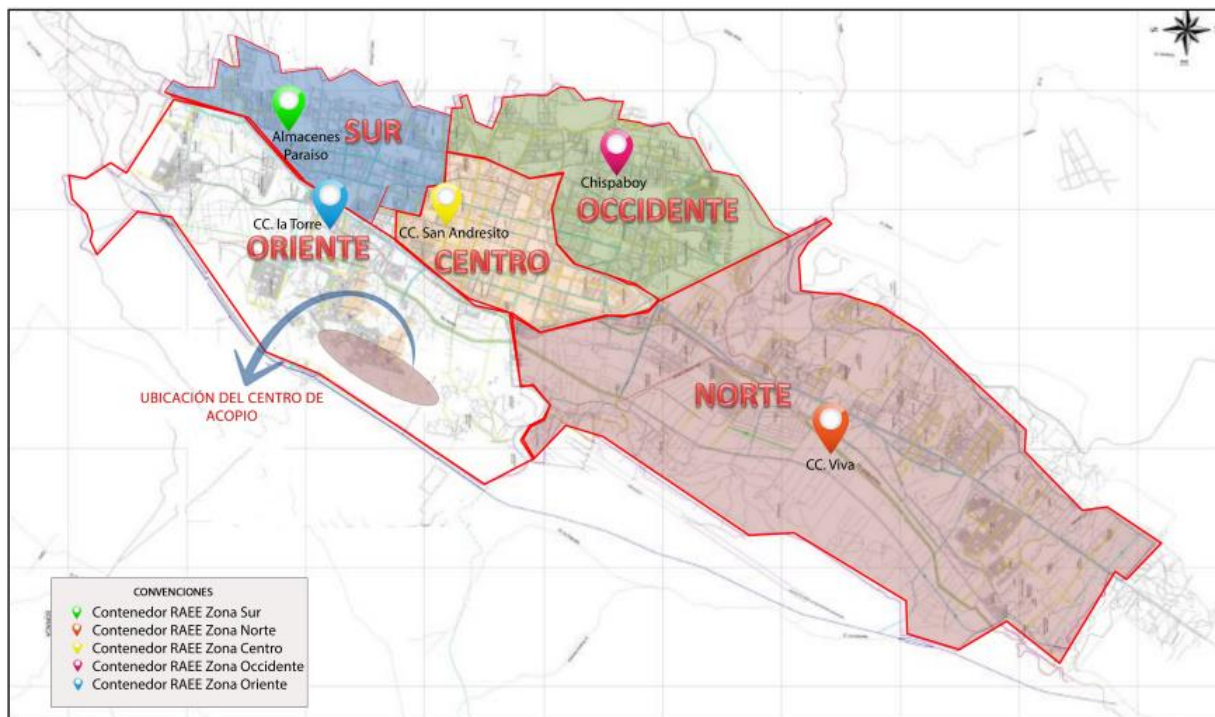
<b>Zona</b>	<b>Cantidad De RAEE Generada (%)</b>	<b>Punto estratégico de Ubicación del Contenedor</b>
<b>Sur</b>	26,64%	Almacenes Paraíso
<b>Norte</b>	23,89%	Centro comercial Viva
<b>Centro</b>	20,88%	Centro comercial San Andresito
<b>Occidente</b>	16,18%	Chispaboy
<b>Oriente</b>	12,41%	Centro comercial la Torre

*Nota:* Elaboración propia con base en resultados de encuesta (2021)

Para mayor claridad de la ubicación de los contenedores a continuación se relaciona mapa de la ciudad de Tunja con las zonas de generación, ver figura 13:

**Figura: 13**

*Ubicación de contenedores en las zonas de Ciudad de Tunja*




*Nota:* La figura anterior describe la ubicación propuesta de los contenedores para la recepción de RAEE en las zonas de Tunja propia basados en resultados de encuesta (2021)

En la figura 13 se observa la ubicación precisa de los contenedores propuestos en cada zona de la ciudad de Tunja para la recolección de RAEE, los cuales servirán para que la población conozca donde puede dejar dichos residuos y que estos tengan un tratamiento adecuado

A continuación, relacionamos el contenedor a encontrar en cada punto de ubicación en Tunja, ver tabla 13:

Tabla 13

Ficha técnica de contenedor para RAEE

<b>FICHA TÉCNICA CONTENEDOR DE SEGURIDAD METÁLICO</b>		<b>VERSIÓN: 001</b>
		<b>PÁGINA: 01</b>
		
<b>Descripción</b>		
<p>Carros contenedores de seguridad para transporte y almacenamiento con estructura tubular de acero para la máxima protección del producto. Sistema plegable para aprovechar el espacio al máximo. Medidas estándar para camiones. Malla resistente y cerradura, para proteger el producto durante el transporte y manipulación a lo largo de todo el proceso logístico. Multitud de accesorios disponibles para todo tipo de industrias y aplicaciones.</p>		
<b>Características técnicas</b>		
Alto	158,5 cm	
Ancho	107cm	
Largo	231,5 cm	
Peso	190 kg	
Capacidad de carga	750 kg	
<b>Características de funcionalidad</b>		
<p>1. Estructura fabricada con perfiles de acero de gran resistencia y aptos para soportar grandes cargas, las paredes están diseñadas a partir de malla de acero ondulada para aportar mayor resistencia y durabilidad al contenedor</p>		
<p>2. Son altamente rígidos, resistentes, protectores, reforzados, robustos y sólidos.</p>		
<p>3. Son manipulables con transpaleta o carretilla elevadora</p>		
<p>4. Garantizan una seguridad máxima, funcionando como “escudos” ante cualquier impacto protegiendo el interior ante cualquier hendidura.</p>		
<p>5. Fácil mantenimiento y limpieza.</p>		
<p>6. Se pueden manipular también con grúa gracias a los orificios que hay en los soportes de apilado</p>		







Nota: Contenedor para recepción de RAEE en los diferentes puntos propuestos tomado de (Disset Odiseo S.L, 2021)

### *Rutas de recolección*

Para la recolección de RAEE en los contenedores, se plantearon las siguientes posibles rutas, realizando los recorridos más viables en la recepción de los aparatos eléctricos y electrónicos las cuales se muestran a continuación, ver tabla 14.

**Tabla 14**

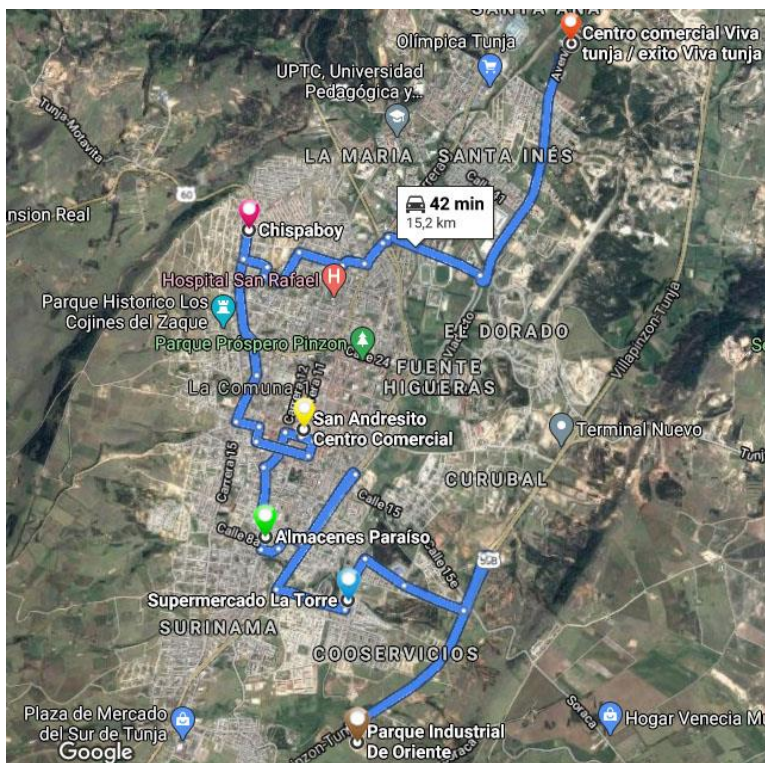
*Descripción de ubicaciones contenedores*

<i>Localización geográfica</i>	<i>Ubicación</i>
	Centro de Acopio en Parque Industrial del Oriente
	Almacenes Paraíso
	Centro comercial Viva
	Centro comercial San Andresito
	Chispaboy
	Centro comercial la Torre

*Nota:* La tabla anterior describe la localización geográfica utilizada para cada una de las ubicaciones propuestas

Para el planteamiento de las rutas se tomó en cuenta las ubicaciones de los contenedores propuestas en cada sector de la Ciudad de Tunja, tomando como punto inicial la zona industrial del oriente la cual fue elegida como punto de localización para el centro de acopio

El recorrido de las rutas implementadas para la recolección de RAEE se presentan a continuación, ver figura 14:

**Figura: 14***Recorrido de ruta 1*

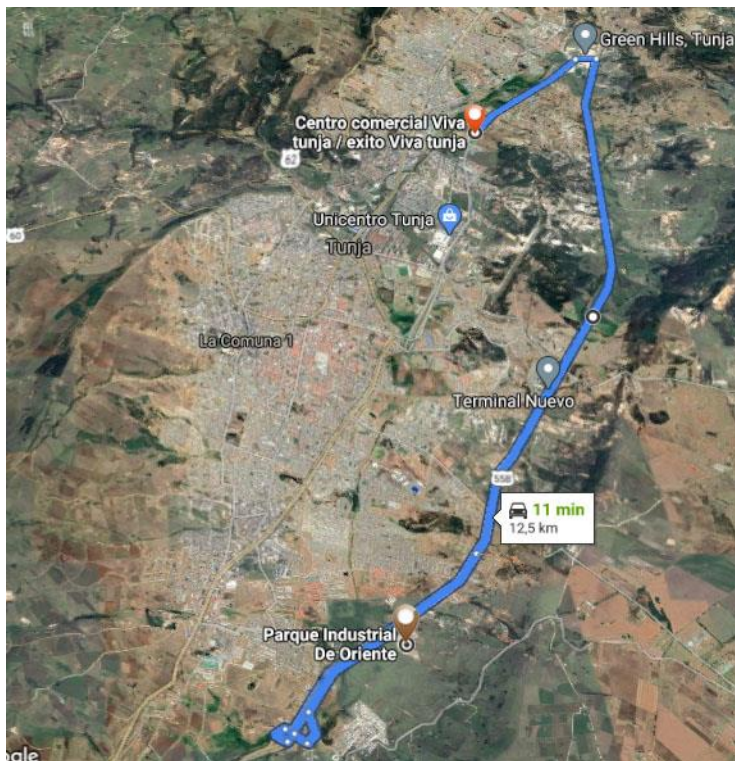
*Nota:* La figura describe el recorrido utilizado para la recolección de residuos de RAEE en cada uno de los lugares propuestos (Google Maps, 2021)

El recorrido de la ruta 1 comienza a partir de los 8:00 am, desde el punto propuesto para la ubicación del centro de acopio el cual fue parque industrial del oriente, utilizando un camión NPR el cual supe la demanda de carga a recoger en cada uno de los lugares planteados, como primer punto se tomó el centro comercial la torre, siguiendo su camino por almacenes paraíso, para seguir continuando con el centro comercial san Andresito situado en el centro de la ciudad, el siguiente sector se tomó el chispaboy en el occidente de la ciudad para finalizar la ruta de recolección en el centro comercial viva, la cual tiene una duración de 42 minutos pero el tiempo tienda a variar dependiendo el tráfico de cada día que se realice, ver figura 15:



**Figura: 15**

*Retorno al centro de acopio de ruta 1*



*Nota:* La figura describe el recorrido utilizado para la recolección de residuos de RAEE en cada uno de los lugares propuestos (Google Maps, 2021)

Para dar continuidad a la ruta 1 se planteó un retorno desde el punto final del recorrido el cual es el centro comercial viva, para regresar al centro de acopio ubicado en el parque industrial, lo cual se tiene una duración de 11 minutos, se tiene un tiempo total de 53 minutos el cual tiende a variar.

Esta ruta es óptima ya que pasa por todas zonas de la ciudad de Tunja optimizando tiempo en los recorridos.

Los recorridos presentados en las rutas anteriormente mencionadas se llevarán a cabo en horarios de 8:00am a 10:30 am, teniendo en cuenta los horarios permitidos por la secretaria de tránsito de Tunja para cargue y descargue de materiales. Se plantea realizar dichas rutas los días lunes y sábados, dependiendo de la frecuencia de capacidad máxima de los contenedores en cada punto.

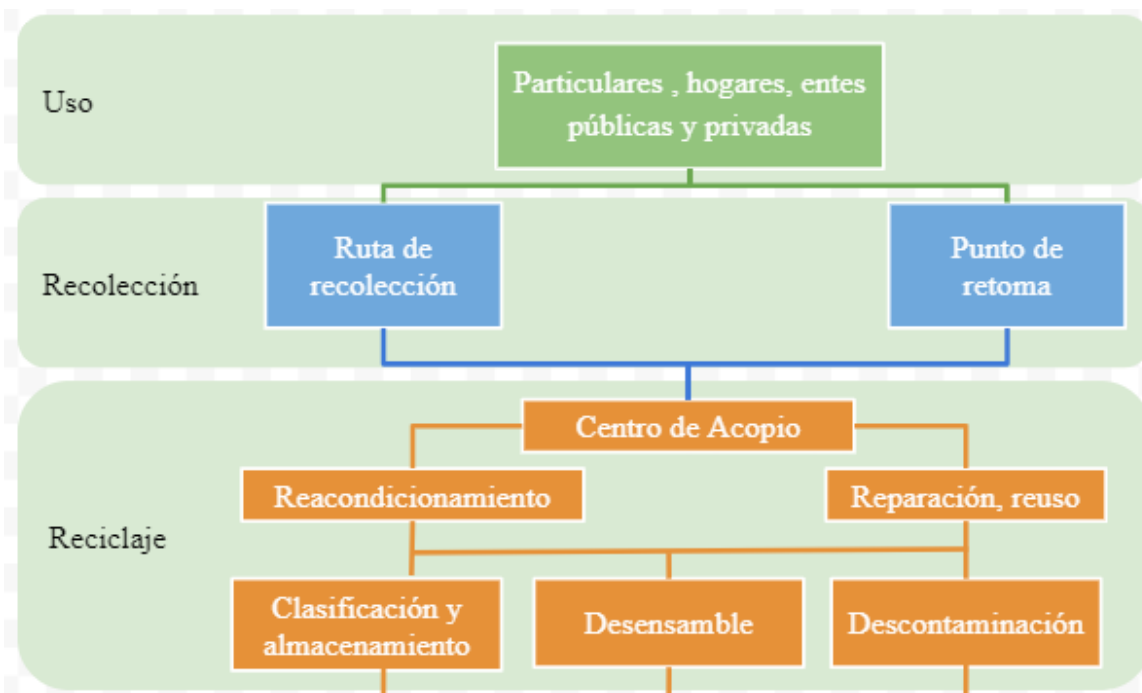
### **Herramientas logísticas y de gestión**

En la fase de manejo para la recolección de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), se describe mediante un diagrama de flujo el cual describe las fases los métodos y herramientas implementados para la gestión del mismo, teniendo en cuenta los medios de transporte más acordes a lo recomendado por los “Lineamientos Técnicos para el Manejo de RAEE”

Las herramientas utilizadas facilitan el transporte de los RAEE hacia el centro de acopio ya que estas optimizan la distribución del espacio del vehículo a utilizar, permitiendo que cada residuo recolectado tenga una zona adecuada de acuerdo a sus medias y dimensiones, lo dicho anteriormente se lo cual se describe a continuación, ver figura 16:

**Figura: 16**

*Diagrama de flujo Centro de acopio RAEE*




Nota: La figura anterior presenta el diagrama de flujo para el centro acopio el cual describe los métodos apropiados para la gestión de RAEE. Adaptación de (Calderón et al., 2010 )

En el recorrido de los trayectos o rutas se empleará una camioneta modelo NPR con capacidad de 4.8 toneladas, esta será tomada en arriendo ya que no se harán recorridos diarios y esto evitará el coste de adquisición y mantenimiento del vehículo, para la recolección, Se hará uso de contenedores los cuales permitirán que los desechos de RAEE tengan un espacio adecuado para su transporte, para subir la carga al camión se hará uso de un Apilador manual con un mástil ya dentro del mismo se tendrán paletas de madera las cuales permitirán que los residuos no quede en el suelo evitando que estos puedan tener algún movimiento en el momento

del viaje. A continuación, se relaciona las características técnicas de las herramientas y transporte a utilizar, ver tabla 15:

**Tabla 15**


*Ficha técnica transporte a emplear*

FICHA TÉCNICA CAMIÓN NPR		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
<p>El camión modelo NPR, se caracteriza por ser un modelo liviano de alta capacidad de carga; es el primero de la serie N en contar con el motor 4HK1 de Isuzu de alta potencia y elevado torque. Ideal para aplicaciones de reparto entre ciudades, y excelente desempeño como furgón, estacas, grúa y planchón. (General Motors Colmotores, 2020)</p>		
Motor		
Marca/Código	Isuzu 4HK1- TCN	
Tipo	Turbo Intercooler	
Desplazamiento (cc)	5,193	
N° de Cilindros	4 en línea	
Potencia (HP @ RPM)	148 @ 2,600	
Torque (Kg, m @ RPM)	41 @ 1,600	
Alimentación	Inyección directa Common Rail	
Combustible	Diésel	
Emisiones	Euro II	
Enfriador de aceite	Plato sobre bloque de motor	
Trasmisión		
Accionamiento de embrague	Hidráulica	
Tipo	T/M 6 Vel. (O/D)	
Reversa	5,701	
Relación final del eje	4,777	
Chasis		
Dirección	Tipo	Asistida hidráulicamente
Suspensión delantera	Tipo	Ballesta en eje rígido
	Capacidad (Kg)	3,1
Suspensión trasera	Tipo	Ballesta en eje rígido

	Capacidad (Kg)	6,6
Amortiguador	2 del. /2 tras.	Hidráulicos telescópicos, de doble acción
Sistema de freno	Tipo	Hidráulico
	Delantero	Campana
	Trasero	Campana
	Freno de ahogo	si
	Freno de mano	si
Medidas de llantas		215/75R17,5
<b>Pesos y Capacidades</b>		
Pesos vacíos (Kg)		2,665
Pesos bruto vehicular (Kg)		7,5
Capacidad de carga (Kg)		4835
Tanque de combustible (Litros)		140
<b>Sistema Eléctrico</b>		
Batería (2)		12V-70 Amp.
Alternador		24V-50 Amp.
<b>Dimensiones</b>		
OL (mm)	(Longitud total)	5,985
OH (mm)	(Altura total)	2,275
OW (mm)	(Anchos total)	1,995
CE (mm)	(Largo carrozable)	4,302
<b>PANEL DE INSTRUMENTOS</b>		
<b>Controles y Medidores</b>		<b>Luces Indicadoras</b>
Odómetro		Freno de parqueo
Nivel de combustible		Carga de la batería
Tacómetro		Cinturón de seguridad
Temperatura de refrigerante		De cruce / parqueo
Velocímetro Km/h		Luces de carreteras altas
<b>Seguridad</b>		
Cinturón de seguridad: 2 de puntos y central de 2 puntos		
Espejos (2 lateral y 1 en cabina)		
Pito eléctrico		
Luz de marcha en reversa		
Tapa tanque de combustible con llave		
Ganchos de remolque 2 (delantero y trasero)		

*Nota:* Características técnicas del vehículo tomado de (Tecnología Isuzu, 2021)

**Tabla 16***Ficha técnica Apilador manual*

<b>APILADOR MANUAL CON UN MÁSTIL</b>		<b>VERSIÓN: 001</b>
		<b>PÁGINA: 01</b>
		
<b>Descripción</b>		
<p>El apilador manual de un solo mástil Mc2250 es la solución para el transporte en almacenes de cargas hasta 1.000 kg. Es de fácil manejo, y de seguridad garantizada. Gracias al diseño de un solo mástil, el apilador es ideal cuando se quiere tener máxima visibilidad sobre la carga que se manipula. Sistema de elevación mediante bomba hidráulica de elevación rápida, equipada con válvula de sobrecarga y émbolo cromado. La elevación se produce al accionar el grupo hidráulico mediante timón. La válvula de descenso mediante manivela y polea permite un descenso uniforme y controlable.</p>		
<b>Especificaciones técnicas</b>		
<b>Referencia</b>	<b>MSA0362</b>	
Elevación mm	88-1700	
Horquillas LxF mm	160x1150	
Ancho horquillas mm	540 (fijo)	
Carga Máx kg	1000	
<b>Características técnicas</b>		
<p>El apilador manual es un modelo a seguir por las empresas en el cumplimiento de su responsabilidad de proporcionar un ambiente de trabajo cómodo y seguro de acuerdo con las directivas europeas. Así mismo, cumple con las ISO 9001 / ISO 14001.</p>		

*Nota:* Características técnicas apilador manual tomado de (Disset Odiseo S.L, 2021)

Dentro de las herramientas logísticas empleadas en el transporte hacia el centro de acopio se encuentran los palet de madera (ficha técnica Anexo C), contenedor metálico (ficha técnica Anexo D), que nos permitirán y facilitarán el acceso en las rutas de recolección.

**Diseño de un centro acopio para la gestión y disposición final de RAEE Línea gris:  
“equipos informáticos y de telecomunicaciones”, en la Ciudad de Tunja**

**Determinación de gestores ambientales para tercerizar**

Dentro de las fases del tratamiento y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el centro de acopio se encuentra la disposición final de dichos residuos, para esta etapa se plantea la tercerización con empresas como Gerdau Diaco, Lito LTDA y Ecometal JR. Quienes se encargarán de realizar el procesamiento final de la fundición de metales ferrosos, aluminio, metales preciosos y aquellos residuos peligrosos que salen de la fase de reciclaje del centro de acopio. A continuación, se detalla la fase de Disposición final, ver figura 17:

**Figura: 17**

*Disposición final de residuos de RAEE*



*Nota:* La imagen 17 describe la disposición final de RAEE Adaptación de (Calderón et al., 2010)

Las principales características de las empresas anteriormente mencionadas se relacionan en la siguiente tabla, ver tabla 17:

**Tabla 17**

*Características de las empresas seleccionadas para disposición final*

<i>Empresa</i>	<i>Tratamiento de Material Ferroso Y Aluminio</i>	<i>Recuperación de Metales Preciosos</i>	<i>Logística</i>	<i>Certificación</i>
<i>Gerdau Diaco</i>	Si	No	Si	Si
<i>Lito LTDA</i>	Si	Si	Sí	Sí
<i>Ecometal Jr.</i>	Si	Si		Si

*Nota:* Elaboración propia (2021)

Dadas las anteriores características se realizó la selección de las empresas para la tercerización de la última fase de gestión y tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, puesto que cuentan con licencias ambientales avaladas por los entes territoriales donde se encuentran ubicadas y nos brindaran la colaboración necesaria para la última fase de gestión; En cuanto el valor por kilogramo de material ferroso y no ferroso dispuesto para la tercerización este dependerá de las cantidades y clasificaciones que se obtengan de la fase de clasificación.

### **Estudio técnico para determinar los requerimientos internos del centro de acopio**

Con el fin de establecer los requerimientos necesarios se tuvo en cuenta las fases de operación para el centro de acopio, analizando todos los factores necesarios para la gestión de los procesos ya que estas son las que ayudan a definir la gestión de los procedimientos de aprovechamiento de los RAEE evitando cualquier uso inadecuado de los mismos.

### ***Desensamble manual***

Como alternativa de operación se optó por un desensamble manual puesto que es



la más recomendable, ya que es un punto para la creación de ocupación de mano de obra no calificada, permitiendo recuperar los componentes que serán reutilizados y a su vez no sufran de algún tipo de daño que cause su comercialización; es por esto que se presenta a continuación la ejecución del proceso, ver figura 18:

**Figura: 18**

*Proceso general de operación*



*Nota:* Elaboración propia (2021)

Para facilitar la comprensión de las fases presentadas en la imagen 18 se explica cada una a continuación:

### ***Fase de Entrega***

La entrega de todos aquellos aparatos eléctricos y electrónicos de línea gris y marrón en estado comprende la primera fase de los procesos a llevar a cabo en el centro de acopio como actividades tenemos las siguientes:

- Disponer por la población Tunjana a los puntos estratégicos los RAEE

- Recepción directamente en el centro de acopio los RAEE allí llevados

### ***Fase de Recogida***

Durante la fase de recogida se efectuará el transporte y entrega al centro de acopio de los RAEE recogidos en los puntos con contenedores donde se realizarán las siguientes actividades:

- Transportar los RAEE al centro de acopio
- Entrega y recepción de material al centro de acopio
- Almacenamiento temporal de la carga

### ***Fase de Tratamiento***

Para la fase de tratamiento se establecen las siguientes actividades:

- Selección y clasificación de los RAEE línea gris y marrón
- Diagnóstico de RAEE ya se para reuso o reparación
- Desensamble
- Descontaminación
- Separación de materias primas
- Prensado
- Almacenamiento de las piezas a reciclar
- Comercialización de las partes aprovechables

### ***Fase Disposición Final***

Para esta fase el centro de acopio realizará alianzas estratégicas, para los residuos de los que no se podrá hacer cargo; Se plantea generar tercerización con GERDAU DIACO ubicada en el departamento de Boyacá, Lito LTDA. y ECOMETAL JR. Ubicadas en la capital del país.

Para los requerimientos en la gestión interna del centro de acopio se tomó en cuenta figura 18 la cual describe la fase de tratamiento de RAEE y con base en esto se optó por caracterizar los procesos adecuados.


### ***Fichas de Caracterización de Procesos***

Para el desarrollo de esta actividad se tomó en cuenta la fase de tratamiento de RAEE la cual describe el proceso de selección y clasificación, reparación y reuso, descontaminación., desensamble y almacenamiento de reciclaje todos estos procedimientos son adecuados para la gestión de RAEE con el fin de que estos tengan una transformación apropiada y que algunas partes sean aprovechables evitando que los componentes peligrosos lleguen a lugares inapropiados ya que con esto se selecciona y separa todos los componentes peligrosos reduciendo la contaminación. Las fichas mencionadas se evidencian en (E, F, G, H, I)

### ***Equipos y herramientas para gestión interna***

Para la llevar a cabo los procesos nombrados anteriormente en la caracterización se optó por las de herramientas y equipos de apoyo más apropiadas para la gestión de los mismo ya que en la gran mayoría se realizarán con procedimientos de forma manual, por lo cual para el tratamiento de los residuos de RAEE se requiere de las siguientes descritos a continuación, ver tabla 18,19 y 20:


**Tabla 18***Ficha técnica de montacarga*

<b>MONTACARGA</b>		<b>VERSIÓN: 001</b>
		<b>PÁGINA: 01</b>
		
<b>Descripción</b>		
<p>La tecnología de control electrónico SAS (Sistema de Estabilidad Activa) original de Toyota, combina un alto rendimiento y facilidad de operación con un excelente nivel de seguridad. Todo, desde el motor hasta el manejo ha sido mejorado, proporcionando una operación más suave y una utilización más ecológica que nunca. Por su facilidad de operación, seguridad y ecología, la Serie 7FG/7FD35 a 50 es inigualable. Establece un nuevo criterio para el montacargas de uso profesional.</p>		
<b>Especificaciones técnicas</b>		
<b>Modelo</b>	<b>Toyota 32-8FG25 (2.5 TON)</b>	
Capacidad de carga básica	2,500 kg	
Centro de carga	50mm	
Tipo de motor dual	Gasolina /Gas	
Posición de trabajo	Sentado	
Tipos de ruedas	Neumáticas	
Ruedas	2 delanteras y 2 Traseras	
Longitud de horquillas	1,070 mm	
Altura máxima de horquillas	4,500mm	
Mástil	Mástil triple fsv	
Inclinación de mástil	6 grados adelante y 11 atrás	
Motor	Toyota	
Modelo	4Y	
Potencia KW/RPM	40/2.400	
Número de cilindros	4	
Cilindraje	2,237CC	
Batería	12V/27 AHRO	
Transmisión	Automática (1 adelante y 1 atrás)	
Velocidades	Side Shift	
Aditamento especial	SAS	
Sistema activo de estabilidad	2009	

*Nota:* Características técnicas del montacargas tomado de (skcmaquinarias.cl, s f)


Tabla 19

## Ficha técnica prensa

Prensa Hidráulica		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
Grupo hidráulico PRINCIPAL con bomba de caudal variable con sistema de válvula de prellenado para el cilindro principal. Protección frontal mediante barreras fotoeléctricas		
Especificaciones técnicas		
Modelo	Toyota 32-8FG25 (2.5) TON	
Potencia de la máquina	200Tm	
cilindro principal	1	
cilindros auxiliares para la velocidad rápida	2	
Mesa superior e inferior de	1400 x 1400 mm	
Mesa superior con guiado mediante 4 columnas y con casquillos de bronce	Ø100	
Abertura máxima entre mesas	1.500 mm	
Recorrido del cilindro	1100 mm	
Velocidad de aproximación	130 mm/seg	
Velocidad de retroceso	170 mm/seg	
Velocidad máxima-mínima de trabajo	25-9 mm/seg	
Potencia del motor	20 Hp (15 Kw)	
Presión máxima del grupo hidráulico principal	310 bares	
Panel táctil de control SIEMENS	7	
Peso	15.000 kg	

Nota: Características técnicas de prensa hidráulica tomado de (directindustry, s f)

**Tabla 20***Destornillador eléctrico*

<b>Destornillador eléctrico</b>		<b>VERSIÓN: 001</b>
		<b>PÁGINA: 01</b>
		
<b>Descripción</b>		
BoschGo un verdadero giro a las herramientas que conocías. Cambia el atornillador por presionar con su sistema push&go. Pequeña y ligera se carga a través de USB, cuenta con un indicador de carga y puedes utilizarla en distintas superficies gracias a su control de torque.		
<b>Especificaciones técnicas</b>		
<b>Modelo</b>	<b>Bosch Go 1/4-pulg 3.6V I-L 360rpm</b>	
Velocidad	360RPM	
Potencia	3,6 V	
Peso	0,3 kg	
Tipo	Herramientas eléctricas	
Torque	0,5 /3	
Tipo de batería y capacidad	Ion -Litio	

*Nota:* Características técnicas destornillador eléctrico tomado de ( Homecenter, s f)

De igual forma para los procesos de la fase de tratamiento se emplearán de herramientas y equipos como: martillo, punzón, alicate, estilete, bascula, soplador eléctrico ver Anexos (J, K, L, M, N, O, P), que nos facilitarán las actividades desarrolladas en esta fase. En la siguiente tabla se estiman las cuantías y valores para la puesta en funcionamiento del centro de acopio para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de Tunja, ver tabla 21:

**Tabla 21***Relación de los costos de herramientas manuales*

Descripción	Cantidad	Vlr. Unitario	Vlr. Total
Contenedores Metálicos	15	\$ 150.000	\$ 2.250.000
Palet	20	\$ 15.000	\$ 300.000
Martillo	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Punzón	4	\$ 8.000	\$ 32.000
Alicate	4	\$ 22.000	\$ 88.000
Estilete	4	\$ 38.000	\$ 152.000
<b>Total, Herramientas</b>		<b>\$ 278.000</b>	<b>\$ 3.002.000</b>
Apilador Manual	1	\$ 1.138.000	\$ 1.138.000
Prensa Hidráulica	1	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000
Destornillador Eléctrico	2	\$ 200.000	\$ 400.000
Soplador Eléctrico	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Bascula	2	\$ 390.000	\$ 780.000
Extractores	3	\$ 220.000	\$ 660.000
<b>Total, Maquinaria y equipo</b>		<b>\$ 14.073.000</b>	<b>\$ 15.103.000</b>
Extintor Multipropósito	2	\$ 80.000	\$ 160.000
Sillas	2	\$ 80.000	\$ 160.000
Mesón Acero Inoxidable	5	\$ 230.000	\$ 1.150.000
Escritorio	3	\$ 220.000	\$ 660.000
Sillas	5	\$ 130.000	\$ 650.000
Archivador	1	\$ 295.000	\$ 295.000
<b>Total, Muebles y enseres</b>		<b>\$ 1.035.000</b>	<b>\$ 3.075.000</b>
Computador	3	\$ 1.400.000	\$ 4.200.000
Impresora	1	\$ 929.000	\$ 929.000
<b>Total, Equipo de computación y comunicación</b>		<b>\$ 2.329.000</b>	<b>\$ 5.129.000</b>
<b>TOTAL, ACTIVOS FIJOS Y HERRAMIENTAS</b>		<b>\$ 17.715.000</b>	<b>\$ 26.309.000</b>

*Nota:* Elaboración propia (2021)

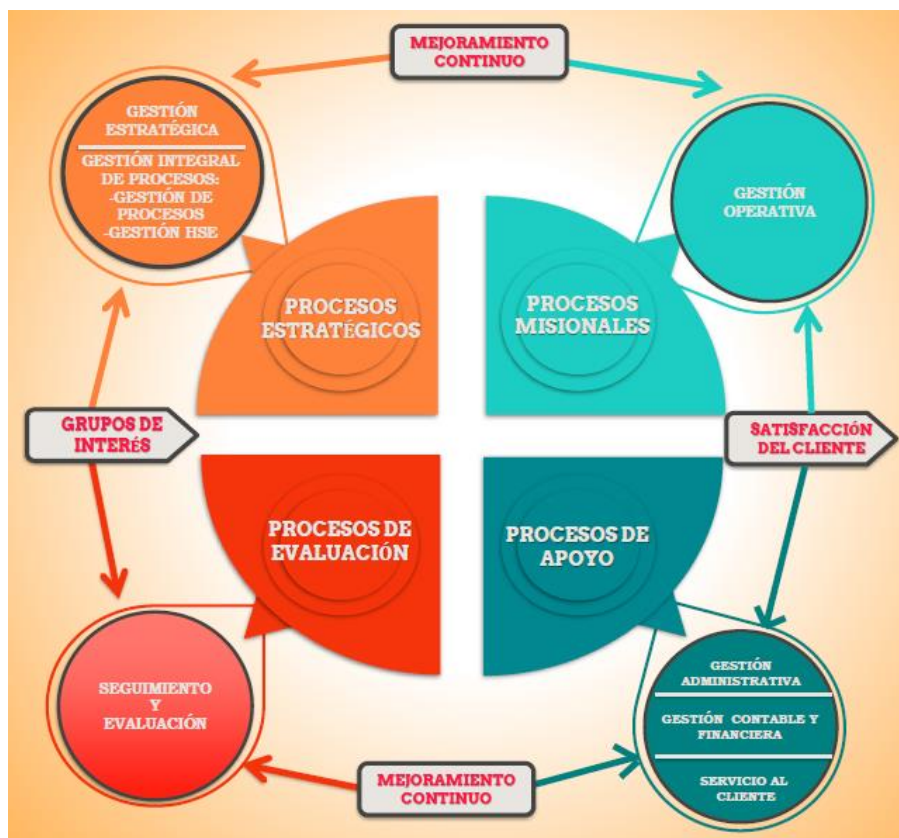
## Modelo de gestión del centro de acopio

### Definir diagrama de procesos

Asumiendo la normatividad que regula la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se procede a realizar el mapa de procesos donde definiremos a manera general y detallada las tareas para el desarrollo de las actividades del centro de acopio, ver figura 19:

### Figura: 19

#### Mapa de procesos de gestión



Nota: Elaboración propia 2021



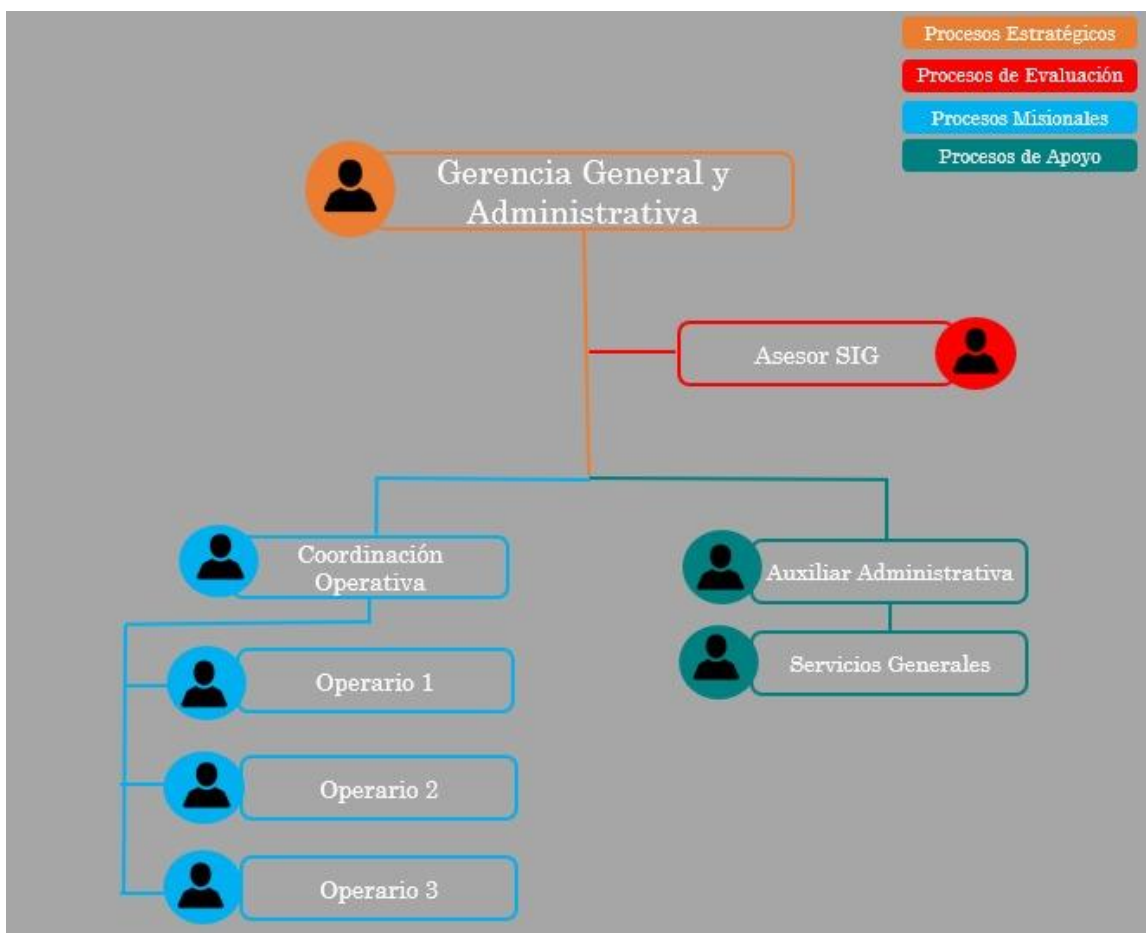
Con base en la figura 19 de mapa de procesos se logró identificar la distribución para cada cargo, adecuado para la realización de la gestión interna dentro del centro de acopio lo cual se identifica a continuación.

### *Estructura organizacional*

A continuación, se relaciona la representación organizacional del centro de acopio, ver figura 20:

**Figura: 20**

### *Organigrama*



*Nota:* Elaboración propia 2021

## Descripción del objetivo y alcance de los cargos

**Tabla 22**

### Objetivo y alcance

<i>Área</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Alcance</i>
<b>Gerencia General y Administrativa</b>	Administrar y Coordinar el centro de acopio con el fin de brindar un servicio confiable, seguro y de calidad	Aglomera la planeación estratégica, supervisión, de los recursos tanto humanos como económicos del centro de acopio generando una integración eficiente de los procesos
<b>Coordinación de Procesos</b>	Diseñar, planear todas aquellas estrategias que integren, generen y brinden competencia articulando y desarrollando tecnologías en cumplimiento de las normatividades vigentes	Enmarca la planeación estratégica eficaz y eficiente de los procesos internos y externos del centro de acopio
<b>Asesor SIG</b>	Velar por el cumplimiento normativo de los procesos de forma que los resultados sean los más adecuados, mejorando la calidad de vida de los colaboradores, evitando los efectos negativos en el medio ambiente, siendo socialmente responsables y apuntándole siempre a la mejora continua. Realizar medición, evaluación y seguimiento de los procesos, valoración de riesgos proponiendo una mejora continua	Garantizar una mayor competitividad implementando las diferentes normas establecidas de modo que se reduzcan los impactos ambientales y los índices de incidentes laborales Engloba la gestión de auditorías internas, monitoreando cada uno de los procesos internos del centro de acopio y el seguimiento y presentación de informes de gestión
<b>Coordinación Operativa</b>	Dirigir las operaciones de funcionalidad a nivel estratégica de los RAEE en cuanto su reparación y reuso	Comprende la toma de decisiones internas del tratamiento de RAEE
<b>Operario</b>	Garantizar los procesos operativos generales del centro de acopio	Gestionar de manera eficiente las herramientas y equipos requeridos para el tratamiento de los RAEE
<b>Auxiliar Administrativa</b>	Asegurar el funcionamiento y apoyo general del centro de acopio	Gestiona y programa, archiva, las actividades generales del centro de acopio
<b>Auxiliar de Servicios Generales</b>	Asegurar el mantenimiento, funcionamiento, adecuación de las instalaciones del centro de acopio	Satisfacer las necesidades de las diferentes áreas y de los trabajadores del centro de acopio

Nota: Elaboración propia 2021

### *Nómina*

En seguida, en la tabla 23 se muestra la relación de salarios de los colaboradores que laboran en el centro de acopio con sus respectivos aportes, deducciones y aplicando la reglamentación vigente establecida por el Gobierno Nacional, ver anexo (Anexo Q).

**Tabla 23**

#### *Resumen Nómina*

<b>Mes</b>	
Resumen de nómina	
Total, devengado	\$ 9.837.808
Total, Seguridad Social	\$ 2.259.519
Total, Parafiscales	\$ 818.337
<b>Total, Nómina</b>	<b>\$ 12.915.663</b>
<b>Año</b>	
Resumen de nómina	
Total, devengado	\$ 118.053.696
Total, prestaciones Sociales	\$ 2.026.692
Total, Seguridad Social	\$ 27.114.223
Total, Parafiscales	\$ 9.820.040
<b>Total, Nómina</b>	<b>\$ 157.014.651</b>

*Nota:* Elaboración propia 2021, resumen mensual y anual de nómina.

### *Misión*

Generar un impacto positivo en la comunidad Tunjana a través de la recolección y gestión de RAEE, motivando e impulsando los programas postconsumo de residuos, garantizando un manejo ambientalmente seguro a través de la logística inversa.

### *Visión*

Posicionarnos para el año 2025 como una de las compañías líderes en gestión de RAEE del departamento de Boyacá

### *Valores*

**Integridad:** Defendemos la honestidad, credibilidad y ecuanimidad.

**Trabajo en equipo:** Promovemos una cultura de colaboración entre nuestros participantes, contribuyendo lo mejor de cada uno, motivando y generando compromisos en la consecución de un objetivo común.

**Conciencia Medioambiental:** Creemos en la preservación y disminución de impactos hacia el medioambiente, esto es vital para nosotros es por eso que estamos en continuo cambio.

**Conclusión:** El modelo de gestión propuesto para el centro de acopio nos permitió reconocer e identificar todas aquellas necesidades y requerimientos empleados para la gestión interna del mismo, lo que permitirá facilitar la distribución física de instalaciones.

### **Diseño del centro de acopio**

#### *Ubicación*

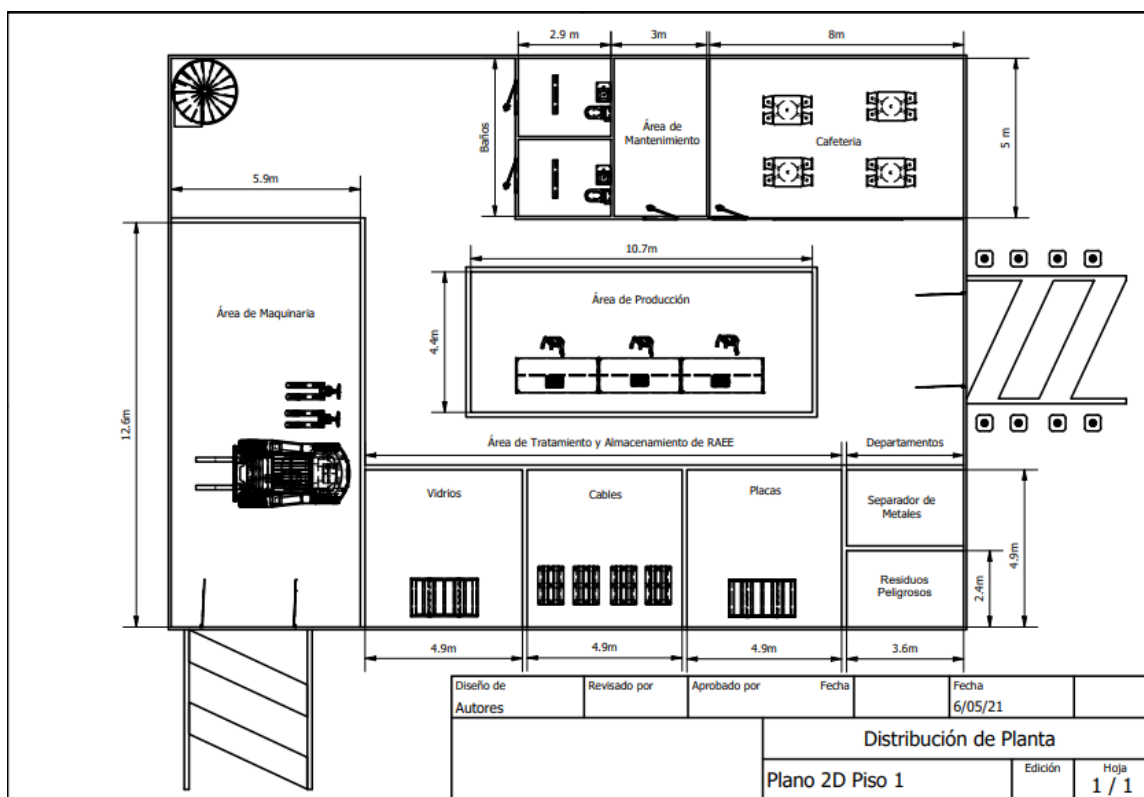
Como se mencionó en el estudio técnico realizado la mejor ubicación para el centro de acopio de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se establece en la zona oriental de Tunja, puesto que cumple con los requerimientos establecidos.

### *Distribución en Planta*

En base a las anteriores consideraciones analizadas se plantea, según los requerimientos y necesidades del centro de acopio la siguiente distribución en planta, para así optimizar los diferentes espacios y hacer más eficientes los procesos, ver figura 21:

**Figura: 21**

*Plano primer piso centro de acopio*



*Nota:* Elaboración propia 2021

En el primer piso de la planta se ubica el área de tratamiento y almacenamiento de RAEE en las cuales se encuentra las zonas de vidrios, cables, placas, separador de metales y residuos peligrosos seguido del área de maquinaria donde se localizan los equipos para el centro de acopio; en el centro de este se halla el espacio destinado a la producción, y por último para se determinan

las zonas del baño, bodega de manteniendo y cafetería. Para eso se llevó a cabo bajo la metodología de St la cual se describe a continuación:

**Área de maquinaria:** La zona tiene un área de 12.6 x 5.9 m<sup>2</sup> donde se encuentran disponibles los equipos y maquinaria a emplear para la ejecución de la operación, para la relación de los cálculos de dicha área ver tabla 24.

**Tabla 24**

*Zona de maquinaria*

<i>Descripción</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
<i>Montacargas</i>	1	1	2.4	1.18	2.9	2.9	1.4	7.2
<i>Prensa</i>	1	1	1.34	1.34	1.8	1.8	0.9	4.5
<i>Apilador</i>	1	2	1.77	0.88	1.6	3.1	1.2	5.8
<i>Bascula</i>	1	3	0.5	0.4	0.2	0.6	0.2	1.0
<i>Total</i>								18.5

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Áreas de tratamiento y almacenamiento de RAEE:** Se dispone de un área total de 72.03 m<sup>2</sup>, en donde se establecerán los espacios de cables, vidrios y placas obtenidos del proceso de desensamble para su posterior comercialización, del total de la zona asignada para cada tarea el espacio realmente a emplear es de 31.3 m<sup>2</sup>, como se puede observar en la tabla 25.

**Tabla 25**

*Área de tratamiento y almacenamiento*

<i>Herramientas</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
<i>Contenedores</i>	11	2	0.91	0.8	0.7	8.0	2.2	10.9
<i>Palet</i>	16	1	1.2	0.8	1.0	15.4	4.1	20.4
<i>Total</i>								31.3

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Departamentos:** La zona de residuos peligrosos dispone de un área 3.6 x 2.4 m<sup>2</sup> de la cual se empleará 5.3 m<sup>2</sup> para el almacenaje y disposición final de los mismos; en cuanto a la separación de metales se dispone de un área de igual similitud al anterior para el tratamiento como se observa en la tabla 26

**Tabla 26**

*Departamentos*

<i>Herramientas</i>	<i>N</i>	<i>n</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
<i>Contenedores</i>	4	1	0.91	0.8	0.7	2.9	0.9	4.6
<i>Palet</i>	4	1	1.2	0.8	1.0	3.8	1.2	6.0
<b><i>Total</i></b>								10.6

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Área de producción:** Esta zona cuenta con área total de 47.08 m<sup>2</sup> donde se realizará la fase de desensamble manual, donde el objetivo es lograr una mejor separación de los componentes, permitiendo de una manera eficaz la producción en línea lo que facilita la trazabilidad de los compuestos de valor y los residuos peligrosos, empleado un área de 35m<sup>2</sup> lo cual proporciona el desplazamiento de los operarios a las diversas zonas del centro de acopio como se observa en la tabla 27.

**Tabla 27**

*Zona de producción*

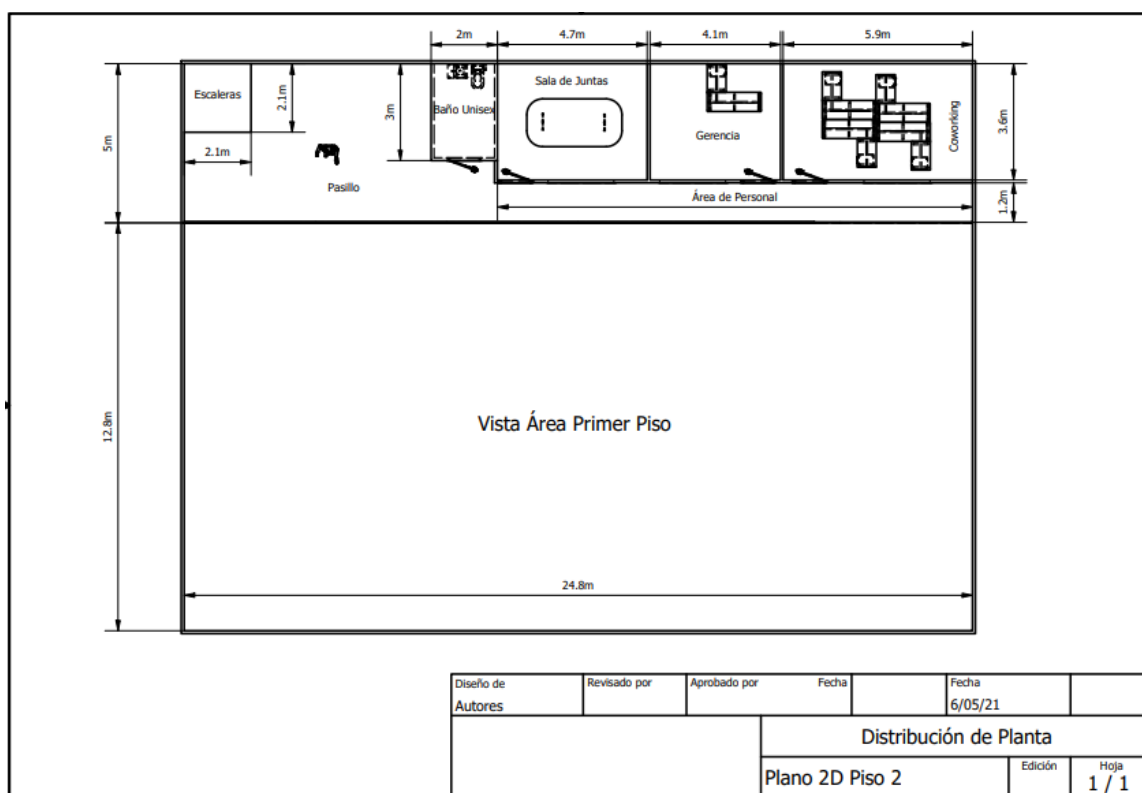
<i>Herramientas</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
<i>Mesa</i>	3	3	7	1	7.0	21.0	7.0	35.0
<b><i>Total</i></b>								35.0

*Nota:* Elaboración propia 2021

A continuación, se presentan las adecuaciones para el segundo piso en el cual se ubican las oficinas administrativas, ver figura 22:

**Figura: 22**

Plano segundo piso centro de acopio



*Nota:* Elaboración propia 2021

**Área de personal:** Para la distribución de la zona de Coworking, gerencia y sala de juntas el cual tiene un área total de 54.12 m<sup>2</sup> según la metodología aplicada el espacio a ocupar es de 33.4 m<sup>2</sup>, dicha distribución tiene como fin que los espacios sean los más adecuados para la ejecución de las labores como se plantea en la tabla 28.



**Tabla 28**

*Área de personal:*

<i>Herramientas</i>	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>Largo</i>	<i>Ancho</i>	<i>Ss</i>	<i>Sg</i>	<i>Se</i>	<i>St</i>
<i>Escritorios</i>	3	1	1.38	1.5	2.1	2.1	1.0	15.5
<i>Mesa</i>	1	4	1.6	0.9	1.4	5.8	1.8	9.0
<i>Sillas</i>	7	1	0.56	0.58	0.3	0.3	0.2	7.3
<i>Archivador</i>	1	1	0.45	0.47	0.2	0.2	0.1	0.5
<i>Impresora</i>	1	1	1.02	0.42	0.4	0.4	0.2	1.1
<b><i>Total</i></b>								33.4

*Nota:* Elaboración propia 2021

Con el planteamiento de las áreas asignadas a través de la metodología St, se pudo instaurar de modo óptimo las áreas de cada zona, contemplando los diferentes tipos de movimientos del sistema productivo del centro de acopio con el fin de hacer eficientes todas las operaciones propuestas.

### **Estudio Financiero**

Para esta fase del proyecto se analizarán los diversos recursos legales y financieros que se deben realizar para la puesta en funcionamiento del centro de acopio y de esta manera determinar su viabilidad.

**Inversión Inicial:** La inversión inicial para la creación del centro de acopio se realizará con un financiamiento del 70% por bancos y un aporte de socios del 30% restante, para un total de \$113.144.147, para las adecuaciones se empleará \$9.164.244 de los aportes de los socios a continuación se relaciona a detalle las cuentas Ver tabla 29:

**Tabla 29***Inversión inicial*

Inversión Inicial			
Rubros de Inversiones	Inversión Desagregada		Inversiones Parciales
Inversión tangible	Activos Fijos - Muebles y enseres, equipos de cómputo y maquinaria	\$	23.307.000
	Dinero en efectivo - Adecuaciones bodega	\$	45.000.000
	Herramientas	\$	3.002.000
<b>Total, inversión Tangible</b>		<b>\$</b>	<b>71.309.000</b>
Gastos preoperativos	Gastos de Organización	\$	6.600.000
	Gasto de Constitución	\$	5.400.000
	Gasto en Capacitación	\$	2.000.000
	Gastos en Publicidad y Promoción	\$	3.550.000
<b>Total, Gastos preoperativos</b>		<b>\$</b>	<b>17.550.000</b>
Costos de Producción	Honorarios		550000
	Transporte, fletes y acarreos	\$	840.000
	Seguros	\$	700.000
	Arrendamiento	\$	1.500.000
	Servicios	\$	5.300.000
	Mantenimiento y reparaciones	\$	600.000
	Diversos	\$	1.700.000
	Gastos de personal	\$	12.915.663
Gastos Depreciación	\$	179.483	
<b>Total, Costos de Producción</b>		<b>\$</b>	<b>24.285.147</b>
<b>Total, Inversión Inicial</b>		<b>\$</b>	<b>113.144.147</b>

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Inversiones en Activos Fijos:** La inversión en activos fijos, se encuentran representadas en la adecuación de las instalaciones, maquinaria, equipo de producción, y muebles y enseres, en los rubros como se evidencia en la tabla 30.

**Tabla 30***Activos fijos*

<b>Inversión en Activos Fijos</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vlr. Unitario</b>	<b>Vlr. Total</b>
Adecuaciones bodega (m <sup>2</sup> )	<b>1</b>	\$ 45.000.000	\$ 45.000.000
<b>Efectivo</b>		<b>\$ 45.000.000</b>	<b>\$ 45.000.000</b>
Contenedores Metálicos	15	\$ 150.000	\$ 2.250.000
Palet	20	\$ 15.000	\$ 300.000
Martillo	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Punzón	4	\$ 8.000	\$ 32.000
Alicate	4	\$ 22.000	\$ 88.000
Estilete	4	\$ 38.000	\$ 152.000
<b>Total, Herramientas</b>		<b>\$ 278.000</b>	<b>\$ 3.002.000</b>
Apilador Manual	1	\$ 1.138.000	\$ 1.138.000
Prensa Hidráulica	1	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000
Destornillador Eléctrico	2	\$ 200.000	\$ 400.000
Soplador Eléctrico	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Bascula	2	\$ 390.000	\$ 780.000
Extractores	3	\$ 220.000	\$ 660.000
<b>Total, Maquinaria y equipo</b>		<b>\$ 14.073.000</b>	<b>\$ 15.103.000</b>
Extintor Multipropósito	2	\$ 80.000	\$ 160.000
Sillas	2	\$ 80.000	\$ 160.000
Mesón Acero Inoxidable	5	\$ 230.000	\$ 1.150.000
Escritorio	3	\$ 220.000	\$ 660.000
Sillas	5	\$ 130.000	\$ 650.000
Archivador	1	\$ 295.000	\$ 295.000
<b>Total, Muebles y enseres</b>		<b>\$ 1.035.000</b>	<b>\$ 3.075.000</b>
Computador	3	\$ 1.400.000	\$ 4.200.000
Impresora	1	\$ 929.000	\$ 929.000
<b>Total, Equipo de computación y comunicación</b>		<b>\$ 2.329.000</b>	<b>\$ 5.129.000</b>
<b>Total, efectivo - activos fijos y herramientas</b>		<b>\$ 17.715.000</b>	<b>\$ 71.309.000</b>

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Gastos PreOperativos:** Estos gastos se encuentran representados por Gatos de organización, gastos de constitución, gastos de capacitación, y de publicidad y promoción para un total de \$17.550.000 pesos como se muestra en la tabla 31.

**Tabla 31**

*Gastos preoperativos*

Gastos PreOperativos			
Descripción	Cantidad	Vlr. Unitario	Vlr. Total
<b>Gastos de organización</b>	<b>\$ 3.600.000,00</b>		<b>\$ 6.600.000</b>
Asesoría	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Permisos (construcción, municipales otros)	1	\$ 3.200.000	\$ 3.200.000
Búsqueda y selección de personal	1	\$ 400.000	\$ 400.000
Gastos imprevistos	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
<b>Gastos de constitución</b>	<b>\$ 5.400.000,00</b>		<b>\$ 5.400.000</b>
Gastos notariales	1	\$ 1.400.000	\$ 1.400.000
Licencias	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Tramites CorpoBoyacá	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Otros Trámites	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
<b>Gastos en Capacitación</b>	<b>\$ 2.000.000,00</b>		<b>\$ 2.000.000</b>
Capacitación en el puesto	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Otras Capacitaciones	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
<b>Gastos Publicidad y Promoción</b>	<b>\$ 3.550.000,00</b>		<b>\$ 3.550.000</b>
Permisos municipales para publicidad	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Publicidad	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Gastos en marketing directo	1	\$ 300.000	\$ 300.000
<b>TOTAL, GASTOS PREOPERATIVOS</b>		<b>\$ 14.550.000</b>	<b>\$ 17.550.000</b>

*Nota:* Elaboración propia 2021

**Costos de Producción:** En la tabla 32, se encuentra la relación de honorarios del contador, Transporte flete y acarreos, seguros, arrendamiento, servicios públicos, Mantenimiento y reparaciones, diversos, gastos de personal y finalmente los gastos de depreciación, para un total de \$24.285.147 pesos mensuales.

**Tabla 32***Costos de producción*

Costos de Producción		
Costo	Costo mensual	Costo Anual
<b>Honorarios</b>	\$ 550.000,00	\$ 6.600.000
Contador	\$ 550.000	\$ 6.600.000
<b>Transporte, fletes y acarreos</b>	\$ 840.000	\$ 10.080.000
Alquiler de Montacarga	\$ 480.000	\$ 5.760.000
Alquiler vehículo de carga	\$ 360.000	\$ 4.320.000
<b>Seguros</b>	\$ 700.000	\$ 8.400.000
Incendio	\$ 350.000	\$ 4.200.000
Hurto	\$ 350.000	\$ 4.200.000
<b>Arrendamiento</b>	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
Arriendo bodega	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
<b>Servicios</b>	\$ 5.300.000	\$ 63.600.000
Vigilancia y CCTV	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
Acueducto y Alcantarillado	\$ 500.000	\$ 6.000.000
Energía eléctrica	\$ 1.800.000	\$ 21.600.000
Teléfono e Internet	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 600.000	\$ 7.200.000
Construcción y Edificación	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Maquinaria y Equipos	\$ 200.000	\$ 2.400.000
Equipos de Computo	\$ 100.000	\$ 1.200.000
<b>Diversos</b>	\$ 1.700.000	\$ 20.400.000
Elementos aseo y cafetería	\$ 400.000	\$ 4.800.000
Útiles de papelería y fotocopias	\$ 500.000	\$ 6.000.000
Taxis y buses	\$ 300.000	\$ 3.600.000
Imprevistos	\$ 500.000	\$ 6.000.000
<b>Gastos de personal</b>	\$ 12.915.663	\$ 109.680.000
Nómina de Administración	\$ 12.915.663	\$ 157.014.651
<b>Gastos Depreciación</b>	\$ 179.483	\$ 22.920.000
Depreciación P.P. y Equipo	\$ 179.483	\$ 2.153.800
<b>TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	\$ 24.285.147	\$ 268.848.451

Nota: Elaboración propia 2021

**Ingresos:** Para la obtención de los ingresos se realizó la proyección de cada uno de los rubros que se pagan actualmente por el despiece de los RAEE de esta forma se realizó un promedio del costo por las ventas del mismo, basado en proyecciones de las toneladas generadas en la ciudad de Tunja y el crecimiento poblacional de la ciudad, de igual forma se tuvo en cuenta el IPC como proyección de los siguientes años. Como se planteó anteriormente en las fases operativas del centro de acopio se realizará el reuso de algunos elementos para darle una segunda vida útil a los mismos y poderlo ofrecer a costo asequible a población de bajos recursos a continuación se relaciona en la tabla 33 estos ingresos. Para ver en detalle ver, (Anexo R).

**Tabla 33**

*Proyección de ingresos*

CONSOLIDADO DE PRECIOS (RESUMEN)			
Equipo	Peso kg		Precio Venta
Cpu	7,56	\$	42.648
Mouse	0,13	\$	5.325
Impresora	20,94	\$	38.182
Teclado	12,71	\$	10.452
<b>TOTAL</b>	<b>41,34</b>	<b>\$</b>	<b>96.607</b>

Descripción	Ton		Vlr. Estimado
Peso con precio estimado	0,041	\$	<b>96.607</b>
Ton encuestadas	11,13	\$	26.009.577
% de la población objetivo	2814	\$	271.852.098

*Nota:* La tabla 33 describe las toneladas proyectadas de la ciudad estableciendo llegar a la población con un margen de error del 90%, elaboración propia 2021.

**Tabla 34***Otros Ingresos*

Descripción	Valor unitario	Cantidad	Total
Computador de mesa	\$ 550.000	100	\$ 55.000.000
Computador portátil	\$ 650.000	100	\$ 65.000.000
TV	\$ 200.000	80	\$ 16.000.000
Equipos de sonido	\$ 185.000	55	\$ 10.175.000
Teclado	\$ 17.000	85	\$ 1.445.000
Maese	\$ 15.000	85	\$ 1.275.000
<b>Total, otras ventas año 1</b>			<b>\$ 148.895.000,00</b>

*Nota:* La tabla describe la cantidad de ventas planteadas para los RAEE anteriormente nombrados, elaboración propia 2021.

**Estado de Situación Financiera:** Se planteo una proyección de 6 años donde la utilidad del ejercicio nos da \$31.188.750 pesos para el Año 1, ver tabla 35.

**Flujo de Caja:** Las proyecciones del flujo de caja revela el proceder de los ingresos y egresos, de igual forma la amortización a capital del crédito, durante la proyección de los 6 años, ver tabla 36.

**Balance General:** Se presenta en la tabla 37, la proyección del balance general con horizonte de 6 Años.

**Tabla 35***Proyección E.S.F.*

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
<b>INGRESOS OPERACIONALES</b>		2.40%	3.00%	3.50%	3.70%	3.10%
Comercio al por mayor ya por menor	\$ 420,747,098	\$ 430,845,028	\$ 443,770,379	\$ 459,302,342	\$ 476,296,529	\$ 491,061,722
Costos de ventas	-	-	-	-	\$ -	\$ -
<b>UTILIDAD BRUTA OPERACIONAL</b>	<b>\$420,747,098</b>	<b>\$ 430,845,028</b>	<b>\$ 443,770,379</b>	<b>\$ 459,302,342</b>	<b>\$ 476,296,529</b>	<b>\$491,061,722</b>
<b>GASTOS DE OPERACIÓN</b>						
Gastos de personal	\$ 181,308,268	\$ 185,659,667	\$ 191,229,457	\$ 197,922,488	\$ 205,245,620	\$ 211,608,234
Honorarios	\$ 8,100,000	\$ 8,294,400	\$ 8,543,232	\$ 8,842,245	\$ 9,169,408	\$ 9,453,660
Arrendamientos	\$ 28,080,000	\$ 28,753,920	\$ 29,616,538	\$ 30,653,116	\$ 31,787,282	\$ 32,772,687
Seguros	\$ 8,400,000	\$ 8,601,600	\$ 8,859,648	\$ 9,169,736	\$ 9,509,016	\$ 9,803,795
Servicios	\$ 64,000,000	\$ 65,536,000	\$ 67,502,080	\$ 69,864,653	\$ 72,449,645	\$ 74,695,584
Gastos legales	\$ 9,350,000	\$ 9,574,400	\$ 9,861,632	\$ 10,206,789	\$ 10,584,440	\$ 10,912,558
Mantenimiento y reparaciones	\$ 43,035,756	\$ 44,068,614	\$ 45,390,673	\$ 46,979,346	\$ 48,717,582	\$ 50,227,827
Depreciación - Maquinaria y equipo	\$ 2,153,800	\$ 2,205,491	\$ 2,271,656	\$ 2,351,164	\$ 2,438,157	\$ 2,513,740
Diversos	\$ 21,900,000	\$ 22,425,600	\$ 23,098,368	\$ 23,906,811	\$ 24,791,363	\$ 25,559,895
Gastos Financieros	\$ 23,230,524	\$ 23,788,056	\$ 24,501,698	\$ 25,359,257	\$ 26,297,550	\$ 27,112,774
<b>TOTAL, GASTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>\$389,558,348</b>	<b>\$ 398,907,748</b>	<b>\$ 410,874,981</b>	<b>\$ 425,255,605</b>	<b>\$ 440,990,062</b>	<b>\$454,660,754</b>
<b>UTILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>\$ 31,188,750</b>	<b>\$ 31,937,280</b>	<b>\$ 32,895,399</b>	<b>\$ 34,046,738</b>	<b>\$ 35,306,467</b>	<b>\$ 36,400,967</b>
<b>UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>\$389,558,348</b>	<b>\$ 398,907,748</b>	<b>\$ 410,874,981</b>	<b>\$ 425,255,605</b>	<b>\$ 440,990,062</b>	<b>\$454,660,754</b>
<b>UTILIDAD LIQUIDA DEL EJERCICIO</b>	<b>\$ 31,188,750</b>	<b>\$ 31,937,280</b>	<b>\$ 32,895,399</b>	<b>\$ 34,046,738</b>	<b>\$ 35,306,467</b>	<b>\$ 36,400,967</b>

Nota: Elaboración propia 2021



**Tabla 36***Proyección flujo de caja*

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
			2,40%	3,00%	3,50%	3,70%	3,10%
<b>INGRESOS</b>							
Ventas del periodo		\$ 420,747,098	\$430,845,028	\$ 443,770,379	\$459,302,342	\$ 476,296,529	\$ 491,061,722
<b>Total, Ingresos</b>		<b>\$ 420,747,098</b>	<b>\$430,845,028</b>	<b>\$ 443,770,379</b>	<b>\$459,302,342</b>	<b>\$ 476,296,529</b>	<b>\$ 491,061,722</b>
<b>EGRESOS</b>							
Gastos de personal		\$ 181,308,268	\$185,659,667	\$ 191,229,457	\$197,922,488	\$ 205,245,620	\$ 211,608,234
Honorarios		\$ 8,100,000	\$ 8,294,400	\$ 8,543,232	\$ 8,842,245	\$ 9,169,408	\$ 9,453,660
Arrendamientos		\$ 28,080,000	\$ 28,753,920	\$ 29,616,538	\$ 30,653,116	\$ 31,787,282	\$ 32,772,687
Seguros		\$ 8,400,000	\$ 8,601,600	\$ 8,859,648	\$ 9,169,736	\$ 9,509,016	\$ 9,803,795
Servicios		\$ 64,000,000	\$ 65,536,000	\$ 67,502,080	\$ 69,864,653	\$ 72,449,645	\$ 74,695,584
Gastos legales		\$ 9,350,000	\$ 9,574,400	\$ 9,861,632	\$ 10,206,789	\$ 10,584,440	\$ 10,912,558
Mantenimiento y reparaciones		\$ 43,035,756	\$ 44,068,614	\$ 45,390,673	\$ 46,979,346	\$ 48,717,582	\$ 50,227,827
Depreciación - Maquinaria y equipo		\$ 2,153,800	\$ 2,205,491	\$ 2,271,656	\$ 2,351,164	\$ 2,438,157	\$ 2,513,740
Diversos		\$ 21,900,000	\$ 22,425,600	\$ 23,098,368	\$ 23,906,811	\$ 24,791,363	\$ 25,559,895
Gastos Financieros		\$ 23,230,524	\$ 23,788,056	\$ 24,501,698	\$ 25,359,257	\$ 26,297,550	\$ 27,112,774
<b>Total, Egresos</b>		<b>\$ 389,558,348</b>	<b>\$398,907,748</b>	<b>\$ 410,874,981</b>	<b>\$425,255,605</b>	<b>\$ 440,990,062</b>	<b>\$ 454,660,754</b>
<b>Inversión inicial</b>	<b>-\$ 113,144,147</b>						
<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	<b>-\$ 113,144,147</b>	<b>\$ 31,188,750</b>	<b>\$ 31,937,280</b>	<b>\$ 32,895,399</b>	<b>\$ 34,046,738</b>	<b>\$ 35,306,467</b>	<b>\$ 36,400,967</b>

Nota: Elaboración propia 2021

**Tabla 37***Proyección balance general*

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
<b>ACTIVO</b>						
<b>ACTIVO CORRIENTE</b>		<b>2.40%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>	<b>3.70%</b>	<b>3.10%</b>
Bancos	69,127,025	70,786,073	72,909,655	75,461,493	78,253,569	80,679,429
Clientes (Cuentas por cobrar)	275,982,675	282,606,259	291,084,447	301,272,403	312,419,482	322,104,485
Anticipo de retención	5,922,375	6,064,512	6,246,447	6,465,073	6,704,281	6,912,113
Materiales, Repuestos y accesorios	3,002,000	3,074,048	3,166,269	3,277,089	3,398,341	3,503,690
<b>TOTAL, ACTIVO CORRIENTE</b>	<b>354,034,075</b>	<b>362,530,892</b>	<b>373,406,819</b>	<b>386,476,058</b>	<b>400,775,672</b>	<b>413,199,718</b>
<b>ACTIVO NO CORRIENTE</b>						
Maquinaria y equipo	15,103,000	15,465,472	15,929,436	16,486,966	17,096,984	17,626,991
Muebles y enseres	3,075,000	3,148,800	3,243,264	3,356,778	3,480,979	3,588,889
Equipó de computación y comunicación	5,129,000	5,252,096	5,409,659	5,598,997	5,806,160	5,986,151
Depreciación - Maquinaria y equipo	-2,153,800	-2,205,491	-2,271,656	-2,351,164	-2,438,157	-2,513,740
Cargos diferidos	2,800,000	2,867,200	2,953,216	3,056,579	3,169,672	3,267,932
<b>TOTAL, ACTIVO NO CORRIENTE</b>	<b>23,953,200</b>	<b>24,528,077</b>	<b>25,263,919</b>	<b>26,148,156</b>	<b>27,115,638</b>	<b>27,956,223</b>
<b>TOTAL, ACTIVO</b>	<b>\$ 377,987,275</b>	<b>\$ 387,058,969</b>	<b>\$ 398,670,738</b>	<b>\$ 412,624,214</b>	<b>\$ 427,891,310</b>	<b>\$ 441,155,941</b>
<b>PASIVO</b>						
<b>PASIVOS CORRIENTES</b>						
Cuentas por pagar	134,280,000	137,502,720	141,627,802	146,584,775	152,008,411	156,720,672
Retención y aportes de nomina	-	-	-	-	0	-
Acreedores varios	-	-	-	-	0	-
IVA generado	79,941,949	81,860,555	84,316,372	87,267,445	90,496,341	93,301,727
Salarios por pagar	-	-	-	-	0	-
Obligaciones laborales	24,320,309	24,903,996	25,651,116	26,548,905	27,531,215	28,384,683
<b>TOTAL, PASIVOS CORRIENTES</b>	<b>238,542,258</b>	<b>244,267,272</b>	<b>251,595,290</b>	<b>260,401,125</b>	<b>270,035,967</b>	<b>278,407,082</b>

**Tabla 38***Proyección balance general (Continuación)*

<b>PASIVOS NO CORRIENTES</b>						
Obligaciones Financieras	72,783,023	61,732,102	46,869,842	26,881,755	-0	
<b>TOTAL, PASIVOS NO CORRIENTES</b>	<b>72,783,023</b>	<b>61,732,102</b>	<b>46,869,842</b>	<b>26,881,755</b>	<b>-0</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL, PASIVO</b>	<b>\$ 311,325,281</b>	<b>\$ 305,999,374</b>	<b>\$ 298,465,132</b>	<b>\$ 287,282,880</b>	<b>\$ 270,035,967</b>	<b>\$ 278,407,082</b>
<b>PATRIMONIO</b>						
Aportes sociales	35,473,244	36,324,602	37,414,340	38,723,842	40156624	41,401,479
Utilidad del ejercicio	31,188,750	31,937,280	32,895,399	34,046,738	35306467	36,400,967
<b>TOTAL, PATRIMONIO</b>	<b>\$ 66,661,994</b>	<b>\$ 68,261,882</b>	<b>\$ 70,309,738</b>	<b>\$ 72,770,579</b>	<b>\$ 75,463,091</b>	<b>\$ 77,802,447</b>
<b>TOTAL, PASIVO Y PATRIMONIO</b>	<b>\$ 377,987,275</b>	<b>\$ 374,261,256</b>	<b>\$ 368,774,871</b>	<b>\$ 360,053,460</b>	<b>\$ 345,499,058</b>	<b>\$ 356,209,528</b>

*Nota:* Elaboración propia 2021

### **Análisis**

Las proyecciones financieras presentadas para el proyecto nos permiten deducir que la capacidad del centro de acopio para liquidar sus deudas es sostenible, de este modo los ingresos percibidos permiten la reinversión en el mismo y de esta forma devolver la inversión de los accionistas, permitiendo amortización de futuros desafíos financieros, ver tabla 38.

### **Tabla 39**

#### *Indicadores*

VPN	<b>\$ 10.879.970</b>
TIR	<b>19%</b>
RC/B \$	<b>1,11</b>

*Nota: Elaboración propia*

Dados los valores proyectados obtenidos en el flujo de caja el VPN alcanzado es de \$10.879.970 permitiendo dar viabilidad rentable desde el punto de vista de los ingresos netos.

Para la TIR se obtiene un 19%, lo que implica que con una tasa del 15%, genera una oportunidad al inversionista de viabilidad, generando rendimientos positivos del proyecto.

En cuanto a la relación costo/ beneficio se evidencia que se generan \$1.11 pesos, por cada \$1 peso invertido en el proyecto siendo un flujo positivo con una utilidad de \$0.11 centavos, afirmando que el proyecto es viable desde este punto; concluyendo de este modo, que realizado el análisis financiero y desde este punto de vista la creación del centro de acopio es Viable.

## Conclusiones

- Las estimaciones producidas de RAEE para Tunja son de 2.179 toneladas/año (Informe PGIRS, 2018) sugieren, que la ciudad, amerita la creación de un centro de acopio para el tratamiento adecuado de estos, con el objetivo de ayudar a mitigar y disminuir los impactos ambientales y sociales.
- Para la puesta en funcionamiento del centro de acopio se optó por los RAEE con mayor generación comprendidos en, Línea marrón dentro de los cuales se encuentra la electrónica de consumo diario para el entrenamiento, Línea gris en cual se clasifican los aparatos de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), donde se pueden clasificar los computadores, impresoras, copiadoras, celulares y periféricos.
- Se comprobó que proveedores y minoristas de las líneas gris y marrón de AEE no se encargan de recoger los RAEE que se generan en la ciudad de Tunja - Boyacá, ya que algunos no cuentan con metodologías de logística inversa.
- Se detectó que para la ciudad de Tunja no hay un punto fijo de retoma de RAEE, lo que se hace con estos residuos es que su disposición final se realice como residuos ordinarios y lleguen al relleno sanitario de PIRGUA causando impactos negativos.
- Con la ejecución de un centro de acopio para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se fomenta el crecimiento de economía naranja en la ciudad y a su vez es una alternativa en la disminución de impactos medio ambientales lo cual aporta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### **Recomendaciones**

- Impulsar alianzas estratégicas con entes gubernamentales, que le permitan hacer hincapié a campañas de socialización de la gestión de los RAEE en la comunidad Tunjana.
- Diseñar y entregar cartillas con respecto a la normatividad y gestión de tratamiento de los RAEE y difundirla por medios de comunicación.
- Promover el Ecodiseño en los AEE, de tal forma que contribuya al mejoramiento en las técnicas de tratamiento y disposición final de los RAEE.
- Ampliar a futuro la captación de todas las líneas de RAEE para su gestión y eliminación respectiva en el centro de acopio propuesto.

### Lista de Referencias

- Alcaldía de Tunja. (s/f). *Geografía—Alcaldía Mayor de Tunja*. <http://www.tunjaboyaca.gov.co/municipio/geografia>
- ANDI. (2021). *ANDI - Cámaras Sectoriales*. <http://www.andi.com.co/Home/Camara/9-electrodomesticos>
- Antún. (2013). *Distribución urbana de mercancías: Estrategias con centros logísticos*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Distribuci%C3%B3n-urbana-de-mercanc%C3%ADas-Estrategias-con-centros-log%C3%ADsticos.pdf>
- Arcia, M. (2018). *Cadena de suministro*. Entrepreneur. <https://www.entrepreneur.com/article/316908>
- bellota. (s/f). *Martillo para carpintero | Bellota*. <https://www.bellota.com/construccion/martilleria/martillo-para-carpintero-800213cf>
- Belltec. (s/f). *ALICATE ELECTRICISTA STANLEY 8" 84056*. Belltec - Herramientas y Equipos. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de <https://belltec.com.co/alicates-y-pinzas/21361-alicate-electricista-stanley-8-84056.html>
- Betancur, Ladino, & Álvarez. (2019). *Diseño de un modelo de logística inversa para empresas del sector industrial en la ciudad de Pereira, Risaralda*. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17157/DISE%C3%91O%20DE%20U%20MODELO%20DE%20LOGISTICA%20INVERSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Calderón, J. M. S., Botero, B. U., Uribe, C. C., Madriñán, M. B., Arango, C. A., & Arias, M. E.

B. (2010). *MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL*.

100. Obtenido de [http://www.residuoselectronicos.net/wp-](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

[content/uploads/2012/03/Guia\\_RAEE\\_MADS\\_2011-reducida.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf)

Castillo Gonzáles, J (2018). *Caracterización de la red logística de la empresa Mineralex*

*ubicada en el municipio de Paz del Rio- Boyacá.* [Tesis pregrado de Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia]

[https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2619/1/TGT\\_1232.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2619/1/TGT_1232.pdf)

Cole, Cooper, & y Gnanapragasam. (2016). Extending product lifetimes through WEEE reuse

and repair: Opportunities and challenges in the UK. *2016 Electronics Goes Green 2016+*

(EGG), 1–9. <https://doi.org/10.1109/EGG.2016.7829857>

Corpoboyacá. (2020). *Informe de gestión. Pdf*

corporacionjovasa. (2019). *DESTORNILLADOR-6-VIAS-STANLEY.pdf*.

[https://corporacionjovasa.com/wp-content/uploads/2019/04/DESTORNILLADOR-6-](https://corporacionjovasa.com/wp-content/uploads/2019/04/DESTORNILLADOR-6-VIAS-STANLEY.pdf)

[VIAS-STANLEY.pdf](https://corporacionjovasa.com/wp-content/uploads/2019/04/DESTORNILLADOR-6-VIAS-STANLEY.pdf)

DANE. (2018). *Censo nacional de poblacion y vivienda*. obtenido de

[https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-](https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=5)

[2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=5](https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=4.456007353293281&lg=-73.2781601239999&z=5)

Dieste, Viagi, Panizzolo, Santos, & y Marins. (2018). Reverse logistics models for the collection

of Waste Electrical and Electronic Equipment: The Brazilian case. *2018 International*

*Conference on Production and Operations Management Society (POMS)*, 1–8.

<https://doi.org/10.1109/POMS.2018.8629480>



Dirección de Gobierno Digital. (2019). *Análisis del Sector pdf*.

directindustry. (s/f). *Prensa hidráulica—PHA-200—Mécamaq—De formado / de 4 columnas / vertical*. <https://www.directindustry.es/prod/mecamaq/product-57501-1340199.html>

Disset Odiseo S.L. (2021). ▷ *Descargar Catálogo*. <https://www.dissetodiseo.com/descargar-catalogo/>

empresascarbone. (s/f). *Ts123-punzon-antideslizante-de-a.pdf*. <https://www.empresascarbone.com/pdf/shopify/ts123-punzon-antideslizante-de-a.pdf>

Escobar Ocampo, D., López, A., Camacho Lozano, A., Eduardo, A., & Camelo Martínez, E.

(2017). *Política nacional gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*.

[https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book\\_rae\\_/Politica\\_RAEE.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/e-book_rae_/Politica_RAEE.pdf)

González. (2012). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: Propuestas y alternativas para una gestión sostenible*. El Colegio de la Frontera Norte.

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouansp/detail.action?docID=3226595>

Google Maps. (2021). Google Maps. <https://www.google.com/maps/@5.5173525,-73.3761244,12z?hl=es>

Gutiérrez. (2015). *Estructura de la cadena de suministros*.

[https://www.academia.edu/15177856/estructura\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministros\\_logistica\\_de\\_abastecimiento\\_proveedores\\_empresa\\_canales\\_consumidor\\_logistica\\_interna\\_logistica\\_de\\_distribucion\\_logistica\\_reversiva](https://www.academia.edu/15177856/estructura_de_la_cadena_de_suministros_logistica_de_abastecimiento_proveedores_empresa_canales_consumidor_logistica_interna_logistica_de_distribucion_logistica_reversiva)

Homecenter. (s/f). *Bosch Atornillador Eléctrico Bosch Go 1/4-pulg 3.6V I-L 360rpm.*

SodimacCO. <http://lb.homecenter.com.co/homecenter-co/product/324768/Destornillador-Electrico-Bosch-Go-1-4-pulg-3.6V-I-L-360rpm/324768>

Hoyos. (2011). *Desarrollo y aplicación de un modelo de simulación de un sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos asociados a las tic en Colombia para analizar su viabilidad tecnológica y financiera.*

<http://bdigital.unal.edu.co/4461/1/18476.2011.pdf>

Iglesias. (2018). *Manual de logística inversa.*

[https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/123398?fs\\_q=manual\\_\\_de\\_\\_logistica\\_\\_inversa&prev=fs](https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/123398?fs_q=manual__de__logistica__inversa&prev=fs)

Informe PGIRS. (2018). *Informe de avance.* Obtenido de

[https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000658/32852\\_2019\\_24sep\\_informe\\_avance\\_pgirs\\_2018.PDF](https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000658/32852_2019_24sep_informe_avance_pgirs_2018.PDF)

Lobato, F. (2013). *Gestión logística y comercial.*

[https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/42961?as\\_all=logistica&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/42961?as_all=logistica&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as)

Martí Frías, B. (2014). *La logística inversa: Gestión de RAEEs*

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38908/TFC%20Martí%20Frías%2C%20Blanca.pdf?sequence=1>

Martínez Muñoz, K. (2016). *Estado del arte de la logística inversa como estrategia ambiental*

*aplicada a RAEE.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD]

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/6801/1095929562.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Merino, Sáez, & Antelo. (2017). Logística inversa aplicada a las empresas de edificación. Fase de demolición. *Building & Management*, 1(2), 12–23.

<https://doi.org/10.20868/bma.2017.2.3550>

Ministerio de ambiente (19 de Julio del 2013) Lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) [Ley 1672. 2013]

[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley\\_1672\\_2013.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf)

Mora, & Martín. (2013). *Logística inversa y ambiental: Retos y oportunidades en las organizaciones modernas*. Ecoe Ediciones.

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouansp/detail.action?docID=4870552>

Morales, B. (2013). *La Logística Reversa o Inversa, Aporte al Control de Devoluciones y Residuos en la Gestión de la Cadena de Abastecimiento*.

<https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Archivos/la%20logistica%20reversa%20o%20inversa%20basilio%20balli.pdf>

NTC\_ISO\_14001. (2015). *Sistemas de gestión Ambiental*

[https://informacion.unad.edu.co/images/control\\_interno/NTC\\_ISO\\_14001\\_2015.pdf](https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf)

Ochoa. (2018). *Gestión integral de residuos: Análisis normativo y herramientas para su implementación (2a. ed.)*. Editorial Universidad del Rosario.

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouansp/detail.action?docID=5486754>

pce-iberica.es. (s/f). *Balanza para paquetería PCE-TS*. <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/balanzas/balanza-paqueteria-PCE-TS.htm>

Pgirsalctunja. (2015). *Organización para la Actualización del PGIRS*. Obtenido de [https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000175/8740\\_pgirsalctunja2015.pdf](https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000175/8740_pgirsalctunja2015.pdf)

*Pgirsalctunja*. (2015b). [https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000175/8740\\_pgirsalctunja2015.pdf](https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/000175/8740_pgirsalctunja2015.pdf)

Pires, S. (2012). *Gestión de la cadena de suministros*. [https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/50187?fs\\_q=cadena\\_\\_de\\_\\_suministro&prev=fs&page=38](https://ezproxy.uan.edu.co:2830/es/ereader/bibliouan/50187?fs_q=cadena__de__suministro&prev=fs&page=38)

Protomastro, G. F., & de, M. (s/f). *Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina*. 61.

Resolución (15 de agosto del 2010) de Ministerio de ambiente, Promulga los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión [1512. 2010]. [https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa\\_posconsumo\\_existente/RESOLUCION\\_1512\\_COMPUTADORES.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Programa_posconsumo_existente/RESOLUCION_1512_COMPUTADORES.pdf)

Sija.es. (2014). *STANLEY-2014.pdf*. <https://sija.es/catalogos/industrial/STANLEY-2014.pdf>

Silva Rodríguez, J. D. (2017). Diseño de una red de logística inversa: Caso de estudio Usochicamocha - Boyacá. *Ingeniería y Ciencia*, 13(26), 91–113.

<https://doi.org/10.17230/ingciencia.13.26.4>

Skcmaquinarias.cl. (s/f). *Catalogo-ficha-técnica-grúa-horquilla-combustión-7fg35-50\_s-toyota.pdf*. [http://www.skcmaquinarias.cl/media/8379/catalogo-ficha-t%C3%A9cnica-gr%C3%BAa-horquilla-combusti%C3%B3n-7fg35-50\\_s-toyota.pdf](http://www.skcmaquinarias.cl/media/8379/catalogo-ficha-t%C3%A9cnica-gr%C3%BAa-horquilla-combusti%C3%B3n-7fg35-50_s-toyota.pdf)

Truper. (s/f). *Ficha técnica Sopladora eléctrica de 600 W*.

[https://www.truper.com/ficha\\_tecnica/Sopladora-electrica-de-600-W-79825.html](https://www.truper.com/ficha_tecnica/Sopladora-electrica-de-600-W-79825.html)

Vázquez Aguilera, A. (2016). Modelo para la implementación de un sistema de logística inversa como parte de la economía circular. [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de València] *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>

## Anexos

### Anexo A

Encuesta a la Población sobre Conocimiento y Generación De Residuos RAEE

OBJETIVO: Diagnosticar el nivel de conciencia y generación que se tienen para los residuos de RAEE en la población de Tunja. La Información recolectada es para fines académicos

Empresario	<input type="checkbox"/>
Comerciante	<input type="checkbox"/>
Universidad	<input type="checkbox"/>
Colegio	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>

Zona donde se encuentra:

Sur \_\_\_\_ Norte \_\_\_\_ Oriente \_\_\_\_ Occidente \_\_\_\_

De las siguientes preguntas escoja la opción más conveniente según usted crea la más conveniente

1. ¿Usted sabe qué son los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos?

Si  No

2. ¿En su hogar, oficina y/o empresa depositan los Aparatos eléctricos y Electrónicos, en contenedores, estos son entregados y transportados directamente por la empresa recolectora de basura?

Si  No

3. Si su respuesta anterior es **Negativa**, mencione que hace con este tipo de residuos

---



---

4. Qué clasificación cree usted que tienen los Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Residuos solidos

Residuos especiales

Residuos orgánicos

Residuos inorgánicos

Ninguno

No sabe

5. ¿Sabe usted donde puede depositar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Tunja?

Si  No

- Si su respuesta es **Afirmativa** mencione en donde:

---



---

- Si su respuesta es **Negativa**, indique él ¿por qué?

---



---

6. ¿Conserva en su hogar o empresa algún tipo de Aparato Eléctrico o Electrónico que no estén en uso?

Si  No

- Si su respuesta anterior es **Afirmativa** mencione cuales:

---



---

7. Si contesto la pregunta 6 con un Sí, de las siguientes opciones elija la que más se ajuste a su criterio:

Conservo los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, porque no tengo conocimiento de qué hacer con ellos

Conservo aparatos eléctricos y electrónicos para uso de repuestos

Para vender por chatarra

8. ¿Qué hace usted con los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos de su hogar, oficina y/o empresa?

Los arroja a la basura

Los devuelve al proveedor

Los vende

Los Guarda

No sabe

9. ¿Conoce usted si en la ciudad de Tunja se realiza alguna jornada de recolección de residuos Eléctricos o Electrónicos?

Si  No

10. ¿Sabe usted en que se basa el reciclaje tecnológico?

Evitar que la basura tecnológica llegue a lugares donde contamina.

No desechar la totalidad del Aparato Eléctrico y Electrónico

Convertirlos en una fuente de materia prima para nuevos productos



Sustituir las materias primas provenientes de recursos naturales por estos materiales recuperados

11. ¿Qué tipo de Aparato Eléctrico y/o Electrónico cambia con mayor frecuencia?

	3 meses	6 meses	1 año	2 años o +
Celulares y accesorios				
Computadores portátiles				
Computadores (CPU y monitor)				
Impresoras				
Mouse				
Teclados				
Cámaras Digital Fotos/Films				
Reproductor de video				
Televisores				
Radio				
Parlantes				
Equipos de sonido				

12. ¿Le gustaría que en Tunja existiera un sitio especial para depositar los Residuos de Aparatos

Eléctricos y Electrónicos?

Si  No

- Si la respuesta es **Afirmativa**, indique porque le gustaría

---



---

13. Estaría dispuesto por pagar por la recolección de este tipo de residuos

Si  No

14. En promedio cuánto estaría dispuesto a pagar por la recolección y tratamiento de estos residuos

Valor \$ \_\_\_\_\_ Cantidad \_\_\_\_\_ kg.

## **Anexo B**


### *Entrevista*

Con el fin de determinar los mejores parámetros en cuanto a la ubicación más óptima del centro de acopio se tomó entrevistas a un Arquitecto, un Ingeniero de la EBSA y un Ingeniero Civil, estableciendo sus mejores recomendaciones.

1. ¿En su opinión cuales son las mejores ubicaciones dentro de la ciudad para establecer un centro de acopio de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?
2. ¿Que características técnicas debe cumplir esta ubicación para ser la más óptima?
3. ¿Usted considera que para la implementación del centro de acopio es mejor arrendar una bodega o adquirir un terreno propio?

## Anexo C


## Ficha técnica palets de madera

FICHA TÉCNICA PALETA DE MADERA						VERSIÓN:001
						PÁGINA: 01
						
Descripción						
Paleta plana de madera con cuatro entradas, doble piso, no reversible con nueve dados y medidas 800 mm x 1.200 mm. Adecuada para su utilización en transporte, almacenamiento manipulación o intercambio. (PLS Pooling; 2020)						
Características						
La paleta plana europea o Europaleta es recuperada con especies de madera como abeto, alerce, castaño, chopo, picea, pino, roble, etc., con clase resistente (UNE-EN 338:2010) como mínimo C14 y fijaciones con resistencia mínima a tensión de 600 N/m m <sup>2</sup> .						
Dimensiones						
Pieza	Elemento	Número	Longitud	Anchura	Espesor	
1	Tabla de entrada de piso inferior.	2	1200	100	22	
2	Tabla de entrada de piso superior.	2	1200	145	22	
3	Tabla central del piso inferior	1	1200	145	22	
4	Tabla- traviesa	3	800	145	22	
5	Tabla central del piso superior.	1	1200	145	22	
6	Tabla intermedia del piso superior.	2	1200	100	22	
7	Dado exterior en el patín de la paleta.	6	145	100	78	
8	Dado central en el patín de la paleta.	3	145	145	78	
Propiedades físicas			Propiedades particulares			
Peso	21, 26 kg		Poder calorífico inferior		14,3 MJ/ kg	
Densidad	470 kg/m <sup>3</sup>		Carga de fuego		304 MJ	
Volumen	0,045 m <sup>3</sup>		Carga nominal		1,500 kg	

Nota: Características técnicas de paleta de madera tomado de (Disset Odiseo S.L, 2021)

## Anexo D

### Ficha técnica de contenedor metálico

FICHA TÉCNICA CONTENEDOR METÁLICO		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
<p>Un contenedor es una caja metálica que tiene unas dimensiones y características normalizadas. Cuando hablamos de “contenedor”, nos referimos también a los accesorios y el equipo del contenedor según la categoría siempre que se transporte junto con el contenedor. Algunas de las características son las destinados al almacenamiento y transporte de mercancías las cuales son: Debe ser resistente bastante como para ser empleado de manera repetida, Debe estar diseñado de manera que permita el transporte de mercancías con garantías frente a roturas o deterioros, Su diseño debe facilitar su manipulación en distintas operaciones de traslado y medios de transporte, Debe poderse llenar y vaciar sin complicaciones.</p>		
Características técnicas		
Alto	1500 cm	
Ancho	800 cm	
Largo	910 cm	
Peso	105 kg	
Capacidad de carga	1500 kg	
Características de funcionalidad		
<p>1. Estructura fabricada con perfiles de acero de gran resistencia y aptos para soportar grandes cargas, las paredes están diseñadas a partir de malla de acero ondulada para aportar mayor resistencia y durabilidad al contenedor</p>		
<p>2. La mayoría de los modelos están disponibles tanto con patas como con patines, para ajustarse mejor a sus necesidades</p>		
<p>3. Son manipulables con transpaleta o carretilla elevadora</p>		
<p>4. El proceso de fabricación incluye el pintado de alta calidad en polvo poliéster y secado al horno a 190°</p>		
<p>5. Disponibles en varios colores o acero galvanizado, en las cuatro esquinas superiores cuentan con cuatro prolongaciones que aseguran un apilado seguro</p>		
<p>6. Fácil mantenimiento y limpieza.</p>		
<p>7. Se pueden manipular también con grúa gracias a los orificios que hay en los soportes de apilado</p>		

*Nota:* Características técnicas de contenedor metálico tomado de (Disset Odiseo S.L, 2021)

## Anexo E

### Selección y clasificación

		<b>CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS</b>				<b>VERSIÓN</b>	001
		<b>PROCESO DE SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN</b>				<b>CÓDIGO</b>	001
						<b>PÁGINA</b>	01
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de los componentes aprovechables, para facilitar su posterior manejo.						
<b>RESPONSABLE</b>	Coordinador operativo 1 (operarios)						
		<b>ENTRADAS</b>		<b>PLANEAR</b>	<b>HACER</b>	<b>SALIDA</b>	
<b>ENTRADA</b>	<b>PROVEEDORES</b>	<b>CONTROL</b>	Planificar la cantidad de residuos de RAEE Realizar de orden de todo el personal a cargo	Peso de residuos Clasificación de tipo y forma de residuos de RAEE Selección de unidades para reciclaje y cuales para ser reutilizadas	<b>SALIDA</b>	<b>CONTROL</b>	
Registro de ingreso de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Centro de acopio	Conteo e inspección	<b>ACTUAR</b>	<b>VERIFICAR</b>	Aparatos clasificados según su tipo y componentes	Verificación de que la clasificación del aparato sea la correcta, con el de evitar retrasos en los medos procesos	
Deterioro del aparato		Verificación de daño				Efectuar control en el ingreso de los residuos de RAEE	Control de los procesos de clasificación Revisión de los componentes de los residuos
Tipo y modelo de aparato		Separación de cada tipo de residuos					
Demanda de residuos		Cantidad generada					
<b>RECURSOS</b>	<b>CONTROL</b>	<b>REQUISITOS LEGALES</b>			<b>SEGUIMIENTO Y CONTROL</b>		
Guantes resistentes a cortes	Protección del operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</li> <li>Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>			<b>INDICADOR</b>	<b>ÍNDICE</b>	
Lentes de seguridad	Protección del operario				Cumplimiento con la clasificación	N° incumplimiento de demanda/N° de aparatos clasificados	
Mascaras o respiradores	Protección del operario						
Balanza de peso	Cronograma para control del peso						
Montacargas	Mantenimiento						
Contenedores	Orden de las piezas clasificadas					Aparatos desperdiciados	N° de aparatos desechados / N° de aparatos clasificados

## Anexo F

### Reparación y reuso

		CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			VERSIÓN	001
		PROCESO DE REPARACIÓN Y REUSO			CÓDIGO	001
					PÁGINA	01
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de los componentes aprovechables, para facilitar su posterior manejo.					
<b>RESPONSABLE</b>	Coordinador operativo 1 (operarios)					
ENTRADAS			PLANEAR	HACER	SALIDA	
ENTRADA	PROVEEDORES	CONTROL	Controlar todos los aparatos que entran en reparación Actualización de datos de la cantidad de reparación	Limpieza de los aparatos Reparación de dispositivos con funcionalidad Reacondicionamiento a los que les falte piezas para funcionar	SALIDA	CONTROL
Aparatos aptos para reparación	Centro de acopio	Verificación de partes reutilizables		Registro de todos los aparatos que fueron reparados	Revisión de lo que se haya reparado o reacondicionado para poder darle un nuevo ciclo de vida	Aparatos eléctricos y electrónicos reparados o reacondicionados
Reacondicionamiento del aparato		Revisión de reparación del aparato	ACTUAR			
Actualización de sus componentes		Verificación de funcionales para su posterior reparación				
RECURSOS	CONTROL	REQUISITOS LEGALES			SEGUIMIENTO Y CONTROL	
Guantes resistentes a cortes	Protección del operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</li> <li>Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>			INDICADOR	ÍNDICE
Lentes de seguridad	Protección del operario				Cumplimiento con la reparación	Nº incumplimiento de demanda/Nº de aparatos reparados
Mascaras o respiradores	Protección del operario					
Destornilladores	Mantenimiento					
Alicates	Mantenimiento					
Punzones	Mantenimiento					
Estiletes	Mantenimiento					
Martillos	Mantenimiento					
Contenedores	Orden de las piezas clasificadas				Aparatos desperdiciados	Nº de aparatos desechados / Nº de aparatos reparados

## Anexo G

## Descontaminación

		<b>CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS</b>				<b>VERSIÓN</b>	001
		<b>PROCESO DE DESCONTAMINACIÓN</b>				<b>CÓDIGO</b>	001
						<b>PÁGINA</b>	01
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de los componentes aprovechables, para facilitar su posterior manejo.						
<b>RESPONSABLE</b>	Coordinador operativo 1 (operarios)						
		<b>ENTRADAS</b>		<b>PLANEAR</b>	<b>HACER</b>	<b>SALIDA</b>	
<b>ENTRADA</b>	<b>PROVEEDORES</b>	<b>CONTROL</b>	Centro de acopio	Extracción de todos componentes peligrosos con el fin de que no lleguen a lugares inadecuados	Clasificación de componentes peligrosos, limpieza de los componentes Almacenaje de dichos componentes	<b>SALIDA</b>	<b>CONTROL</b>
Componentes de deuso presentes en aparatos eléctricos y electrónicos		Verificación de todos componentes peligrosos que este pueda tener		<b>ACTUAR</b>	<b>VERIFICAR</b>	Componentes de residuos peligrosos clasificados	Verificar que todos elementos extraídos estén clasificados correctamente
Separación de componentes peligrosos		Análisis de las sustancias separadas de los aparatos		Controlar todos los componentes clasificados con el de que los peligrosos tengan una clasificación adecuada	Revisión de que todos los residuos electrónicos sean separados adecuadamente	Componentes para materia prima descontaminados	Controlar que todos estén libres de cualquier tipo de contaminante
Clasificación de residuos peligrosos		Selección de las sustancias peligrosas					
<b>RECURSOS</b>	<b>CONTROL</b>	<b>REQUISITOS LEGALES</b>				<b>SEGUIMIENTO Y CONTROL</b>	
Guantes resistentes a cortes	Protección del operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</li> <li>Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>				<b>INDICADOR</b>	<b>ÍNDICE</b>
Lentes de seguridad	Protección del operario					Cumplimiento con la descontaminación	Nº incumplimiento de demanda/Nº de componentes descontaminados
Mascaras o respiradores	Protección del operario					Aparatos desperdiciados	Nº de aparatos desechados / Nº de componentes descontaminados
Soplador	Mantenimiento						
Contenedores	Orden de las piezas clasificadas						

## Anexo H

### Desensamble

		CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS				VERSIÓN	001
		PROCESO DE DESENSAMBLE				CÓDIGO	001
						PÁGINA	01
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de los componentes aprovechables, para facilitar su posterior manejo.						
<b>RESPONSABLE</b>	Operarios						
ENTRADAS		PLANEAR	HACER	SALIDA			
ENTRADA	PROVEEDORES	CONTROL			SALIDA	CONTROL	
Aparato adecuado para desensamble	Centro de acopio	Verificación hacer la separación	Controlar todos componentes separados Verificar los componentes peligrosos	Separación de piezas Clasificación de componentes y materiales, identificación y separación de elementos peligrosos	Componentes recuperados como plástico, metales entre otros para poder ser usados en otros productos	Verificación de piezas recuperadas para generar otro tipo producto	
Separación de los componentes del residuo de aparato electrónico		Clasificación de todos los componentes del aparato	<b>ACTUAR</b>	<b>VERIFICAR</b>			
Identificación de los elementos peligrosos		Verificación de todos componentes nocivos para la salud	Registro de todos componentes separados del aparato	Revisión y control de los residuos peligros para que estos tengan un tratamiento adecuado	Clasificación de residuos peligrosos	Registro del tratamiento adecuado del residuo peligroso	
RECURSOS	CONTROL	REQUISITOS LEGALES			SEGUIMIENTO Y CONTROL		
Guantes resistentes a cortes	Protección del operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</li> <li>Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>			INDICADOR	ÍNDICE	
Lentes de seguridad	Protección del operario				Cumplimiento con el desensamble	Nº incumplimiento de demanda/Nº de aparatos desensamblados	
Mascaras o respiradores	Protección del operario						
Destornilladores	Mantenimiento						
Alicates	Mantenimiento						
Punzones	Mantenimiento						
Estiletes	Mantenimiento						
Martillos	Mantenimiento						
Trituradora	Mantenimiento						
Contenedores	Orden de las piezas clasificadas				Aparatos desperdiciados	Nº de aparatos desechados / Nº de aparatos desensamblados	




## Anexo I

## Almacenamiento de reciclaje

		CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS			VERSIÓN	001
		PROCESO DE RECICLAJE			CÓDIGO	001
					PÁGINA	01
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de los componentes aprovechables, para facilitar su posterior manejo.					
<b>RESPONSABLE</b>	Coordinador operativo 2					
ENTRADAS		PLANEAR	HACER	SALIDA		
ENTRADA	PROVEEDORES	CONTROL	ACTUAR	VERIFICAR	SALIDA	CONTROL
Componentes aptos para reciclaje	Centro de acopio	Verificación de que la clasificación haya sido la adecuada	Controlar que todos los componentes obtenidos tengan un almacenaje adecuado	Clasificación de componentes recuperados Almacena de residuos en espacios adecuados	Materia prima para nuevos productos	Registro de la materia prima lista para comercialización
División por tipo de componente recuperado		Controlar la separación de cada tipo de componente	Registro de componentes obtenidos	Revisión del almacenaje adecuado para su posterior comercialización		
Almacenaje de residuos para materia prima		Registro de cada almacenaje que se realice			Control de la materia prima obtenido	Registro de los componentes clasificados
RECURSOS	CONTROL	REQUISITOS LEGALES			SEGUIMIENTO Y CONTROL	
Guantes resistentes a cortes	Protección del operario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos</li> <li>Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos</li> </ul>			INDICADOR	ÍNDICE
Lentes de seguridad	Protección del operario				Cumplimiento con el amanecen amiento	Nº incumplimiento de demanda/N ° de materia prima almacenada
Mascaras o respiradores	Protección del operario				Aparatos desperdiciados	Nº de aparatos desechados / /N ° de materia prima almacenada
Contenedores	Orden de las piezas clasificadas					

## Anexo J


### Ficha técnica de Destornillador

Destornillador	VERSIÓN: 001 PÁGINA: 01
	
Descripción	
Su diseño de puntas intercambiables y almacenables le ayuda a ahorrar y maximizar el espacio de almacenaje, que utilizaría al contar con 6 desarmadores individuales. Este producto cuenta con mango ergonómico y antideslizante para un cómodo agarre; incluye 2 puntas intercambiables; que a su vez se guardan en el mismo destornillador para evitar pérdidas	
Especificaciones técnicas	
Modelo	STANLEY
Punta Estándar	1/4"
Punta Estándar	3/16"
Punta Phillips	#1
Punta Phillips	#2
Punta Multi-Estrías	1/4"
Punta Multi-Estrías	5/16"

*Nota:* Características de destornillador tomado de (corporacionjovasa, 2019)

## Anexo K


### Ficha técnica de Martillo

Martillo	VERSIÓN: 001 PÁGINA: 01
	
Descripción	
Cualquier golpeo será un éxito. Acero forjado de máxima calidad con temple y durezas homogéneas, ni se rompe, ni se deforma ni se desgasta. Fiable y seguro a partes iguales: perfecta fijación entre cabeza y mango, el mango ovalado más completo y cómodo. De fibra de carbono, resistente, ergonómico y con estrías laterales para que no se deslice.	
Especificaciones técnicas	
Modelo	BELLOTA 800213CF
Largo	300 mm
Ancho	120mm
Alto	32mm
Peso	580 g

*Nota:* Características de martillo tomado de (bellota, s f)

## Anexo L


### Ficha técnica de Punzón

Punzón		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
Punzón Antideslizante De Acero Carbono, Set De 3 Piezas. Color Negro, Produce Un Pequeño Punto En La Pieza De Trabajo, Como Un Marcador, Como Línea Central O Circunferencial Al Taladrar, Otro Punto De La Posición De Línea Central.		
Especificaciones técnicas		
Modelo		
Largo		5-1/2"
Espesor		1/2"
Dureza		53 HRc
Peso		130 g
Inner		6
Master		24

Nota: Características de punzón tomado de (empresacarbone, s f)


## Anexo M

### Ficha de alicate

Alicate		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
Sus tenazas se caracterizan por tener una trama lineal y una barra filosa mejor conocida como pela cables, pues su función es cortar el caucho que recubre el alambre sin romper las piezas originales. Su diseño es ergonómico para facilitar un mejor agarre y su mango es antideslizante. Los alicates siempre serán una herramienta básica que no puede faltar en ningún lugar, debido a su uso para apretar o aflojar diferentes objetos. Además, permite girar o ejercer presión y en algunos casos se puede emplear para golpear otras piezas, todo gracias a su resistencia y calidad		
Especificaciones técnicas		
Modelo		<b>STANLEY 8" 84056</b>
Largo		228 mm
Mango		Antideslizante
Cuenta con pela cable, Mango de material antideslizante, Ergonómico, Fabricado en cromo níquel.		


Nota: Características de alicate tomado de (Belltec, s f)

**Anexo N***Ficha estilete*

<b>Estilete</b>	
<b>VERSIÓN: 001</b>	
<b>PÁGINA: 01</b>	
	
<b>Descripción</b>	
Las hojas de las cuchillas pueden ser a menudo peligrosas. Así que decidimos hacer algo y diseñamos el cuchillo de seguridad definitivo. La hoja retrocede automáticamente, reduciendo drásticamente el riesgo de lesiones	
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<b>Modelo</b>	<b>10-778 FATMAX</b>
Longitud	170 mm
Cuerpo metálico	ok
Revestimiento	ok
Almacenaje de hojas integrado	ok
Cambio rápido de hoja	ok
Bloqueo de la hoja	ok

*Nota:* Características de estilete tomado de (sija.es, 2014)

**Anexo O***Ficha técnica bascula*

<b>Bascula</b>	
<b>VERSIÓN: 001</b>	
<b>PÁGINA: 01</b>	
	
<b>Descripción</b>	
Cuenta con una plataforma de acero noble, una interfaz RS-232 y una gran pantalla con iluminación de fondo. Con esta balanza para paquetería podrá determinar el peso exacto en cuestión de segundos.	
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<b>Modelo</b>	<b>PCE-TS 150</b>
Rango de pesado	150 kg
Capacidad de lectura	20 g
Peso neto aproximado	16 kg
Plataforma	560 x 460 x 75 mm
Carga máxima	125 % (se activa la alarma cuando se supera el rango)
Indicador	pantalla LCD de 35 mm con iluminación de fondo de 260 x 155 x 70 mm

*Nota:* Características de bascula tomado de (pce-iberica.es, s f)

**Anexo P***Ficha soplador eléctrico*

Sopladora eléctrica		VERSIÓN: 001
		PÁGINA: 01
		
Descripción		
<p>2 funciones: aspiradora y sopladora.            Diseño compacto y ligero.            Velocidad variable.            Boquilla de soplado y aspirado.            Botón de uso continuo.            Bolsa recolectora.            Carbones expuestos, permite un cambio fácil y rápido.</p>		
Especificaciones técnicas		
Modelo	<b>SOPLA-600</b>	
Potencia	600W	
Tensión	127 V	
Frecuencia	60Hz	
Consumo	6 <sup>a</sup>	
Velocidad máxima	15000 rpm	
Velocidad máxima del aire	312 km/h (193 MPH)	
Volumen del aire	3 M3/ MIN (105,9 cfm)	
Flujo de aire	105,9 cfm	
Aislamiento	Clase II	
Ciclo de trabajo	30 minutos de trabajo por 15 minutos de descanso	
Máximo diario	3 horas	
Peso	2 kg (4,4lbs)	
Master	4	
Pallet	80	

*Nota:* Características de sopladora eléctrica tomado de (truper, s f)

**Anexo Q***Nómina detallada*

Cargo	Devengado				Deducciones			Neto pagado	Pago al año
	sueldo básico	Total, básico	Aux de transporte	Total, devengado	Salud	Pensión	Total, deducciones		
Gerente y Administrador	\$ 2,100,000	\$ 2,100,000	\$ -	\$ 2,100,000	\$ 84,000	\$ 84,000	\$ 168,000	\$ 1,932,000	\$ 23,184,000
Asesor SIG	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000	\$ 106,454	\$ 1,306,454	\$ 52,258	\$ 52,258	\$ 104,516	\$ 1,201,938	\$ 14,423,252
Coordinador de Procesos Operativos	\$ 1,250,000	\$ 1,250,000	\$ 106,454	\$ 1,356,454	\$ 54,258	\$ 54,258	\$ 108,516	\$ 1,247,938	\$ 14,975,252
Auxiliar operativo 1	\$ 908,526	\$ 908,526	\$ 106,454	\$ 1,014,980	\$ 40,599	\$ 40,599	\$ 81,198	\$ 933,782	\$ 11,205,379
Auxiliar operativo 2	\$ 908,526	\$ 908,526	\$ 106,454	\$ 1,014,980	\$ 40,599	\$ 40,599	\$ 81,198	\$ 933,782	\$ 11,205,379
Auxiliar operativo 3	\$ 908,526	\$ 908,526	\$ 106,454	\$ 1,014,980	\$ 40,599	\$ 40,599	\$ 81,198	\$ 933,782	\$ 11,205,379
Auxiliar administrativo	\$ 908,526	\$ 908,526	\$ 106,454	\$ 1,014,980	\$ 40,599	\$ 40,599	\$ 81,198	\$ 933,782	\$ 11,205,379
Auxiliar de servicios generales	\$ 908,526	\$ 908,526	\$ 106,454	\$ 1,014,980	\$ 40,599	\$ 40,599	\$ 81,198	\$ 933,782	\$ 11,205,379
<b>Total</b>	<b>\$ 9,092,630</b>	<b>\$ 9,092,630</b>	<b>\$ 745,178</b>	<b>\$ 9,837,808</b>	<b>\$ 393,512</b>	<b>\$ 393,512</b>	<b>\$ 787,025</b>	<b>\$ 9,050,783</b>	<b>\$ 108,609,400</b>
Nomina anual	\$109,111,560		\$ 8,942,136		\$ 4,722,148	\$ 4,722,148			

## Anexo Q

## Nómina detallada (Continuación)

Cargo	Prestaciones sociales				Seguridad social			Parafiscales		
	Prima	Cesantías	Intereses de cesantías	Vacaciones	ARL	Pensión	Salud	Caja compensación	ICBF	Sena
Gerente y Administrador	\$ 175,000	\$ 175,000	\$ 1,750	\$ 87,500	\$ 91,350	\$ 252,000	\$ 178,500	\$ 84,000	\$ 63,000	\$ 42,000
Asesor SIG	\$ 108,871	\$ 108,871	\$ 1,089	\$ 50,000	\$ 52,200	\$ 144,000	\$ 102,000	\$ 48,000	\$ 36,000	\$ 24,000
Coordinador de Procesos Operativos	\$ 113,038	\$ 113,038	\$ 1,130	\$ 52,083	\$ 54,375	\$ 150,000	\$ 106,250	\$ 50,000	\$ 37,500	\$ 25,000
Auxiliar operativo 1	\$ 84,582	\$ 84,582	\$ 846	\$ 37,855	\$ 39,521	\$ 109,023	\$ 77,225	\$ 36,341	\$ 27,256	\$ 18,171
Auxiliar operativo 2	\$ 84,582	\$ 84,582	\$ 846	\$ 37,855	\$ 39,521	\$ 109,023	\$ 77,225	\$ 36,341	\$ 27,256	\$ 18,171
Auxiliar operativo 3	\$ 84,582	\$ 84,582	\$ 846	\$ 37,855	\$ 39,521	\$ 109,023	\$ 77,225	\$ 36,341	\$ 27,256	\$ 18,171
Auxiliar administrativo	\$ 84,582	\$ 84,582	\$ 846	\$ 37,855	\$ 39,521	\$ 109,023	\$ 77,225	\$ 36,341	\$ 27,256	\$ 18,171
Auxiliar de servicios generales	\$ 84,582	\$ 84,582	\$ 846	\$ 37,855	\$ 39,521	\$ 109,023	\$ 77,225	\$ 36,341	\$ 27,256	\$ 18,171
<b>Total</b>	<b>\$ 819,817</b>	<b>\$ 819,817</b>	<b>\$ 8,198</b>	<b>\$ 378,860</b>	<b>\$ 395,529</b>	<b>\$ 1,091,116</b>	<b>\$ 772,874</b>	<b>\$ 363,705</b>	<b>\$ 272,779</b>	<b>\$ 181,853</b>
Nomina anual	\$ 9,837,808	\$ 9,837,808	\$ 98,378	\$ 4,546,315	\$ 4,746,353	\$ 13,093,387	\$ 9,274,483	\$ 4,364,462	\$ 3,273,347	\$ 2,182,231

**Anexo R***Proyección de ingresos detallada*

<b>CONSOLIDADO DE PRECIOS</b>		
Equipo	Peso kg	Precio Venta
CPU	7,56	\$ 42.648
MOUSE	0,13	\$ 5.325
IMPRESORA	20,94	\$ 38.182
TECLADO	12,71	\$ 10.452
<b>TOTAL</b>	<b>41,34</b>	<b>\$ 96.607</b>

Población Actual	Proyección de incremento poblacional 3%	Población Proyectada
167.991	5.04	151.192

Proyección Población de Tunja	Proyección Ton de RAEE	Ingresos Estimados
151.192	2814	\$ 271.852.098

**Inflación del IPC (Índice de precios al consumidor Proyectada), Basada en los datos del Banco de la república y banco Bancolombia (Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros)**

Año	2021	2022	2023	2024	2025
<b>Inflación (IPC) Proyectada</b>	2,40%	3,00%	3,50%	3,70%	3,10%
<b>Precio Proyectado</b>	\$ 271.852.098	\$ 280.007.661	\$ 289,807,929	\$ 300,530,822	\$ 309.847.278