

**ESTADO DE APLICACIÓN DE LA POLITICA RAEE EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**EDGAR DAVID HERNANDEZ OSORIO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BUCARAMANGA**

**2018**

**ESTADO DE APLICACIÓN DE LA POLITICA RAEE EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**

**EDGAR DAVID HERNANDEZ OSORIO**

**Proyecto Final**

**Docente supervisor**

**Angélica María Muskus**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BUCARAMANGA**

**2018**

## Tabla de contenido

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>OBJETIVOS .....</b>   | <b>3</b>  |
| OBJETIVO GENERAL .....   | 3         |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 3         |
| <b>MARCO REFERENCIAL .....</b>   | <b>4</b>  |
| MARCO NORMATIVO .....  | 4         |
| <b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....</b>  | <b>12</b> |
| DESCRIPCIÓN GENERAL .....  | 12        |
| POLÍTICA NACIONAL RAEE .....   | 17        |
| GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS .....   | 18        |
| TIPOS DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS RAEE .....   | 20        |
| <i>Categorización internacional UE.</i> .....  | 20        |
| <i>Categorización según MADS Colombia.</i> .....   | 21        |
| COMPOSICIÓN DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS .....  | 23        |
| IMPACTOS AL AMBIENTE Y A LA SALUD HUMANA .....   | 26        |
| SITUACIÓN ACTUAL DE MANEJO RAEE .....  | 30        |
| <i>Diagnóstico nacional y local.</i> .....   | 30        |
| <b>ÁREA DE ESTUDIO .....</b>   | <b>34</b> |
| <b>METODOLOGÍA .....</b>   | <b>35</b> |
| DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y<br>ELECTRÓNICOS EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA. ....  | 35        |
| FORMULAR INDICADORES DE SEGUIMIENTO PARA EL CONTROL DEL ESTADO DE GESTIÓN DE LA POLÍTICA<br>RAEE. ....   | 36        |
| ESTABLECER SI LAS ALTERNATIVAS APLICADAS EN EL MANEJO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RAEE EN LA<br>CIUDAD DE BUCARAMANGA SON LAS MÁS ADECUADAS, INDICANDO ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO EN CASO DE<br>SER REQUERIDAS. .... | 36        |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>36</b> |
| SITUACIÓN ACTUAL RAEE EN BUCARAMANGA .....   | 36        |

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Diagnóstico de chequeo</i> .....  | 36        |
| MATRIZ DOFA.....   | 49        |
| <i>Análisis matriz DOFA</i> .....  | 49        |
| <i>Análisis DOFA entidades territoriales y autoridades ambientales</i> ..... | 50        |
| <i>Análisis cruzado para desarrollar estrategias</i> .....                   | 52        |
| <i>Análisis DOFA gestores ambientales</i> .....                              | 54        |
| <i>Análisis cruzado para desarrollar estrategias</i> .....                   | 57        |
| <i>Análisis DOFA de comercializadores</i> .....                              | 59        |
| <i>Análisis cruzado para desarrollar estrategias</i> .....                   | 61        |
| <i>Análisis DOFA de Usuarios</i> .....                                       | 62        |
| <i>Análisis cruzado para desarrollo de estrategia</i> .....                  | 64        |
| INDICADORES DE MEJORA.....   | 66        |
| <i>Matriz de marco lógico</i> .....  | 66        |
| LINEAMIENTOS Y ESTRATEGIAS FRENTE A RAEE EN BUCARAMANGA.....                 | 71        |
| <i>Identificación estrategias realizadas</i> .....                           | 71        |
| <i>Propuesta de alternativa de mejora</i> .....                              | 74        |
| <i>Unión Europea</i> .....   | 75        |
| <i>Alemania</i> .....  | 77        |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | <b>83</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b> .....   | <b>85</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | <b>87</b> |
| <b>ANEXOS</b> .....  | <b>91</b> |

### Lista de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Legislación nacional. ....  | 4  |
| Tabla 2 Legislación Internacional.....  | 9  |
| Tabla 3 Categorización RAEE desde la perspectiva y manejo RAEE según MADS .....   | 21 |
| Tabla 4 Clasificación según su línea dispuesta por el MADS .....  | 23 |
| Tabla 5 Lista de chequeo sobre la aplicación de la Política Nacional de Gestión Integral de RAEE .....                    | 37 |
| Tabla 6 Matriz DOFA Entidades territoriales y autoridades ambientales frente a gestión RAEE .....                         | 50 |
| Tabla 7 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a las entidades territoriales y autoridades ambientales..... | 53 |
| Tabla 8 Matriz DOFA Gestores Ambientales frente a gestión RAEE.....   | 54 |
| Tabla 9 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los gestores ambientales..                                 | 57 |
| Tabla 10 Matriz DOFA Comercializadores frente a gestión RAEE.....   | 59 |
| Tabla 11 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los comercializadores...                                  | 61 |
| Tabla 12 Matriz DOFA Usuarios frente a la gestión RAEE.....   | 63 |
| Tabla 13 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los usuarios.....   | 64 |
| Tabla 14 Indicadores de gestión para manejo RAEE. ....  | 67 |
| Tabla 15 Tratamiento RAEE Bélgica. ....   | 76 |

## Lista de imágenes

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1 Miembros del comité Nacional de RAEE.....                                  | 8  |
| Imagen 2 La gestión integral de los residuos.....                                   | 19 |
| Imagen 3 Sistemas de recolección y gestión de los RAEE.....                         | 19 |
| Imagen 4 Gestión selectiva y gestión ambiental de los residuos.....                 | 20 |
| Imagen 5 Informe de gestión Primera Jornada Posconsumo 2018.....                    | 31 |
| Imagen 6 Participación por categorías de la generación estimada de RAEE. 2014 ..... | 33 |
| Imagen 7 Ciudad de Bucaramanga .....  | 34 |
| Imagen 8. Grafica tipo torta pregunta N°2 encuesta sobre RAEE.....                  | 45 |
| Imagen 9 Grafica tipo torta pregunta N°4 encuesta sobre RAEE.....                   | 46 |
| Imagen 10 Grafica tipo torta pregunta N°8 encuesta sobre RAEE.....                  | 47 |
| Imagen 11 Gráfica tipo torta pregunta N°9 encuesta sobre RAEE.....                  | 47 |
| Imagen 12 Gráfica tipo torta pregunta N°9 encuesta sobre RAEE.....                  | 48 |
| Imagen 13 Diagrama de proceso sobre proyecto Social RAEE. ....                      | 74 |

## Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme acompañado durante todo el transcurso de esta etapa, por darme ánimos y fortaleza en los momentos en los cuales las cosas fueron difíciles.

Le doy gracias a mis padres, Edgar y Ledis, por el apoyo que me brindaron y por darme la oportunidad de estudiar en esta gran universidad.

Le doy gracias a mis hermanos, David y Lina, por ayudarme en los momentos que necesité y por ser ese gran ejemplo para mi vida.

Muchas gracias a la profesora Angelica Muskus, por asesorarme, guiarme y ayudarme al momento de realizar este trabajo de grado.

Y por último quiero agradecer a mis amigos, Cesar Ariza, Daniela Arias y Carlos Henao por estar siempre en los momentos de necesidad y por brindarme su valiosa amistad.

Edgar Hernández

## Acrónimos

**RAEE:** Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

**AEE:** Aparatos eléctricos y electrónicos

**DOFA:** Debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas

**EU:** Unión Europea

**EMPA:** Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology

**MinTIC:** Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia

**MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**MinCIT:** Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

**ANDI:** Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

**FENALCO:** Federación Nacional De Comerciantes

**CCIT:** Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones

**ACORAE:** Asociación Colombiana de Industriales Gestores de RAEE

**PROYECTO SRI:** Proyecto Sostenible Reciclaje Industrias

**CNPMLTA:** El Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales

**MinSALUD:** Ministerio de Salud

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**SIC:** Superintendencia de Industria y Comercio

**DIAN:** Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales

**DANE:** Departamento Administrativo Nacional de Estadística

**DNP:** Departamento Nacional de Planeación

**ICONTEC:** Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

**SteP:** Solving the E-waste Problem

**SAO:** Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

**COP:** Contaminantes Orgánicos Persistentes

**PCB:** Bifenilos Policlorados

**SRS:** Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental

**CDMB:** Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga

**AMB:** Área Metropolitana de Bucaramanga

**LCD:** Pantalla de Cristal Líquido

**LED:** Diodo emisor de Luz

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global

**TIC:** Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

**PVC:** Policloruros de Vinilo

**TBBA:** Tetrabromo bisfenol A

**PBB:** Polibromobifenilos

**PBDE:** Éteres de Difenilo Polibromado

**TRC:** Tubos de Rayos Catódicos ().

**ADN:** Ácido Desoxirribonucleico

**PM2.5:** Partículas en Suspensión de Menos de 2,5 micras ( $\mu\text{m}$ )

**PM10:** Partículas Sólidas o Líquidas cuyo diámetro aerodinámico es menor que 10  $\mu\text{m}$

**HAP:** Hidrocarburo Aromático Policíclico

**EDTA:** Ácido Etilendiaminotetraacético

**REP:** Responsabilidad Extendida del Productor

**PGIRS:** Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**PQRs:** Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias

**WEEE:** Waste Electrical and Electronic Equipment

**CENELEC:** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica

**CFC:** Los Clorofluorocarbonos

**TI:** Tecnologías de Información

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** ESTADO DE APLICACIÓN DE LA POLITICA RAEE EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

**AUTOR(ES):** Edgar David Hernandez Osorio

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR(A):** Angelica Muskus

### RESUMEN

Los aparatos eléctricos y electrónicos son equipos de uso ordinario para la facilitación de actividades necesarias de los humanos. El avance tecnológico y el consumismo global han generado una problemática socioambiental que representa un peligro inminente a la sociedad, debido a que su manejo inadecuado desata una amplia serie de impactos ambientales negativos en la salud humana y el ambiente. (Baldé, Wagn, Kuehr, & Huisman, 2015). Colombia no es indiferente a estas cifras y reconoce que existen falencias y dificultades en la gestión integral para el manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, el estudio tiene como finalidad realizar una evaluación del estado actual de la aplicación de la política RAEE en la ciudad de Bucaramanga y que permite diagnosticar como se encuentra operando la política y los actores involucrados en la gestión integral de dichos residuos, en este caso se pudo observar un cumplimiento de apenas 35% de los componentes propuestos para evaluar en la lista de chequeo, asimismo se realizó análisis DOFA a cada una de las partes interesadas arrojando las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas de cada uno de ellos frente a la aplicación de la normativa RAEE y sus acciones, para poder atacar las amenazas o debilidades y poder potencializar las fortalezas u oportunidades, además de proponer indicadores verificables por medio de la matriz de marco lógico que permita llevar a cabo un seguimiento estricto y por consiguiente evaluar las alternativas de manejo sostenible RAEE aplicadas en la ciudad, así mismo comparar los sistemas realizados en otras ciudades del mundo para poder adaptarlos a las necesidades de la ciudad de Bucaramanga en cuanto a RAEE.

### PALABRAS CLAVE:

RAEE, AEE, Gestión integral, Manejo sostenible, Análisis DOFA

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** Current situation of Application of the WEEE policy in Bucaramanga

**AUTHOR(S):** Edgar David Hernández Osorio

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Ambiental

**DIRECTOR:** Angelica Muskus

### ABSTRACT

Electrical and electronic equipment nowadays are standard devices to facilitate human activities. The technological advances and the global consumerism have generated a socio-environmental issue which represents an imminent threat to our society due to its inappropriate usage, which has already released a series of negative environmental impacts to our health and the nature. Colombia has not been indifference with this situation and acknowledges that there are different flaws and complications in the process of dealing with the waste of electrical and electronic apparatus. This degree project, therefore, aimed to evaluate the current status of WEEE policy extension in the city of Bucaramanga, and to diagnose the ongoing policy and operation involved in this practise, which allowed to determining that the city only fulfilled 35% of the proposed components in the checklist. Additionally, a SWOT analysis was completed to all the concerning parts delivering their weaknesses, strengths, opportunities and threats based on the WEEE normative application and its effects so as to overcome those hazards and drawbacks, and to potent those strengths and opportunities. Moreover, a proposal of verifiable indicators through a log frame (LAF) matrix was made, which allowed to carry out a strict follow-up to those risks, and hence to assess the alternatives of WEEE sustainable management applied in the city, and likewise evaluate other proposed systems from other capitals in the world in order to adapt those ideas to our necessities in Bucaramanga in term of WEEE.

### KEYWORDS:

WEEE, EEE, Integral management, sustainable management, SWOT analysis

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## Introducción

Los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) son elementos de uso cotidiano indispensables para la realización de muchas de nuestras actividades facilitando el diario vivir. Estos AEE son todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000V en corriente alterna y 1500V en corriente continua según la de la directiva 2008/98/CE (Parlamento y concejo Union Europea, 2008).

Se convierte en problemática ambiental cuando los aparatos dejan de ser útiles para el propietario, es decir, cuando el ciclo de vida del mismo ha terminado por diversas razones: avería, capacidad tecnológica, deterioro, obsolescencia, antigüedad, avance tecnológico, depreciación, consumismo, moda, etc. Transformándose en RAEE. Los RAEE causan gran impacto al ambiente, debido al volumen que ocupan y al complejo manejo de los componentes de cada uno de ellos, porque los aparatos contienen metales y compuestos tóxicos que pueden estar mezclados, haciéndose arduo el desmantelamiento del elemento a tratar. Actualmente la producción de RAEE en el mundo alcanza los cincuenta millones de toneladas, lo que representa un aumento del 50 % comparado con el año 2010 (Baldé, Wagn, Kuehr, & Huisman, 2015). La producción de RAEE en los 27 países miembros de la EU se estima en 8,7 millones de toneladas al año, mientras que la cantidad a la cual se le realiza un tipo de manejo ambiental seguro es aproximadamente 2,1 millones de toneladas, es decir, solo el 25% (Huisman, 2008)

La generación per cápita de RAEE en Colombia es de aproximadamente 5,3 Kg/Hab, aproximadamente 252.000 Ton/Año (EMPA, 2014) y se realiza un manejo adecuado por parte del gobierno y compañías privadas a solo el 15% de estos residuos. La inadecuada disposición

final de los RAEE provoca daños potenciales tanto para la salud humana como para el ambiente, porque su composición comprende elementos tóxicos como cadmio, níquel, plomo, mercurio, cromo y compuestos halogenados entre otros (Fernandez, 2013). Gran parte de estos residuos son trasladados a botaderos de residuos causando un gran deterioro ambiental, afectando la biodiversidad, características del suelo, fuentes de agua subterránea, entre otros recursos elementales.

## Objetivos

### Objetivo General

Determinar el estado de aplicación de la política RAEE en la ciudad de Bucaramanga.

### Objetivos específicos

- ✓ Realizar el diagnóstico del estado actual del manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Bucaramanga.
- ✓ Formular indicadores de seguimiento para el control del estado de gestión de la política RAEE en la ciudad de Bucaramanga.
- ✓ Establecer si las alternativas aplicadas en el manejo de disposición final de los RAEE en la ciudad de Bucaramanga son las más adecuadas, indicando alternativas de mejoramiento en caso de ser requeridas.

## Marco referencial

### Marco normativo

En la Tabla 1 se puede observar la legislación nacional que regula los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Tabla 1 Legislación nacional.

| Acto administrativo          | Año  | Expedido por ente gubernamental   | Descripción  |
|------------------------------|------|-----------------------------------|--|
| <b>Constitución política</b> | 1991 | Congreso Nacional de la Republica | Artículo 81: Queda prohibida la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos.  |
| <b>Ley 99</b>                | 1993 | Ministerio del medio ambiente     | Se sujeta a licencia ambiental (otorgada por el ministerio) la importación de sustancias, elementos o materiales sometidos a convenios internacionales.  |
| <b>Ley 253</b>               | 1996 | Congreso Nacional de la Republica | Colombia ratifica el convenio de Basilea<br><b>Obligaciones generales:</b><br>Reducir al mínimo los movimientos transfronterizos de desechos.<br>Eliminar los desechos lo más cerca posible a su fuente generadora.<br>Asegurar el estricto control sobre los desechos peligrosos a través de fronteras.<br>Prohibir los empaques de desechos peligrosos |

| Acto administrativo | Año  | Expedido por ente gubernamental                | Descripción  |
|---------------------|------|--|--|
|                     |      |  | a países que carezcan de capacidad para manejarlos.  |
| <b>Decreto 1220</b> | 2005 | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por el cual se establece lo relacionado a licencias ambientales de proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental.  |
| <b>Decreto 4741</b> | 2005 | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por el cual se reglamenta la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, a la luz de lo previsto en la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. |
| <b>Decreto 1609</b> | 2002 | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas.   |
| <b>Decreto 1076</b> | 2015 | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Es una compilación de normas expedidas por el Gobierno, en ejercicio de las facultades reglamentarias otorgadas por el numeral 11 del artículo 189 de la constitución política.  |

| <b>Acto administrativo</b> | <b>Año</b> | <b>Expedido por ente gubernamental</b>         | <b>Descripción</b>   |
|----------------------------|------------|--|--|
| <b>Resolución 1362</b>     | 2007       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | <p>Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005</p>   |
| <b>Resolución 1297</b>     | 2010       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | <p>Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores</p>   |
| <b>Resolución 1512</b>     | 2010       |  | <p>Del acopio de Residuos de computadores y/o periféricos. En los centros de acopio se podrán desarrollar actividades de separación o clasificación de residuos, como actividades previas a una gestión ambiental adecuada. Para el establecimiento de un centro de acopio de computadores se debe tener en cuenta las consideraciones allí expuestas.</p> |
| <b>Resolución 1511</b>     | 2010       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | <p>Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas</p>  |

| <b>Acto administrativo</b> | <b>Año</b> | <b>Expedido por ente gubernamental</b>         | <b>Descripción</b>   |
|----------------------------|------------|--|--|
| <b>Resolución 1512</b>     | 2010       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos  |
| <b>Ley 1672</b>            | 2013       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por el cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones. |
| <b>Decreto 2041</b>        | 2014       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales  |
| <b>Decreto 1076</b>        | 2015       | Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible  |

Fuente: Datos obtenidos desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Los principales actores y responsables de la gestión de RAEE y que hacen parte del comité nacional para el manejo de estos residuos se muestran en la imagen 1, dentro de los cuales se encuentran Asociaciones, Ministerios de gobierno, Federación Nacional de Comerciantes, Centro Nacional para la Producción Más limpia y Tecnologías Ambientales, entre otros involucrados.



*Imagen 1 Miembros del comité Nacional de RAEE*

Fuente: Política Nacional para el manejo integral de RAEE, MADS.

En la fase de implementación de la política se tendrán como aliados estratégicos los principales actores que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos: productores (fabricantes e importadores), comercializadores, consumidores; gestores de los RAEE; autoridades ambientales, entidades territoriales (departamentos, distritos y municipios); la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -Ideam, la Superintendencia de Industria y Comercio -SIC, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales -DIAN y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, entre otros (MADS, 2016).

Otros actores involucrados son: el Departamento Nacional de Planeación -DNP, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio de Educación Nacional, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación -Colciencias, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación -Icontec, los gremios empresariales, las asociaciones de consumidores y la academia (MADS, 2016).

Uno de los mayores alcances en cuanto a la regulación y protección a la vida humana y naturaleza fue dado por la UE con el Convenio de Basilea que fue aprobado en el año 1992 el cual cuenta con detalles y especificaciones del manejo y transporte de los residuos peligrosos o entregas transfronterizas de los mismos. La REP fue un compromiso ético adoptado por varios países que dispone en sus lineamientos el compromiso ético y financiero que se tienen en cuanto a recolección y disposición final de RAEE una vez haya terminado su ciclo de vida útil. Los convenios, acuerdos y tratados internacionales los cuales abarcan RAEE, tienen el propósito u objetivo de promover el reciclaje, la reutilización y la recuperación de los residuos de estos equipos para reducir el impacto. La Directiva 2002/96/CE fue sustituida por la Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. En la tabla 2 podemos observar la legislación internacional que regula los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

*Tabla 2 Legislación Internacional.*

| <b>Acuerdo Internacional</b> | <b>Año</b> | <b>Descripción</b>  |
|------------------------------|------------|---|
| <b>Convenio de Basilea</b>   | 1992       | Tratado ambiental internacional que controla el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación. Además, reconoce que la forma más efectiva de proteger la salud humana y el ambiente de daños producidos por los desechos se basa en la máxima reducción de su generación en cantidad o en peligrosidad |
| <b>Directiva RAEE UE</b>     | 2012       | Proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos en virtud de la generación y gestión de los RAEE y mediante la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficacia  |

| Acuerdo Internacional     | Año  | Descripción  |
|---------------------------|------|--|
|                           |      | <p>de su uso para contribuir al desarrollo sostenible. Así mismo, esta directiva pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, es decir, de los productores, distribuidores, consumidores y de las organizaciones directamente implicadas en la recolección, aprovechamiento o tratamiento de los RAEE.</p> <p>Implementación de sistemas de recolección y gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).</p>  |
| <b>SteP</b>               | 2015 | <p>Es una iniciativa internacional, creada para desarrollar soluciones acerca de los problemas asociados con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE. Algunos de los actores más destacados en los campos de producción, reutilización y reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), agencias gubernamentales y ONG, así como organizaciones de las Naciones Unidas, se cuentan entre sus miembros. StEP alienta la colaboración de todas las partes interesadas relacionadas con los desechos electrónicos, enfatizando un enfoque holístico, científico pero aplicable a la problemática.</p> |
| <b>Protocolo Montreal</b> | 1989 | <p>Tratado global que tiene como objetivo proteger la capa de ozono mediante el control del consumo y la producción de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO). El Protocolo de Montreal ha sido el instrumento internacional más exitoso en la eliminación de</p>   |

| Acuerdo Internacional                 | Año  | Descripción  |
|---------------------------------------|------|--|
|                                       |      | consumo de SAO mundial, financiando procesos de reconversión industrial.   |
| <b>Convenio de Estocolmo</b>          | 1994 | Instrumento internacional que regula los contaminantes orgánicos persistentes (COP). Este Convenio de Estocolmo establece por ejemplo la necesidad de implementar las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales para el manejo de equipos o aparatos con PCB y de plásticos con retardantes de llama.   |
| <b>Convenio de Minamata</b>           | 2013 | El convenio de Minamata se creó con el fin de promover el uso adecuado del mercurio, dentro del artículo se enmarcan una serie de medidas sobre los “productos con mercurio añadido” dentro de los cuales se encuentran, con algunas excepciones y límites de contenido de mercurio, las lámparas fluorescentes compactas y lineales, las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, los interruptores y relés y las baterías. Estas medidas contemplan la prohibición – adoptando las medidas pertinentes– de la fabricación, la importación y la exportación de tales productos después del 2020 |
| <b>Carta mundial de la naturaleza</b> | 1980 | Se creó como norma ética para la protección de la humanidad y conservación de recursos naturales, se ha entablado la necesidad de legislar el uso de estos, con el fin de reducir el efecto perjudicial sobre el ambiente.   |

Fuente: Datos desde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

## Marco teórico y conceptual

### Descripción general

A continuación, se presentan las definiciones o glosario de los conceptos y términos más utilizados manera clara y breve durante el desarrollo de todo el trabajo, con el fin de dar un mayor entendimiento de lo que se quiere exponer en el documento. Las definiciones en su gran mayoría se obtuvieron de la política nacional RAEE y otras fueron tomadas de los documentos presentes en el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

#### Definiciones

- ✓ **AEE:** Son aquellos aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos pertenecientes a las categorías indicadas en el anexo IA y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000V en corriente alterna y 1500V en corriente continua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).
- ✓ **RAEE:** Todos los aparatos eléctricos y electrónicos que pasan de ser residuos de acuerdo con la definición que consta en la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que conforman parte del producto en el momento que se desecha. RAEE equivale a las siglas WEEE en inglés (Waste Electrical and Electronic Equipment), además se conoce con otros términos como: e-scrap, e-trash, e-waste, residuos electrónicos, residuo-e o chatarra electrónica.
- ✓ **Residuos o desechos peligrosos:** Residuo peligroso es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables,

infecciosas o radiactivas puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos o indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considerarán residuo peligroso los empaques o envases, que estuvieron en contacto con ellos.

- ✓ **Prevención:** Son todas las medidas destinadas a reducir la cantidad y nocividad para el ambiente de los RAEE, sus materiales y sustancias.
- ✓ **Reutilización:** Es toda operación que permite destinar los RAEE o algunos de sus componentes al mismo uso para el que fueron concebidos. Este término comprende el uso continuo de los aparatos o de alguno de sus componentes devueltos a los puntos de recogida a los distribuidores, empresas de reciclaje o productores.
- ✓ **Reciclaje:** Es el reproceso de los materiales de desechos, dentro de un proceso de producción para su finalidad inicial o para otros fines, con la excepción de la valorización energética, que es el uso de residuos combustibles para generar energía a través de su incineración directa con o sin otros residuos, pero con recuperación de calor.
- ✓ **Valorización:** Cualquiera de las operaciones prevista en el anexo II B de la Directiva 75/442/CEE.
- ✓ **Eliminación:** Cualquiera de las operaciones previstas en el anexo II A de la Directiva 75/442/CEE.
- ✓ **Tratamiento:** Es cualquier actividad posterior a la entrega de los residuos en una instalación para su descontaminación, desmontaje, trituración, valorización o preparación para su eliminación y cualquier otra operación que se realice con fines de valorización y/o eliminación de estos.

- ✓ **Disposición Final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos asociados a la salud humana y al ambiente.
- ✓ **Manejos sostenibles:** Es la actividad que se realiza posteriormente a cualquier tipo de residuo, es decir darle el mejor tratamiento y disposición final adecuada según su composición, dejando a las futuras generaciones en igual o mejores condiciones el medio.
- ✓ **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. Comprende las etapas de investigación, adquisición de materias primas, proceso de diseño, producción, distribución, uso y gestión posconsumo
- ✓ **Responsabilidad extendida del productor:** Es el deber que tiene el productor de aparatos eléctricos y electrónicos, a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida del producto.
- ✓ **Reacondicionamiento:** Proceso técnico de renovación, en el cual se restablecen completamente las condiciones funcionales y estéticas de un equipo usado o desechado, de tal forma que pueda ser reusado o reutilizado para los mismos fines para los cuales fue fabricado inicialmente. Puede implicar además reparación, en caso de que el e quipo tenga algún daño o avería

- ✓ **Sustancia o preparado peligroso:** Cualquier sustancia o preparado que se considere peligroso de acuerdo con las disposiciones de la Directiva 67/548/CEE del consejo 2 o Directiva 1999/45/CE del parlamento europeo.
- ✓ **Metales pesados:** Son elementos químicos con alta densidad (mayor a 4 g/cm<sup>3</sup>), masa y peso atómico por encima de 20, y son tóxicos en concentraciones bajas. tales como el plomo, mercurio, arsénico, cadmio y níquel. Son tóxicos porque tienen efectos acumulativos deletéreos que pueden causar cambios degenerativos crónicos, especialmente en el SNC, hígado, riñones y, en algunos casos, pueden tener efectos teratogénicos y carcinogénicos.
- ✓ **Metales Preciosos:** Son aquellos metales no utilizados de manera habitual en la fabricación de los aceros. En este grupo se incluyen todos los metales base utilizados por la industria (cobre, cinc, estaño, titanio, antimonio, aluminio y magnesio), los metales preciosos (oro, plata y platinoides) y el resto de los elementos minoritarios.
- ✓ **Sistema de recolección selectiva y gestión ambiental – SRS:** Instrumento de control y manejo ambiental que contiene las medidas para el cumplimiento por parte de los productores de las obligaciones establecidas en las resoluciones que los reglamentan, con el fin de garantizar la recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos, con el fin de prevenir y controlar la degradación ambiental.
- ✓ **Plan de recolección de residuos posconsumo:** Es el instrumento de gestión que contiene el conjunto de reglas, acciones, acciones procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos Posconsumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a

instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada.

- ✓ **Desensamblable:** El desensamblable consiste en, como su nombre lo indica, separar los principales componentes o partes de componentes que conforman los residuos de aparatos eléctricos o electrónicos (desensamblable parcial), o el desensamblable de los mismos en todos sus componentes y materiales (desensamblable completo), los cuales serán clasificados de forma general en plásticos, vidrio, metales ferrosos, metales no ferrosos (como aluminio y cobre) y componentes peligrosos como mercurio y plomo, entre otros.
- ✓ **Obsolescencia:** Es la caída en desuso de máquinas, equipos y tecnologías motivada no por un mal funcionamiento de este, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con las nuevas máquinas, equipos y tecnologías introducidos en el mercado.
- ✓ **Obsolescencia programada:** La obsolescencia programada se refiere a la determinación o programación del fin de la vida útil de un producto, de modo que, tras un periodo de tiempo calculado de antemano por el fabricante o por la empresa durante la fase de diseño de dicho producto o servicio, éste se torne obsoleto, no funcional, inútil o inservible
- ✓ **PCBs:** Conocidos como Bifenilos policlorados, usados ampliamente como lubricantes y refrigerantes en transformadores, condensadores y otros equipos eléctricos ya que no son muy combustibles y son buenos aislantes.
- ✓ **CDMB:** Corporación Autónoma Regional competente en la ciudad de Bucaramanga sus siglas significan Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

- ✓ **AMB:** Autoridad ambiental urbana competente en la ciudad de Bucaramanga sus siglas significan Área Metropolitana de Bucaramanga.
- ✓ **MADS:** Mayor autoridad ambiental de Colombia sus siglas significan Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- ✓ **AEE:** son todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1000V en corriente alterna y 1500V en corriente continua (Art. 3, apart 1 de la directiva 2008/98/CE, Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea). Cuando los componentes y subproductos provenientes de AEE según la perspectiva del usuario o consumidor ha llegado a su vida útil por obsolescencia, avería, daños internos, recambio de tecnología, entre otros factores, estos aparatos se convierten en RAEE (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

### **Política nacional RAEE**

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 RAEE. Dentro de la política, se aplicó una metodología participativa, que involucró al sector privado productor y comercializador de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), las autoridades ambientales, las empresas gestoras de RAEE, algunas organizaciones nacionales e internacionales, la academia y los ministerios relacionados con el sector ambiental, entre otros.

El principal objetivo de la política es que a mediano plazo la sociedad de Colombia cambie el paradigma que implica “comprar, usar y desechar” los aparatos eléctricos y

electrónicos de uso cotidiano y sensibilizar a la ciudadanía en los impactos negativos que esto conlleva para la salud humana y el ambiente y así mismo reevaluar el concepto de la generación de residuos para que permanezcan dentro del ciclo productivo que generen valor.

Para llevar a cabo la política RAEE, se realizó un diagnóstico de la problemática de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Colombia de acuerdo con la información que se captó en el momento, además se examinaron los efectos ambientales, sociales y económicos presentes, se identificaron y evaluaron los objetivos, estrategias y líneas de acción específicas, que con los principios de la gestión integral de los residuos, la responsabilidad extendida del productor, la producción y el consumo sostenible y la participación activa, entre otros, se deberán ejecutar para prevenir y minimizar la generación de RAEE y realizar su gestión correcta.

Se busca fortalecer el sector formal de la gestión integral de los RAEE para que se convierta en un generador de empleo y de emprendimiento empresarial, innovación, desarrollo tecnológico y un modelo a seguir de las mejores técnicas y mejora continua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

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

Es el conjunto articulado e interrelacionado de acciones políticas, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de RAEE, con el propósito de optimizar económicamente su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). La imagen 2 representa el proceso de gestión integral de RAEE.



*Imagen 2 La gestión integral de los residuos*

Fuente: Perspectivas de la gestión integral de RAEE Colombia, MADS.

Los sistemas de recolección y gestión de residuos son instrumentos de control y manejo ambiental que contiene las medidas para el cumplimiento por parte de los productores de las obligaciones establecidas en las resoluciones que los reglamentan, con el fin de garantizar la recolección. Está compuesto por cuatro componentes principales: 1) las normas que rigen el sistema; 2) las áreas operativas de la recolección y el procesamiento de los RAEE; 3) la financiación del sistema y 4) la forma de controlar el flujo de los RAEE dentro y fuera de la jurisdicción del sistema. En la Imagen 3 se muestra un diagrama de un sistema con la interacción de sus componentes (MADS, 2011).



*Imagen 3 Sistemas de recolección y gestión de los RAEE*

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

A continuación, en la imagen 4 se muestra el ciclo de vida de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos, desde su diseño hasta su disposición final.

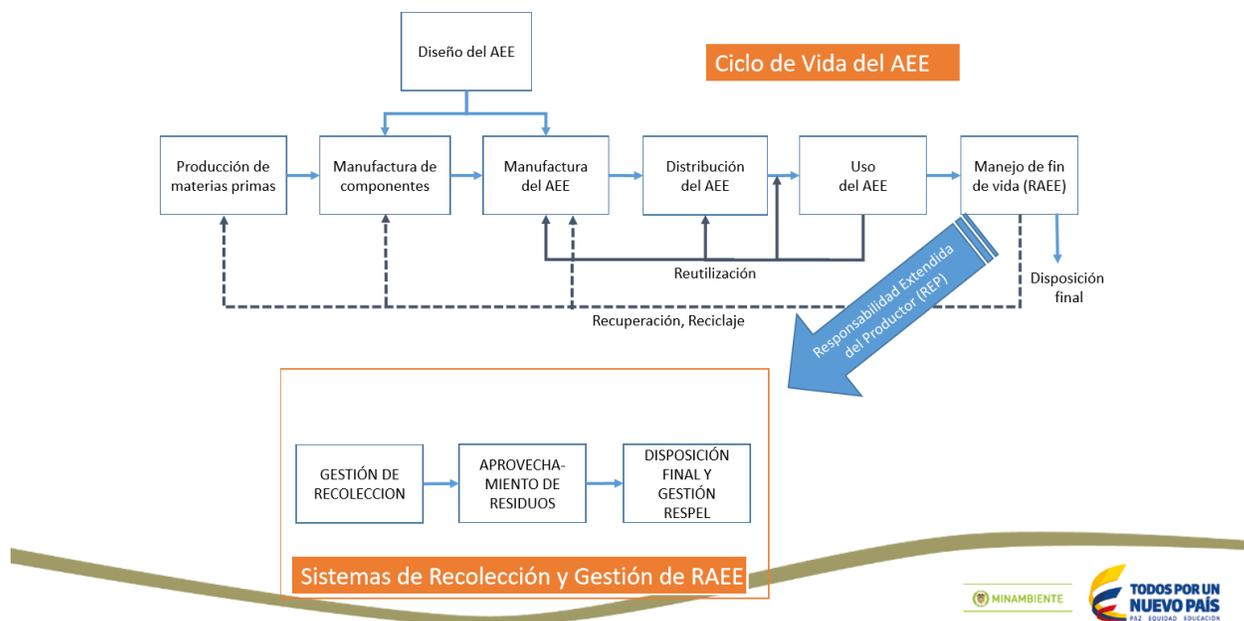


Imagen 4 Gestión selectiva y gestión ambiental de los residuos.

Fuente: Perspectivas de la gestión integral de RAEE Colombia, MADS.

## Tipos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE

### Categorización internacional UE.

Según la directiva nacional de RAEE UE, se consideró necesario la clasificación de los residuos de aparatos eléctricos en 6 categorías, separando y categorizando los diferentes tipos de residuos, según su composición y actividad. En la directiva RAEE 2002 se categorizaron los diferentes tipos de corriente RAEE en 10 categorías. En conclusión, se puede decir que el cambio fundamental en la Directiva RAEE de 2012, respecto a su versión de 2002 es que en la primera se establecía una clasificación desde la visión y composición del AEE, mientras que la última lo hace más desde el punto de vista de la gestión del residuo (RAEE) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Según la categorización de AEE por parte de la UE, tiene 8 categorías destacadas, dentro de ellas se encuentran, aparatos de intercambio de temperatura (neveras, congeladores, aparatos de aire acondicionado, bombas de calor, etc.), monitores, pantallas, y aparatos con pantallas de superficie superior a los 100 cm<sup>2</sup> (pantallas, televisores, monitores, computadores portátiles, etc.), lámparas(lámparas fluorescentes rectas, fluorescentes compactas y fluorescentes; lámparas de descarga de alta intensidad, etc.), grandes aparatos con una dimensión exterior superior a 50 cm (lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, cocinas y hornos eléctricos, hornillos eléctricos, placas de calor eléctricas, etc.), pequeños aparatos sin ninguna dimensión exterior superior a 50 cm (aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, etc.) y aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm (teléfonos celulares, GPS, calculadoras pequeñas, ordenadores personales, impresoras, teléfonos) (Directiva RAEE Parlamento UE, 2012)

### **Categorización según MADS Colombia.**

En la tabla 3 se muestra la categorización desde la perspectiva de la gestión y el manejo de los respectivos residuos, es decir, se propone categorizar los diferentes tipos de RAEE según la gestión integral que se le vaya a dar a las diferentes corrientes.

*Tabla 3 Categorización RAEE desde la perspectiva y manejo RAEE según MADS*

| <b>No</b> | <b>Categoría</b>                     | <b>Ejemplos</b>  | <b>Justificación</b>   |
|-----------|--------------------------------------|--|--|
| <b>1</b>  | Aparatos que contienen refrigerantes | Neveras, congeladores, otros que contienen refrigerantes | Requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual |

| No | Categoría  | Ejemplos   | Justificación   |
|----|--|--|---|
| 2  | Electrodomésticos grandes y medianos (menos equipos de la categoría 1) | Todos los demás electrodomésticos grandes y medianos   | Contienen en gran parte diferentes metales y plásticos que pueden ser manejados según los estándares actuales                                       |
| 3  | Equipos de iluminación   | Tubos fluorescentes, bombillos   | Requieren procesos especiales de reciclaje o valorización   |
| 4  | Aparatos con monitores y pantallas                                     | Televisores, monitores, CRTs, monitores LCD  | Los tubos de rayos catódicos requieren un transporte seguro (sin roturas) y el consecuente tratamiento individual.<br><br>Problema LCD              |
| 5  | Otros aparatos eléctricos y electrónicos                               | Equipos de informática, oficina, electrónicos de consumo, electrodomésticos de la línea marrón | Están compuestos en principio de los mismos materiales y componentes y por ende, requieren un tratamiento de reciclaje o valorización muy semejante |

Autor: Adaptación propia de ACRR, La Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - Guía dirigida a Autoridades Locales y Regionales. 2003.

La categorización de los AEE que comúnmente se utiliza desde la perspectiva de su comercialización se relaciona con los equipos electrodomésticos, es decir, aquellos que sirven para realizar tareas domésticas. Estas categorías son: la línea blanca, marrón, gris y los pequeños

electrodomésticos. A continuación, en la tabla 4 se muestra los diferentes tipos de corriente para su respectiva clasificación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

*Tabla 4 Clasificación según su línea dispuesta por el MADS*

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Línea blanca</b>               | Electrodomésticos para la cocina, el lavado, la refrigeración y la ventilación.   |
| <b>Línea marrón</b>               | Comprende una parte de la electrónica de consumo que engloba todos los equipos electrónicos utilizados cotidianamente para el entretenimiento, las comunicaciones y de trabajo. En esta categoría se encuentran: televisores, equipos reproductores y grabadores de sonido y de vídeo.  |
| <b>Línea gris</b>                 | Hace referencia a los equipos y aparatos de la gama de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) e incluye los computadores, impresoras, copiadoras, celulares y periféricos. Pequeños electrodomésticos: pertenecen a esta línea los electrodomésticos menores que son utilizados en las cocinas, además de otros que se usan para el cuidado personal. |
| <b>Pequeños electrodomésticos</b> | Electrodomésticos menores que son utilizados en las cocinas, además de otros que se usan para el cuidado personal.  |

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016.

### **Composición de los aparatos eléctricos y electrónicos**

Generalmente los RAEE están compuestos de diversos tipos de sustancias definidas entre peligrosas y no peligrosas, se componen de metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, madera, cerámica, algunos materiales como cobre, estaño, aluminio, hierro, oro, plata y diversos plásticos, metales pesados como el mercurio, cadmio, bromo, elementos como, germanio, galio o las tierras raras pesadas, como el coltán (palabra que surge de las tierras raras o lantánidos columbio y tantalio), neodimio y cerio, entre otras sustancias tóxicas como, plomo, berilio, arsénico, selenio, cromo hexavalente, sustancias halogenadas, clorofluocarbonos (CFCs),

bifenilos policlorados (PCBs) , policloruros de vinilo (PVC), retardantes de llama (Fernandez, 2013).

El tubo de rayos catódicos de un monitor o un TV es un objeto muy resistente y de difícil tratamiento debido a que se encuentra hecho de vidrio y óxido de plomo o bario. Las plaquetas electrónicas, vidrios activados (LCD) y baterías pueden contener elementos extremadamente contaminantes y que cuentan con una degradación moderadamente lenta, como el mercurio, cinc, cromo, arsénico, plomo o cadmio los cuales pueden llevar una carga tóxica durante más de mil años o más. El mercurio es el metal más nocivo, que en contacto con agua produce metilmercurio, compuesto que se concentra en las cadenas alimentarias produciendo graves desórdenes del sistema nervioso en los animales y humanos. Una micro batería de mercurio puede llegar a contaminar 600.000 litros de agua, una de zinc-aire 12.000 litros, una de óxido de plata 14.000 litros y una batería común puede alcanzar hasta los 3.000 litros. Los países del Mercosur han comenzado a restringir, al igual que la Europa o América del Norte, la presencia de esos contaminantes en las fuentes y cuerpos de agua, así como el resto de los aparatos electrónicos, automóviles y materiales de construcción (Awashthi & Zeng, 2016).

La Agencia de Salud Ocupacional de EE. UU., considera que niveles superiores a 0,1 mg de mercurio por metro cúbico de aire es inseguro. Asimismo, dicha agencia ha fijado límites de 1 parte por millón (1 mg por kg) para la comida y 1 parte por billón (1 mg por metro cúbico) de agua. Generalmente una pantalla LCD 32" cuenta con 8 mg lo cual se difiere que la contaminación que puede alcanzar a contaminar aproximadamente es 8 metros cúbicos (8.000 litros) de agua. En síntesis, el mercurio usado en AEE les proporciona mayor color o definición a las pantallas, pero al final de su ciclo de vida, tenemos que reciclarlos y tratarlos para darle su manejo ambientalmente seguro (Diaz, Jeadran, & Rojas, 2018).

Por ejemplo, el 80% del indio es usado en las pantallas de LCD, algo más del 50% del rutenio es usado en discos duros, 50% del antimonio son usados en retardantes de llama en plásticos de AEE, 35% del estaño es usado en soldaduras, 30% del cobre es utilizado en cables, motores y otro 30% de plata es usado en soldaduras lo que permite una composición de metales pesados en la gran mayoría de AEE (Fernandez, 2013).

En el contexto de movimientos transfronterizos de residuos, **el Convenio de Basilea** estableció las listas A y B (Anexos VIII y IX) en las que los RAEE tienen clasificación explícita en dos de ellas:

**A1180** Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan como acumuladores o baterías incluidos en la Lista A, interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o contaminados con constituyentes del Anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, Bifenilos Policlorados) en tal grado que posean alguna de las características del Anexo III.

**B1110** Montajes eléctricos y electrónicos:

- ✓ Montajes electrónicos que consistan sólo en metales o aleaciones
- ✓ Desechos o chatarra de montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos) que no contengan componentes tales como acumuladores y otras baterías incluidas en la lista A, interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos de rayos catódicos u otros vidrios activados ni condensadores de PCB, o no estén contaminados con elementos del anexo I (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo, bifenilo policlorado) o de los que esos componentes se hayan extraído hasta el punto de que no muestren ninguna de las características enumeradas en el anexo III (véase el apartado correspondiente de la lista A A1180)

- ✓ Montajes eléctricos o electrónicos (incluidos los circuitos impresos, componentes electrónicos y cables) destinados a una reutilización directa, y no al reciclado o a la eliminación final.

Es importante conocer las sustancias peligrosas que se encuentran en nuestros residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a continuación, se mencionaran las sustancias más comunes y su localización dentro de los RAEE. Dentro de los compuestos halogenados, encontramos, PCB (condensadores, transformadores e interruptores de potencia), PCV (aislamiento de cables) y CFC (unidad de refrigeración y espuma de aislamiento). También se encuentran metales pesados como el mercurio (lámparas fluorescentes y en baterías alcalinas), bario (tubos de rayos catódicos), plomo (pantallas de TRC, baterías y tarjetas de circuito impreso), níquel (batería que se pueden recargar), polvo de tóner (en cartuchos para impresoras láser y fotocopiadoras) y litio (baterías de litio). Por último, encontramos sustancias radioactivas como el americio (equipos médicos y en los detectores de humo) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

### **Impactos al ambiente y a la salud humana**

Es importante resaltar que el reciclaje y manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos es una fuente de empleo y de ingresos rentable para el sector informal dejando en evidencia un manejo inadecuado y poco sostenible, generando impactos negativos al ambiente y salud humana de quienes actúan en el proceso de manejo informal. Generalmente los AEE están compuestos por metales preciosos como plata (Ag), oro (Au), y paladio (Pd), metales como cobre (Cu), aluminio (Al), Níquel (Ni), Selenio (Se), Zinc (Zn), Hierro (Fe) y de otros materiales peligrosos como Berilio (Be), Plomo(Pb), Cadmio (Cd), Arsénico (As), Bario (Ba) (Awashthi & Zeng, 2016).

Varios estudios confirman la toxicología de los AEE y se evidencia un impacto potencial a la salud humana y ambiente, generando efectos negativos en los actores principales que participan en el inadecuado manejo de los equipos eléctricos y electrónicos (Lundgren, 2012).

Existen tres fuentes principales de sustancias que se pueden liberar durante la recuperación de materiales y el reciclaje de los RAEE que son motivo de preocupación mundial: los componentes de los equipos, como el plomo, el cadmio y el mercurio, son sustancias que pueden añadirse durante algunos procesos de recuperación, como el cianuro; y las sustancias no intencionales que pueden formarse durante estos procesos como las dioxinas y furanos (Lundgren, 2012).

Alguna de las sustancias tóxicas que pueden liberar el tratamiento de estos residuos por diversos tipos de emisiones:

- ✓ Lixiviados procedentes de actividades de tratamiento y disposición final.
- ✓ Material particulado (partículas gruesas y finas) procedentes de las actividades de desmantelamiento de los aparatos.
- ✓ Cenizas liberadas al aire y cenizas residuales de las actividades de quema o incineración de componentes.
- ✓ Liberación de humos de mercurio amalgamado provenientes de actividades físicas de aumento de calor, de remoción de soldaduras y otras propias de la quema de componentes.
- ✓ Aguas de desecho provenientes de instalaciones de trituración y desmontaje de los aparatos.
- ✓ Efluentes de lixiviación con cianuro.

A continuación, se destacan algunos de los elementos y componentes comúnmente usados para la producción de AEE, además de sus vías de exposición toxicológica y los posibles daños potenciales para la salud humana de cada una de las sustancias encontradas en este tipo de residuos.

Los seres humanos estamos expuestos a materiales que afectan enormemente nuestra salud, algunos materiales, vías mediante el cual estamos expuestos y daños potenciales son los siguientes: Bario, este material lo podemos inhalar y la principal característica de intoxicación incluye gastroenteritis aguda y pérdida de reflejos. Berilio, mediante ingestión y existe una enfermedad llamada berilio aguda que se presenta en los humanos que están expuestos a grandes concentraciones de este. Cobre, este material común dentro de los RAEE se puede inhalar, ingerir o absorber mediante vía cutánea, este presenta algunos efectos tóxicos como anemia, dolor de cabeza, náuseas, mareos y vómitos. El arsénico, es un material puede causar daño ya sea inhalándolo o absorbiéndolo cutáneamente, dentro de los daños potenciales se encuentran, inflamación, ampollas y destrucción de los tejidos. Otro elemento muy común, es el mercurio, esta sustancia se puede ingerir, inhalar y puede causar grandes daños en el cerebro humano y también presenta impactos mínimos que a lo largo de la vida del ser humano se van desarrollando. Por último, pero no menos importante, los PCBs, estas sustancias pueden causar daños mediante la ingestión, inhalación o exposición cutánea. Esta causa la muerte debido a tumores que son perjudiciales y también es causante de problemas neurológicos como depresión, mareos, dolores fuertes de cabeza y nerviosismo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Las actividades de recuperación y reciclaje de RAEE pueden conducir a la exposición directa o indirecta de los trabajadores a una amplia gama de sustancias peligrosas contenidas en

los aparatos eléctricos y electrónicos o liberadas por prácticas inseguras de reciclaje realizadas en el mercado informal. La exposición directa implica la absorción cutánea, inhalación o ingestión de sustancias peligrosas, la inhalación de material particulado fino y grueso (PM10 y/o PM2.5) y la ingestión de polvo contaminado. Las personas que directamente participan en el proceso de manejo de RAEE sin elementos de protección personal incurren en altos niveles de exposición fluida y directa (Lundgren, 2012). Frecuentemente, se generan gases en los procesos de reciclaje de RAEE, particularmente en el proceso de fundición e incineración, la siguiente tabla muestra los riesgos ambientales y para la salud laboral a causa del manejo inadecuado de RAEE observado en algunos de los vertederos de Asia.

La quema en ambientes abiertos y a bajas temperaturas con relación a los incineradores de ciertos componentes de los aparatos eléctricos y electrónicos se usan para aislar metales como el cobre de los cables, y el calentamiento de las tarjetas de circuito impreso para desoldar y extraer chips (circuitos integrados) y componentes electrónicos los cuales causan consecuencias y liberan humos tóxicos que contienen metales procedentes de la soldaduras (plomo y estaño), y dioxinas polihalogenadas y furanos generados por la combustión incompleta a temperaturas bajas (Perkins, Brune, Nxele, & Sly, 2014).

El manejo de RAEE realizado con prácticas informales puede ser perjudicial, debido a que este tipo de materiales incluyen solventes para limpieza y reactivos como el cianuro y otros ácidos fuertes de lixiviación. La lixiviación ácida puede conducir a un contacto directo con ácidos líquidos y la inhalación de vapores de ácidos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

## **Situación actual de manejo RAEE**

### **Diagnóstico nacional y local.**

El manejo de RAEE en la ciudad de Bucaramanga es limitado según el informe de PGIRS 2016-2027, el mayor impacto que tienen sobre el manejo integral de ellos es el lanzamiento de dos jornadas de recolección de residuos POS-CONSUMO promovidas por empresas locales, autoridades ambientales, gremios, universidades y ANDI que se encargan de recolectar la mayor cantidad de residuos generados por los ciudadanos los cuales no son de fácil manejo o disposición final, asegurando que los residuos de mayor captación con una participación de más del 50% son RAEE .

Según un estudio realizado por el MAVDT y EMPA en el 2003, Colombia tiene cuatro tipos de consumidores y periféricos, Gobierno (15%), Sector educativo (12%), Empresas (20%) y Hogares (53%). Además, dentro del estudio cabe destacar que la vida útil de un computador es aproximadamente 7 años, dada la obsolescencia programada estos equipos pueden variar su rango de vida útil.

Actualmente Bucaramanga es una de las principales ciudades del país, caracterizando sus precios bajos, buena oferta educativa, sector empresarial pujante han hecho que la ciudad obtenga los más bajos niveles de pobreza, indigencia y desigualdad social del país. El aumento poblacional es sinérgico con el aumento de residuos, la inversión a nuevos proyectos en salud, educación, calzado, metalmecánica, agroindustrial, entre otros dispararon los índices de la ciudad donde se han invertido cerca de 400 millones de USD en nuevas compañías locales. Esto hace que sea inevitable la compra de nuevos aparatos, expansión urbanística, recambio de tecnologías, etc. Causando un aumento de generación de residuos per cápita.

Por otra parte, dentro de un estudio de encuesta se pudo observar que los bumangueses desarrollan una cultura tradicional, conservadora y comerciante. De las 382 personas encuestadas por diferentes estratos sociales, un total de 213 es decir el 56% estaría dispuesto a comprar objetos usados y de segunda mano mientras que el otro 46% no lo haría.

De acuerdo con los datos suministrados por la CDMB y los informes publicados por la autoridad ambiental sobre la recolección de residuos POSCONSUMO, se evidencia que el tipo de residuo con mayor cantidad de recolección son los RAEE. El total del peso de recolección de la primera jornada del año 2018 fue de 1756,26 kg aproximadamente de residuos, de los cuales el 84% es decir 1483.6 kg de residuos fueron de tipo RAEE. Así mismo en el segundo semestre del año 2017, se logró recolectar una cantidad de 7000 kg de RAEE, dejando en evidencia que el 68% eran e-waste. A continuación, en la imagen 5 se muestra el total de los residuos recolectados en la jornada posconsumo del primer semestre de 2018 liderada por ANDI.

Informe de gestión Primer Semestre de 2018

| ACTIVIDADES REALIZADAS                               |                |                |
|--|----------------|----------------|
| RESIDUOS POS CONSUMO RECOLECTADOS                    | PESO KG        | PORCENTAJE (%) |
| ACEITE   | 40             | 2,28           |
| PILAS  | 10             | 0,57           |
| BOMBILLAS  | 443            | 25,22          |
| RAEE   | 534,3          | 30,42          |
| ENVASES INSECTICIDAS                                 | 1,7            | 0,10           |
| INSECTICIDAS DOMESTICOS                              | 2,3            | 0,13           |
| LLANTAS USADAS                                       | 1              | 0,06           |
| MEDICAMENTO DE USO HUMANDO VENCIDOS                  | 69,6           | 3,96           |
| NEVERAS, LAVADORAS, AIRES ACONDICIONADOS, MICROONDAS | 148            | 8,43           |
| BATERIAS DE PLOMO                                    | 506,36         | 28,83          |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1756,26</b> | <b>100</b>     |

En total se recolectaron **1756,26 kg** de Residuos Posconsumo en el punto de la CDMB asignado por la ANDI.

Imagen 5 Informe de gestión Primera Jornada Posconsumo 2018

Fuente: PGIRS Bucaramanga 2016-2027

Según estudios desarrollados en Colombia por parte de EMPA, para el año 2018 se proyectaba una generación de RAEE con una cantidad significativa de aproximadamente 101.000 toneladas de este tipo de residuos.

Según un estudio realizado sobre el monitoreo global de los desechos electrónicos realizado por el Instituto para el Estudio Avanzado de la Sostenibilidad de la Universidad de las Naciones Unidas, reporta una generación en el 2014 de 252.000 toneladas de los RAEE domésticos, equivalente a 5,3 kilogramos por habitante sobre una base de 47,71 millones de habitantes (Baldé, Wagn, Kuehr, & Huisman, 2015).

En aras de mejorar, Colombia ha realizado estudios basados en corrientes de procedencia doméstica, consideradas como prioritarias, que en algunos casos han sido objeto de reglamentación.

En el ámbito local respecto a la generación de RAEE, un estudio de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá reveló que en el 2010 la capital del país generó 21.959 toneladas de estos aparatos, donde tan solo 1.400 fueron tratadas por empresas o gestores autorizados para su manejo seguro. De este total de RAEE generado, el 39,8 % (8.748) fueron neveras y lavadoras; el 38,7 % (8.511) equipos de sonido, televisores, hornos, reproductores de DVD y licuadoras y el 18,5 % (4.068) computadores y celulares (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

A continuación, en la imagen 6 se muestra la participación en peso de las diferentes corrientes estudiadas respecto al total generado.

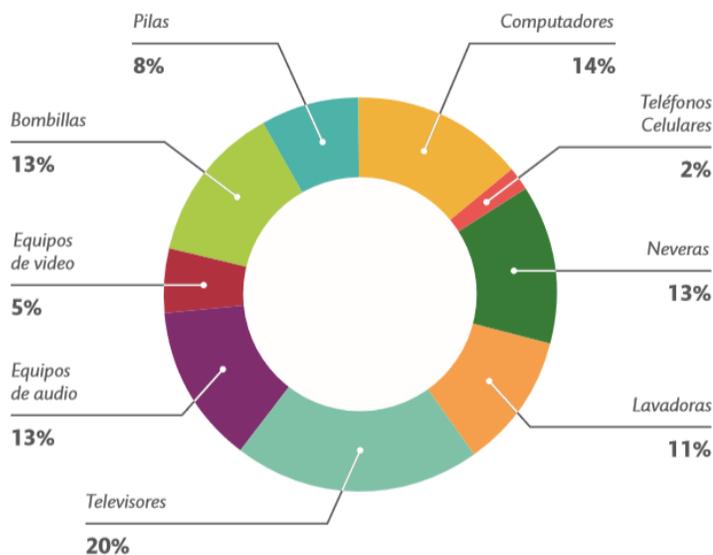


Imagen 6 Participación por categorías de la generación estimada de RAEE. 2014

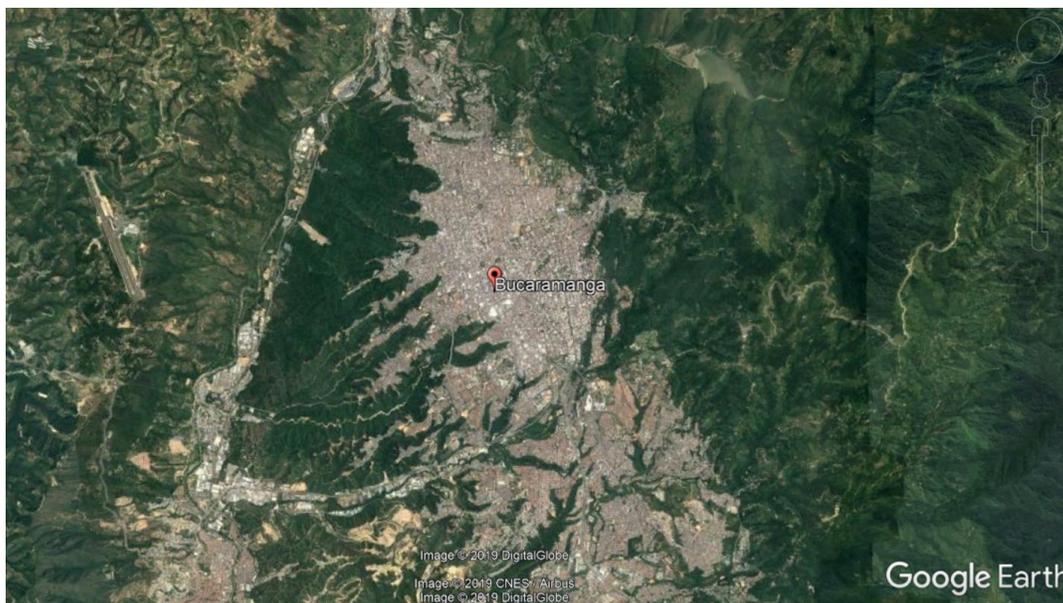
Fuente: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. 2012

En Colombia se han venido desarrollando estrategias y programas para la gestión de los RAEE desde el MADS, realizando actividades como.

- ✓ Campaña “Recicla tu móvil o celular y comunícate con la tierra”.
- ✓ Campaña “Recicla ese computador usado y conéctate con un mundo renovado”.
- ✓ Campaña piloto “Cambia tu nevera, ahorras tú y gana el planeta”.
- ✓ ANDI junto al MADS, realizan dos jornadas para la recolección de productos que al final de su vida útil son desechados por los usuarios o consumidores. Se conocen como jornadas POSCONSUMO y participan gestores como: Ecocomputo, Lumina, Descont, entre otros.

## Área de estudio

El trabajo tiene como área de estudio la ciudad de Bucaramanga, la cual se encuentra ubicada en el departamento de Santander. Está localizada en el nororiente de Colombia en una meseta de la cordillera Oriental, se fundó en 1622. Cuenta con un clima tropical de temperatura promedio 25°C y a 980 msnm y es conocida como la ciudad de los parques o la ciudad bonita. Su principal actividad comercial es el calzado. Es la quinta ciudad más importante del país y lindera con los municipios de Girón, Floridablanca y Piedecuesta los cuales forman parte del área metropolitana de Bucaramanga. La población actual es de 528.575 habitantes y su área metropolitana alcanza la cifra de 1.141.694 habitantes. Es una ciudad universitaria y gran parte del desarrollo de la ciudad es debido al avance de la educación y mejora continua.



*Imagen 7 Ciudad de Bucaramanga*

Fuente: Google Earth, 2019.

## Metodología

### **Diagnóstico del estado actual del manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Bucaramanga.**

- ✓ Se identificaron las fuentes de información y entidades más relevantes en manejo de RAEE en la ciudad de Bucaramanga, con el fin de obtener unos resultados más reales sobre el estado actual del manejo de esta clase de residuos. Se recopiló información directa e indirecta a través de las entidades encargadas del seguimiento de los RAEE y de estudios previos realizados en la ciudad de Bucaramanga.
- ✓ Se realizó una lista de chequeo, identificando los criterios contemplados en la Política Nacional para la gestión de RAEE en Colombia que permitió evaluar el cumplimiento de estos. Los ítems expuestos en la lista fueron contemplados y evaluados por medio de encuestas semiestructuradas y entrevistas con los actores principales de la gestión de RAEE (gestores ambientales, comercializadores, entidades ambientales y usuarios).
- ✓ Se analizó lineamientos técnicos y otros documentos de importancia en el manejo de esta clase de residuos.
- ✓ Se construyó una matriz de análisis DOFA que permitió visualizar el escenario sobre la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la ciudad de Bucaramanga, posteriormente se obtuvo el panorama actual de la aplicación de la política en la ciudad para poder contrarrestar las debilidades o amenazas y potencializar las oportunidades y fortalezas según los resultados obtenidos.

## **Formular indicadores de seguimiento para el control del estado de gestión de la política RAEE.**

Se implementó una matriz de marco lógico donde se expuso de forma ordenada y clara los pasos de la política de gestión RAEE en la ciudad de Bucaramanga.

## **Establecer si las alternativas aplicadas en el manejo de disposición final de los RAEE en la ciudad de Bucaramanga son las más adecuadas, indicando alternativas de mejoramiento en caso de ser requeridas.**

En base a los objetivos ejecutados anteriormente, se determinó la viabilidad de las alternativas aplicadas al manejo y disposición actual de los RAEE en la ciudad de Bucaramanga. Finalmente, se realizó propuestas de mejora y de alternativas, analizando los aspectos que tengan incidencia positiva sobre la gestión para ser potencializado y corregir los aspectos que tengan incidencia negativa sobre el proceso de gestión. Así mismo, se tomaron en cuenta acciones y estrategias desarrolladas en países de mayor avance tecnológico y cultural los cuales cuentan con sistemas de gestión alternos, tratamientos limpios y mayor experiencia en el manejo de RAEE.

## **Resultados y discusión**

### **Situación actual RAEE en Bucaramanga**

#### **Diagnóstico de chequeo.**

La construcción de una lista de chequeo permite realizar un diagnóstico del escenario o entorno de los aspectos que se desean evaluar. Para este caso se evalúan los aspectos de carácter obligatorio según la aplicación de la Política Nacional de Gestión Integral de RAEE, corroborando el cumplimiento de los ítems dispuestos. Por consiguiente, se realiza la calificación cualitativa y la descripción de la evidencia encontrada según lo conversado, observado y encuestado a los principales actores de la gestión o manejo ambientalmente seguro de RAEE en

Bucaramanga, Santander. A continuación, en la Tabla 5 se observa la Lista de chequeo sobre la aplicación de la Política Nacional de Gestión integral de RAEE se muestran las observaciones y el cumplimiento de los aspectos basándose en lo dictado por la normativa ambiental vigente que regula el manejo adecuado de la basura electrónica o Waste of Electrical and Electrician Equipmtens.

Tabla 5 Lista de chequeo sobre la aplicación de la Política Nacional de Gestión Integral de RAEE

| N° | Aspecto de carácter obligatorio a evaluar según la aplicación de la Política Nacional de Gestión Integral de RAEE | Cumplimiento |    |       | Observaciones  |
|----|---|--------------|----|-------|--|
|    |   | SÍ           | NO | NS/NR |  |
| 1  | Entidades territoriales y autoridades ambientales   |              |    |       |  |
|    | Estudios ambientales  | x            |    |       | No existen estudios ambientales que especifiquen contenido de material referencial, metodológico o estadístico que hable acerca de los RAEE. Sin embargo, cabe resaltar que existen datos expuestos en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Bucaramanga sobre algunos tipos y cantidades de RAEE recolectados en las jornadas posconsumo (PGIRS 2016-2027) |
|    | Mecanismos de inspección, vigilancia y control a los  | x            |    |       | Actualmente se evidencia la participación de las autoridades ambientales en la   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| diferentes actores que intervienen en la gestión y manejo de Aparatos Eléctricos Electrónicos (RAEE) y sus residuos  |   | otorgación de licencias ambientales con ANLA y apoyo logístico en las jornadas de Recolección Posconsumo.  |
| Estímulos a los gestores de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), que formen parte de la cadena de la gestión integral de los mismos y fomenten su aprovechamiento y/o valorización | X | No se realizan estímulos de ningún tipo debido a que la corporación se rige bajo la normativa Responsabilidad Extendida del Productor (ley 1672 de 2013) y obliga al productor a cumplir con lo establecido en la responsabilidad extendida del productor, es decir garantizar el manejo ambiental seguro de estos residuos. |
| Educación ambiental y promoción de la gestión ambientalmente segura de los Residuos de Aparatos eléctricos y Electrónicos (RAEE)   | X | La corporación realiza SOLO acompañamiento a las 2 jornadas posconsumo en cuanto a logística y promoción para facilitar la gestión junto con ANDI y demás entes gubernamentales o entidades públicas y privadas (ESSA, Acueducto Metropolitano de Bucaramanga,   |

---

|                             |   |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             |   | Universidades locales, punto de recolección Área Metropolitana de Bucaramanga, gestores locales y demás participantes de la jornada)  |
| Control de mercado informal | x | Según lo manifestado en la entrevista, el mercado informal no tiene un control o proceso enfocado a su disminución o eliminación de estas prácticas prohibidas que estancan el proceso de manejo sostenible. De acuerdo a la información obtenida se reportan PQRs en la corporación por ventas informales de este tipo, pero no hay una información consolidada. |
| Logística y planeación      | X | No se evidencia una base de datos de RAEE, además de no tener consolidados. Se observa alternativas de mejora en proceso según planeación para el 2019 AMB promueve campañas como “Cultura para la gestión integral de Residuos” incluyendo a los RAEE en la separación adecuada de residuos sólidos en la fuente.  |

---

|   |   |  |
|---|---|--|
| Investigación, ciencia y tecnología   | x | No se cuenta con un área de innovación ciencia y tecnología que ataque la problemática. AMB promueve y gestiona un punto limpio de la ciudad el cual recolecta RAEE y da disposición final por medio de terceros (gestora Lito ltda).  |
| Creación y formalización de empresas de reciclaje de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a través de la flexibilización de los trámites para la expedición de las licencias ambientales | x | Se evidencia cumplimiento de tramite flexible mientras que el postulado cuente con todos los parámetros y documentos necesarios para expedir la licencia. Las autoridades ambientales se rigen bajo la normativa para otorgar o expedir licencias ambientales a las empresas que quieran entrar en el manejo integral de RAEE como gestoras autorizadas e inscritas ante el MADS (ANLA, Lineamientos para el manejo de RAEE) |
| Espacios de concertación, participación y socialización sobre RAEE  | x | La Corporación no adecúa o gestiona espacios para concertación, participación socialización de RAEE, donde tienen presencia todos los actores involucrados   |

|   |                 |  |   |
|---|-----------------|--|---|
|   |                 |  | en proceso de manejo ambientalmente seguro de los residuos. Solo participan como acompañamiento en las jornadas de recolección posconsumo.  |
| <b>2</b>  | <b>Gestores</b> |  |   |
| Licencia Ambiental  | x               |  | Se realizan los procesos legales, presentación de documentos, diligenciamiento de formato, y demás lineamientos dispuestos en el decreto 2041 de 2014 para la obtención de la licencia ambiental por parte de ANLA. |
| Manejo ambientalmente adecuado de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) | x               |  | El proceso de manejo integral (Recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final) según lo interpuesto en los lineamientos técnicos para el manejo de RAEE.                                  |
| Registro como gestor ante el MADS   | x               |  | Los gestores formales de la ciudad se encuentran registrados ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y ANLA.   |
| Expedición de certificación según decreto 1076 de 2015 numeral 11                           | x               |  | La autoridad ambiental CDMB certifica según lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente en este caso el decreto   |

1076 de 2015

| 3  | Comercializadores |   |  |
|--|-------------------|---|--|
| Divulgación sobre la correcta devolución y gestión de RAEE   | x                 | De acuerdo con las inspecciones realizadas, de las 10 empresas visitadas o centros tecnológicos, ninguno de las comercializadores reconocidos de la ciudad, cuenta con señalización o promoción de una correcta devolución del AEE comprado, para cumplir con su labor dentro de la REP que obliga a realizar apoyo y logística para facilitar la gestión y así llegar ambientalmente seguro al productor |  |
| Diseño e implementación de estrategias y campañas, informativas y de sensibilización, dirigidas a los usuarios | x                 | Los datos recolectados luego de realizar las visitas a las comercializadoras dejan en evidencia que solo 2 de las 10 empresas, es decir el 20% de las empresas comercializadores en Bucaramanga, realizan campañas informativas. No se realiza promoción y no es adecuada la señalización para el aporte por parte de los usuarios de estos aparatos a los centros de                                     |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | acopio instalados por las propias administraciones.  |
| Sistemas de información para la devolución del AEE y centros de acopio.                                   | x | Las empresas comercializadoras en Bucaramanga no cuentan con sistemas de información para la devolución correcta del AEE comprado en la instalación. La cultura ciudadana y el valor económico que ofrecen en el mercado informal por el AEE es consecuente de la inadecuada o poca gestión que estas empresas realizan para que los usuarios entreguen correctamente sin ningún precio o incentivo económico. |
| Apoyo técnico y logístico al productor, en la recolección y gestión ambientalmente segura de los residuos | x | Según la REP la obligación del comercializador es ofrecer apoyo logístico y técnico para el acopio de los residuos para que posteriormente pasen a los productores y obtengan su disposición final adecuada. De acuerdo con las visitas se pudo observar la adecuación de un punto de acopio especialmente para RAEE en una de las empresas, sin embargo, se evidencia que el lugar no                         |

|   |                                |   |  |
|---|--------------------------------|---|--|
|   |                                |   | cuenta con una buena señalización debido a que se encuentra obstaculizado y se encuentra en el sótano de la edificación y no está señalizado correctamente.                |
| <b>4</b>                                | <b>Usuarios o consumidores</b> |   |  |
| Buenas prácticas                        | x                              |   | Aproximadamente el 60% de los usuarios realizan buenas prácticas de entrega de RAEE, es decir lo almacenan en sus casas o lo llevan a un centro especializado.             |
| Captación de información y capacitación |                                | x | Más del 50% de las personas consideran que no hay una correcta divulgación o capacitación sobre RAEE. La mayor parte de la población desconoce de los componentes de RAEE. |
| Conformidad                             |                                | x | Los usuarios no se sienten cómodos con el sistema de recolección, información y demás por parte de las autoridades o entidades ambientales.                                |
| Responsabilidad ambiental y social      | x                              |   | Los usuarios están comprometidos y tienen buena disposición con el manejo ambiental adecuado de RAEE   |
| <b>TOTALES</b>                          | <b>21</b>                      |   | <b>8 cumplimiento      38.1 %</b>  |
|   |                                |   | <b>13 no cumplimiento      61.9 %</b>  |

Fuente: Autor

Luego de realizar el diagnostico local de la aplicación de la política RAEE en la ciudad de Bucaramanga, analizando los responsables o partes involucradas, se evidenció un cumplimiento del 38,1 % de los ítems pautados en la matriz, dejando como conclusión el incumplimiento del 61,9% de los componentes evaluados en este caso por el autor.

La REP, es un sistema que se debe abordar y hacer cumplir. Como se menciona en la tabla los principales actores para que funcione esta estrategia son los usuarios, pero así mismo todos cumplen un papel importante dentro de la gestión integral. Las entidades y autoridades ambientales como mecanismo de vigilancia y control deben realizar mayores aportes y hacer participación en el manejo ambientalmente seguro de los residuos, así mismo controlar el mercado informal y gestores autorizados. Por otra parte, los comercializadores son los que menor responsabilidad cuentan debido a su apoyo logístico y de planeación que deben realizar para la correcta entrega de estos.

Para llevar a cabo el análisis se hizo encuesta para determinar la participación de los usuarios en la aplicación de dicha política. Con la participación de alrededor de 130 personas radicadas o que viven en el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga.

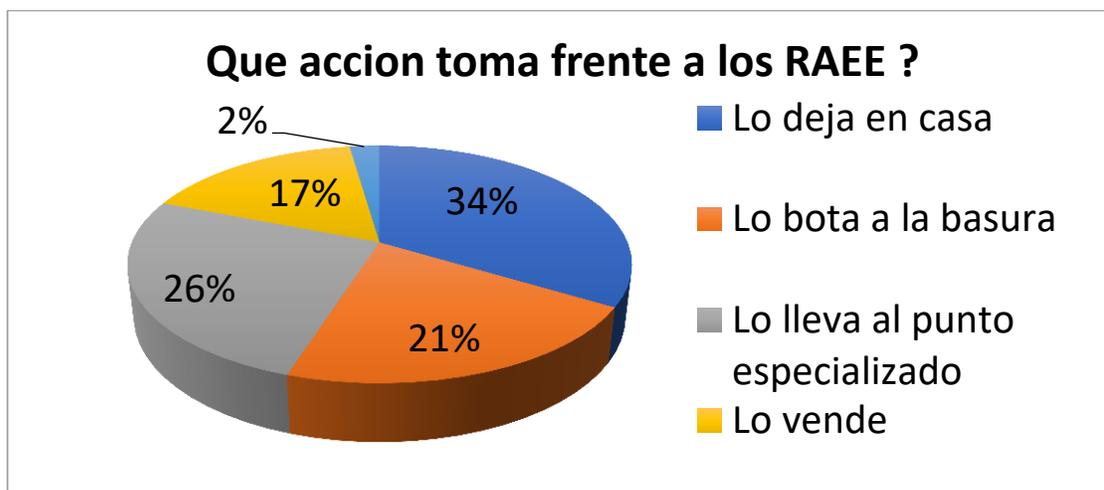
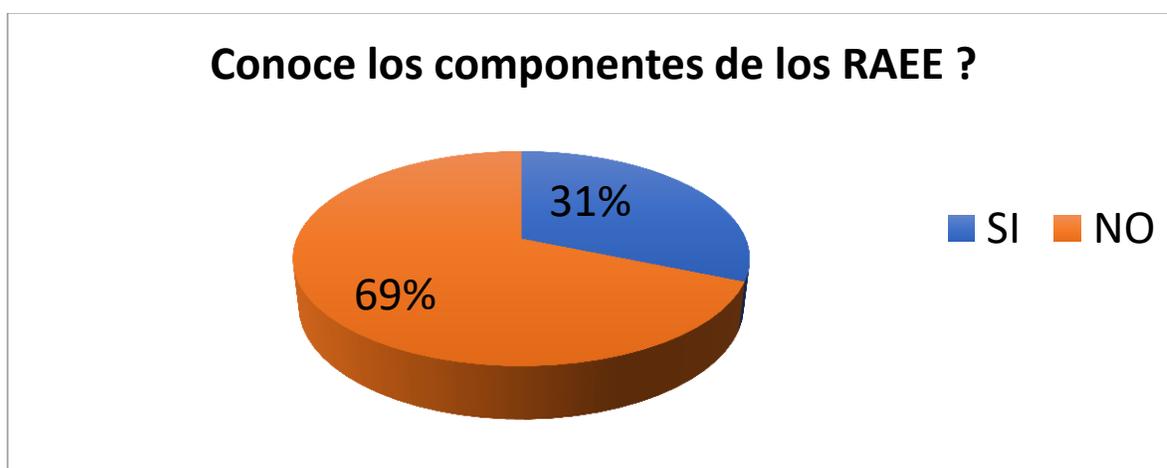


Imagen 8. Grafica tipo torta pregunta N°2 encuesta sobre RAEE.

Fuente: Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga, Edgar Hernandez.

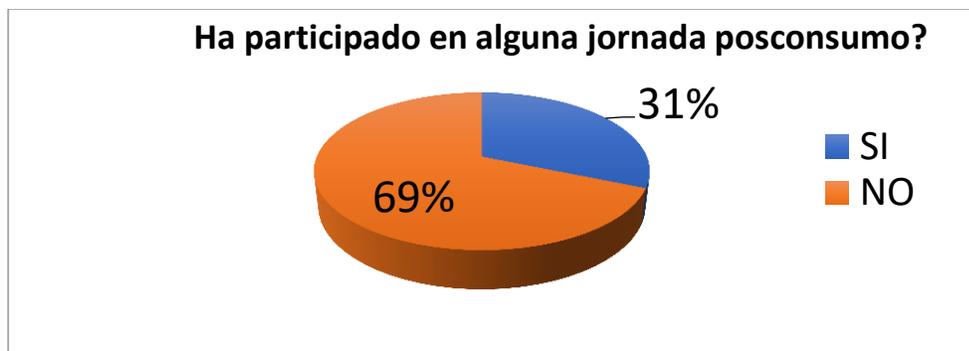
Como se puede observar en la Imagen 8 los usuarios o consumidores realizan buenas prácticas, es decir la sumatoria de los usuarios que dejan en casa o llevan a un punto especializado su RAEE, da el 60% de los encuestados. Así mismo podemos observar que un 21% realiza una acción no tan deseada pero practicada por muchos y es disponer en la basura para ser enviados algún botadero de basura a cielo abierto.



*Imagen 9 Grafica tipo torta pregunta N°4 encuesta sobre RAEE*

Fuente: Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga, Edgar Hernandez.

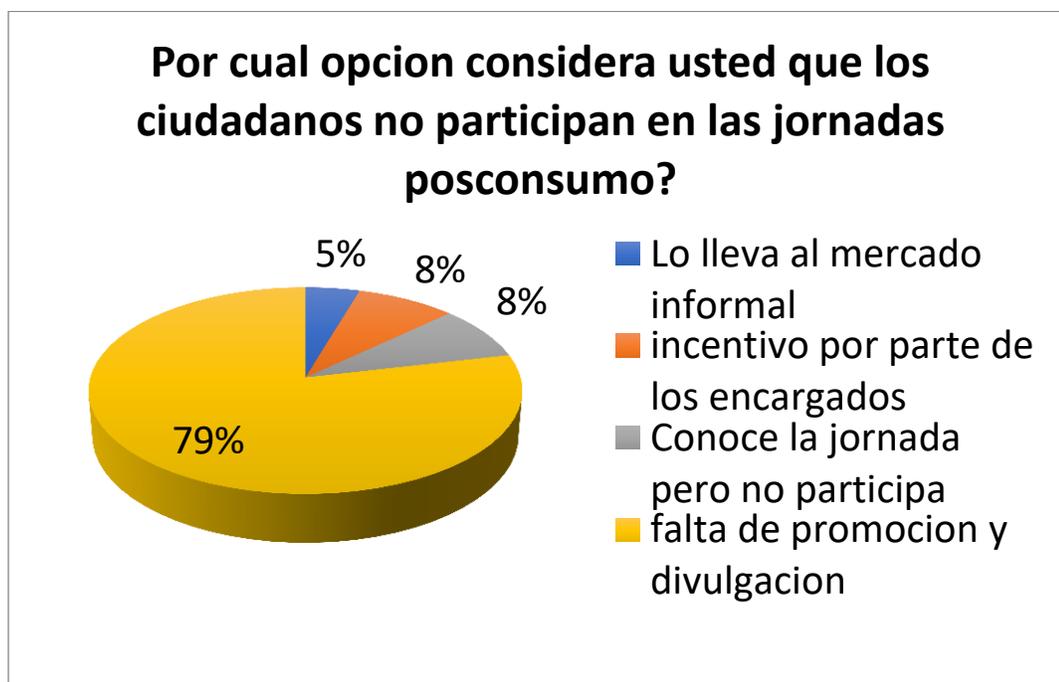
Aproximadamente el 70% de la población desconoce la composición o propiedades fisicoquímicas de los RAEE, así mismo de las consecuencias o problemáticas que pueden generar en la salud humana y ambiente.



*Imagen 10 Gráfica tipo torta pregunta N°8 encuesta sobre RAEE*

Fuente: Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga, Edgar Hernandez.

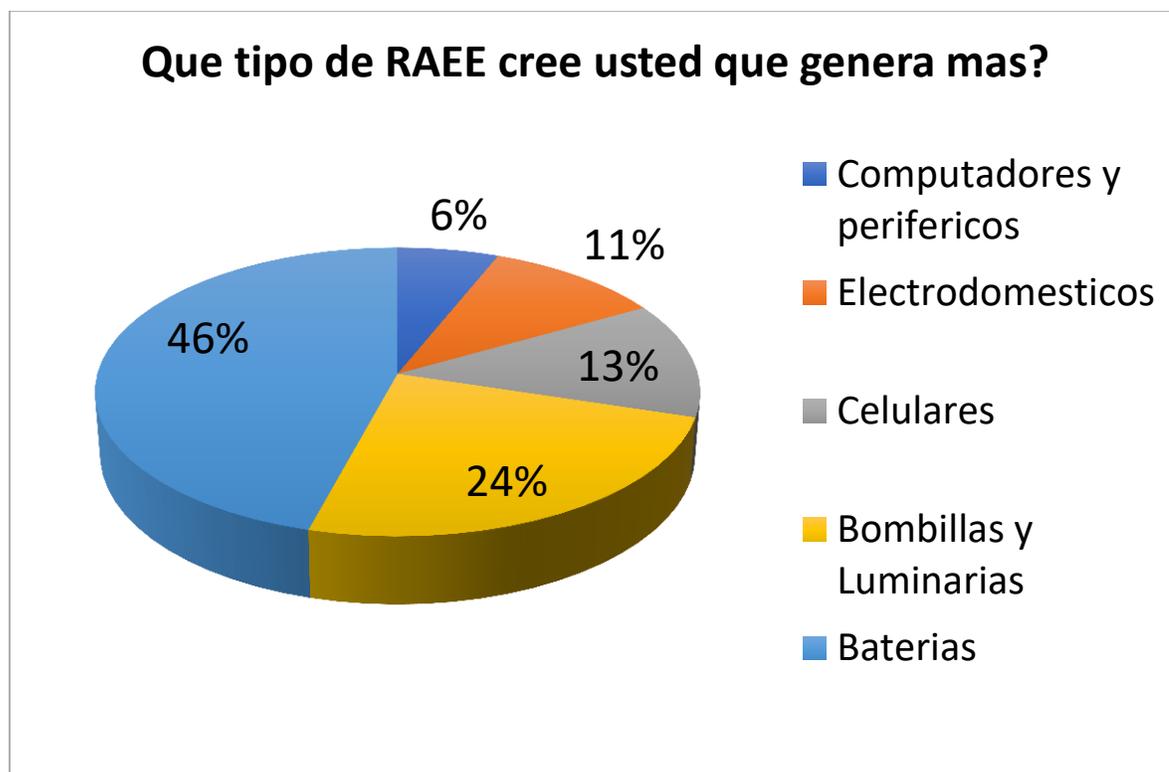
Los usuarios tienen poca participación en las jornadas posconsumo como se muestra en la imagen 10, debido a la débil gestión o iniciativa de los actores principales en la recolección o tratamiento de RAEE. Por consiguiente, se les preguntó cuál era el motivo por el cual no se acercaban o participaban en una jornada de recolección posconsumo y estos fueron los resultados finales.



*Imagen 11 Gráfica tipo torta pregunta N°9 encuesta sobre RAEE*

Fuente: Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga, Edgar Hernandez.

El 79% de los usuarios encuestados manifestó que la falta de promoción y divulgación por parte de los encargados es el factor que más afecta la disposición correcta de RAEE. Por otra parte, los residuos que más generan los usuarios fueron las baterías que contienen una alta concentración de mercurio que pueden ser aprovechados por los diferentes gestores o plantas especializadas.



*Imagen 12 Gráfica tipo torta pregunta N°9 encuesta sobre RAEE*

Fuente: Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga, Edgar Hernandez.

Según los datos obtenidos en la encuesta, como se puede observar en la imagen 12, los RAEE que más generan los ciudadanos encuestados son baterías y bombillas, con un porcentaje del 46 % y 24 % respectivamente.

## **Matriz DOFA**

### **Análisis matriz DOFA.**

Se realizó la matriz DOFA o FODA para obtener un escenario o modelo que permite diagnosticar el entorno del estado de la aplicación de la política RAEE en Bucaramanga, dicha matriz nos permite realizar un control y análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que tienen cada uno de los actores involucrados en la gestión integral o manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, es decir que se realizó un diagnóstico para cada uno de los grupos de interés que participan de acuerdo a la REP, en este caso se evaluaron las entidades territoriales y autoridades ambientales, gestores, comercializadores y usuarios o consumidores, cabe resaltar que no se realizó diagnóstico de los productores en la ciudad debido a la nula presencia de industrias productoras o ensambladoras de AEE autorizadas.

Se realizó proceso de observación y seguimiento continuo. El diagnóstico permite definir los aspectos internos que son las debilidades y fortalezas que se encuentran dentro de la evaluación y los aspectos externos como oportunidades y amenazas.

Luego de haber obtenido los resultados arrojados en el diagnóstico se atacaron las debilidades y amenazas que se identificaron, así mismo se buscó potencializar las fortalezas y oportunidades, generando las estrategias y acciones, con base en el enfrentamiento por pares de los factores:

- ✓ Estrategias y Acciones FO: Conducentes al uso y potencialización de las fortalezas internas de una con el objeto de aprovechar las oportunidades externas.
- ✓ Estrategias y Acciones DO: Dirigidas a mejorar cada una de las debilidades utilizando las oportunidades identificadas.

- ✓ Estrategias y Acciones DA: Conducentes a minimizar los peligros potenciales en el sector donde nuestras debilidades se encuentran con las amenazas.
- ✓ Estrategias y Acciones FA: Dirigidas a Estrategias para prevenir el impacto de las amenazas identificadas utilizando las fortalezas existentes.

### **Análisis DOFA entidades territoriales y autoridades ambientales.**

El análisis DOFA para las entidades territoriales y autoridades ambientales muestra las carencias y cualidades según las actividades evaluadas. Este análisis se realizó para obtener un escenario de actuación por parte de las autoridades frente a la regulación, control y vigilancia de ellos frente a RAEE. En la tabla 6, se observa un diagnóstico de los puntos claves para el manejo de este tipo de residuos.

*Tabla 6 Matriz DOFA Entidades territoriales y autoridades ambientales frente a gestión RAEE*

|             |   |
|-------------|---|
| Debilidades | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inexistencia de estudios ambientales que especifiquen contenido de material referencial, metodológico o estadístico que hable acerca de los RAEE.</li> <li>✓ Moderada participación en la gestión integral de los Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</li> <li>✓ Se evidencia inadecuado control y corrección frente al mercado informal.</li> <li>✓ Las autoridades ambientales como mecanismos de control y vigilancia deben actuar en pro de la aplicabilidad de la normativa dispuesta. Se observan acciones prudentes por parte de los encargados frente a la problemática socioambiental que genera los RAEE.</li> <li>✓ Las entidades territoriales y autoridades ambientales deben enfocar su objetivo en minimizar y controlar la problemática promoviendo innovación, ciencia y tecnología. Son débiles las iniciativas para adelantar y desarrollar proyectos o pre-</li> </ul> |
|-------------|---|

proyectos encaminados al control de la problemática de RAEE por parte de las entidades y autoridades ambientales competentes.

- ✓ Acciones débiles frente a la sensibilización, capacitación e información por parte de las autoridades ambientales frente a la población bumanguesa.
- ✓ Las entidades y autoridades competentes cuentan con un inapropiado sistema para la organización de espacios de concertación, participación y sensibilización de RAEE.
- ✓ Existe un plan llamado "Martillo" para el aprovechamiento de los residuos metálicos y electrónicos donde se subasta la e-waste o basura electrónica al que mayor oferta para hacerse cargo del material afectando el sistema o manejo ambientalmente seguro de este tipo de residuos, así mismo al proceso de gestión integral de estos.

**Fortalezas** Apoyo logístico y acompañamiento en las jornadas POSCONSUMO lideradas por ANDI y demás entidades territoriales.

La autoridad ambiental urbana AMB construyó un punto limpio ubicado en el barrio Ciudadela Real de Minas para la recolección de RAEE.

Otorgan licencias ambientales bajo la normativa y lineamientos técnicos para el manejo de RAEE.

Actúan como mecanismo de vigilancia y control frente a los gestores bajo los lineamientos dispuestos en la normativa ambiental vigente.

**Oportunidades** Las entidades territoriales y autoridades ambientales acogen y aplican los lineamientos dispuestos en la normativa ambiental colombiana.

Adopta políticas y estrategias para el manejo de RAEE internacional.

Apoyo en el aumento de jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO.

Propuestas para el acompañamiento en la recolección de RAEE por parte de las autoridades ambientales.

Exposición de campañas de sensibilización, capacitación e información sobre la problemática RAEE en las instituciones o entidades públicas y privadas de la ciudad.

Control intenso y erradicación del mercado informal para el adecuado proceso de gestión integral y manejo ambientalmente seguro de RAEE.

Reglamentación e implementación de sanciones financieras al incumplimiento de lo dispuesto en la normativa ambiental legal.

|          |  |
|----------|--|
| Amenazas | <p>La problemática socioambiental que genera el inadecuado manejo de RAEE aumenta directamente proporcional al consumismo y globalización.</p> <p>La competencia de las autoridades ambientales frente a la gestión integral de RAEE es de suma importancia que permite evitar un estancamiento en el proceso de manejo.</p> <p>Los impactos ambientales que genera la disposición incorrecta de RAEE pueden provocar efectos irreversibles en el ambiente y salud humana.</p> |
|----------|--|

Fuente: Autor.

### **Análisis cruzado para desarrollar estrategias.**

Es el análisis de los factores internos y externos, uniendo los componentes encontrados en la matriz DOFA, así mismo proponiendo estrategias en base a la minimización de los aspectos negativos y la potencialización de los aspectos positivos que permitan una planeación completa de las actividades o tareas que se deban realizar para el aprovechamiento de sus principales cualidades sin afectar los demás componentes. La tabla 7 muestra el análisis cruzado para desarrollar estrategias frente al manejo de RAEE según las entidades territoriales y autoridades ambientales en la ciudad de Bucaramanga.

Tabla 7 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a las entidades territoriales y autoridades ambientales.

| Factores |                      | Oportunidades externas  | Amenazas externas   |
|----------|----------------------|---|---|
| Factores | Fortalezas internas  | Estrategias a implementar para potencializando las oportunidades usando las fortalezas.   | Estrategias para prevenir amenazas utilizando las fortalezas.   |
|          |                      | <p>✓ Incentivar y promocionar el punto ecológico instalado por AMB para la recolección de residuos Posconsumo.</p> <p>✓ Desarrollar nuevas políticas que reglamenten y sancionen a los actores involucrados debido a que son mecanismo de vigilancia y control.</p> <p>✓ Aumentar la participación y llevar cabo más jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO (4-5 jornadas).</p> | <p>✓ Aumentar las acciones de control, seguimiento y vigilancia a los actores involucrados en la gestión para evitar inadecuados manejos ambientales.</p> <p>✓ Diseñar y desarrollar un sistema que permita participar activamente al punto limpio en el proceso adecuado de disposición final.</p> |
|          | Debilidades internas | <p>✓ Estrategias a implementar usando las oportunidades y minimizando las debilidades.</p> <p>✓ Adecuar espacios de concertación, participación y sensibilización de RAEE en donde todos los actores puedan</p>   | <p>✓ Estrategias para minimizar los peligros potenciales en el sector donde las debilidades internas se encuentran con las amenazas.</p> <p>✓ Realizar mayor incidencia</p>   |

---

|   |  |
|---|--|
| intervenir.   | para la divulgación, sensibilización   |
| ✓ Implementar áreas o departamentos que se encarguen de la planeación de estrategias para manejo de RAEE teniendo en cuenta la innovación ciencia y tecnología como pilares de estas.       | e información sobre la problemática y gestión integral de RAEE.                  |
| ✓ Llevar a cabo estudios ambientales que puedan evidenciar datos reales del estado actual de la gestión frente a RAEE en la ciudad (datos estadísticos, históricos, impactos, entre otros). | ✓ Adelantar acciones para la erradicación y control de mercado informal de RAEE. |

---

Fuente: Autor.

### **Análisis DOFA gestores ambientales.**

Como se mencionó anteriormente la matriz DOFA, en este caso fue usada para el diagnóstico de varios aspectos importantes en el proceso de gestión integral para el manejo de RAEE. A continuación, en la tabla 8 se muestran las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas evaluadas dentro de la gestión RAEE por parte de los gestores ambientales autorizados en la ciudad.

*Tabla 8 Matriz DOFA Gestores Ambientales frente a gestión RAEE*

---

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Debilidades</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participación baja en la gestión integral de los Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.</li> <li>✓ Se evidencian acciones prudentes por parte de los gestores para la divulgación, información y sensibilización de la problemática de inadecuada</li> </ul> |
|--------------------|--|

---

---

gestión de RAEE.

- ✓ El mayor impacto de recolección se consigue en las jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO.
- ✓ El número de puntos de recolección o acopio instalados por parte de los gestores ambientales son reducidos.
- ✓ Los gestores cuentan con tecnología antigua que es operable, sin embargo, son tecnologías que deben ser actualizadas para lograr el manejo sostenible que dé como resultado una gestión más limpia.
- ✓ Los gestores ambientales se están enfocando incorrectamente en atacar el mayor generador de RAEE local.

**Fortalezas**

- ✓ Contrato vigente para la recolección y disposición final en el punto limpio de recolección de RAEE.
- ✓ Gestores formales con registro ante el MADS y ANLA.
- ✓ Obtención de licencias ambientales para realizar el proceso de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- ✓ Cuentan con logística y planeación para el transporte y almacenamiento de RAEE.
- ✓ Gran parte de los gestores locales son sedes de Macro Gestores del país.
- ✓ Certificación de disposición final a empresas y usuarios que aportaron su AEE.
- ✓ Aportan y practican el concepto de 3Rs.

**Oportunidades**

- ✓ Los gestores ambientales de la ciudad adaptan los lineamientos técnicos para el manejo de RAEE según lo dispuesto por el Ministerio de ambiente,
-

---

vivienda y desarrollo territorial en el 2011.

- ✓ Adoptan procedimientos y estrategias para manejo de RAEE internacional.
- ✓ Disposición para mejora continua de los procesos ambientales de la gestión RAEE.
- ✓ Mayor recolección de RAEE en la ciudad hasta los productos o elementos más pequeños.
- ✓ Inversión para mayor promoción y divulgación de la gestión de RAEE

#### **Amenazas**

- ✓ El mercado informal puede causar un estancamiento en el proceso de gestión integral de RAEE, debido a que se realiza un inadecuado manejo generando impactos negativos en el ambiente y la salud humana de los operarios del equipo.
- ✓ El producto RAEE es una materia prima bastante apetecida por los recicladores informales debido a la gran cantidad de minerales preciosos por los que están compuestos.
- ✓ La incorrecta participación de los usuarios o consumidores por falta de divulgación y promoción del servicio para la gestión de RAEE.
- ✓ El seguimiento y la evaluación continua son necesarios controles por parte de las autoridades ambientales competentes para el manejo ambientalmente seguro de los residuos.
- ✓ Procesos legales y sanciones financieras por inadecuados manejos ambientales de disposición final por parte de las autoridades competentes.

Fuente: Autor.

### **Análisis cruzado para desarrollar estrategias.**

Los factores internos y externos evaluados en la matriz DOFA son unidos según sus aspectos positivos y negativos, luego estos factores son usados para planear estrategias en base a la minimización de los aspectos negativos y la potencialización de los aspectos positivos que permitan desarrollar una correcta y completa programación de actividades o tareas que se deban realizar para el aprovechamiento de sus principales cualidades sin afectar los demás componentes. La tabla 9, muestra el análisis cruzado para desarrollar estrategias frente al manejo de RAEE según los gestores ambientales autorizados en la ciudad.

*Tabla 9 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los gestores ambientales.*

| Factores                   | <b>Oportunidades externas</b>  | <b>Amenazas externas</b>   |
|----------------------------|--|--|
| Factores                   |  |  |
| <b>Fortalezas internas</b> | ✓ <b>Estrategias a implementar</b><br><b>potencializando las oportunidades usando las fortalezas.</b><br>✓ Planear actividades de recolección o puntos fijos en las áreas con mayor generación de esta clase de residuos.<br>✓ Implementar nuevas tecnologías o sistemas realizados internacionalmente por países con problemas similares, que permitan el manejo ambientalmente seguro de RAEE. | ✓ <b>Estrategias para prevenir amenazas utilizando las fortalezas.</b><br>✓ Educar, sensibilizar, capacitar e informar a la ciudadanía sobre la composición, clasificación, impactos ambientales y el valor que contienen los RAEE.<br>✓ Prevenir la incursión en procesos legales, adoptando la normativa legal técnica sobre el manejo de los residuos de aparatos |

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incentivar a la comunidad a disponer correctamente en los puntos ecológicos dispuestos por los gestores.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>eléctricos y electrónicos.</li> </ul>   |
| <b>Debilidades internas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Estrategias a implementar usando oportunidades y minimizando las debilidades</b></li> <li>✓ Liderar las jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO organizadas en la ciudad.</li> <li>✓ Instalar puntos cercanos en áreas de mayor densidad poblacional que puedan generar una cantidad significativa de estos residuos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Estrategias para minimizar los peligros potenciales en el sector donde las debilidades internas se encuentran con las amenazas.</b></li> <li>✓ Desarrollar y diseñar campañas que tengan como finalidad el ataque al mercado informal en la ciudad.</li> <li>✓ Realizar seguimiento y control continuo sobre los procesos de disposición final de todos los RAEE para evitar sanciones legales futuras.</li> </ul> |

Fuente: Autor

### **Análisis DOFA de comercializadores.**

El análisis DOFA para los comercializadores muestra las carencias y cualidades según las actividades evaluadas. A continuación, en la tabla 10 se muestran las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas evaluadas dentro de la gestión RAEE por parte de comercializadores de la ciudad.

*Tabla 10 Matriz DOFA Comercializadores frente a gestión RAEE*

| <b>Debilidades</b> |  |
|--------------------|--|
|                    | ✓ Sistemas de información desorientados y desorganizados por parte de los comercializadores frente a la gestión de RAEE.   |
|                    | ✓ Se evidencia inadecuada señalización y adecuación de puntos ecológicos de recolección de RAEE en donde se implementan varias acciones frente al manejo de estos residuos.  |
|                    | ✓ Baja o nula divulgación para la correcta devolución de AEE comprado en los establecimientos comerciales de equipos eléctricos y electrónicos.  |
|                    | ✓ Se evidencia inexistencia de implementación de estrategias y campañas informativas y de sensibilización dirigidas a los usuarios y consumidores en más del 90% de los establecimientos evaluados.  |
|                    | ✓ Se evidencia inadecuado apoyo logístico y técnico para la correcta gestión de RAEE. Según la REP la obligación del comercializador es ofrecer apoyo logístico y técnico para el acopio de los residuos para que posteriormente pasen a los productores y obtengan su disposición final adecuada. |
|                    | Débiles acciones frente a sus labores como actores involucrados en proceso   |

de gestión RAEE.

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Fortalezas</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuentan con espacios suficientes para la adecuación de puntos ecológicos por parte de los gestores o actores que quieran participar en la recolección de RAEE para dar su correcta disposición final.</li> <li>✓ Las empresas comercializadoras cuentan en su gran mayoría con áreas o departamentos designados al mejoramiento y desarrollo sostenible de la empresa.</li> <li>✓ Los comercializadores de AEE son compañías de gran reconocimiento social que pueden acaparar la atención de los usuarios o consumidores.</li> </ul> |
| <b>Oportunidades</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adaptación de nuevas estrategias usadas internacionalmente por grandes comercializadoras de AEE.</li> <li>✓ Formación o creación de un sistema de red que sirva de acompañamiento a las grandes marcas productoras para gestión de RAEE (Red Verde).</li> <li>✓ Incentivos de cualquier tipo para la devolución adecuada del AEE por parte del usuario al comercializador.</li> </ul>   |
| <b>Amenazas</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estancamiento del proceso de correcta devolución de AEE comprado para la correcta gestión.</li> </ul>   |

Fuente: Autor.

### **Análisis cruzado para desarrollar estrategias.**

Luego del análisis DOFA, la realización del análisis cruzado es necesario para obtener un escenario claro de las actividades y estrategias que se deben proponer en la correcta gestión de RAEE. Según los resultados obtenidos, los comercializadores tienen buena iniciativa para la implementación de alternativas y así cumplir con su papel importante dentro de la gestión, una de las actividades importantes que se debe ejecutar es, instalar puntos de recolección con acompañamiento de los gestores o productores que deben hacerse cargo de la gestión integral de RAEE dentro de las instalaciones de cada comercializador con su adecuada señalización. La tabla 11 nos muestra el análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a RAEE por parte de los comercializadores.

*Tabla 11 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los comercializadores.*

| Factores                   |   | Oportunidades externas                         | Amenazas externas                   |
|----------------------------|---|--|-------------------------------------|
| Factores                   |   |  |                                     |
| <b>Fortalezas internas</b> | ✓ | <b>Estrategias</b>                             | ✓ <b>Estrategias para</b>           |
|                            |   | <b>a implementar potencializando las</b>       | <b>prevenir amenazas utilizando</b> |
|                            |   | <b>oportunidades usando las fortalezas</b>     | <b>las fortalezas</b>               |
|                            | ✓ | Instalar puntos de recolección con             | ✓ Diseñar elementos que             |
|                            |   | acompañamiento de los gestores o productores   | permitan fácil divulgación e        |
|                            |   | que deben hacerse cargo de la gestión integral | información al usuario para la      |
|                            |   | de RAEE dentro de las instalaciones de cada    | correcta devolución de RAEE.        |
|                            |   | comercializador con su adecuada señalización.  |                                     |

|                             |   |   |
|-----------------------------|---|---|
|                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desarrollar incentivos de cualquier tipo para que los usuarios se acerquen a disponer el equipo eléctrico o electrónico que compraron en la misma compañía.</li> </ul>   |   |
| <b>Debilidades internas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Estrategias a implementar para usando las oportunidades y minimizando las debilidades</b></li> <li>✓ Crear un sistema organizado por parte de las comercializadoras junto a las grandes marcas productoras para la recolección en los establecimientos comerciales (Red Verde).</li> <li>✓ Realizar seguimiento continuo a los sistemas de información que presentan a los usuarios para que no existan indicaciones erróneas o desorientadas al mercado informal.</li> <li>✓ Aumentar el apoyo logístico y técnico para la recolección y facilitación del proceso de gestión de RAEE hacia los productores.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Estrategias para minimizar los peligros potenciales en el sector donde las debilidades internas se encuentran con las amenazas.</b></li> <li>✓ Implementar prácticas y campañas informativas y de sensibilización dirigidas a los usuarios y consumidores en los establecimientos o medios publicitarios utilizados por los comercializadores.</li> </ul> |

Fuente: Autor.

### **Análisis DOFA de Usuarios.**

A continuación, en la tabla 12 se evidencia la matriz DOFA para los usuarios frente a la gestión integral RAEE, demostrando debilidades y amenazas que afectan el proceso normal de manejo de este tipo de residuos, una de la debilidad más importante encontrada en los usuarios,

es el desconocimiento de la problemática que causan el inadecuado manejo o disposición final de estos aparatos eléctricos y electrónicos. La matriz nos permite evaluar e identificar las posibles amenazas y cualidades encontradas en el proceso de gestión integral del manejo de RAEE.

*Tabla 12 Matriz DOFA Usuarios frente a la gestión RAEE*

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Debilidades</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cultura social de incentivos económicos para la entrega correcta de RAEE.</li> <li>✓ Se evidencia bajo impacto en el conocimiento de la problemática RAEE y su labor como actor principal de la gestión de estos residuos.</li> <li>✓ Débil acción ciudadana frente a la correcta recolección de RAEE.</li> <li>✓ Participación moderada de los usuarios en las jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO.</li> <li>✓ Se evidencia que la mayoría de los usuarios dejan los RAEE almacenados sin recibir un adecuado tratamiento en sus casas.</li> <li>✓ Desconocimiento sobre la adecuada clasificación y composición fisicoquímica de los AEE.</li> </ul> <p>Entrega equivocada al mercado informal.</p> |
| <b>Fortalezas</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aceptación y corrección de acciones erróneas frente a la gestión de RAEE.</li> <li>✓ Principales actores involucrados con mayor incidencia en el manejo ambientalmente seguro de RAEE.</li> </ul>  |
| <b>Oportunidades</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prácticas para el mejoramiento continuo en la gestión ambiental.</li> <li>✓ Disposición para la inclusión de nuevas estrategias y cultura ciudadana en pro del desarrollo sostenible.</li> <li>✓ Participación continua en el correcto manejo integral de los residuos Posconsumo.</li> </ul>  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Amenazas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El impacto socioambiental que genera el inadecuado manejo de RAEE por la incorrecta disposición o entrega del material reciclable.</li> <li>✓ Estancamiento del proceso correcto de gestión ambiental de RAEE debido a que son los actores principales involucrados en la gestión integral.</li> <li>✓ La inadecuada disposición de residuos Posconsumo puede conllevar a faltas legales que atribuyen sanciones.</li> </ul> |
|-----------------|---|

Fuente: Autor.

### **Análisis cruzado para desarrollo de estrategia.**

Varias de las estrategias propuestas en el análisis cruzado, se basan en la minimización de las amenazas y el incentivo de los puntos fuertes que se presentan en la gestión de RAEE sin afectar los demás componentes. En la tabla 13 se demuestran las estrategias propuestas para el aprovechamiento de los aspectos evaluados y obtener una eficaz programación a la hora de ejecutar todas las actividades a desarrollar según su finalidad.

*Tabla 13 Análisis cruzado para desarrollar estrategias frente a los usuarios.*

|                            | Factores | Oportunidades externas   | Amenazas externas   |
|----------------------------|----------|--|---|
| Factores                   |          |  |   |
| <b>Fortalezas internas</b> | ✓        | <b>Estrategias a implementar para usar las oportunidades usando las fortalezas</b><br><br>Participar activamente en las jornadas y/o campañas de recolección de residuos POSCONSUMO. | <b>Estrategias para prevenir amenazas utilizando las fortalezas.</b><br><br>Disponer o entregar correctamente los RAEE en los puntos autorizados. |

- ✓ Realizar prácticas de mejoramiento continuo que den flujo correcto del proceso de gestión de RAEE.
- ✓ Adoptar acciones positivas de cultura ciudadana implementadas en países con mayor desarrollo y con problemáticas similares.
- ✓ Tomar con propiedad el papel importante que tienen los ciudadanos en el manejo integral de RAEE.

| Debilidades internas                       | ✓ Estrategias a implementar        | ✓ Estrategias para                    |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|
|  | <b>usando las oportunidades y</b>  | <b>minimizar los peligros</b>         |
|  | <b>minimizando las debilidades</b> | <b>potenciales en el sector donde</b> |
| ✓ Participar en campañas                   |                                    | <b>las debilidades internas se</b>    |
| capacitación, sensibilización y educación  |                                    | <b>encuentran con las amenazas.</b>   |
| ambiental sobre la Política RAEE y         |                                    | ✓ Promover y compartir a              |
| estudios sobre la problemática y su        |                                    | los demás ciudadanos las              |
| gestión integral.                          |                                    | responsabilidades como usuarios       |
| ✓ Revisar periódicamente el                |                                    | según la política RAEE.               |
| almacenamiento de RAEE en las casas y      |                                    | ✓ Evitar entregar a                   |
| disponer en los puntos autorizados para la |                                    | operadores informales este tipo       |
| recolección de estos.                      |                                    | de residuos que contienen             |
|  |                                    | algunas sustancias peligrosas.        |
|  |                                    | ✓ Separar adecuadamente               |
|  |                                    | los RAEE de los demás residuos        |
|  |                                    | generados.                            |

Fuente: Autor.

## Indicadores de mejora

### Matriz de marco lógico.

El marco lógico es comúnmente usado para el diseño, verificación, progreso y comprobación de proyectos y programas, analizando el cumplimiento los objetivos pautados. Es particularmente útil para la planificación de las actividades, recursos e insumos que se requieren para alcanzar los objetivos del proyecto. Así mismo la matriz es útil para la planificación participativa y para la revisión de un proyecto. Una ventaja del marco lógico es que puede usarse

como base para otras técnicas de planificación, monitoreo y evaluación; como análisis de la relación de costo-beneficio, listas de control o revisiones externas. Para este caso se usó una matriz de marco lógico, como se observa en la tabla 14, donde se evalúan objetivos, actividades y resultados sobre el control de la aplicación de la política RAEE en Bucaramanga, cabe resaltar que sus indicadores verificables se realizan para el año 2020.

Tabla 14 Indicadores de gestión para manejo RAEE.

|   | Indicadores  | Verificación   | Suposiciones  |
|---|--|--|---|
| <b>Objetivo General:</b>  |  |  |   |
| Controlar el estado de aplicación en la gestión de la política RAEE en la ciudad de Bucaramanga   |  |  |   |
| <b>Objetivo del proyecto:</b>   | % aumento de jornadas POSCONSUMO.  | Informes de progreso trimestralmente, 2  |   |
| Involucrar en la participación de gestión RAEE a todos los actores que desempeñan un papel importante en el manejo ambientalmente seguro de estos residuos. | # de puntos ecológicos dispuestos para la recolección de RAEE.   | proyectos al año si resulta necesario, bases de datos actualizadas, encuestas mínimo 5 por año, y entrevistas según disponibilidad.                    |   |
|   | % aumento de participación de los usuarios   |  |   |
| <b>Resultados y Actividades</b>   |  |  |   |
| <b>R1. Mejorar vigilancia y control de las entidades territoriales y autoridades ambientales</b>  | % aumento de políticas que reglamenten y sancionen estrictamente a la población que disponga inadecuadamente RAEE. | Proyectos de planificación cada 6 meses, PND actualizado, Informes de progreso trimestralmente, como mínimo 5 encuestas por año, Alianzas y convenios. | Las entidades territoriales y autoridades ambientales tienen muy enfatizado el rol de solo hacer vigilancia y control sobre los gestores RAEE y no proponer o realizar acciones de mejora continua. |
| Actividades   |  |  |   |
| Incentivo y promoción del punto ecológico instalado por AMB para la recolección de residuos Posconsumo.   | # de sesiones para la concertación, participación y socialización de RAEE.   |  |   |
| Desarrollo de nuevas políticas que reglamenten y sancionen a los actores  | # de estudios ambientales realizados que abarquen el concepto RAEE.  |  |   |
|   | % aumento de RAEE en los   |  | Las políticas de  |

|   | Indicadores   | Verificación                                 | Suposiciones  |
|---|---|--|---|
| <p>involucrados debido a que son mecanismo de vigilancia y control. Aumento en la participación y llevar cabo más jornadas de recolección de residuos POSCONSUMO. Adecuación de espacios de concertación, participación y sensibilización de RAEE en donde todos los actores puedan intervenir. Implementación de áreas o departamentos que se encarguen de la planeación de estrategias para manejo de RAEE teniendo en cuenta la innovación ciencia y tecnología como pilares de estas. Llevar a cabo estudios ambientales que puedan evidenciar datos reales del estado actual de la gestión frente a RAEE en la ciudad (datos estadísticos, históricos, impactos, entre otros).</p> | <p>puntos ecológicos dispuestos.</p> <p><math>\frac{\# \text{ de jornadas POSCONSUMO realizadas}}{\# \text{ de jornadas POSCONSUMO planeadas}} \times 100.</math></p>   |  | <p>reglamentación son frágiles o flexibles y el control informal es débil, además que no se cuenta con base de datos sobre infractores.</p> <p>Aproximadamente el 60% de los residuos POSCONSUMO recolectados en el punto ecológico son RAEE.</p> |
| <p><b>R2.</b> Aumentar la participación sobre el manejo integral de RAEE por parte de los gestores ambientales.</p> <p>Actividades</p> <p>Implementación de nuevas tecnologías o sistemas realizados internacionalmente por</p>   | <p># de puntos fijos en las áreas con mayor generación RAEE para mitad de semestre del 2020.</p> <p><math>\frac{\text{campañas educativas realizadas}}{\text{campañas educativas planificadas}} \times 100</math></p> <p># de informes o certificaciones sobre los procesos de disposición final de todos los RAEE.</p> | <p>Informes de progreso trimestralmente.</p> | <p>Gestores realizan tratamientos y disposición final convencionales que se han venido realizando por años.</p> <p>Los gestores ambientales realizan moderada gestión</p>   |

|   | Indicadores   | Verificación  | Suposiciones   |
|---|---|---|--|
| países con problemas similares, que permitan el manejo ambientalmente seguro de RAEE. Educación, sensibilización, capacitación e información a la ciudadanía sobre la composición, clasificación, impactos ambientales y el valor que contienen los RAEE. Instalación de puntos cercanos en áreas de mayor densidad poblacional que puedan generar una cantidad significativa de estos residuos. Desarrollo y diseño de campañas que tengan como finalidad el ataque al mercado informal en la ciudad. Seguimiento y control continuo sobre los procesos de disposición final de todos los RAEE | # de Campañas educativas y de sensibilización a la ciudadanía sobre RAEE.<br><br># de tecnologías y/o metodologías aplicadas  |   | frente a la divulgación para la correcta devolución de RAEE.   |
| <b>R3.</b> Promover la gestión de RAEE por parte de los comercializadores.<br><br>Actividades<br><br>Instalación de puntos de recolección con acompañamiento de los gestores o productores que deben hacerse  | % aumento de puntos de recolección de las comercializadoras con acompañamiento de los gestores o productores.<br><br># de campañas para la divulgación sobre la correcta devolución de los RAEE para el año 2020. | Informes de progreso trimestralmente, proyectos a corto plazo y entrevistas según disponibilidad. | Los comercializadores tienen actitud de cambio y mejora para la propuesta de alternativas de recolección de RAEE.<br><br>Los comercializadores cuentan con |

| Indicadores  | Verificación  | Suposiciones   |
|--|---|--|
| <p>cargo de la gestión integral de RAEE dentro de las instalaciones de cada comercializador con su adecuada señalización. Diseño de elementos que permitan fácil divulgación e información al usuario para la correcta devolución de RAEE. Realización de sistema organizado por parte de las comercializadoras junto a las grandes marcas productoras para la recolección en los establecimientos comerciales (Red Verde). Implementaciones de prácticas y campañas informativas y de sensibilización dirigidas a los usuarios y consumidores en los establecimientos o medios publicitarios utilizados por los comercializadores</p> |   | <p>capital y espacio para instalación o adecuación de puntos ecológicos.</p>   |
| <p><b>R4.</b> Incentivar a los usuarios a la participación de la gestión RAEE como los principales actores de la cadena.</p> <p>Actividades</p> <p>Participación activamente en las jornadas y/o campañas de recolección de residuos</p>   | <p>% aumento en la participación de los usuarios en las jornadas de recolección POSCONSUMO.</p> <p>% aumento de RAEE dispuestos correctamente o entregados a la gestora ambiental competente.</p> <p><math>\frac{\# \text{ de usuarios participaci}}{\# \text{ de usuarios participaci}} * 100</math></p> | <p>Informes de progreso trimestralmente y actualización de planificación ambiental para 2020, 5 encuestas mínimo por año.</p> <p>Los usuarios prefieren recibir un incentivo económico por su RAEE, ya que para la mayor parte de la población estos AEE aún no han dejado de perder valor. El usuario comúnmente para realizar entrega correcta desea</p> |

| Indicadores   | Verificación | Suposiciones   |
|---|--------------|--|
| <p>POSCONSUMO.<br/>Tomar con propiedad el papel importante que tienen los ciudadanos en el manejo integral de RAEE.<br/>Disposición o entrega correcta de los RAEE en los puntos autorizados.<br/>Participación en campañas capacitación, sensibilización y educación ambiental sobre la Política RAEE y estudios sobre la problemática y su gestión integral.<br/>Separación adecuadamente los RAEE de los demás residuos generados.</p> |              | <p>obtener una devolución-beneficio, donde sienta que no ha perdido del todo su aparato eléctrico o electrónico.<br/><br/>Los usuarios captan la información más fácil didáctica y visualmente.<br/>Además de sensibilizar a las poblaciones más jóvenes de un futuro devastador si no se toman las precauciones necesarias.</p> |

Fuente: Autor

## Lineamientos y estrategias frente a RAEE en Bucaramanga

### Identificación estrategias realizadas.

En Bucaramanga las alternativas que se manejan para la disposición final de los RAEE son muy limitadas e incipientes, debido a que el proceso de gestión integral es costoso y se debe contar con tecnología de punta para dar un correcto proceso de reciclaje. Actualmente, en Bucaramanga se realiza un tratamiento a los RAEE que consiste en los siguientes pasos: Recolección (jornadas posconsumo u otros tipos de campaña), transporte, separación (separación de partes que se consideran residuos peligrosos y recuperación de materiales de valor, clasificación y almacenamiento del resto de los materiales. Los materiales reciclables de alto valor son recuperados y comercializados a diferentes personas naturales o jurídicas.

Hay algunos AEE que no han llegado al final de la vida útil, dichos aparatos son reenviados al proceso natural para el que fueron creados y por lo tanto son ofrecidos a personas que los reacondicionan y le siguen dando uso, por ejemplo, teclados, periféricos, computadores, tarjetas madre, impresoras, entre otros. Varios son donados a los diferentes lugares donde se brinda servicio técnico de AEE y ahí se le da otro tipo de uso, ya sea utilizando algunas partes de los residuos como repuestos, el problema de esto es que las partes que no sean aprovechadas se van acumulando y también generaría cierta problemática.

Por lo tanto, solo se recuperan aquellos metales o materiales que son fáciles de recuperar, los cuales son introducidos a procesos productivos como materia prima o insumos y aquellos materiales que no puedan ser recuperados se quedan almacenados hasta darle un nuevo destino que cumpla con la normativa ambiental dispuesta, que podría ser la exportación a lugares donde se les pueda dar una adecuada disposición final.

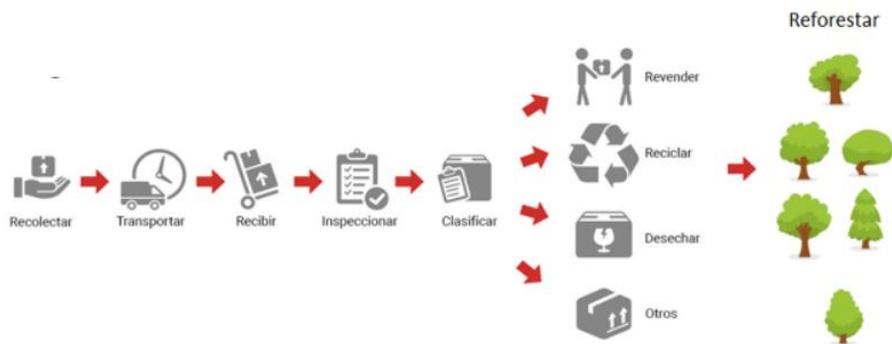
Una gran parte de los RAEE recolectados terminan comercializándose o se reutilizan y otra parte aun no son gestionados y se quedan estancados en los lugares donde son almacenados.

Existen países donde se cuentan con la información detallada de cuanta cantidad de AEE serán desechados por consumidores y de esta manera se puede llegar a saber una cantidad exacta de cuantos RAEE se generarán en cierto tiempo, lo cual permite un control sobre la generación de estos residuos.

Bucaramanga cuenta con gestores ambientales locales con licencia autorizada para el manejo de RAEE, y cuenta con la participación de gestores nacionales en las campañas o jornadas de recolección POSCONSUMO. Actualmente Bucaramanga y muchas partes Colombia y Latinoamérica no cuentan con plantas de tratamiento especializados para los diferentes procesos de reciclaje de residuos electrónicos, por lo que solo se tienen implementados procesos

de recolección y separación de componentes para luego exportar o comercializar dichos recursos aprovechables que se pudieron obtener en los procesos de desensamble a los RAEE y luego son enviados a las diferentes plantas a nivel mundial para su tratamiento. Estos flujos transnacionales se encuentran regulados por el convenio de Basilea, el cual limita la cantidad y las características de los mismos; y son analizados desde la perspectiva de los países desarrollados en la cual se envía gran parte de estos residuos que se encuentran en estado óptimo a países en vía de desarrollo para fomentar las capacidades de crecimiento, educación, conectividad y desarrollo, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que estos generan (Tong & Jici, 2004). La responsabilidad extendida del productor puede ser una variable negativa que puede afectar estos procesos cuando no se cuenta con las capacidades para el tratamiento de los residuos en su lugar de origen. Papaoikonomou et al. (2006).

Algunos gestores locales, se han interesado en realizar actividades donde usan como incentivo para la donación de RAEE´s el beneficio de plantar un árbol por cada RAEE que se recolecte. La campaña comenzó a funcionar el año 2019, y se denominó **Devuelve tecnología- Restaura tu huella**, que comprende un programa en el cual las empresas y personas contribuyen a la reforestación cuando gestionan sus residuos de manera adecuada (residuos electrónicos, reciclables y excedentes industriales). Se direcciona un porcentaje del valor de las materias primas recicladas, a la reforestación, directamente en la adquisición de árboles perdidos por actividades industriales (proyectos de infraestructura pública y/o privada). Evidenciando así una propuesta de mejora con carácter positivo, realizada por gestor ambiental local (SOCIAL RAEE, 2019).



*Imagen 13 Diagrama de proceso sobre proyecto Social RAEE.*

Fuente: SOCIAL RAEE, devuelve tecnología-restaura tu huella.

### **Propuesta de alternativa de mejora.**

Según las estadísticas, 3.500 millones de personas, es decir, la mitad de la población mundial, no tienen acceso a servicios de gestión de residuos integral, de manera que el vertido a rellenos sanitarios o botaderos de basura a cielo abierto incontrolado sigue siendo el método de eliminación de residuos predominante y comúnmente usado por la mayoría de los países de bajos y medianos ingresos (Colombia, México, Argentina, Chile, entre otros).

Se estima que para 2025 se estarán produciendo 2.200 millones de toneladas al año de residuos. La urbanización, la industrialización, el aumento de la población y el desarrollo económico son algunos de los fenómenos que están contribuyendo al aumento de los residuos, así como a que su complejidad y su peligrosidad sean cada vez mayores (PNUMA,2015).

Según la UNESCO es un desafío de la sociedad el tratamiento y gestión RAEE, ya que si hay iniciativa e información se lograra una gestión sostenible y esto se da como una oportunidad para la disminución de generación de residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos. El PNUMA, publico un estudio donde se muestra lo que se pierde en valor económico por falta de iniciativa de reciclaje RAEE, según el estudio de los materiales que se utilizan en la ejecución de

los aparatos el cobalto se pierde un 15 %, en el paladio un 3 %, y en la extracción de plata y oro.

(VALDIVIEZO, A. 2011)

El PNUMA para el reciclaje RAEE tiene como principales objetivos:

- ✓ Tratar las fracciones peligrosas de manera ambientalmente segura,
- ✓ Maximizar la recuperación del material valioso,
- ✓ Crear modelos de negocio coeficientes y sostenibles,
- ✓ Tener en cuenta el impacto social y el contexto local.

Es por ello, que nace como iniciativa la verificación y adecuación de estrategias de marco-regulatorio que se han realizado en países desarrollados y que podrían beneficiar al municipio y los actores involucrados en la REP.

### **Unión Europea**

La implementación de nuevas estrategias para la correcta gestión y disposición final RAEE en Bucaramanga son necesarias debido a que sus acciones son limitadas frente a la problemática. Como recomendación, se podría prestar el servicio de recolección por diferentes líneas como dispositivos domésticos y dispositivos electrónicos profesionales de acuerdo con la gestión realizada en **Bélgica** frente a RAEE, se creó un programa denominado RECUPEL con el fin de dar una correcta recolección a los RAEE, el cual brinda soluciones para la recuperación, procesamiento y disposición final de los dispositivos eléctricos y electrónicos vendidos en el mercado nacional que después del término de su vida útil son descartados. (Bartolo & Urbina, 2015). Así mismo se podría cobrar una tasa de contribución por el (los) dispositivo(s) adquiridos para financiar el sistema de devolución y operación del RAEE.

Además, el sistema de gestión cuenta con una verificación de disposición final de RAEE periódicamente, para el correcto manejo ambientalmente seguro de estos residuos en los

diferentes puntos o gestores especializados, corroborando el procesamiento y etapas de tratamiento (Bartolo & Urbina, 2015). La tabla 15 muestra los tratamientos de RAEE usados en Bélgica, especificando cada una de sus etapas y su propia descripción.

*Tabla 15 Tratamiento RAEE Bélgica.*

| <b>Etapas</b>                 | <b>Descripción</b>   |
|-------------------------------|--|
| <b>Clasificación</b>          | Separación de los tipos RAEE según su grupo en la categoría.   |
| <b>Separación Manual</b>      | Desensamble manual de todos los componentes (baterías, gases refrigerantes) que contengan COP (CFC, PCB, metales pesados).   |
| <b>Separación Mecánica</b>    | Desensamble de cada una de las partes de los aparatos electrónicos por medio de equipos electro/mecánicos y se clasifican según sus propiedades físicas.   |
| <b>Trituración</b>            | Se rompen o muelen las partes desensambladas en partes más pequeñas para separar las mezclas de materiales que puedan contener.  |
| <b>Campo Magnético</b>        | Se remueven los metales ferrosos.  |
| <b>Campo Electromagnético</b> | Se separan los metales no féreos y algunos tipos de plásticos.   |
| <b>Sistema de Aireación</b>   | Se separan materiales ligeros de materiales pesados y el polvo generado durante la trituración.  |
| <b>Densidad de agua</b>       | Se separan materiales de baja densidad (plásticos) y alta densidad (vidrio, cinc) al pasar por un flujo de agua.   |
| <b>Fundición</b>              | Alimentación de un horno de gran escala de alta eficiencia a temperaturas superiores a los 1000°C con las partes trituradas, generando una mezcla enriquecida de metales preciosos, pesados y comunes. |
| <b>Refinamiento</b>           | Tratamiento de la mezcla enriquecida a través de procesos de refinamiento  |

---

químicos y electroquímicos especializados de alta eficiencia, recuperando varios tipos de metales en una proporción mayor al 90%.

---

Fuente: Bartolo J., Etapas de tratamiento de RAEE verificables, RECUPEL.

### **Alemania.**

En cuanto a la gestión que se le da a los RAEE en Alemania, hay un punto importante que se debería considerar como una estrategia a futuro para la ciudad de Bucaramanga. Esta estrategia, consiste en que los consumidores domésticos deben pagar una contribución al momento de adquirir un nuevo AEE, esta contribución sería para financiar todos los gastos que el sistema de devolución requiera. Sería una estrategia que beneficiaría a la ciudad ya que se contaría con un sistema contratado para dicha función y esto evitaría el aumento de RAEE que se genere en la ciudad.

Otra estrategia presente en el sistema de gestión de Alemania que se debería implementar dentro del ciudad, en cuanto a los consumidores corporativos, es que estos deben vender todos los aparatos eléctricos y electrónicos que se encuentren obsoletos como equipos de segunda mano, esto evitaría la acumulación de RAEE que generan esos tipos de consumidores y les daría la oportunidad a ciudadanos bumanguenses de adoptar equipos a bajo precio.

Una propuesta para llevar a cabo la recolección en el municipio, es tomar la iniciativa que realice en el país alemán, en donde las únicas entidades encargadas de realizar la recolección RAEE en sus respectivos distritos y municipalidades son las empresas de aseo denominadas y autorizadas por la autoridad ambiental, por lo cual no es permitida la recolección comercial de empresas privadas o gestores terceros, sin embargo, dependiendo la complejidad de la gestión en las zonas, las Empresas de aseo, pueden delegar esta función a otras empresas. Además de clasificar en 5 grupos de RAEE, con el propósito de optimizar su recolección en los puntos establecidos por las Empresas locales (Bartolo & Urbina, 2015).

El tratamiento y la disposición final en el país, se realiza mediante un sistema convencional y adicionando alternativas para el uso de componentes o residuos desensamblados (plásticos) en generación de energía a partir de su potencial energético Kcal. A continuación, se muestra un esquema del proceso de tratamiento realizado en Alemania

### **España**

De las iniciativas y estrategias más innovadoras realizadas en Europa principalmente en España, es la creación de un software especializado para guardar bases de datos sobre flujo de RAEE local. La ciudad de Bucaramanga podría adoptar una plataforma virtual que funcione para conocer el flujo de los residuos desde su recogida hasta su posterior tratamiento, los datos serán suministrados por los gestores autorizados ya que serán los principales administradores del software.

El software se maneja en tiempo real y garantiza el control y la trazabilidad de RAEE, debido a que todos los operadores deben estar adjuntando los archivos correspondientes y en orden cronológico. El uso de una única plataforma crea una fuente de datos de recogida y gestión de RAEE única, además optimiza el esfuerzo de los operadores y evita ciertas distorsiones generadas en el proceso de tratamiento. Así mismo, facilita el control de los datos de RAEE por parte de las entidades gubernamentales y autoridades ambientales.

En España los gestores autorizados recolectan estos residuos en los puntos de venta de los distribuidores o tiendas, redes de recogida de RAEE domésticos establecidas por los productores o gestores autorizados para la recogida de RAEE e instalaciones de recogida de entidades locales, dejando en evidencia una alta participación de las partes interesadas en el proceso de manejo ambientalmente seguro.

El país para la correcta recolección y separación de RAEE, implementó una estructura compuesta de varios contenedores para depositar los diferentes tipos de RAEE según su clasificación. Estos contenedores de material metálico fueron dispuestos en diferentes puntos de importantes de la ciudad, sobre todo en los centros tecnológicos y locales comerciales de TI. Lo más innovador del sistema es que va conectado al software nombrado anteriormente y allí los usuarios podrán conocer el flujo de su RAEE y su estado actual. Así mismo se propuso incentivar a los usuarios ofreciéndoles un descuento en su próxima compra, si depositaban algún tipo de RAEE en los contenedores (Ministerio para la transición ecológica, 2018).

## **Asia**

Los países en desarrollo asiáticos debido a su crecimiento poblacional han adoptado y creado alternativas de manejo para la gestión ambiental de RAEE. El aprovechamiento y reciclaje de metales preciosos han aumentado debido al valor económico que poseen.

China enfrenta una gran problemática y desafío para frenar el aumento de la generación de estos residuos, se han enfocado en mantener hábitos de consumo positivos y se han propuesto objetivos que abarcan el ataque al mercado informal, la disminución de generación de RAEE y valorización de RAEE. La república popular de china hace participe principal para la gestión correcta de RAEE al gobierno nacional. A continuación, en la tabla 25 se muestra los roles, responsabilidades y hábitos de mejora, así mismo con su especificación de los actores involucrados y sus diferentes labores en cuanto el sistema de gestión en China (Bartolo & Urbina, 2015).

Bucaramanga, puede adoptar un plan o proyecto que tenga como objetivo atacar el mercado informal, el cual tiene un mercado bastante amplio debido a las débiles acciones o

controles ejercidos por la autoridad ambiental competente. Se debe contar con políticas claras y concisas que perjudique al sector informal debido a que no cuentan con la reglamentación al día ni tampoco con las protecciones adecuadas y que beneficie al sector formal incentivando al manejo ambientalmente seguro de los residuos.

De las estrategias planteadas en la república de china, sería considerable adoptar algunas medidas que ayuden a la mejor gestión para los RAEE en la ciudad de Bucaramanga, sería pertinente en cuanto a los recolectores y recicladores que se encarguen de la recuperación de los RAEE de los consumidores domésticos puerta a puerta, debido a que en las casas de muchos santandereanos reside gran cantidad de estos residuos y con el paso del tiempo se van acumulando en gran escala. Pero para aquellos que esta estrategia sea efectiva se debería adoptar el siguiente ítem, estos productores deben brindar recompensas a los consumidores que hagan dicha devolución. Es muy llamativa esta propuesta, ya que para algunos ciudadanos resulta difícil desprenderse de objetos de valor sin algún reconocimiento a cambio. En cuanto al papel que juega el consumidor en dicha gestión, considero que sería importante adoptar estas estrategias, al momento de que el consumidor considere que ya su AEE llegue al final a su vida útil, lo que debe hacer es, hacer la correcta separación de los residuos y almacenarlos en casa hasta que la empresa gestora con los recolecte. Debido a que no hay un total exacto de cuantos hay.

La normativa China, excluye la responsabilidad del consumidor en el proceso de recolección de RAEE, a través de canales de devolución apropiados y por otra parte la capacidad de los recolectores del sector informal de ir puerta a puerta a los hogares y pagar un alto precio por los RAEE que genera el consumidor o usuario, por efecto de los bajos costos de operación de las actividades de reciclaje, manifiesta el predominio que tiene el sector informal en el país. El

alto volumen de RAEE que entra día a día al país de forma ilegal por medio de diversos canales y rutas que evaden a las autoridades aduaneras y la legislación vigente en el país, convirtiéndose en la principal fuente de ingreso económico para todos los talleres informales que realiza el reciclaje por lotes.

A pesar del apoyo que el gobierno nacional brinda al sector formal, la competencia con el sector informal es bastante crítica, teniendo en cuenta que el sector formal no tiene suficiente sistema de cobertura y la capacidad económica de ofrecer precios altos por los RAEE como lo hace el sector informal, debido al bajo volumen de RAEE que recopilan para tratamiento y a la carga financiera de sus operaciones que generan un ingreso neto bajo con el cual es difícil competir, similar a la situación en Colombia (Bartolo & Urbina, 2015).

Los diferentes sistemas regulatorios, de tratamiento y disposición final usados en países desarrollados, son alternativas que pueden mejorar el manejo ambientalmente seguro de estos residuos que tienen un grado de peligrosidad, además de poseer un alto contenido de metales preciosos que pueden ser aprovechados para el procesamiento de nuevos AEE o diferentes elementos. La adaptación de estos sistemas puede durar un tiempo extenso o prudente, los aspectos que más afectan la disposición de tomar como alternativa estos sistemas son el medio sociocultural y económico (Bartolo & Urbina, 2015).

Por consiguiente, la alternativa más factible en cuanto estrategia de mejora a implementar es la combinación del sistema usado en China, donde su fuerte es el ataque al mercado informal y la obligación del gobierno a tomar como propiedad el tema de fiscalización del manejo de RAEE e incluir a todos los departamentos o ministerios que competen en la problemática, y el sistema usado en la UE que se basa en la ejecución de sistema creado por empresas privadas. Así mismo los tratamientos usados en la UE en especial Alemania que aprovecha hasta el más

mínimo residuo obtenido en el tratamiento de RAEE, para usarlos como fuentes de energía en compañías que necesitan un alto suministro de esta.

## Conclusiones

- ✓ Según el diagnóstico realizado en Bucaramanga para conocer el estado de aplicación de la política RAEE, permitió conocer a todas las partes involucradas e interesadas en el manejo o gestión integral RAEE y se evidenció que el 61,9 % de los componentes evaluados fueron incumplidos por parte de los actores de la REP, Dejando en evidencia que las autoridades ambientales y entidades territoriales cumplieron con 2 de los 8 componentes pautados en su evaluación, es decir, que incumplieron con más del 80% de los ítems de evaluación necesarios para obtener una correcta aplicación de la política.
- ✓ El 21% de la población encuestada aún realiza acciones convencionales inadecuadas que perjudican seriamente al ambiente, los usuarios disponen los RAEE en algún botadero de residuos a cielo abierto sin seguimiento de su disposición final, causando deterioro y contaminación de cuerpos de agua y suelos aledaños al botadero, así mismo causando problemas irreversibles en fauna y flora.
- ✓ El 79% de los usuarios encuestados manifestó que la falta de promoción y divulgación por parte de los encargados es el factor que más afecta la disposición correcta de RAEE.
- ✓ Los comercializadores de AEE desarrollan un papel importante dentro de la gestión integral RAEE, sin embargo, solo el 20% de las empresas entrevistadas cumplen con su labor de logística y planeación para la correcta recolección y apoyo hacia los productores o gestores ambientales, desequilibrando y estancando la labor de los productores o gestores ambientales.
- ✓ Se determinaron indicadores de gestión ambiental que permiten el monitoreo, control seguimiento de las actividades propuestas para el mejoramiento del proceso de manejo ambiental de RAEE, dichos indicadores son verificables cuantitativamente y se

especifican los medios y el tiempo necesario para poder desarrollarlas a través de las diferentes partes interesadas en la gestión.

- ✓ Los aspectos socioculturales y económicos son los que mayor relevancia tienen a la hora de implementar alternativas o estrategias de mejora continua RAEE.
- ✓ Actualmente Bucaramanga no cuenta con plantas industrializadas para el tratamiento especializado de los diferentes procesos de reciclaje de RAEE. La ciudad cuenta con implementación de procesos de recolección y separación de componentes para luego exportar o comercializar dichos recursos aprovechables que se obtuvieron en los procesos de desensamble a los RAEE y posteriormente ser enviados a las diferentes plantas a nivel mundial para su tratamiento, es por ello que la responsabilidad extendida del productor puede ser una variable negativa que puede afectar el proceso de manejo ambiental, sí no se cuenta con las capacidades para el tratamiento de los residuos en su lugar de origen.
- ✓ La adaptación de un software de base de datos en línea que permita al usuario obtener conocimiento del proceso de manejo de su propio RAEE, para que pueda existir una trazabilidad y control sobre el flujo del residuo a tratar, además de obtener una certificación de disposición final, es una estrategia eficiente e innovadora que junta los procesos convencionales con los sistemas de TI.
- ✓ La estrategia de mejora con mayor factibilidad a implementar es la combinación del sistema usado en China y UE, debido a que en el país asiático su fuerte es el ataque al mercado informal y la obligación del gobierno a tomar como propiedad el tema de fiscalización del manejo de RAEE e incluir a todos los departamentos o ministerios que competen en la problemática, y en la ejecución de sistema creado por empresas privadas. Así mismo los tratamientos usados en Alemania que aprovecha hasta el más mínimo

residuo obtenido en el tratamiento de RAEE, para usarlos como fuentes de energía en compañías que necesitan un alto suministro de esta.

### **Recomendaciones**

Se recomienda aplicar todas las actividades y estrategias propuestas en el documento, a fin de crear una cultura y ciudadana basada en la responsabilidad, sentido de pertenencia y sostenibilidad.

Es oportuno tener en cuenta las observaciones realizadas y descritas en el diagnóstico de la aplicación de la política para la gestión de RAEE en Bucaramanga, con el objeto de que los actores o principales responsables del manejo integral cuenten con una evaluación detallada frente a la gestión realizada por cada uno y verificando el cumplimiento de la misma.

Los indicadores de gestión ambiental son propuestos para llevar el control y vigilancia de las actividades de mejora cuantitativa o cualitativamente, es decir que permiten llevar un seguimiento continuo de las alternativas dispuestas en el documento, por ello es importante acordar los periodos y cantidades para llevar a cabo el cumplimiento de estos.

El mercado o sector informal es uno de los factores que causa mayor afectación en el proceso correcto de la aplicación de la política RAEE en Bucaramanga, debido a los procedimientos o tratamientos inadecuados que se utilizan en este campo es necesaria la intervención de las autoridades ambientales y entes territoriales competentes y regulatorios.

Se recomienda a los usuarios o ciudadanos realizar el proceso correcto de entrega de RAEE en los puntos o jornadas POSCONSUMO autorizados para realizar el adecuado tratamiento y disposición final que requieren este tipo de residuos, dado que los usuarios son los

actores más influyentes sobre el proceso de gestión ambiental seguro porque de ellos depende la entrega segura y certificada.

## Bibliografía

- Awashthi, X., & Zeng, J. (2016). Relationship between electronic waste recycling and human health risk in India: a critical review.
- Abhishek Kumar Awasthi JinhuiLi. An overview of the potential of eco-friendly hybrid strategy for metal recycling from WEEE. *Resources, Conservation and Recycling*. Volume 126, 2017. Pages 228-239.
- Baldé, C., Wagn, F., Kuehr, R., & Huisman, J. (2015). *The Global E-waste Monitor*. Bonn, Germany: United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability.
- Bartolo, J., & Urbina, J. (2015). ESTADO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRONICOS EN COLOMBIA ATENDIENDO AL MARCO DE CONVENIOS, ACUERDOS Y ESTRATEGIAS DE GESTION EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL. *Universidad Distrital Francisco de Jose de Caldas*.
- Chancerel, P., Meskers, C., Hagelucken, C., & Rotter, V. (2009). Assessment of precious metal flows during preprocessing of waste electrical and electronic equipment. *Journal of industry ecology*.
- Diaz, S., Jeadran, N., & Rojas, M. (2018). *EVALUACION DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN POR MERCURIO Y OTRAS SUSTANCIAS TÓXICAS Y SU AFECTACIÓN EN LA SALUD*. Bogota.
- EMPA. (2014). *The global E-waste monitor* .
- EMPA. (2015). *The Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology*.
- Fernandez. (2013). *Mineria Urbana y la Gestion de los Residuos Electronicos*. Argentina.
- Huisman, J. (2008). Developing local dismantling and global infrastructure network for sustainable e-waste treatment in emerging economies. *Waste Management*.

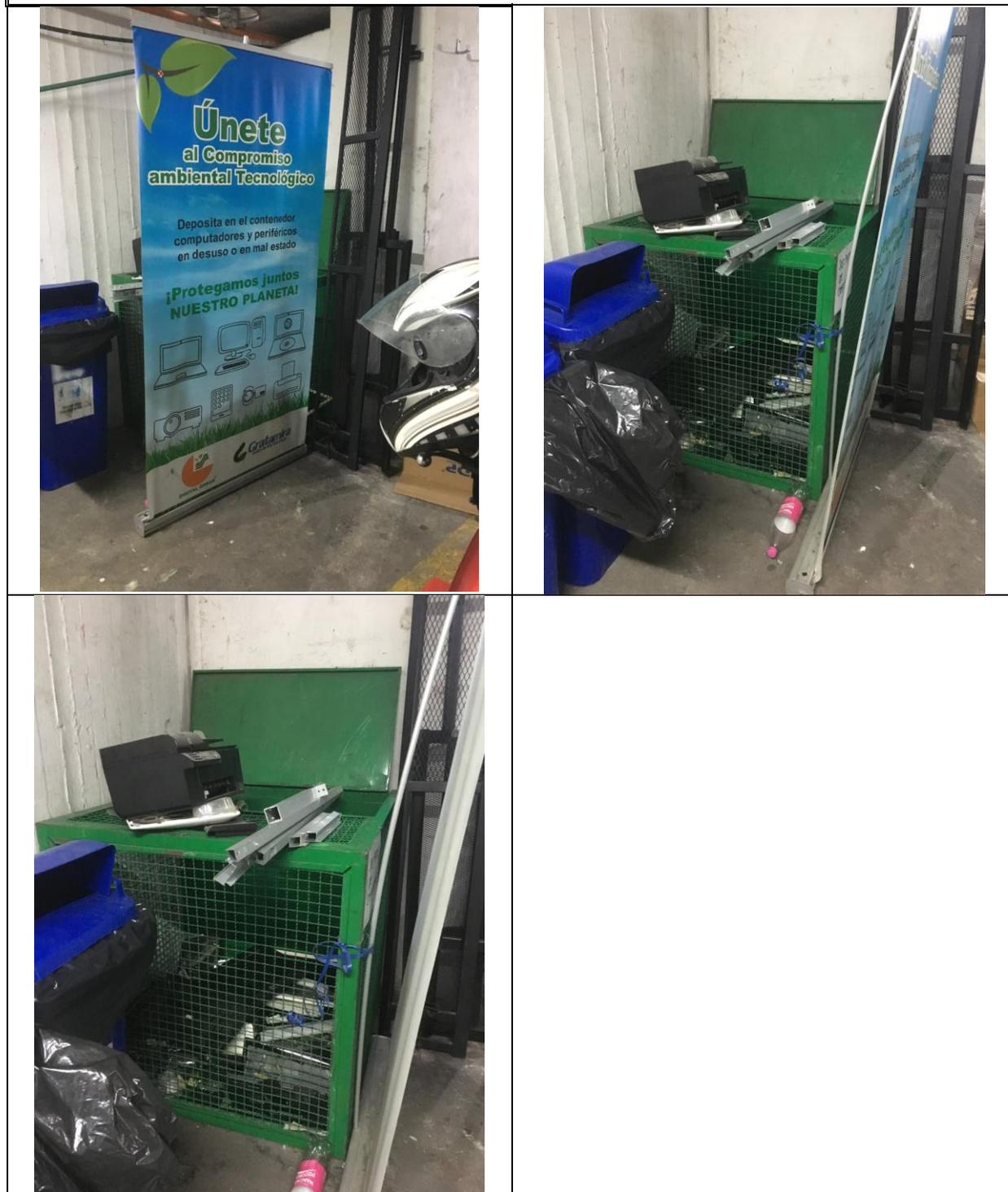
- Kaya, M. (2016). Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes. *Science Direct*.
- Li., X. Z. (2017). *Examinando la gestión ambiental de los desechos electrónicos: la experiencia y las lecciones de China. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Beijin.
- Lopez H (2007). Política para la gestión integral de RAEE generados en Colombia. Universidad Industrial de Santander.
- Lundgren, K. (2012). *The global impact of e-waste: Addressing the challenge*. Ginebra.
- MADS. (2011). Lineamientos Tecnicos para el manejo de RAEE. Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Política Nacional Para la Gestión Integral de RAEE. Colombia.
- Ministerio para la transición ecológica. (25 de 11 de 2018). *Ministerio para la transición ecológica española*. Obtenido de Ministerio para la transición ecológica española: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujo/aparatos-electr/Plataforma-electronica-gestion-RAEE.aspx>
- Parlamento y concejo Europeo. (2008)., (pág. Art 3).
- Perkins, D., Brune, M., Nxele, T., & Sly, P. (2014). *E-waste a global hazard*. Annals of global health.
- Roman, I. (2015). *eWaste en Colombia, el aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica- Estudio de caso. GSMA LA*.
- Sahni, A. (2016). Chemo biohydrometallurgy, a hybrid technology to recover metals from obsolete mobile SIMCARDS. *Science Direct*.
- Zeng, X., & Li, J. (2015). Comparative Examining and Analysis of E-waste Recycling in Typical Developing and Developed Countries. *Science Direct*.

- Zlamparet, G., Li, J., & Hu, H. (2015). Situation of WEEE in TAwasthi , X. Zeng , J. Li  
Relationship between electronic waste recycling and human health risk in India: a critical  
review. 2016.
- European Parliament & Council of the European Union [UE] (2003, Feb. 13). Directive  
2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste  
electrical and electronic equipment (WEEE). Official Journal of the European Union, L  
37/24.
- Fernandez Protomastro, G. (2013). Minería urbana y la gestión de los residuos electrónicos,  
Buenos Aires, Argentina: Grupo uno.
- Gabriel Ionut Zlampareta Winifred Ijomahb Yu Miaoa Abhishek Kumar Awasthia Xianlai Zenga  
Jinhui Li (2017). Remanufacturing strategies: A solution for WEEE problema,  
Xianlai Zeng un Huabo Duan b Feng Wang c Jinhui Li. Examinando la gestión ambiental de los  
desechos electrónicos: la experiencia y las lecciones de China. Renewable and  
Sustainable Energy Reviews. Volume 72, 2017. Pages 1076-1082
- Roman I, Reyes L, Accurso M (2015). eWaste en Colombia, el aporte de los operadores móviles  
en la reducción de la basura electrónica- Estudio de caso. GSMA LA.
- Soto, R. A. (2013). repository.javeriana.edu.co. Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de Trabajo  
de Grado: Recomendaciones para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y  
electrónicos - RAEE en Colombia el caso Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla:
- Quintero S (2014). Diseño de un plan estratégico para el manejo sostenible de residuos de  
aparatos eléctricos y electrónicos en la pontificia universidad javeriana de Bogotá.  
Pontificia Universidad Javeriana. Ecología.

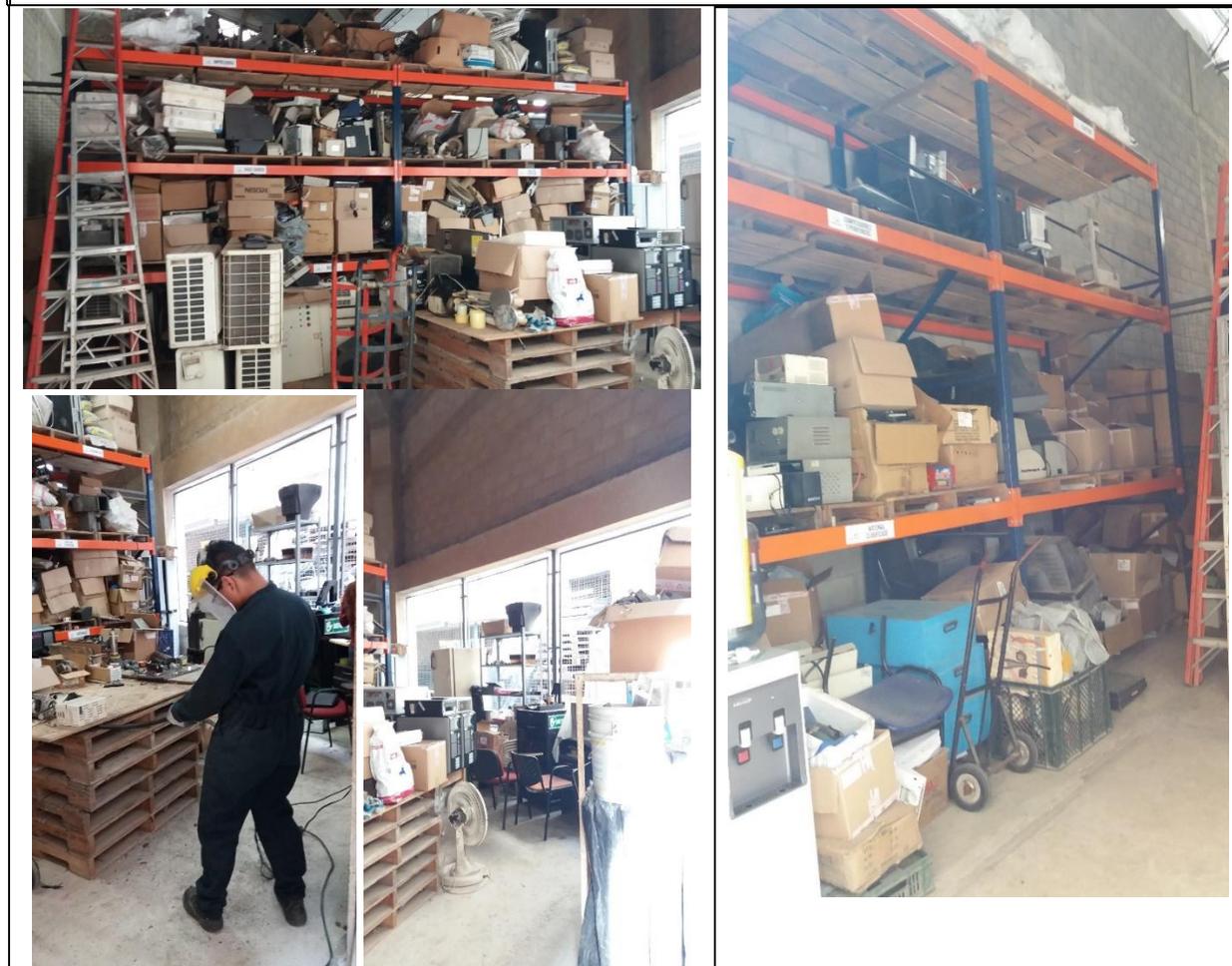
Quintana C. Caracterización del centro de almacenamiento controlado para aparatos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el campus central de la Universidad Industrial de Santander.

## Anexos

Evidencia fotografica de punto ecologico instalado por comercializador.



Evidencia Fotografía De Gestora Ambiental Social RAEE



## Encuesta participación de la ciudadanía sobre RAEE en Bucaramanga – Survio

### 1. Reside usted en la ciudad de Bucaramanga?

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**2. Posee usted aparatos eléctricos o electrónicos como: celulares, electrodomésticos (televisores, neveras, horno microondas y demás), computadores fijos, PCs, portátiles, periféricos, transformadores, entre otros equipos que para su operación necesiten energía eléctrica.**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**3. Que acción toma usted frente a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Lo vende
- ✓ Lo lleva al punto especializado
- ✓ Lo bota a la basura
- ✓ Lo deja en casa
- ✓ Lo lleva al almacén

**4. Considera usted una problemática ambiental la generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**5. Conoce los componentes y sustancias químicas que contienen los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**6. Sabía usted que tiene la oportunidad de entregar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE a la marca productora (Samsung, HP, LG, Mabe, etc.) sin ningún costo y aporte al ambiente ?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**7. Cual tipo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) considera que usted genera más?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Celulares
- ✓ Computadores y periféricos
- ✓ Electrodomésticos
- ✓ Baterías
- ✓ Bombillas y luminarias

**8. Antes de esta encuesta conocía el termino RAEE?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**9. Ha participado en una jornada de recolección posconsumo?**

Seleccione una respuesta

- ✓ Si
- ✓ No

**10. Por cual de la siguiente opción considera usted que los ciudadanos no participan en una jornada posconsumo?**

Seleccione una o más respuestas

- ✓ Falta de promoción y divulgación
- ✓ Incentivo por parte de los encargados
- ✓ Conoce la jornada, pero no participa
- ✓ Lo lleva al mercado informal

<https://www.surveio.com/survey/d/O8W5F6C9X5S3I9O5E?fbclid=IwAR3spEQX1np0Ey87ZBFIMj-EqR4hmAAXJDj7wOhP9A8vioZOjJzODYclhyQ> 1/1