

UNIVERSIDAD ECCI
INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA LÍNEA PRODUCTIVA
PARA LA DISMINUCIÓN DE E-SCRAP EN LA EMPRESA IQE

Proyecto de grado para optar al título de Ingenieros Industriales

Janel Viviana Cantor Nieto

Sergio Mauricio Orjuela Ramírez

Director de Tesis: Edgar Leonardo Garcés Mariño

Bogotá D.C., Cundinamarca

2017

Nota de Aceptación

Firma Director de Tesis

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., 2017

Dedicatoria

Primeramente a Dios que durante todo este largo proceso nos ha guardado y bendecido, nos ha dado la perseverancia y fortaleza para continuar adelante sin desmayar; sin la ayuda de nuestro Padre Celestial no habiéramos podido finalizar este importante proyecto de vida.

A nuestros padres dedicamos este gran logro, ya que pese a las adversidades, sin su apoyo constante e incondicional no se hubiera materializado y logrado subir otro escalón, finalmente a cada una de las personas que hicieron de este proyecto un logro personal y que siempre estuvieron presentes en la culminación de este ciclo.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por la bendición que día a día nos envió para el progreso y culminación de este proyecto, a la multinacional IQE por el suministro de información para el desarrollo de la investigación, a nuestro Director de Tesis el Ingeniero Edgar Leonardo Garcés Mariño por su acompañamiento durante este largo camino y a nuestras familias que en todo momento estuvieron atentas durante la evolución del presente ideal.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	VIII
Capítulo 1	1
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	1
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
2.1 Descripción del problema.	1
2.2 Formulación del problema.	3
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
3.1 Objetivo general.	4
Diseñar una propuesta para la implementación de una línea productiva que asegure la disminución de E-scrap en la empresa IQE.	4
3.2 Objetivos específicos.	4
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
4.1 Justificación.	5
4.2 Delimitación.	5
5. MARCOS DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	6
5.1 Antecedentes de investigación.	6
5.2 Marco teórico.	17
➤ Una aproximación a las particularidades de los RAEE	18

5.3	Marco conceptual.	25
5.4	Marco legal.	30
5.5	Marco histórico.	41
6.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
6.1	Investigación aplicada.	43
7.	DISEÑO METODOLÓGICO.	44
Capítulo 2		45
	ANÁLISIS DEL PROBLEMA	45
Capítulo 3		51
	APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA	51
	ENFOQUE N° 1: PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN	61
	ENFOQUE N° 2: DISEÑO DE PARTES	63
	ENFOQUE N° 4: MATERIAL	64
	➤ Extrusión	65
	➤ Moldeo por Inyección	66
	ENFOQUE N° 5: SECUENCIA Y PROCESOS DE MANUFACTURA	67
	➤ Molino	67
	➤ Lavado	68
	➤ Secado	68

➤	Aditivación	68
➤	Paletizado	68
➤	Inyección de material	69
➤	Limpieza	69
➤	Inspección de calidad y empaque	69
	ENFOQUE N° 6: PREPARACIONES Y HERRAMIENTAS	69
	ENFOQUE N° 7: MANEJO DE MATERIALES	73
	Capítulo 4	77
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	80
	Capítulo 5	81
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	ANEXOS	91
	ANEXO 1. ESTUDIOS DE LA UNESCO (2010), SOBRE LOS RAEE	91
	ANEXO 2. DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS PARA EL MARCO CONCEPTUAL	94
	ANEXO 3. LEYES, RESOLUCIONES Y POLÍTICAS COMPLEMENTARIAS SOBRE LOS RAEE	99
	ANEXO 4. SOLUCIONES REALES ANTES EL AUMENTO DE LOS RAEE	113

Introducción

La presente propuesta se refiere al tema de generación de E-waste o E-scrap denominados así por su siglas en inglés como *Electronic Waste* o *Electronic Scrap*, que traduce desechos electrónicos, basura o chatarra electrónica o como también se le ha definido residuos de aparatos eléctricos y/o electrónicos, correspondientes a las siglas RAEE, según el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del País Vasco, España. En este orden de significados, el e-scrap se refiere a todos los aparatos o dispositivos eléctricos y electrónicos cuyo deterioro, desuso u obsolescencia determinan el fin de su vida útil. En adelante se designará e-scrap a todo el material generado como residuo electrónico de IQE cuya actividad consiste en la recolección de Routers y Módems de los diferentes clientes con los que actualmente la compañía cuenta para realizar un proceso de manufactura y reacondicionamiento cosmético a fin de ser enviados nuevamente al mercado como un producto de alta calidad, reutilizando partes de las piezas de los equipos cuya estética y funcionalidad siguen siendo útiles para formar parte de otro equipo, pero en el que otras partes son desechadas por no cumplir con un criterio cosmético o práctico y simplemente se acumulan como desecho electrónico. El tratamiento inadecuado de estos RAEE puede afectar irreparablemente el medio ambiente y afectar la salud del ser humano, la principal característica del mal tratamiento y disposición final de los residuos electrónicos de los equipos informáticos es que generan una serie de toxicidad, debido a que incluyen elementos tóxicos como el plomo, el mercurio, el cadmio, el selenio y el arsénico, entre muchos otros. Cuando este tipo de residuos son colocados en la basura liberan toxinas al aire, tierra y agua, estas sustancias peligrosas generan contaminación, exponen y colocan en riesgo la salud de los trabajadores, las personas y el ambiente. Otro problema es que suelen llevarse a los países del tercer mundo por su alta rentabilidad, convirtiéndolos en receptores de esta contaminación.

Capítulo 1

1. Título de la investigación

Propuesta de implementación de una línea productiva para la disminución de E-Scrap en la empresa IQE.

2. Problema de investigación

2.1 Descripción del problema.

La investigación propuesta da lugar en IQE, una de las industrias generadoras de desechos y/o residuos derivados del proceso industrial electrónico, dedicada a ofrecer soluciones inteligentes para un mundo sostenible a través de servicios diseñados para lograr el equilibrio entre el desarrollo tecnológico, soportada por tecnología de punta en hardware y software que permite brindar comodidad a sus clientes y ^{aportar} en el cuidado del medio ambiente. Es así, como al interior de toda esta robusta operación, se identificó un cuello de botella que resalta el principal problema que esta empresa actualmente presenta como una industria de remanufactura electrónica a través de la emisión de e-scrap radicada en el almacenaje y disposición final de los RAEE, para IQE el e-scrap es la emisión de equipos que por sus características técnicas y cosméticas luego de un proceso de inspección y desensamble una o varias de las partes del equipo se diagnostican inservibles o no funcionales, en tal grado que no se pueden derivar a otros departamentos de la compañía ya que en tal diagnostico se definen inmediatamente como irreparables y no son recuperables, o un segundo caso en el que las partes de los equipos son funcionales técnica y cosméticamente pero la falta de piezas del caso anterior no permiten el ensamble total para acondicionamiento de un solo equipo, por tanto son almacenadas y destinadas al inventario de e-scrap, por tanto la información de emisión de e-scrap será tomada a

partir de la recopilación de datos de todos los clientes de la compañía identificando para realizar el presente estudio de caso, los tres clientes que más procesan equipos en la compañía como muestreo para la investigación, con el fin de estudiar y determinar el total de material emitido.

En IQE una de las principales áreas de producción para la compañía es la de Reacondicionamiento Cosmético, especializada en la restauración de partes de los equipos eléctricos y electrónicos en el que una vez identificado el cuello de botella descrito anteriormente buscamos minimizar el número de piezas plásticas designadas como e-scrap o chatarra electrónica, dado que alcanzan a poseer potencialmente un volumen del 60% de espacio en planta destinado para este uso.

Usar eficientemente un proceso de recuperación y reutilización del material plástico generará un enfoque estratégico ambiental basado en procesos clave como la reutilización del material, la optimización de recursos, mejoras en el proceso de calidad y procesos de seguimiento y control.

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) están compuestos de una gran variedad de materiales, tanto valiosos como potencialmente peligrosos. Dentro de los materiales valiosos que se pueden recuperar de los RAEE encontramos el oro, la plata, el paladio y el cobre; el plomo, el cadmio, el mercurio y el arsénico son algunos de los componentes peligrosos que pueden estar presentes en los equipos eléctricos y electrónicos en desuso, lo que se encuentra directamente ligado al tipo de tecnología, país de origen y del fabricante, estos compuestos se pueden liberar al medio ambiente durante el desensamble de los mismos. Uno de los ejemplos más relevantes en cuanto al contenido de compuestos peligrosos es el plomo el cual se encuentra presente en la

soldadura de muchos equipos, hoy día en el mercado se ofrecen equipos libres de soldadura de plomo.

Estas características tan particulares de reunir, por ejemplo en un volumen tan pequeño como en el de un teléfono móvil, materiales de alto valor junto con elementos potencialmente peligrosos, son una de las causas de los impactos negativos que se generan al medio ambiente cuando se disponen en rellenos sanitarios, se desechan a los suelos, cuerpos de agua o se realiza el desensamble inadecuado de estos residuos.

De acuerdo a lo anterior es posible que a un equipo eléctrico o electrónico se le practiquen pruebas para clasificarlos como un residuo peligroso, sin embargo los resultados pueden mostrar que no se pueden catalogar como tal, no obstante una cantidad apreciable de estos equipos en rellenos sanitarios o dispuestos de forma inadecuada en suelos o terrenos no aptos para este fin, puede presentar problemas de contaminación por presencia de metales pesados o compuestos orgánicos, es por esto que si bien no se puede clasificar a los residuos eléctricos y electrónicos como residuos peligrosos tampoco se pueden clasificar como residuos ordinarios, de acuerdo a la clasificación de residuos establecida en la normatividad vigente en Colombia¹.

2.2 Formulación del problema.

¿Puede la implementación de una línea productiva solucionar el problema de disminución de e-scrap en la empresa IQE?

¹ (Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, 2010)

3. Objetivos de la investigación

3.1 Objetivo general.

Diseñar una propuesta para la implementación de una línea productiva que asegure la disminución de E-scrap en la empresa IQE.

3.2 Objetivos específicos.

- 1.** Analizar la información de datos de residuos eléctricos y electrónicos de la compañía, para seleccionar un muestreo con tres de los clientes de mayor facturación en IQE y organizar detalladamente los datos recopilados de desechos electrónicos por cliente, determinando así su alcance.
- 2.** Establecer el número total de piezas plásticas destinadas a la destrucción fijando así el porcentaje final de E-scrap.
- 3.** Evaluar continuamente el proceso de disminución de E-scrap teniendo en cuenta las causas potenciales de emisión de residuos como parte de la gestión de mejora continua.
- 4.** Comparar el análisis de datos históricos de emisión de RAEE en Colombia con la producción de E-scrap en IQE, determinando con la línea productiva su contribución al medio ambiente.
- 5.** Asegurar una estrategia basada en la sostenibilidad ambiental que permita reducir la gestión del reciclado mecánico de forma inteligente.

4. Justificación y delimitación de la investigación

4.1 Justificación.

La generación de e-scrap o chatarra electrónica se caracteriza por su ágil incremento debido a la rápida obsolescencia que los dispositivos electrónicos están adquiriendo actualmente y a su vez por el progresivo aumento de la demanda en todo el mundo; un inadecuado tratamiento de estos residuos puede causar graves impactos al medio ambiente y poner en riesgo la salud humana, su correcta gestión convertiría todo este material de desecho en una fuente de materias primas para nuevas máquinas e incluso como parte de la elaboración de los mismos productos de fabricación, produciendo un importante ahorro de materiales nuevos, logrando reducir en lo posible el desecho de materiales por desuso, los cuales son abandonados por la vanguardia de la tecnología, además reutilizar en caso de que parte de los elementos del RAEE aún funcionen, y reciclar gestionando el debido tratamiento o destino final del residuo, por tanto en IQE hemos elaborado una propuesta de implementación de una línea productiva de recuperación de material de desecho, como parte fundamental del proceso de producción que permita tener en cuenta factores primordiales desde el estado de salubridad del entorno y su personal, para la conservación de recursos naturales, el ahorro de espacios de almacenaje, la reducción referente a la emisión de contaminación al medio ambiente, ahorro de energía, disminución en los costos de producción y generación de empleos a través de un sistema de gestión de responsabilidad social y empresarial.

4.2 Delimitación.

Este proyecto se centra en la propuesta para la implementación de un sistema mecánico que permita minimizar la generación de e-scrap como material de desecho. Aplica para el

proceso de recuperación y reacondicionamiento cosmético de IQE, que abarca desde la recolección de residuos de aparatos electrónicos de los clientes de la compañía, estableciendo el número total de los RAEE en el proceso de clasificación, determinando así que materiales hacen parte del reciclaje de residuos plásticos y que materiales son considerados definitivamente e-scrap, hasta finiquitar por completo el ensamble de la mayoría de equipos electrónicos almacenados en bodega por falta de partes.

5. Marcos de referencia de la investigación

5.1 Antecedentes de investigación.

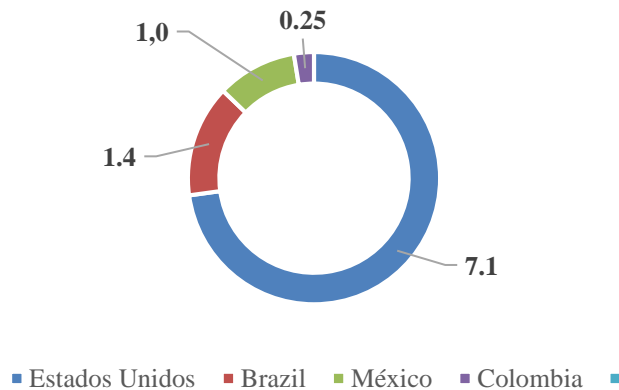
El interés que ha tomado en los últimos años la chatarra electrónica a nivel mundial se debe, en primer lugar, al uso y desecho de aparatos electrónicos y sobre todo a la necesidad de aplicar medidas que no impacten drásticamente en el medio ambiente. Es pues, como encontramos trabajos que abordan ésta temática desde perspectivas diferentes. Algunos se dedican a detallar cada uno de los aparatos que son desechados con mayor frecuencia, así su vida útil no haya culminado; otros establecen procedimientos necesarios para reutilizar y reciclar la chatarra electrónica; y otros examinan con minuciosidad los tipos de materiales que se pueden extraer así como las compañías que recolectan y dan nuevo uso a los aparatos eléctricos y electrónicos.

En consecuencia Palma, Reyes, Vázquez, Martínez y González (2016) Señalan la importancia de abordar el tema de los residuos electrónicos por sus efectos ambientales, culturales, económicos y sociales, ya que se les reconoce como “la basura del siglo XXI”, precisamente por el aumento en el mercado de producción de equipos eléctricos y electrónicos, que cada vez con mayor frecuencia hacen parte de la vida cotidiana de los seres humanos.

Aunque los desechos electrónicos y eléctricos datan desde mediados del siglo XX, hasta la última década se les ha prestado especial atención.

Esto surge producto de reflexiones en torno a la producción y consumo del ser humano y su relación y efecto con el medio ambiente, puesto que para el 2014 se registró un total de producción de RAEE o “e-waste” de 41.8 millones de toneladas en el mundo y solamente 4 billones de personas, tienen leyes nacionales que permiten que los desperdicios sean tratados de una forma adecuada, para que no produzcan un alto impacto medioambiental y en la salud de los seres vivos. Esto quiere decir que aproximadamente solo 4 de cada 7 personas, posee un control legislativo sobre los residuos electrónicos y eléctricos. Se estima que para el 2018 la producción de RAEE sea de 49.8 millones de toneladas en el mundo (Baldé 2015).

Millones de Toneladas Producidas en el Continente Americano



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Millones de toneladas de e-waste o RAEE producidas en el Continente Americano según datos proporcionados por Baldé (2015).

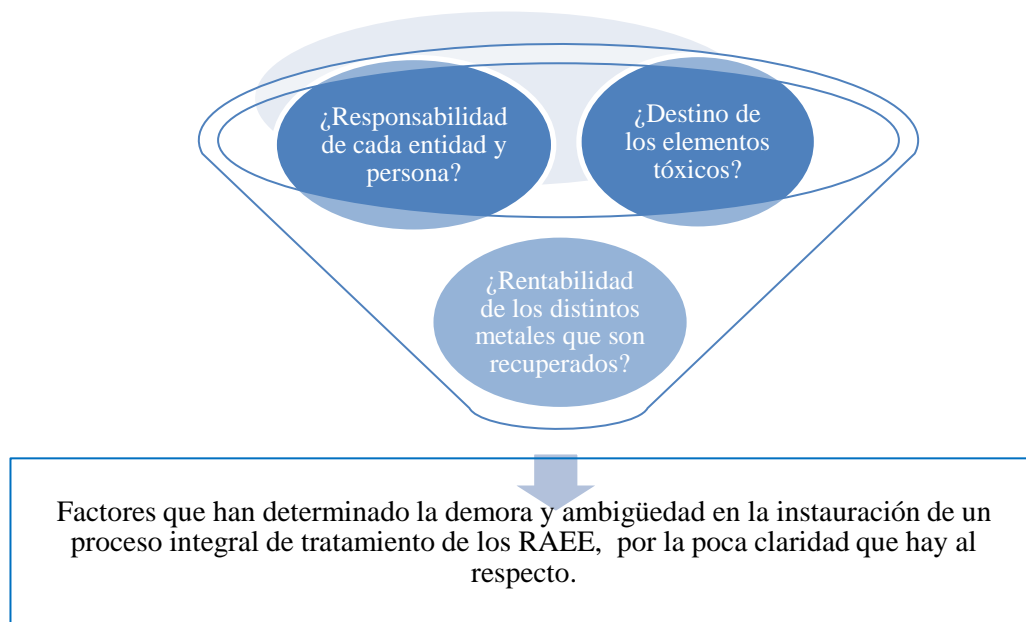
Según Palma et al. (2016), los mayores productores a nivel mundial de RAEE, son Estados Unidos, China y Japón. Entre los países que mayor producción de RAEE tienen en Latinoamérica destacan Brasil y México, debido al número de su población. Ahora bien en Colombia las cifras demuestran que los ciudadanos cada vez adquieren mayores productores electrónicos y eléctricos, por lo que los residuos en la última década han aumentado de una forma significativa, tan solo en el 2014 en Colombia se estimó un total de 252 mil toneladas de residuos electrónicos y eléctricos por habitante (Baldé 2015).

A nivel de mundial se puede detectar especial atención por diferentes ONG, que se han preocupado por los RAEE y su constante crecimiento en la última década en el mundo, así como el impacto de estas en los países con diferentes contextos sociales, un ejemplo de estas investigaciones es el trabajo realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) de Montevideo.

La UNESCO publicó en 2010 un documento en donde distintos autores indagan primero sobre las condiciones y gestiones particulares respecto a los RAEE en América Latina y el Caribe; y luego, en capítulos separados se detalla el caso de algunos países como Brasil, Uruguay, Paraguay, Argentina y Perú. En la cual investigaciones como la de Silva (2010) destacan el papel de RELAC (Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe) que ha logrado una gestión apropiada desde su creación, puesto que ha identificado las necesidades contextuales y propuesto medidas pertinentes para los Residuos Electrónicos (RE). Esta plataforma estuvo precedida por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC, por sus siglas en inglés), cuyo interés estuvo focalizado hacia el control de aparatos electrónicos que eran enviados desde países desarrollados hacia América Latina para superar la brecha digital. Fue importante revisar dichas donaciones debido al envío

de material casi inservible, lo cual, convertiría a estos países en un depósito de desechos, tal como había ocurrido con cierta parte de Asia y África, así mismo Silva (2010), explica diversos factores por los cuales se dificulta formula planes de gestión de RAEE en los territorios, para promover el cuidado del medio ambiente como se muestra en *la Figura 2*.

Aunque es una bibliografía del 2010, resulta importante mencionar este estudio en el siguiente documento, porque demuestra que el impacto de los RAEE, no solo se da en un territorio de un país, sino que por causa de los efectos de la globalización, las fronteras de los países “subdesarrollados” son transgredidas por las potencias en beneficio propio, tanto económico, como social. Por eso llama la atención lo expuesto por Silva (2010), puesto que expone como la chatarra de las potencias mundiales terminó depositada en lugares por fuera de sus fronteras, sobre todo impactando países llamados del “tercer mundo”. Resulta importante mencionar este aspecto, pero analizarlo a profundidad esta por fuera de los límites de esta investigación.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Cuestionamientos sobre los RAEE, para formular procesos integrales de gestión de los residuos según silva (2010).

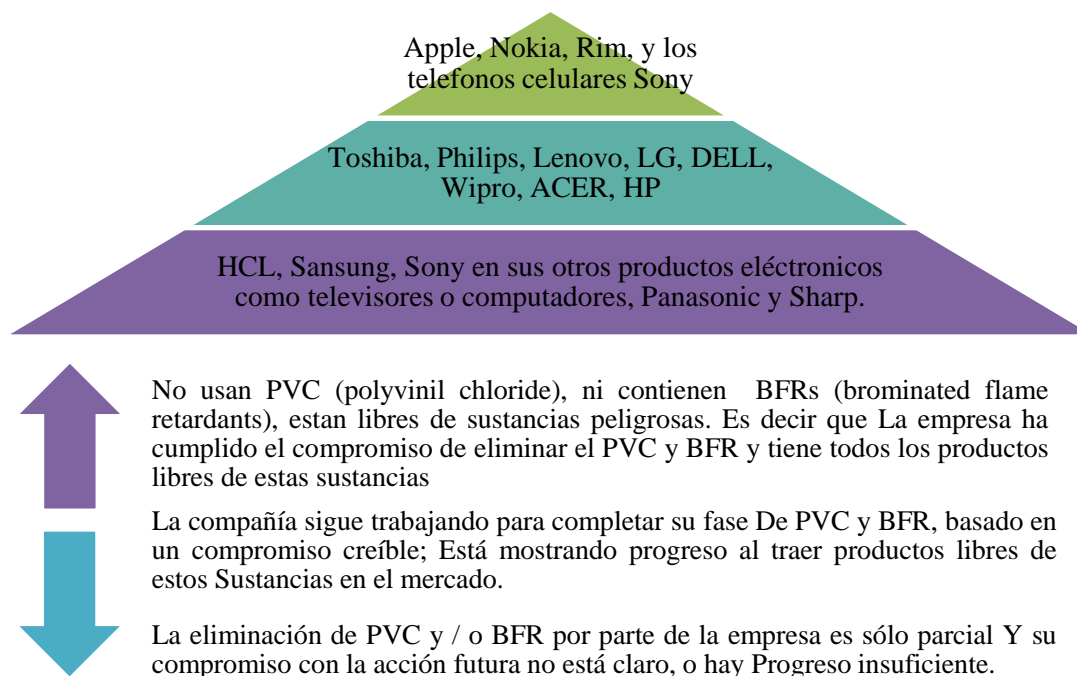
En el anexo 1. Se puede ubicar más información sobre otros estudios que integran esta recopilación de documentos, seleccionados por su importancia de contenido en relación a esta investigación. Otro trabajo de gran relevancia, es el realizado por Greenpeace, una ONG ambientalista a nivel mundial. En 2011 Greenpeace Argentina publicó un artículo en el cual se presenta un balance de la vida útil de los aparatos relacionados con la comunicación y la información y las medidas que se deben tener en cuenta para disminuir el impacto ambiental en un momento de la historia que demanda mayor uso de aparatos eléctricos y electrónicos.

Es preocupante para Greenpeace el aumento desproporcionado de fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos, el cual, mencionan se debe a la innovación tecnológica y a la obsolescencia programada de los aparatos. Factores que conducen al recambio de aparatos constantemente, incluso, cuando el tiempo de vida útil aún no ha culminado. A esto, hay que sumarle que los desechos de estos aparatos no siempre reciben un proceso adecuado, lo cual repercute en la salud de las personas y en el ambiente. Es decir, la mayoría de la chatarra electrónica resulta depositada en los rellenos sanitarios, en los mares; y el otro porcentaje que es reutilizado es procesado tanto por profesionales con todos los materiales para este trabajo, como por recuperadores informales que se exponen a metales tóxicos. La fabricación, desuso y reutilización de los aparatos eléctricos y electrónicos requiere de una serie de tratamientos especiales, como la importancia de establecer un sistema de gestión de residuos, estipulado a partir de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Responsabilidad Individual de Productor (RIP). Esto permite instaurar una estrategia integral que garantiza un alto nivel de compromiso ambiental por parte de las empresas y la sociedad.

En este trabajo, también detallan algunas de las consecuencias en la salud de las personas por el contacto de metales como: el berilio, cancerígeno y causa enfermedades pulmonares; el cadmio, repercute negativamente riñones y huesos; el mercurio, incide en la vista, el sistema nervioso central, cardiovascular, pulmonar y los riñones; el níquel, afecta el sistema pulmonar y respiratorio; el plomo, afecta los riñones, el cerebro, el sistema nervioso y reproductivo.

Greenpeace (2014) ha estado realizando proyectos a nivel mundial, para que las empresas productoras de tecnología como Apple, Samsung, Hp, LG, ACER, entre otras, empiecen a usar materiales que sean mucho más amigables con el medio ambiente. En Colombia Greenpeace no enfatiza proyectos directamente en el territorio del país, sino que a nivel mundial impacta a las compañías más reconocidas del mercado, realizando campañas desde el 2006 para que se reduzcan los impactos medio ambientales, que implican los desechos de equipos electrónicos.

Para tener un control de lo anterior, Greenpeace sacó en el 2014 un documento en el que clasifica las marcas y el uso de materiales amigables con el medio ambiente en la producción de equipos. En donde pone a las pioneras y líderes en compromiso por producir equipos responsables con el cuidado y la preservación de la naturaleza, los resultados se pueden observar en síntesis en la figura 3.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Clasificación de marcas productoras de equipos electrónicos a nivel mundial y posición frente al cuidado del medio ambiente, según datos proporcionados por Greenpeace (2014).

Ahora bien en Colombia, se puede visualizar un tenue acercamiento hacia los residuos de dispositivos electrónicos y eléctricos por parte del Estado en el 2005, cuando se creó una política para el Manejo inadecuado de residuos con características peligrosas. Pero no es hasta el 2013 cuando Congreso de la República promulgó la ley 1672, que aborda directamente los RAEE, y la creación de una política pública de gestión integral. En consecuencia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2016) ha realizado una política para la gestión integral de RAEE en Colombia, apoyada por el Ministerio de Ambiente, el Ministerio de Minas, el Ministerio de Tecnologías de la Información, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. En la cual se busca definir un plan de gestión sobre los residuos de RAEE hasta el

2030, para que tanto las empresas privadas y las entidades estatales puedan manejar los efectos de estos residuos en la salud humana y el medio ambiente.

Para lograr lo anterior se propone un proyecto que busca concientizar a la sociedad colombiana sobre el consumo y la producción responsable de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), promoviendo la reutilización de algunos componentes y materiales de los AEE y que dentro de su fabricación se usen materiales amigables con el medio ambiente, así mismo se quiere promover que la vida útil de estos objetos sea mayor. Este punto resulta controversial, sobre todo en las empresas productoras de tecnología, pues precisamente las dinámicas del mercado en la era de la globalización han hecho que la vida útil de los AEE sea cada vez más corta.

Así mismo este proyecto pretende promover prácticas de gestión integral en los RAEE, para que su recolección y depósito se haga con parámetros de clasificación, para así disminuir los riesgos en la salud de los seres vivos y el impacto ambiental. Finalmente otro eje que trabaja el proyecto del Ministerio de Ambiente (2016) es mejorar las redes de comunicación entre productores, consumidores e instituciones estatales, para que en conjunto todas las instituciones logren trabajar aportando a la reducción del impacto ambiental producto de los RAEE.

En síntesis se puede observar que la situación actual a nivel global indica un aumento de producción de los RAEE y por lo tanto la creciente necesidad de generar políticas y proyectos estatales para regular, reciclar, reutilizar y clasificar estos residuos, de modo que el impacto ambiental se atenúe y se cuida la salud de las personas frente a residuos peligrosos para la vida, en este sentido como se mencionó antes el Ministerio de Ambiente en el caso de Colombia se ocupa de formular proyectos de gestión para el control de estos residuos a futuro. Ahora bien, en

la academia se pueden rescatar varias investigaciones, tesis y artículos que muestran cómo se pueden gestionar estos residuos y lograr generar unas empresas con políticas más verdes.

Una de estas investigaciones es la realizada por Echeverría (2015), quien tiene por objetivo principal dilucidar el tratamiento para desechar los RAEE y comprender el impacto ambiental de estos en el mundo y las formas estatales para regular los residuos, con la intención de implementar pedagogías para la gestión adecuada de estos desechos, en específico los desechos de Mi pymes (micro, pequeña y mediana empresa) distribuidoras de aparatos electrónicos en Colombia.

En conclusión Echeverría (2015), explica que las Mi pymes representan la mayor porción de empresas registradas en la Cámara de Comercio en Colombia, estas deben tener la habilidad de prestar servicios e información sobre depósito de residuos pos consumo de equipos que produzcan. En consecuencia al ser un sector que abarca la mayoría del mercado de AEE, es importante que se forme un vínculo con entidades estatales, que garanticen el control de los RAEE, producidos por las organizaciones privadas. Este vínculo de empresa, consumidor y Estado debe ser transversal a procesos educativos, que permitan generar redes de comunicación sobre cómo desechar y clasificar los RAEE.

Por otro lado se puede ubicar el trabajo de Martínez (2015), quien realiza una investigación en la que analiza la generación y disposición de los RAEE domiciliarios en el municipio de Yopal, ubicado en Casanare. Para lo anterior la investigación primero evidencia la magnitud de la importancia de las problemáticas producidas por los RAEE, en los hogares y también promueve y devela, las oportunidades que pueden surgir cuando hay una buena gerencia

de estos residuos. También caracteriza los residuos que se producen en hogares de diferentes estratos socioeconómicos.

La investigación abarca el sector privado, así como el público, observando la incidencia de las instituciones en la producción de RAEE, en los hogares. Finalmente a partir de estos análisis se plantea un programa de gestión a nivel teórico para el caso de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal. Es una investigación de tipo analítico – descriptivo y utiliza herramientas de investigación de encuestas y su análisis cuantitativo. La población que se seleccionó es del tipo aleatorio simple.

Este tipo de investigaciones demuestran que los desecho de las RAEE, son un problema que cada vez se estudia con mayor frecuencia en la academia, y es un tema que va más allá de las capitales, sino que también se trabaja en diversas partes del país. La investigación realizada Por Martínez (2015) además provee un modelo para observar un análisis cuantitativo sobre los RAEE, y da cuenta de la urgencia de reconocer este tipo de problemáticas en todos los territorios, por su alto impacto dentro del medio ambiente y la salud humana.

Otra investigación realizada en Colombia es la propuesta por Sánchez (2016), en la cual tiene como objetivo identificar el contexto actual de los RAEE, en el Municipio de Cajicá, para plantear una línea base de manejo y gestión de los residuos. Para esto, en primer lugar se realiza un marco contextual que permite conocer los procedimientos, de disposición y aprovechamiento de los RAEE en Cajicá. A partir del marco contextual también se procede a fomentar el conocimiento sobre estos residuos, a través de campañas de sensibilización hacia los habitantes del municipio.

Como estrategia metodológica, se utilizó una recopilación bibliográfica de la situación actual de los RAEE, en Colombia y en Cajicá, la cual surgió a partir de una serie de visitas a entidades distritales y municipales encargadas del aprovechamiento y reciclaje de este tipo de residuos. Posteriormente la información recolectada se categorizó y sistematizó, en base al objetivo general de la investigación.

Dentro de los resultados Sánchez (2016), demostró que a pesar de las campañas distritales y educativas que se manejan en Cajicá sobre los RAEE, la población en general del municipio no tiene un debido conocimiento acerca de lo que se refiere al tema del post-consumo, es decir que los habitantes no tienen una idea clara de que hacer o cómo desechar los AEE. En consecuencia, como recomendación se propone fortalecer las campañas educativas, así mismo un punto clave para sensibilizar a los habitantes del municipio, es que la administración municipal funcione como una institución de gran liderazgo en torno a la recolección y reciclaje de RAEE. Finalmente como recomendación Sánchez (2016) explica que si se va a formular un plan de acción sobre los RAEE, se debe tener en cuenta los programas del municipio y las iniciativas, para que guarde coherencia con las metas administrativas y distritales propuestas para Cajicá.

Con las anteriores investigaciones, podemos evidenciar una serie de particularidades y procesos en pro del medio ambiente que han realizado distintos países, personas y empresas, que han planteado y reconfigurado las necesidades de un tratamiento y manejo integral de los RAEE, asegurando que cada uno de los componentes tóxicos o no, no se depositen en rellenos sanitarios sino que cuenten con todo un procedimiento detallado y con unos encargados particulares para cada proceso desde recoger y transportar hasta la disposición final. Aunque tal como lo afirma Montenegro (2014), no sólo las empresas sino también los consumidores deben ser conscientes de las alarmantes cifras de desechos que son arrojados de manera inapropiada a distintos lugares,

dejando secuelas en el aire, la tierra y el agua. Y cómo, además, es necesario tener manejos claros ante aparatos enviados de países desarrollados a países en vía de desarrollo. Puesto que Romero (2014) refiere al caso colombiano del programa Computadores para Educar que desde su creación en el 2000 recibía donaciones de distintos países, pero conforme el envío de estos aparatos se hacía necesario establecer normas que hicieran de estos aparatos un buen manejo y no que Colombia se convirtiera en un relleno sanitario de países desarrollados.

Sin duda, los RAEE son una alarma e invitación para que todos los habitantes del mundo tomemos partido ante este fenómeno y que desde nuestra cotidianidad logremos disminuir los porcentajes de residuos mal gestionados, de modo, que se hagan contribuciones positivas al medio ambiente y a nuestra salud.

5.2 Marco teórico.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, conocidos también como chatarra electrónica han sido clasificados según sus componentes, funciones, e incluso, su vida útil. Es pues, como en el presente capítulo, se parte desde la definición hasta las clasificaciones, impactos, medidas normativas y soluciones que se han dado al respecto. Es innegable que Colombia como país en vía de desarrollo gestiona una serie de procesos y medidas en pro de un manejo integral de los RAEE y por ello, también será necesario tener perspectivas tanto nacionales como internacionales.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE, son aquellos aparatos que funcionan con corriente eléctrica y campos electromagnéticos, y que han sido desechados o descartados (ley 1672 de 2013). Es importante reconocer que estos aparatos cuentan con distintos

componentes, los cuales se hace necesario clasificar y separar para así no conllevar a secuelas negativas en el ambiente ni en la salud de las personas.

Cabe mencionar, tal como lo expuesto en apartados anteriores, que los RAEE no siempre son desechados cuando han cumplido la totalidad de su ciclo de vida y, además, en la actualidad los productores han disminuido su tiempo de utilidad dada la demanda de nuevos aparatos y diseños que se vuelven llamativos para el consumidor. Hoy por hoy, se estima que un televisor, un equipo y una nevera tienen una vida útil de 10 años, una lavadora 8 años, un microondas 7 años y un computador 4 años (Corantioquia, 2016). Esta duración que disminuye con el tiempo, conduce a mayor producción y desecho de RAEE. Esta situación se acentúa sobre todo porque no hay lugares propicios para arrojar estos residuos ni hay un pleno manejo de los mismos. Es así como a continuación se ahondará en la clasificación e implicación de los RAEE, para conocer la realidad a la que se enfrentan las distintas sociedades tanto desde lo económico como desde la salud.

➤ **Una aproximación a las particularidades de los RAEE**

Los RAEE se clasifican en tres líneas: blanca, marrón y gris, cada una responde a ciertas particularidades relacionadas con el sector comercial. La primera línea refiere a los distintos aparatos que hacen parte del hogar, tales como la nevera, lavavajillas y cocinas. Dentro de la línea marrón se encuentran los televisores, equipos de sonido y aquellos aparatos de mayor consumo. Y finalmente, en la última línea están aquellos que refieren a los aparatos de los nuevos medios de comunicación como: el teléfono, computador, teclado, entre otros (Corantioquia, 2016).

También, existe una clasificación que está estrechamente relacionada con el manejo y la gestión de los RAEE, y que está establecida en seis categorías: aparatos destinados a la refrigeración, electrodomésticos grandes y pequeños (sin contar los mencionados en la primera categoría), aparatos de iluminación, aparatos con pantallas y monitores, y otros aparatos que aparecen en la línea marrón pero que no hayan sido clasificados en las anteriores cinco categorías (Ministerio de Ambiente, 2010).

Finalmente desde las Directivas de la Unión Europea en 2002 se establecieron diez categorías señaladas así: grandes electrodomésticos, pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos eléctricos de consumo, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre, aparatos médicos, instrumentos de medida y control, y máquinas emprendedoras (Ministerio de Ambiente, 2010).

Es de esta manera, como las opciones de seleccionar y reutilizar los RAEE se pueden inscribir en algunas de las anteriores clasificaciones, y si bien no distan entre ellas, están catalogadas desde fines distintos. En ese orden de ideas, prima sobre la presente investigación la clasificación asignada desde el manejo y la gestión de RAEE, más que la determinada en el sector empresarial.

Es indispensable, así mismo, conocer el tipo de materiales que tienen los RAEE, para dar el debido proceso de reutilización. Existen materiales como los polímeros (plásticos), óxidos refractarios (cerámica) y metales (Castellanos, 2005). Estos últimos están clasificados en tres tipos: metales preciosos, pesados y básicos. En los primeros se encuentra el oro, la plata y

platino; en los pesados está el plomo, mercurio, berilio, cadmio y arsénico; y en básicos están el aluminio, cobre, zinc, níquel, e hierro (Corantioquia, 2016).

A partir de las anteriores clasificaciones, ha sido posible instaurar procedimientos concretos para el tratamiento de los RAEE, algunas instituciones desarrollan procesos independientes, pero aun así existen ciertas generalidades que permiten un buen reúso o reciclaje de los aparatos, siempre garantizando la salud de quienes manejan dichos residuos, además porque existen componentes que son más tóxicos que otros. Esto último será abordado en el próximo apartado, donde se hace necesario revisar exhaustivamente los componentes que repercuten de manera negativa en el entorno natural y por ende en las personas.

No todos los aparatos eléctricos y electrónicos tienen los mismos componentes. Sin embargo, cada aparato trae componentes que inciden de manera negativa en la salud de las personas y en el ambiente.

Tabla 1

Componentes de los RAEE e implicaciones en la salud y el ambiente.

DISPOSITIVO	SUSTANCIA	OBSERVACIÓN
Televisores, Computadores, Soldaduras y Placas de Baterías	Plomo u Oxido de Plomo	Este puede ser inhalado y si aumenta su concentración en el aire puede ser perjudicial e incluso el contacto esporádico o repetitivo trae consecuencias en el sistema nervioso central, sangre, tracto gastrointestinal, sistema inmunológico y riñón. Y esto puede generar cambios de personalidad, cólicos graves, anemia, parálisis muscular, retardo del desarrollo mental o en los recién nacidos. Respecto al ambiente esta sustancia puede quedar en el aire y agua y “contaminar” organismos acuáticos o vegetales (Hidalgo, 2010).

Baterías Recargables	Cadmio	La posible inhalación de esta sustancia genera en las personas irritación en los ojos, edema pulmonar, afecta el riñón y da fiebre, además ocurre que dichos síntomas no se presentan al instante del contacto con la sustancia sino que puede tener efectos posteriores, de allí que no siempre se le dé la importancia suficiente a esta situación, también se ha dicho que puede ser carcinógena (Hidalgo, 2010).
Baterías	Níquel Litio	Este puede generar secuelas negativas en el sistema respiratorio, puede producir alergias e irritación en piel y ojos. Además también está asociado con problemas cancerígenos y teratogénicos. El Litio también está presente en este aparato, dicha sustancia puede ocasionar alteraciones en el sistema nervioso, así como problemas respiratorios y náuseas (Greenpeace, 2010).
Pilas, Tubos Fluorescentes y Pantallas Planas (como forma de iluminación)	Mercurio	Esta sustancia puede concentrarse con mayor facilidad mediante evaporización, las secuelas en la salud humana pueden estar asociadas con la neumonitis, con daños en el riñón, en el sistema nervioso y ocasiona síntomas como: temblores, alteraciones del habla y cognitivas, e inestabilidad psíquica y emocional (Hidalgo, 2010).
Paneles Frontales	Bario	Ocasiona irritación en ojos y piel, además se ha estudiado su relación con el endurecimiento y aumento del cerebro, con secuelas negativas en el corazón y el hígado y con flaqueza muscular.
Tinturas y Pigmentos	Cromo	Puede ser inhalado y ocasiona sensibilización de la piel, el cromo hexavalente se considera el más peligroso por ser carcinógeno, además las células absorben fácilmente los efectos tóxicos (Moraga y Durán, 2010).

Tubos de Rayos Catódicos	Arsénico	Puede generar dermatitis, sensibilización en la piel, neuropatías, perforación del tabique nasal, desordenes de pigmentación, alteraciones tisulares, así como daños en los sistemas circulatorio, respiratorio y nervioso, también produce irritación en ojos y piel, afecta los riñones y el tracto gastrointestinal. Ante la inhalación se pueden producir síntomas como hemorragias, pérdida de electrolitos y fluidos, convulsiones, problemas renales, shock y hasta posible muerte (Hidalgo, 2010). Puede incorporarse fácilmente en el ambiente y contraer perjuicios graves e irreparables.
Tableros de Circuitos	Selenio	Por medio de la inhalación se producen efectos negativos como irritación de ojos, daños en la piel, tracto respiratorio y gastrointestinal, dermatitis, y se presentan síntomas como escalofríos, bronquitis, fiebres, vómitos, coloración amarilla de la piel, tos, asfixia, aliento alíáceo, náuseas modificaciones dentales y pérdida de uñas (Hidalgo, 2010).
Celulares y Computadores	Retardantes de Fuego Bromados (RFB)	Afectan los procesos de aprendizaje y de memoria, también tiene incidencia en enfermedades como la tiroides, así como tienen incidencia en el sistema hormonal del estrógeno (Greenpeace, 2010). Dentro de estas sustancias retardantes existe tres categorías: los éteres de polibromodifenilos (PBDEs), los Tetrabromobisfenol – A (TBBPA) y el Fosfato de Trifenilo (TPP). Los primeros, de acuerdo con Hidalgo (2010) afectan particularmente a las hormonas asociadas con el crecimiento y el desarrollo sexual, también inciden negativamente en el desarrollo cerebral de los animales y en el sistema inmunológico de los humanos. Los segundos afectan el crecimiento, desarrollo, el sistema inmunológico, los riñones, las hormonas tiroides, y el hígado. Por último los TPP afectan el aparato endocrino, las enzimas vitales de la sangre y se considera un causante de la dermatitis.

<p>Interruptores, Cables y Motores Eléctricos</p>	<p>Bifenilos Policlorados (PCB)</p>	<p>Son compuestos químicos que fueron prohibidos dados la cantidad de secuelas negativas en la salud humana y en el ambiente. Estos compuestos fueron usados como transformadores en aparatos electrónicos, se evidenció que al contacto con el aire, el agua y los climas, tuvo repercusiones en la escasa fecundidad de las mujeres, en la cantidad de espermatozoides. Generó síntomas como dolores de cabeza, cambios de piel, sarpullidos y entumecimiento, además, se relacionó con el aumento de cánceres de hígado, digestivo y de piel (GreenFacts, 2003). Este compuesto, también se encuentra en relación con los Bifenilos Policlorados (PBB) y los Terfenilos Policlorados (PCT) en particular por su difícil solubilidad y degradación.</p>
---	---	---

Fuente: elaboración propia.

Pero estos componentes y sustancias que se encuentran en los Aparatos Electrónicos y Eléctricos, hoy por hoy, pasan por determinados procesos que cuando se desechan contribuyen a generar secuelas negativas en la salud humana y en el ambiente, es decir, que el tratamiento por consumo conduce a la contaminación en el aire, agua y tierra. Los distintos consumidores o recicladores informales establecen tratamientos arbitrarios para desechar o reusar algunas partes, de modo que una de las acciones más comunes es la incineración de los RAEE. Tras esto, anualmente las emisiones a la atmósfera son de treinta y ocho toneladas de mercurio y dieciséis de cadmio. Y que para casos como los televisores cuando estos son incinerados inciden en la disminución de energía casi en 400 kJ/ kg. Sin contar que ciertos RAEE tienen PVC (policloruro de vinilo), y que no puede ser incinerado debido al gas altamente peligroso que exhala (Molina, 2012).

Otro aspecto que incide en la contaminación está relacionado con el depósito en los vertederos, puesto que de algunos aparatos se puede extraer la materia soluble por medio de un disolvente líquido, es decir, cuando no hay un control respecto al lugar y modo en que se arrojan los RAEE esto puede ocasionar la expulsión de sustancias peligrosas, sobre todo porque “el mercurio de los paneles de circuitos impresos, el PCB de los condensadores, los difeniletros polibrominados (PBDE) y el cadmio de plásticos concretos pueden disolverse en el suelo y las aguas subterráneas” (Molina, 2012, p.157). Es decir, que no por estar arrojados los RAEE en un lugar específico se garantiza que no haya ninguna repercusión en el ambiente, incluso, el contacto entre distintos desechos y los RAEE pueden generar incendios, que probablemente no podrán ser controlados y esto emitirá furanos y dioxinas altamente tóxicos (Molina, 2012).

Otro aspecto que es necesario tener en cuenta, es respecto a los procedimientos de reciclaje, puesto que se debe llevar un protocolo para el desmonte y reubicación de las partes, sobre todo si algunas partes van a ser reutilizadas tal y como se obtuvieron o si se van a triturar o establecer ciertos puntos de almacenamiento.

De esta manera, es posible detallar las consecuencias de cada uno de los componentes y sustancias que hacen parte de los RAEE, y que tal como fue mencionado se puede acentuar sino se tiene en cuenta el pertinente manejo. Es decir, que se vuelve indispensable problematizar el papel de los recicladores informales, quienes aunque parecen contribuir al reúso y reciclaje de los RAEE pueden ocasionar daños irreparables en su salud, en la de los demás y en el ambiente. Es inquietante, además, como estos datos son poco conocidos por los usuarios y parece que este fenómeno de los RAEE se vuelve un campo de preocupación solo para los académicos interesados y para algunos fabricantes. Es decir, que es necesario promover el buen manejo de los RAEE e informar de manera clara las secuelas de los malos manejos o almacenamientos

indebidos dentro de los hogares, en últimas que las distintas empresas se comprometan con esta situación y así mismo logren replicar su buena gestión a las personas en general, de modo que todos sean partícipes de este fenómeno que se agudiza con el pasar de los años.

5.3 Marco conceptual.

Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE): estos aparatos refieren exclusivamente a los que necesitan de corriente eléctrica o que generan, miden o transmiten dicha corriente; también hace parte de estos, aparatos que funcionan con campos electromagnéticos. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.

Aprovechamiento y/o Valorización: refiere a la acción de recuperar el valor remanente de los componentes de los residuos a través de la regeneración o el reciclado, también se puede recuperar el poder calorífico, todo ello depende del tipo de residuo del que se desee valorar. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.

Ciclo de vida del producto: refiere al principio que determina las etapas de determinado aparato teniendo en cuenta las etapas de investigación, diseño, producción, adquisición de materia prima, distribución y uso pos consumo. Lo cual permite establecer relaciones y efectos en cada una de las etapas llegando a un conjunto. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.

Concentración de una sustancia en el aire: es la relación entre el volumen o peso de determinada sustancia con el volumen de aire que se deposita. Resolución 601 de 2006. [Ministerio de Ambiente]. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. 4 de abril de 2006. Colombia.

Disposición Final: es el proceso en el que una vez seleccionado los residuos y haber obtenido material no aprovechable, se aísla y deposita en un lugar autorizado que evita daños en la salud de las personas y del ambiente, lo cual evita la contaminación. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.

Gestión Integral: refiere a un proceso articulado en que actúan de manera conjunta acciones operativas, de planeación, financieras, sociales, de política normativa, de evaluación, sociales de monitoreo, administrativas, educativas y de seguimiento donde se tiene en la cuenta la fabricación, aprovechamiento, procesamiento y uso final de los residuos para obtener beneficios ambientales y sanitarios de acuerdo a las necesidades particulares de cada lugar y garantizando la optimización económica del proceso. Decreto 351 de 2014. (Ministerio de Ambiente 2017). Por medio del cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud. 19 de febrero de 2014. Colombia.

Límite Máximo Permissible Promedio (LMPP): refiere al grado o medida de concentración de determinado elemento o sustancia física, química o biológica que caracteriza una emisión, la cual debe tener un promedio máximo aceptable para que no cause ningún tipo de daño en la salud humana ni en el ambiente. Debe ser cumplido de acuerdo a lo que establezca la

ley. Normalmente se expresa dicho nivel en mínimos, máximos o rangos. (Ministerio de Ambiente, 2017)

Norma de calidad del aire o nivel de inmisión: refiere al nivel de concentración que de acuerdo con la ley se permita en distintas sustancias que se incorporen en el aire. En Colombia el ente que establece el nivel es el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, quien vela por la salud humana y del medio ambiente (Resolución 601 de 2006. Ministerio de Ambiente). Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. 4 de abril de 2006. Colombia.

Prevención: son todas las medidas y estrategias que se establecen para optimizar el consumo de materias primas, así mismo a tener un buen manejo de los procesos, prácticas y tecnologías limpias. También se mejora el proceso de sustitución de materiales y sustancias peligrosas. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE.

Producción y consumo sostenible: es el proceso en donde se toman decisiones concretas para que se reduzca la cantidad de residuos, materiales y sustancias peligrosas que se generan en la producción de bienes y servicios. Esto permite disminuir el nivel de contaminación, fomentar conciencia en los consumidores sobre los efectos de los productos y sus residuos; y a nivel empresarial mejorar la productividad y competitividad. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE.

RAEE procedentes de Hogares Particulares: hace referencia a aquellos residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que por su cantidad y naturaleza se asemejan a los que se

desechan en hogares particulares, así estos provengan de alguna fuente industrial, comercial, institucional, entre otro. (ECOLEC, 2017)

Reciclado Mecánico: refiere a un proceso físico, en el cual, los residuos plásticos son recuperados para prolongar su uso. Estos residuos se clasifican en simples, compuestos y mixtos, el primero, indica que determinado residuo cuenta con un solo tipo de plástico; el segundo, que se encuentra mezclado con varios tipos de plástico; y el último, refiere al plástico que se mezcla con distintos residuos como papel, metal, cartón, entre otros. El primer paso para el procesamiento de dichos residuos consiste en separar los tipos de residuos y plásticos para luego ser triturados y lavados, promoviendo material apto para su reuso; luego se elimina el exceso de agua y se reduce su volumen compactando el plástico, es así como llega al proceso final conocido como extrusión en cual el plástico pasa de ser una masa homogénea a un granulador, es decir, finalmente quedan granos de plásticos. (Escuela de Ingeniería Industrial, 2017).

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) o E-SCRAP: hace referencia a aparatos eléctricos y electrónicos que consumen electricidad y están dañados, son apartados u obsoletos y se convierten en un residuo. En inglés se conoce como WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment). Y dentro de esto se puede clasificar electrodomésticos y distintos aparatos relacionados con los medios de información y comunicación como celulares, computadores, entre otros. (RAEE, 2017).

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Nueva: son aquellos residuos de aparatos que ingresan al mercado luego de haber establecido la reglamentación expedida por el Gobierno Nacional sobre dichos residuos. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Histórica: son todos los residuos de aparatos que estuvieron en el mercado antes de que se estableciera normativas específicas para estos expedida por el Gobierno Nacional. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Huérfana: son todos los residuos de aparatos que no cuentan con una marca que los identifique, es decir, que son clonados o que el productor ya no figura en el mercado. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE.

Residuo Peligroso: es aquel tipo de residuo que contiene ciertas características reactivas, tóxicas, explosivas, infecciosas, radioactivas corrosivas o inflamables que pueden producir algún daño en el ambiente y en la salud de las personas. Decreto 351 de 2014. (Ministerio de Ambiente 2017). Por medio del cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): son aquellos residuos que salen de las oficinas, comercio, y hogares que no alcanzan a pertenecer a la clasificación de peligrosos. También hace parte de estos residuos los que se obtienen tras limpiar las calles, zonas verdes y/o playas, al igual que los distintos enseres del hogar, escombros de construcción o animales muertos. Ley 10 de 1998. Sobre residuos. 21 de abril de 1998. España.

Manejo Integral: indica cada una de las medidas que son indispensables al momento de prevenir, reducir o separar la fuente, almacenamiento, acopio, transporte, valorización y/o aprovechamiento, importación, tratamiento, disposición final y exportación de residuos o desechos peligrosos. Se puede realizar de manera conjunta o individual pero que cada una

promueva a la reducción de contaminación del medio ambiente y a proteger la salud humana. Es decir, prevalece el interés por contrarrestar los posibles efectos negativos y nocivos a corto o largo plazo que se derivan del mal manejo de los RAEE (Decreto 4741 de 2005 Ministerio de Ambiente). Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.

En el *Anexo 2* se presentan otras definiciones que si bien no son conceptos principales para la siguiente investigación, es importante mencionarlos puesto que son conceptos que se consideran transversales al desarrollo del documento, por lo que su especificación, clarificación y delimitación resulta necesario.

5.4 Marco legal.

Existen variedad de decretos, normas, resoluciones y demás documentos legales que se han emitido y transformado a lo largo de los años sobre los RAEE, en particular, sobre la necesidad de implicar en este compromiso ambiental no sólo a los fabricantes o distribuidores sino también a los consumidores, lo cual permite evidenciar que es una problemática mundial que necesita tanto de medidas globales como locales. En este apartado se explora desde los primeros aportes realizados a nivel global sobre los RAEE hasta llegar a lo normativo en Colombia.

El primer aporte para el medio ambiente surge luego de la crisis presentada en el periodo posindustrial, donde se quería revisar los accidentes nucleares y la aceleración de producción de máquinas y demás aparatos. A partir de esto en 1972 se convoca desde la Asamblea General de las Naciones Unidas a la conferencia de Estocolmo, y de acuerdo con Moraga y Durán (2010) se

establece un plan de acción que condujo a la posterior creación del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo del Medio Ambiente (PUNMA). En 2004 se firma el Convenio de Estocolmo para regular el tratamiento de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), haciendo énfasis en la prohibición de producción, importación, utilización y exportación de los COP.

El 22 de marzo de 1989, se realiza el convenio de Basilea, allí se menciona la necesidad de reflexionar y tomar conciencia sobre los desechos peligrosos y los movimientos fronterizos que afectan tanto la salud humana como el ambiente (Munive y Corredor, 2010). También se señala la obligatoriedad por parte de cada Estado por velar la buena gestión de los residuos peligrosos y de impedir –si así lo desea– el ingreso de desechos que perjudiquen la salud y el ambiente dentro de su territorio. Aunque esto último puede variar si se devuelven los desechos al país de origen, en tal caso, se debe establecer un plan pertinente para enviarlos, de modo que durante el movimiento y viaje de estos no se afecte el ambiente ni la salud de los humanos. Dentro de las consideraciones generales se estipula que cada una de las partes que integran la convención, deben presentar por escrito la solicitud o restricción de ingreso de desechos peligrosos a su país, también garantizar la disminución de desechos y un manejo adecuado para la eliminación, en particular en quienes se encarguen específicamente de esta labor, para que no se generen situaciones negativas ni contaminantes; así mismo, promover por el mínimo movimiento transfronterizo de dichos residuos.

Dentro de este convenio se estipula, además, que el tráfico ilícito de desechos será considerado como delito, y se adoptarán las medidas necesarias sobre esta situación. Por otro lado, los Estados no se verán restringidos para que adicionen medidas a parte de las que ya fueron estipuladas. Es pues, como en esta convención queda claro el interés de distintos países por tener un control y manejo pertinente para los RAEE, en particular, frente al traslado de estos.

Aunque evidentemente no todo lo que se estipula se cumple a cabalidad, de allí que aún se realicen movimientos transfronterizos encaminados al beneficio de unos y al perjuicio de otros.

De acuerdo con Moraga y Durán (2010), en este mismo año se establece el protocolo de Montreal cuyo propósito se focaliza hacia el cuidado de la capa de ozono y al control de cada una de las sustancias agotadoras. En dicho documento los países se comprometen a disminuir la producción de gases CFC clorofluorocarbonos, bromuro de metilos y halones, los cuales suelen ser utilizados en aires acondicionados, sprays, extintores, y sistemas de refrigeración que contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono.

A finales del siglo XX, entró en vigencia el convenio Rotterdam, allí se establece la responsabilidad compartida respecto a los desechos peligrosos. Por otro lado, se menciona y fomenta los compromisos de los países por controlar en el comercio internacional los productos químicos peligrosos y plaguicidas, para que estos no generen secuelas negativas, ni en el ambiente ni en la salud de los humanos. También, contribuye a la utilización de aparatos desde una conciencia ambientalmente racional, allí se facilita el intercambio de información sobre sus características, y se establece un proceso nacional donde se toman las decisiones acerca de la importación y exportación de los distintos productos (Convenio de Rotterdam, 2008).

Es pues como este convenio cuenta con ventajas tales como la notificación de exportación, responsabilidad compartida, adopción de decisiones fundamentales, sistema de alerta temprana, información adjuntada a las exportaciones y redes de autoridades nacionales designadas (Convenio de Rotterdam, 2008). Allí también se detallan, mediante el anexo III, los productos químicos que están sujetos al procedimiento de consentimiento fundamentado previo. Los cuales pueden ser peligrosos o altamente peligrosos, estos son: alaclor, aldicarb, aldrina,

azinfos-metilo, binapacril, captafol, clordano, clordimeformo, clorobenzilato, DDT, dieldrina, dinitro-ortho.cresol, dinoseb, endosulfán, dicloruro de etileno, óxido de etileno, fluoroacetamida, HCH, heptacloro, hexaclorobenceno, lindano, compuestos de mercurio, metamifodos, monocrotofos, paratión, pentaclorofenol, toxafeno, compuestos del tribulito de estaño, fosfamidon, metil.paratión, amianto, eter de octabromodifenilo, eter de pentabromodifenilo, acido perfluorooctano, sulfonamidas de perflurooctano, perflurooctano sulfonato de potasio, perflurooctano sulfonato de litio, Bifenilos polibromados, bifenilos policlorados, terfenilos policlorados, tetraetilo de plomo, tetrametilo de plomo y fostato de tris (Secretaría para el Convenio de Rotterdam, 2015).

Sin duda, todas estas especificaciones permiten ampliar el panorama y realidad a la que se enfrentan las sociedades cuando surgen nuevos aparatos, mezclas y sustancias que a pesar de estar destinadas a mejorar algun ámbito, terminan por perjudicar en distintas proporciones el aire, el agua, la tierra y salud de las personas.

Para el caso colombiano se han establecido grandes iniciativas y propuestas en pro de un manejo integral de los residuos, de acuerdo con Moraga y Durán (2010) Colombia fue pionera en Latinoamérica con la creación en 1979 del Código de Recursos Naturales. Cinco años después fue promulgada la Ley Sanitaria, en consecuencia desde esta década se puede observar cómo se han transformado las leyes para, abarcar los recursos naturales y su protección esto se puede observar en el anexo1.

Llama la atención en la investigación La Ley 99 de 1993 pues es aquella que se creó para reglamentar la creación del Ministerio de Ambiente y organización del Sistema Nacional Ambiental (SNA), esta entidad tendrá como base los principios estipulados en 1992 sobre la

Declaración de Río de Janeiro acerca del Medio Ambiente y Desarrollo, y fijará sus rumbos de atención a partir de las particularidades del contexto colombiano, reconociendo de este país la biodiversidad y la necesidad de conservarla como patrimonio. Es así como se estipula destinar presupuesto para prevenir, corregir y restaurar el deterioro ambiental, así mismo garantizar la conservación de los recursos naturales. Es también materia de interés para este nuevo Ministerio tomar las medidas pertinentes para prevenir desastres o mitigar los efectos ante los mismos.

En esta ley se hace explícito los objetivos y funciones del Ministerio de Ambiente y del Sistema Nacional Ambiental, SINA, al igual que la estructura de estos y la necesidad de crear el Consejo Nacional Ambiental para integrar a representantes de distintos Ministerios y dependencias y así asegurar la coordinación intersectorial a nivel público. Un apartado importante dentro de la ley 99 consiste en el apoyo científico con el que contará el Ministerio, en particular con la ayuda de distintos institutos tales como el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "Sinchi", el INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis"), el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico "John Von Neumann" y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt"; los cuales posibilitan conocer las condiciones particulares del territorio colombiano y enlazar los objetivos propios del Ministerio.

Otro aporte será mediante las distintas Corporaciones Autónomas Regionales, tanto en la creación de unas como la modificación de otras, y las tasas retributivas y compensatorias que serán definidas desde el título VII de la presente ley. También se habla de la autorización que brinda la autoridad ambiental para la ejecución de determinada actividad la cual debe estar sujeta a los requisitos relacionados con prevenir, mitigar, corregir, compensar y manejar los efectos

ambientales de una obra o actividad que deberá recibir una licencia ambiental. Finalmente la ley detalla aquellos aspectos relacionados con los principios normativos, procedimientos y trámites de participación ciudadana, sanciones y creación del Fondo Nacional Ambiental.

En la actualidad las políticas colombianas han realizado reformas para integrar los recursos naturales y su protección, es el caso de la Resolución 0372 de 2009 la cual fue emitida con el fin de establecer los elementos que deben ser incluidos en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, es decir que tanto fabricantes como importadores deben participar de los planes de gestión e informar a los consumidores y usuarios acerca de los riesgos que se generan a partir de las batería de plomo acido.

Los elementos que deben tener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Baterías Usadas Plomo Ácido son: resumen ejecutivo, información específica, actores y nivel de participación, instrumentos de gestión y, planificación y seguimiento.

El segundo elemento debe contar con la siguiente información: tipo de batería, peso, vida útil, marca, presentaciones, características, cantidad de unidades y peso de baterías de plomo de ácido, tamaño, cantidad de dicho material usado y recogido. En el tercer elemento deben participar los distribuidores, comercializadores, usuarios finales, receptores y demás actores que hagan parte del plan de gestión. En el elemento de instrumentos de gestión se presentan las siguientes etapas: procedimiento y mecanismo para la devolución de baterías, localización y descripción geografía de los centros de acopio, frecuencia de transporte y recolección, descripciones de las operaciones de manejo, plan de capacitación para prevenir y contar con manejo de contingencias, instrumentos de gestión que serán utilizados para lograr la devolución

de las baterías pos consumo, y mecanismos de comunicación para los consumidores. En el siguiente elemento se detallan seis etapas: conteo de unidades a recoger, cronograma anual de ejecución, costo anual del plan, mecanismos para control y registro de los resultados, procedimiento para manejar la información y presentación de distintos indicadores de desempeño ambiental.

En la última parte de la resolución se hace referencia a los centros de acopio, a la actualización del plan y a las prohibiciones sobre el uso y destino de las baterías pos consumo. En esto último se aclara y prohíbe disponer estas baterías en rellenos sanitarios, realizar algún proceso de transformación, ubicar centro de acopio en zonas residenciales, entregar las baterías para actividades fuera de las establecidas, dejarlas abandonadas en zonas urbanas o rurales, quemar o verter cualquier líquido sobre estas. En últimas este documento permite tener claridad de cómo algunos aparatos o componentes eléctricos y electrónicos dan cuenta de un mayor riesgo sobre otros, de allí el énfasis e integración dentro de planes ambientales a nivel nacional.

Por otro lado La Resolución 1512 de 2010 establece sistemas para la recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de computadores y/o periféricos. Esto establece para los productores de computadores la implementación de sistemas de recolección selectiva donde se incluye tanto los personales como portátiles y las impresoras. Dentro de las principales características del sistema de recolección está la posibilidad de que los consumidores devuelvan los computadores a través de determinados puntos de recolección y que esto no genere ningún costo, y que se logre examinar y establecer si es posible reusar algunos de sus componentes.

Los elementos con los que deben contar los sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos deben estar relacionados con la

información que se presenta de cada producto. Si se considera necesario deberá contar con la identificación, nacionalidad y domicilio del productor, del operador del sistema, y/o de otros actores privados o públicos. Así mismo se podrá informar mediante los mismos aparatos los lugares de cubrimiento geográfico en términos de recolección y manejo integral.

Cada año los productores deberán redactar un informe que de muestra de los resultados obtenidos a partir del Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos. En dicho informe se debe mostrar los avances en cuanto a la implementación de dicho sistema; la cantidad de computadores recogidos; el alcance de las metas respecto a la recolección, cubrimiento geográfico y puntos de recolección; la información obtenida de las personas que realización actividades de transporte, recolección, reacondicionamiento, almacenamiento, reúso, tratamiento, aprovechamiento, valoración y disposición final; los instrumentos de gestión implementados para garantizar la devolución de los computadores por parte de los consumidores; los mecanismos de comunicación y cualquier otro tipo de información que sirva de evidencia de la implementación del sistema de recolección.

Finalmente se mencionan las obligaciones para los productores, proveedores y consumidores. Se establece como obligación para los productores, formular y presentar el sistema de recolección selectiva para ser aprobada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; alcanzar las metas mínimas, poner a disposición distintos puntos de recolección para el público, teniendo en cuenta el mercado y densidad de la población; garantizar el uso de contenedores pertinentes para la recolección, el transporte y la debida gestión del tratamiento, aprovechamiento, valorización y disposición final, de acuerdo con la norma vigente; asumir los costos de recolección y gestión; desarrollar y financiar campañas de información para el público en general; establecer mecanismos de información continua y brindar información

sobre la obligatoriedad de no disponer los residuos de computadores en los rellenos sanitarios, es decir, que estos componentes no pueden ser considerados simplemente como residuos sólidos domésticos.

En cuanto a la obligación de los proveedores se estipula que deben hacer parte de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental; aceptar la devolución de residuos de computadores e informar a los consumidores sobre los puntos de recolección; disponer sin costa para los productores un punto de recolección; garantizar la seguridad de los contenedores; apoyar en las campañas a los productores; y diligenciar planillas sobre el control de los residuos.

Por último, para los consumidores se estipula la obligación de entregar los residuos de computadores a los puntos establecidos; seguir las instrucciones respecto al manejo seguro de estos; y separar los residuos de computadores de los residuos domésticos.

Así mismo otra ley desarrollada dentro del marco constitucional colombiano sobre el medio ambiente y los recursos naturales, es la Ley 1672 de 2013, es uno de los documentos más recientes y completos desarrollados por Colombia en cuanto a los RAEE. Esta ley establece los lineamientos para la política pública de gestión integral de los RAEE generados en el territorio nacional, y para ello menciona nueve principios rectores entre los que se encuentra: la responsabilidad extendida del productor, participación activa, creación de estímulos, descentralización, gradualidad, ciclo de vida del producto, prevención, producción y consumo sostenible, e innovación, ciencia y tecnología. Allí también se fijan las responsabilidades para el Gobierno Nacional, los productores, proveedores, gestores que realicen el manejo y consumidores.

El Gobierno Nacional debe garantizar un medio ambiente saludable, diseñar una política pública de gestión integral sobre los RAEE, ordenar a los productores para que implementen sistemas de recolección y gestión, generar espacios de participación, vigilancia, inspección y control para la gestión de los RAEE, establecer mecanismos de vigilancia, apoyar la promoción de la gestión ambiental segura, establecer estímulos, acciones, procedimientos y sanciones para cada persona que hace parte de la gestión de los RAEE, llevar un registro de los productores y comercializadores para promover los sistemas de recolección y gestión, facilitar la migración de materiales amigables ecológicamente, establecer junto con el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial los lineamientos y requisitos de los sistemas de recolección y finalmente establecer un mecanismo de información sobre la generación y manejo de los RAEE mediante el Sistema de Información Ambiental.

El productor es responsable de establecer un sistema de recolección y gestión ambientalmente seguro teniendo en cuenta lo estipulado por la ley, desarrollar sistemas de gestión y recolección de los RAEE, priorizar el aprovechamiento u valorización, manejar los RAEE con empresas que cuenten la licencia para ello, brindar la información pertinente para desmontar e identificar los distintos componentes para su reúso o reciclado, informar a los usuarios sobre los productos y parámetros para la efectiva devolución y gestión, disminuir el impacto ambiental de cada uno de sus productos por medio de distintas estrategias, diseñar estrategias para la eficiente devolución, recolección y demás procesos hasta llegar a la disposición final, desarrollar campañas informativa, aceptar la devolución de los RAEE, informar sobre los componentes o sustancias nocivas que contenga el aparato, informar sobre la prohibición de los usuarios para depositar los RAEE en desechos domésticos, y garantizar el manejo de metales o pesados o sustancias peligrosas.

El comercializador debe brindar apoyo logístico y técnico al productor para la gestión y recolección de los RAEE de la manera más segura y controlada. El usuario o consumidor tienen la responsabilidad de entregar los RAEE en los lugares destinados para tal fin, asumir su corresponsabilidad, reconocer y respetar el derecho de tener un ambiente saludable. Y para el caso de los gestores estos deben cumplir con los estándares técnicos que se fijen para la recolección y gestión de los RAEE, garantizar un adecuado y seguro manejo de los RAEE que contribuyan a la disminución de secuelas negativas en el ambiente y en la salud.

Es así como esta ley busca minimizar la producción de RAEE, promover una gestión integral, incentivar el aprovechamiento de los RAEE en cada etapa generando empleo y siendo un sector viable económicamente, así como promover la plena participación e integración de todos los involucrados en la fabricación, comercialización, uso y disposición de los aparatos eléctricos y electrónicos.

Es pues como a lo largo del presente apartado se dio cuenta de ciertas transformaciones históricas normativas, en las cuales se evidenció para el caso colombiano, la necesidad de hacer especificaciones respecto al uso y disposición final de los RAEE, así como de fomentar un compromiso por parte de la sociedad en general. Es decir, que las secuelas de los RAEE pueden ser mitigadas con la ayuda de todos.

También se pudo vislumbrar cómo a partir de las gestiones internacionales se focalizaron particularidades para Colombia y cómo la implementación de distintas estrategias ha promovido en la actualidad a ser más conscientes de la realidad ambiental. Cabe señalar que aún falta consolidar procesos que permitan a todos los ciudadanos contribuir a la disminución de contaminantes así como contar con mayor educación ambiental para que desde la casa hasta la

vereda o desde el joven hasta el adulto mayor logren actuar el pro de la salud humana y del medio ambiente.

5.5 Marco histórico.

La presente investigación está dirigida hacia la empresa IQE, de modo que se hace necesario conocer la filosofía de ésta y evidenciar la pertinencia de proponer la implementación de una línea productiva para la disminución de RAEE.

IQE fue fundada en el año 1968, con el pasar de los años fue creando sedes en distintos países como Puerto Rico, Venezuela y Colombia durante el año 1975. Cinco años después inició en Chile, y en 1984 se estableció en Perú y Ecuador. La empresa IQE cuenta con cuatro dependencias, las cuales buscan contribuir a las necesidades de la sociedad desde distintas funciones operarias. La primera dependencia o grupo es Electrónica, donde se ofrece servicio logístico a la remanufactura de aparatos electrónicos, realizando para ello diagnósticos y pruebas, reacondicionamientos cosméticos, reparaciones, o la ejecución de procedimientos necesarios como almacenamiento, empaque, control de inventarios y distribución de aparatos electrónicos. También se realiza la venta de aparatos, partes y componentes para las distintas empresas cuyos productos y servicios estén relacionados con los AE. La siguiente dependencia es Reciclado, allí hay las distintas herramientas especializadas para realizar un buen tratamiento al reciclado PET, en Uruguay cuentan con dos plantas exclusivas para estos procedimientos.

La tercera dependencia es Cosmética, este grupo se encarga de realizar el debido reacondicionamiento de los distintos aparatos electrodomésticos y/o AE, allí efectúan un proceso meticuloso donde se investiga y desarrolla las estrategias más pertinentes para devolver la

aparición física del aparato, optando para el caso de la pintura un lijado neumático, o con removedores especiales o con procesos de *sand blast*. Aquí persiste el interés de las necesidades del cliente, de modo que, también se recuperan y reparan cubiertas metálicas y plásticas. En este proceso de reparación y remanufactura son incluidos todos los aparatos de la línea blanca, gris y marrón. Finalmente la cuarta y última dependencia es Logística, donde se realiza un plan integral para cualquier producto, proporcionando control de inventarios, almacenamiento seguro, inspección de seguridad, y métodos de empaque, teniendo en cuenta el logo del cliente y la medida precisa para garantizar su buen estado. De acuerdo a las necesidades, también, se realiza la debida separación de las partes o accesorios del producto.

Al ver el impacto tan grande de la empresa, es fundamental preocuparse por las formas de manejar los RAEE, en consecuencia la relevancia de la siguiente investigación se ubica en el marco del contexto anteriormente desarrollado. En donde se elaboró un modelo para implementar una línea productiva de recuperación del material desechado y así se desarrolló una contribución para aportar al área de la conservación de los recursos naturales, el ahorro de espacios destinados a almacenar los desechos y reducir la contaminación del medio ambiente, mediante el ahorro de energía, lo que a su vez promueve a que la empresa obtenga una disminución de costos en la producción y se generen nuevos empleos de responsabilidad social y empresarial.

La gestión ambiental de los residuos y desechos, como los producidos por la RAEE no solo implican un beneficio para el medio ambiente, la tierra y la calidad de vida del ser humano y de otras formas de existencia, sino que resulta así mismo conveniente para la empresa, pues fomenta la reducción de costos y una producción con conciencia y responsabilidad social. Al respecto García (2008) explica que las empresas deben demostrar a la sociedad un compromiso

con el medio ambiente y valorar la implementación de algún sistema de gestión ambiental que se puede considerar como una inversión a futuro y como una estrategia empresarial (p.43). Como parte de esta gestión ambiental el proyecto ofreció la formulación una línea productiva para la disminución de e-scrap en la empresa IQE.

En este sentido el proyecto es de suma relevancia para la empresa puesto que se ajusta con los lineamientos actuales en los que enmarca IQE, que son aumentar la producción y las ganancias, pero reduciendo la contaminación y los costos. También el proyecto se plantea, como un ejemplo para otras empresas que requieran disminuir los desechos y residuos, así como para otras investigaciones que tengan objetivos en común, por lo que su aporte se plantea más allá de la misma empresa, puesto que también realiza un aporte a nivel académico e investigativo.

6. Tipo de investigación

6.1 Investigación aplicada.

El tipo de investigación en el que nos apoyamos para el presente proyecto fue en base a la Investigación aplicada, que para Murillo (2008) recibe el nombre de Investigación práctica o empírica y se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, luego se implementa y sistematiza la práctica basada en investigación, que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Con el fin de ofrecer un referente comprensible de la expresión “investigación aplicada”, se expone el concepto dado por el autor José Padrón Guillén, especialista en paradigmas epistemológicos e investigación aplicada quien referencia, en general, a aquel tipo de estudios

científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas.

Es por ello que concertamos con la definición descrita por el autor Padrón (2007) donde básicamente la investigación aplicada busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, y dependiendo de los avances y resultados que la investigación básica vayan arrojando lo que le interesa realmente al investigador son las consecuencias prácticas de dicho modelo investigativo.


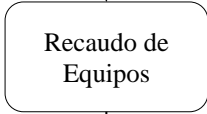
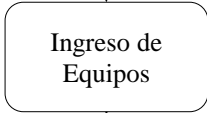
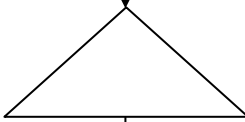
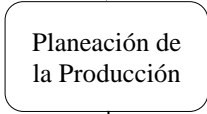
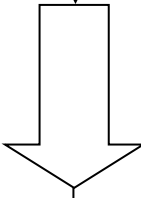
7. Diseño metodológico.

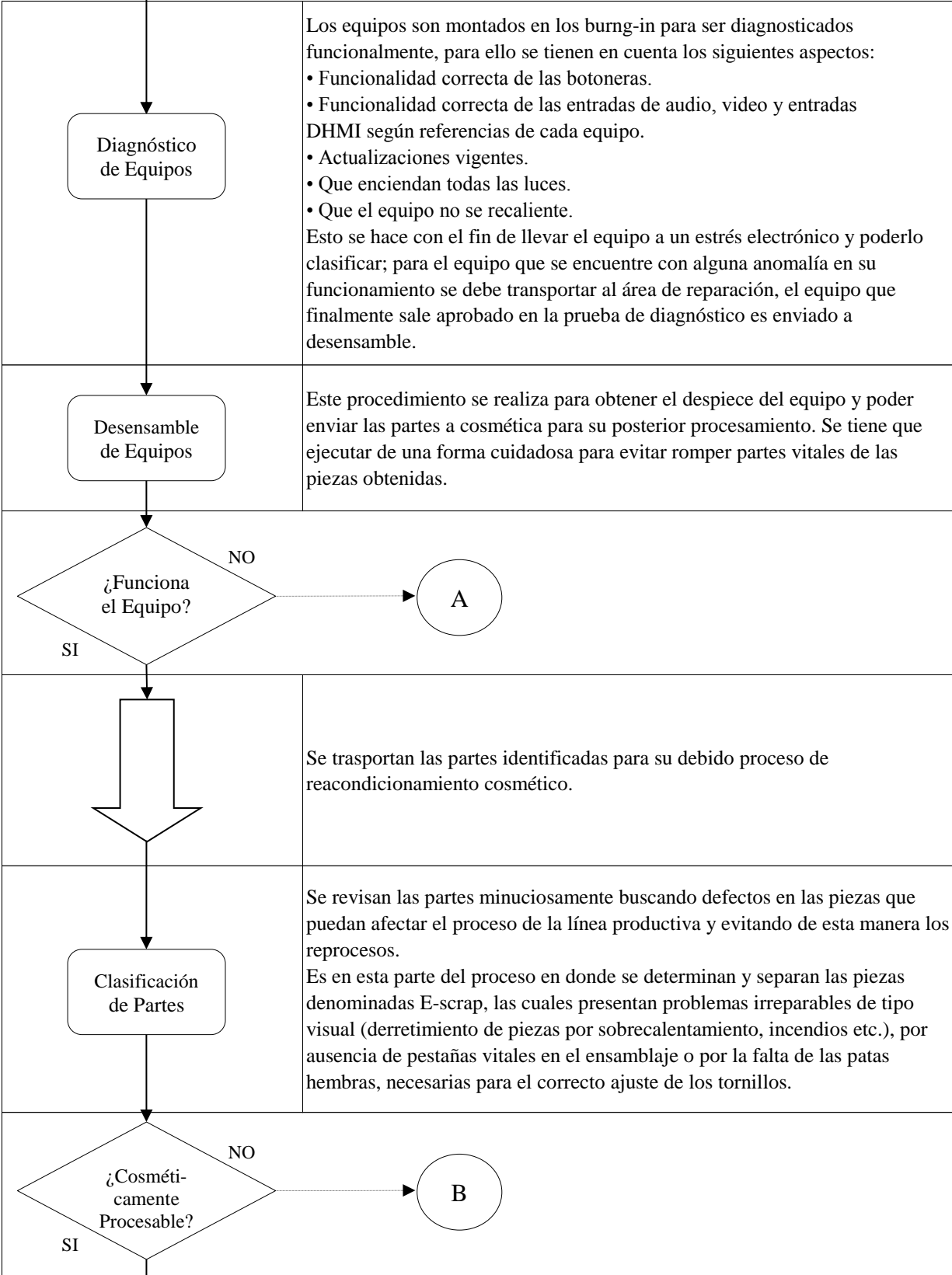
El método de investigación realizado en este proyecto es de tipo documental, el cual consiste en la recolección de información especializada en el tema extraída directamente de artículos, tesis, libros, noticias, documentales, revistas científicas y técnicas de observación, audición e indagación con especialistas en el tema de procesos de producción. Con el fin de poder analizar, detallar y establecer cuáles son las características y problemáticas que se tienen actualmente en la fuente del problema y a su vez poder conocer cuáles son las entradas, salidas, recursos, herramientas y variables del mismo, la investigación se orienta a lograr un nuevo conocimiento destinado a solucionar un problema específico de productividad, a través de herramientas claves como bases de datos para el análisis de la información, el Diagrama de Flujo para describir la situación actual del problema en el área donde se identificó el cuello de botella, el Diagrama de Operaciones el cual permite proponer de forma gráfica la solución propuesta describiendo en secuencia cada una de sus actividades y el Layout correspondiente al bosquejo de la distribución en planta de todos los elementos pertenecientes a la propuesta en general de implementación de la línea productiva.

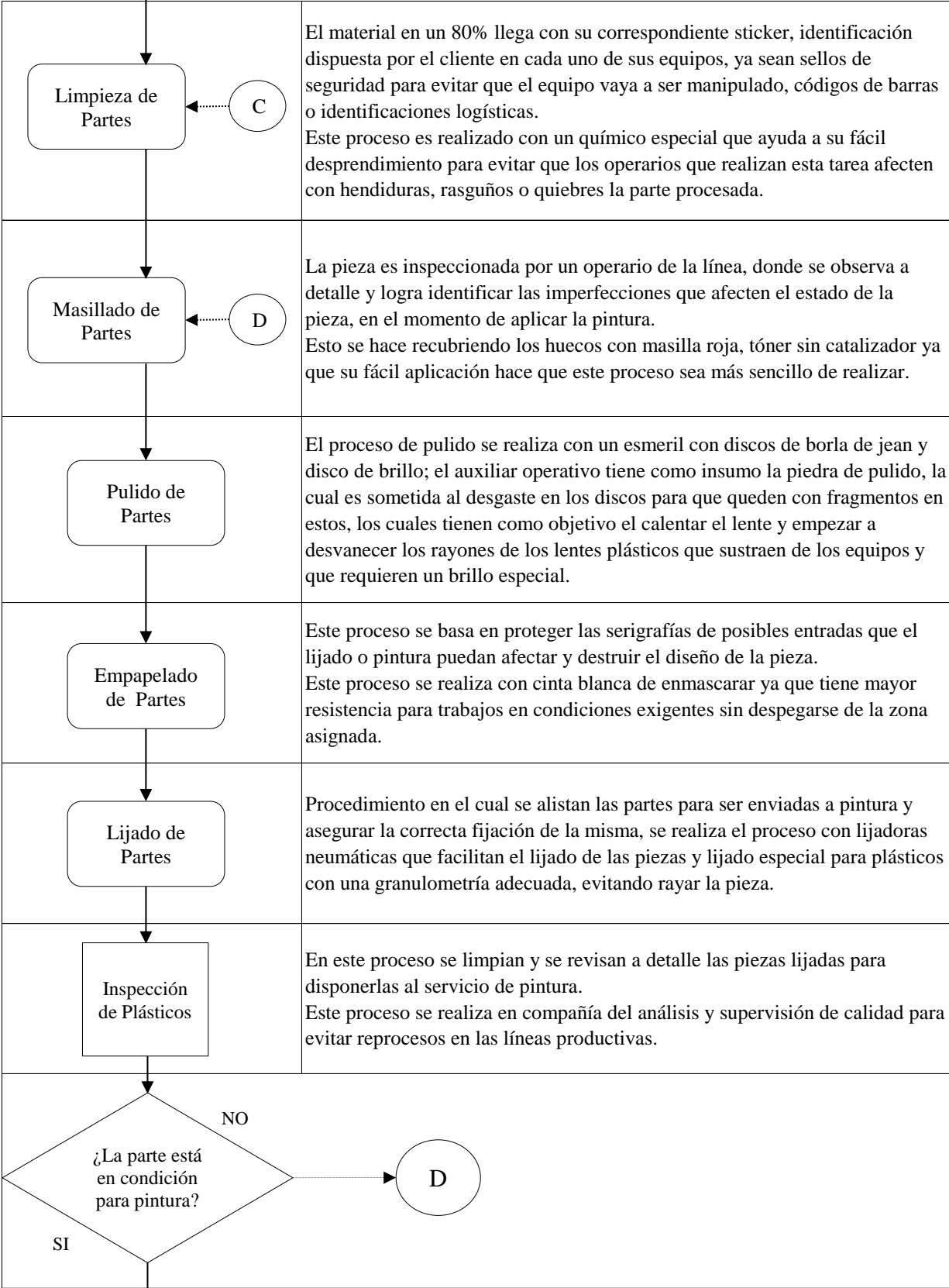
Capítulo 2

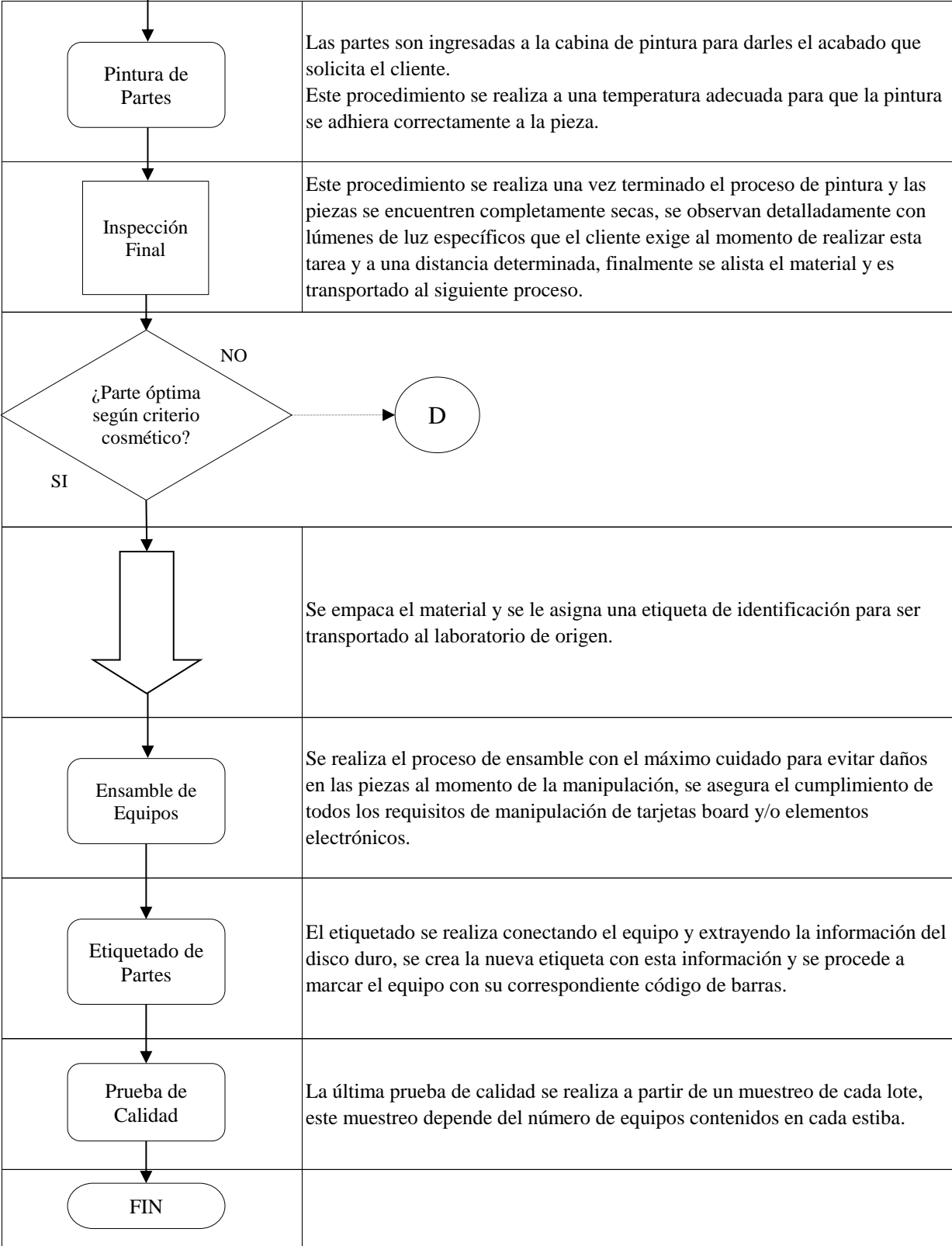
ANÁLISIS DEL PROBLEMA

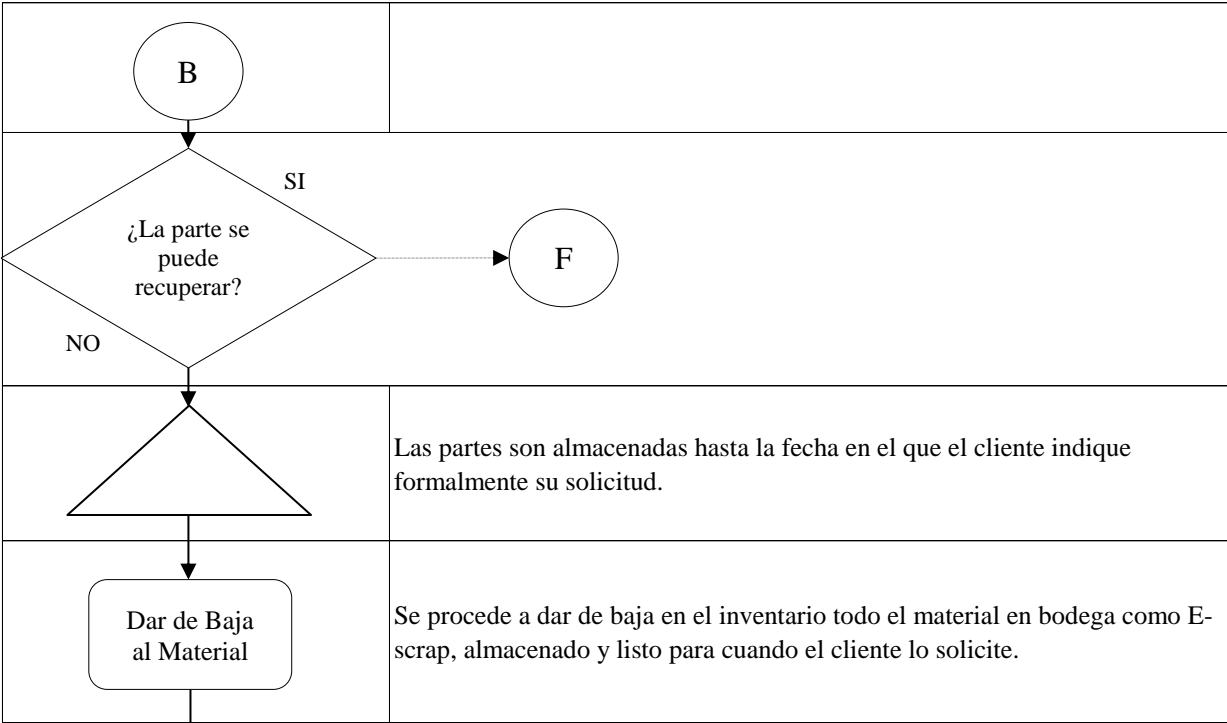
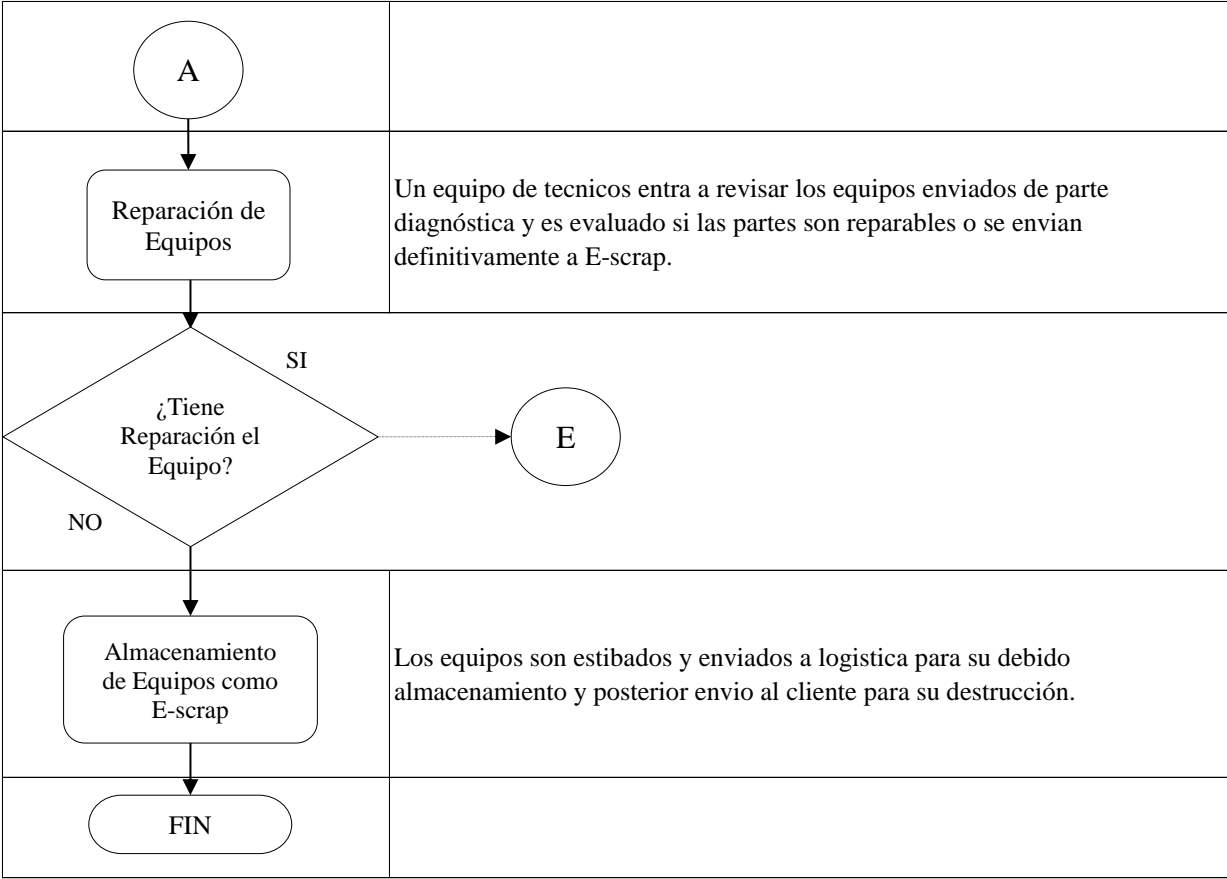
GRAFICA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA INFORMACIÓN SOBRE EL PROBLEMA

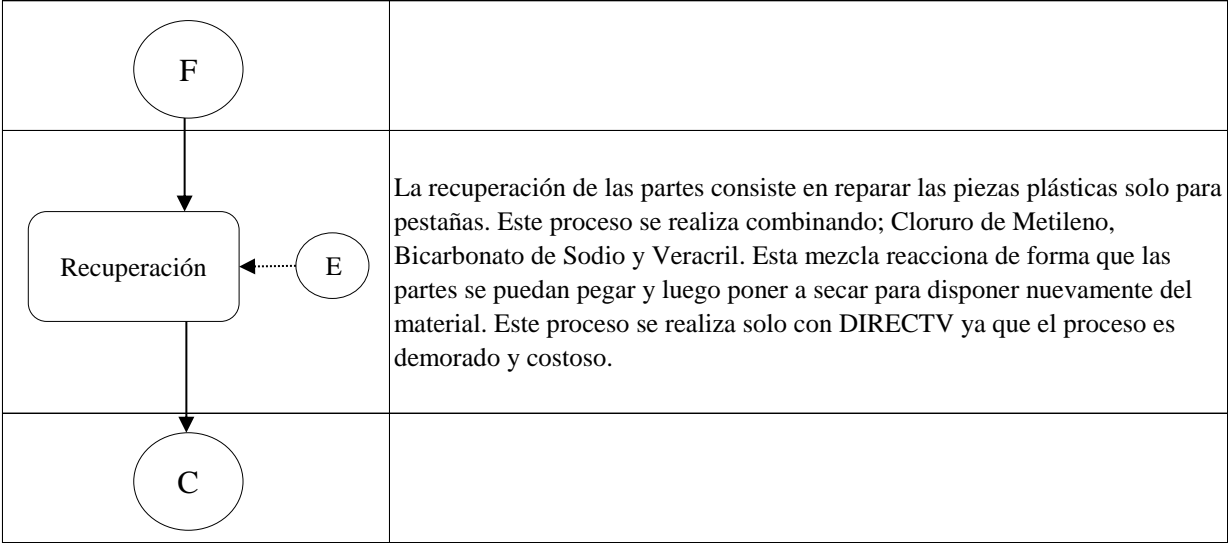
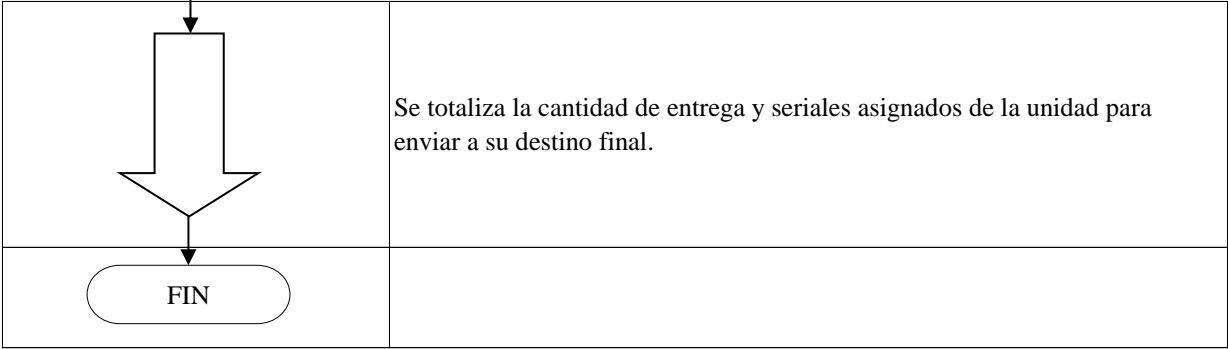
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	
	<p>El recaudo de los equipos se gestiona directamente por el personal de IQE, estos son los encargados de visitar la totalidad de usuarios de cada cliente de la compañía, con el fin de reunir los equipos que estando en uso, por diferentes causas se les gestiona el respectivo desmontaje.</p>
	<p>Una vez el personal encargado de recaudar, tiene en su poder el equipo, es transportado a las bodegas para el respectivo proceso de almacenamiento. Este servicio se gestiona a través de las listas maestras que envían cada uno de los clientes y son centralizadas en IQE para que sean programadas las rutas de transporte y almacenamiento de estos equipos.</p>
	<p>Se almacenan los equipos hasta que sean programados en la producción.</p>
	<p>La planeación de la producción se hace conforme a las necesidades de los clientes y las metas propuestas en cuanto a la capacidad instalada de los usuarios finales, de igual forma se tienen como base los equipos disponibles en bodegas listos para procesar y ser diagnosticados en IQE. De esta manera se planea la producción y se ponen a disposición la cantidad de equipos necesarios, para enviar a cada uno de los diferentes laboratorios.</p>
	<p>Los equipos anteriormente planteados según los requerimientos de los clientes y equipos disponibles en bodegas son debidamente paletizados e identificados para ser transportados a su respectivo laboratorio.</p>











Fuente: elaboración propia.

Capítulo 3

Aplicación de la solución al problema

Para alcanzar parte de los objetivos específicos del proyecto se inició con la recopilación de una serie de información, análisis, selección y organización detallada de la misma, relacionada al proceso mensual de equipos de los clientes con mayor material desensamblado en estado de almacenamiento en la organización, (UNE, CLARO, DIRECTV).

Una vez totalizado el número de equipos, tomados del inventario final, periodos anuales del 2015 y 2016, y exclusivamente los almacenados a partir de seis o más meses desde su fecha inicial de traslado a bodega, definidos RAEE por sus condiciones ambientales y locativas de almacenamiento, clasificadas por el deterioro inevitable y específico de un solo tipo de desperdicio; el electrónico, (Tarjeta Board) y que a su vez está desechando material reutilizable, el cual al hacer parte de un equipo totalmente ensamblado, es considerado E-scrap; permitió definir estrictamente las variables necesarias a fin de obtener el número total de las piezas reprocesables y las piezas E-scrap en factores medibles, lo que continuamente permitiría evaluar el proceso real de disminución de E-scrap, además de que las causas potenciales de emisión de residuos no solo son generadas por la exposición prolongada de la Board a la intemperie lo que produce fallas electrónicas e incurre en gastos por ocupación de espacio en almacenamiento, sino que también son almacenadas partes que se acumulan por la falta de otras partes que pueden estar en la misma condición de reproceso para completar así el ensamble de un equipo. También se resalta que la Board es un tipo de desecho Electrónico que comúnmente, beneficia más incurrir en un gasto de almacenamiento a incrementar costos por el reproceso del mismo, y es como a la fecha se realiza la disposición final de este residuo, dándole de baja y sacándolo de

bodega como residuo no reutilizable, cada una de estas causas tomadas en cuenta como indicador para la gestión de mejora continua del proceso cosmético de IQE.

Esto se llevó a cabo subdividiendo el número de partes individuales en primer lugar plásticos que por su contenido son 100% reutilizables, de los desechos electrónicos los cuales son agrupados en un segundo plano destinados finalmente a su destrucción total.

Tabla 2

Kardex 2015 y 2016: Número de partes CLARO en estado E-scrap.

CLARO (345.000 piezas/año)

EQUIPO	N5266CL	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	7.500	-	33.372	40.872
	Chasis	5.892	-	32.544	38.436
	Lente	5.784	-	131.556	137.340
Excluye	Board	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	19.176	-	197.472	216.648
		8,85%	-	91,15%	100%

EQUIPO	SKYWORTH	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Frontal	-	-	3.240	3.240
	Board				
Excluye	Carcasa	Material no reprocesable para la línea de producción			
	Chasis				
	TOTAL	-	-	3.240	3.240
		-	-	100,00%	100%

EQUIPO	DC211	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	4.848	-	57.708	62.556
	Chasis	4.848	-	57.708	62.556
	Lente	-	-	-	-
Excluye	Board	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	9.696	-	115.416	125.112
		7,75%	-	92,25%	100%

Fuente: IQE.

Tabla 3*Kardex 2015 y 2016: Número de partes UNE en estado E-scrap.*

UNE(111.213 piezas/año)

EQUIPO	SAGEMDI85	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	108	-	14.028	14.136
	Chasis	63	-	11.790	11.853
	Lente	840	-	13.569	14.409
Excluye	Board	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	1.011	-	39.387	40.398
		2,50%	-	97,50%	100%

EQUIPO	SKYWORTH	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Frontal	932	-	11.908	12.840
	Lente	416	-	14.736	15.152
	Sobrefrontal	372	-	11.436	11.808
	Tapa	48	-	8.752	8.800
Excluye	Board	Material no reprocesable para la línea de producción			
	Carcasa	Material no reprocesable para la línea de producción			
	Chasis				
	TOTAL	1.768	-	46.832	48.600
		3,63%	-	96,36%	100%

EQUIPO	OPENTEL	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Lente	1.173	-	21.042	22.215
	Board	Material no reprocesable para la línea de producción			
Excluye	Carcasa	Material no reprocesable para la línea de producción			
	Chasis	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	1.173	-	21.042	22.215
		5,28%	-	94,72%	100%

Fuente: IQE.

Tabla 4*Kardex 2015 y 2016: Número de partes DIRECTV en estado E-scrap.*

DIRECTV (157.146 piezas/año)

EQUIPO	L 22	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Frontal	5.202	16.116	23.100	44.418
Excluye	Board Carcasa Chasis	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	5.202	16.116	23.100	44.418
		11,71%	36,29%	52,00%	100%

EQUIPO	L12 700	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Frontal	4.112	18.332	36.680	59.124
	Tapa	304	2.464	29.076	31.844
Excluye	Board Carcasa Chasis	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	4.416	20.796	65.756	90.968
		4,86%	22,86%	72,28%	100%

EQUIPO	LH 26	Scrap	Recuperación	Cosmética	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	312	52	19.632	19.996
	Lente	44	-	1.720	1.764
Excluye	Board Chasis	Material no reprocesable para la línea de producción			
	TOTAL	356	52	21.352	21.760
		1,64%	0,24%	98,12%	100%

Fuente: IQE.

De una muestra de 3 equipos con resultados seguros respecto al número total de partes individuales para 3 clientes diferentes, se logra identificar y analizar que clasificar nuevamente el material E-scrap, con el fin de reciclar y reutilizar este material como parte de la materia prima, significó recuperar 42.798 piezas para reprocesar en un periodo anual, reducir efectivamente los tiempos de entrega de producción, completando así, en un porcentaje significativo el número de equipos para entrega a los clientes de mayor manufactura en IQE y disminuir los costos, tiempo y espacios de almacenamiento de la compañía.

Tabla 5*Resumen: Número total de partes reprocesables en IQE.***REPROCESO** (42.798 piezas/año)

CLIENTE	UNE	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	108
	Chasis	63
	Frontal	932
	Sobrefrontal	372
	Tapa	48
	Lente	2.429
	TOTAL	3.952

CLIENTE	CLARO	TOTAL
Partes Reprocesables	Carcasa	12.348
	Chasis	10.740
	Lente	5.784
	Frontal	-
	TOTAL	28.872

CLIENTE	DIRECTV	TOTAL
Partes Reprocesables	Frontal	9.314
	Tapa	304
	Carcasa	312
	Lente	44
	TOTAL	9.974

Fuente: IQE.

Tabla 6*Resumen: RAEE (Partes Irrecuperables).***RAEE** (19.078 piezas/año)

CLIENTE	UNE	CLARO	DIRECTV	TOTAL
RAEE	1.317	14.436	3.325	19.078
TOTAL	6,9%	75,7%	17,4%	100%

Fuente: IQE.

Al proponer la implementación de una línea productiva para disminuir la basura electrónica se tuvo en cuenta de primera mano una solución para disminuir los equipos enviados a E-scrap y de esta manera minimizar el impacto ambiental que se genera desechando todo este material; aunque actualmente se manejan empresas especializadas para el desecho de todos estos residuos electrónicos, lamentablemente no se cuenta con una completa gestión para destruir los equipos evitando que causen un daño inevitable por mal desecho al medio ambiente.

Con esta solución se garantiza que la Tarjeta Board y dispositivos electrónicos que son los que finalmente llevan todos los componentes peligrosos al medio ambiente se les brinde un uso adecuado, y a su vez que el aparato electrónico se utilice durante toda su vida útil y no se haga desperdicio de su uso desechándolo como RAEE.

Para cumplir con este objetivo se analizaron en primer lugar los datos de los equipos destinados a E-scrap, situando el escenario propuesto para la implementación de la línea productiva y teniendo en cuenta el análisis de los datos estadísticos de RAEE a nivel Colombia, por tanto se logra evidenciar la disminución real de basura electrónica y su contribución al medio ambiente.

Tomando de base los datos históricos de la compañía, es notable el traslado de partes para almacenamiento por falta de piezas en el ensamble total de un equipo, situación que se presenta porque en el despiece una o varias de las partes son dadas de baja y enviada a E-scrap durante el proceso cosmético; la afectación para el ensamble final del equipo es notoria y no puede ser concluida, por tanto las piezas son almacenadas finalizando así su vida útil.

Tabla 7*E-scrap: Total CLARO.*

CLARO (equipo/peso)

EQUIPO	SCRAP POR AÑO	PESO EN KG	TOTAL
N5266CL	19.176	6	115.056
SKYWORTH	-	-	-
DC211	9.696	8	77.568
TOTAL	28.872	14	192.624

Fuente: IQE.

Para los equipos de CLARO el panorama es diferente, las unidades desechadas aumentan en una cantidad considerable, este tipo de cliente tiene mayor producción y los equipos a procesar que pasan por las líneas productivas superan el número de equipos a los procesados por otros clientes. Para este caso aproximadamente 193.000 kilogramos en equipos serian en su totalidad dispuestos a la contribución del medio ambiente.

Tabla 8*E-scrap: Total UNE.*

UNE(equipo/peso)

EQUIPO	SCRAP POR AÑO	PESO EN KG	TOTAL
SAGEM DI 85	1.011	8	8.088
SKYWORTH	1.768	9	15.912
OPENTEL	1.173	7	8.211
TOTAL	3.952	24	32.211

Fuente: IQE.

Actualmente para UNE alrededor de 32 toneladas de desechos son arrojadas al medio ambiente.

Es válido aclarar que el anterior dato para este caso podría variar en un número formidable ya que se encuentra en crecimiento y el proceso no se encuentra aún en un 100% establecido, se suponen proyecciones muy altas y es considerable tener en cuenta que podría ser unos de los principales clientes para la compañía.

Tabla 9

E-scrap: Total DIRECTV.

DIRECTV (equipo/peso)			
EQUIPO	SCRAP POR AÑO	PESO EN KG	TOTAL
L-22	5.202	15	78.030
L12-700	4.416	10	44.160
LH-26	356	8	2.848
TOTAL	9.974	33	125.038

Fuente: IQE.

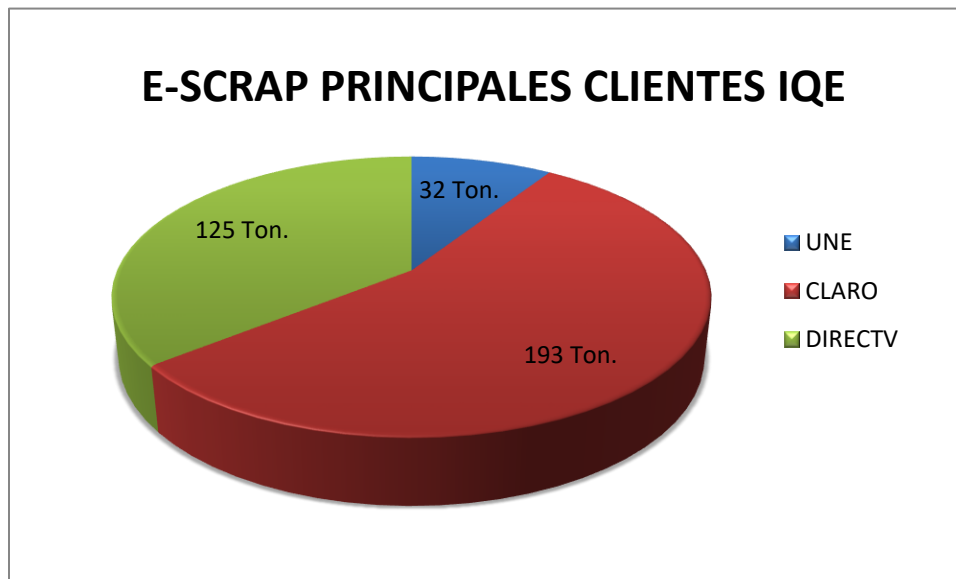
DIRECTV cuenta con un producto de calidad más completo en todo el proceso de reacondicionamiento cosmético de las partes, por este motivo el material requiere desde el inicio un mayor cuidado, lo que implica el traslado de bastante material a destrucción afectando directamente al cliente; dado que al tener menos ingreso de equipos para reparar, la producción es menor y la disponibilidad de equipos es mínima; a su vez se incrementa la compra de material nuevo el cual debe ser importado incrementando costos por su elevado precio en el exterior y haciéndolo poco rentable para la compañía.

Tabla 10

E-scrap: Total principales clientes IQE.

E-SCRAP (350 Ton.)			
CLIENTE	SCRAP POR AÑO	PESO EN KG	TOTAL
UNE	3.952	24	32.211
CLARO	28.872	14	192.624
DIRECTV	9.974	33	125.038
TOTAL	42.798	71	349.873

Fuente: IQE.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Comparativo producción de E-scrap en toneladas clientes IQE.

Para el análisis del desarrollo al problema nos basamos en el libro “Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseño del trabajo” del autor Niebel (1990) quien afirma que cuando se usan los nueve enfoques primarios de análisis para estudiar cada operación, en este caso la implementación de un reproceso a través de una secuencia de procesos integrada en una línea productiva, la atención se centra en las partes que tienen mayor oportunidad de producir mejoras,

por eso a continuación describimos en cada enfoque respecto al desarrollo de la investigación, la oportunidad de mejora en la implementación de una nueva línea productiva agregada al proceso de reacondicionamiento cosmético para reducir material E-scrap y recuperar en su mayoría parte de la materia prima para alimentar la nueva producción.

La búsqueda de información para encontrar modelos de líneas productivas como la propuesta no fue encontrada en empresas del mismo mercado ni su competencia, ni tampoco en plataformas web de industrias con la misma actividad o similar labor económica en Colombia.

Descripción de la Línea Productiva:

La idea de implementar esta línea productiva para la reducción de E-scrap y mejora del proceso de reacondicionamiento de los equipos electrónicos nace de la recopilación de múltiples procesos especializados en el reciclaje de plástico, los cuales fueron agrupados estratégicamente para reducir movimientos de material y obtener un producto final en una sola secuencia de procesos.

La reutilización del plástico en la línea productiva inicia por un proceso de selección del material en el que son retiradas todas las etiquetas adheridas a cada pieza; lo anterior, con el fin de retomar el plástico como parte de la materia prima en Plástico Virgen. Posteriormente este plástico es triturado en forma de gránulos, lavado y finalmente secado para continuar con el proceso de fundición.

El material granulado es introducido por la tolva de alimentación de la extrusora para caer en un cilindro el cual debe estar previamente calentado. El cilindro consta de un tornillo de

grandes dimensiones para desplazar el material fundido, el cual fuerza a pasar el plástico líquido por un molde de salida a alta presión.

Finalmente, el material es enfriado, solidificado y soltado al abrirse las dos mitades del molde, esta técnica da como resultado una pieza de plástico nueva con una forma fija y predeterminada, resultado de los enfoques que se tuvieron en cuenta para la metodología de ingeniería aplicada sobre la organización y diseño de la línea de producción de Niebel (1990).

Enfoque N° 1: Propósito de la operación

La presente propuesta como primer enfoque está encaminada a garantizar un mejor trato a todos los equipos entregados por cada cliente para mantener el proceso de recuperación de partes como aporte ambiental, reducir los desechos arrojados al medio ambiente y contribuir a su mejoramiento. La operación busca brindarles a todos los clientes de la compañía un servicio integral donde encuentre la solución más favorable a la necesidad de sus equipos y mantener la vanguardia frente a la creación de nuevas empresas como competencia.

Con la implementación de la línea productiva para el tratamiento de plásticos se disminuye el daño que el transcurso del tiempo les genera a los equipos y el deterioro que las partes sufren al quedar desprotegidas y almacenadas en las bodegas.

Con el propósito de recuperar el plástico que es 100% reciclable, se establece además que es un material importante en cantidad para obtener en primer lugar frontales que son las piezas de mayor demanda en bodegas como E-scrap y adicionalmente las partes plásticas que hagan falta en el proceso de ensamble.

Este proyecto sería de gran importancia para la compañía IQE ya que uno de los objetivos principales es la disminución del impacto ocasionado al medio ambiente y el tratamiento final de todos estos residuos peligrosos que se generan tanto en la parte productiva porque se manejan pinturas, solventes, disolventes, tintas, ente otros, como también los residuos electrónicos que se generan durante toda la operación. Estos últimos son muy peligrosos para el medio ambiente y se debe garantizar el adecuado tratamiento y disposición que las empresas encargadas de recolección de los mismos deben realizar.

Un objetivo claro que se pretende con la elaboración de esta propuesta es la liberación de espacio en las bodegas disminuyendo así costos de almacenamiento, la empresa actualmente se encuentra al límite de espacio por el material desechado, ya que a la fecha las partes acumuladas se encuentran represadas en los pasillos del área de producción.

Dentro de las pocas posibilidades para abrir espacio se halló el despacho de material para el ingreso de más partes, o el gasto de almacenamiento en otra bodega para seguir acumulando el material, gasto que progresivamente podría ir incrementando si no se toman las medidas necesarias para poner en producción este material.

Con la reutilización de todo este material se pueden evacuar hasta 350 m² de espacio en las bodegas de almacenamiento y disponer de este material para ser entregado en equipos totalmente ensamblados y funcionales al cliente, a su vez incrementar la facturación por ventas de la compañía, ya que a la fecha muchos de los clientes están minimizando la entrega de equipos a la compañía por la demora en la importación o compra de partes restantes para el ensamble y entrega de los equipos.

Otro propósito importante para la operación es el mejoramiento en el adecuado manejo a los equipos, las bodegas no se encuentran diseñadas para el almacenamiento de material plástico y Tarjetas Board, lo que inevitablemente hace que se llenen de polvo y agua generando daños en sus componentes electrónicos; como tiempo estipulado para dar de baja al material almacenado en bodega servible pero sin uso, la compañía ha establecido un mínimo de 6 meses de almacenamiento para después ser considerado E-scrap, terminando así con el fin del ciclo de estos equipos, sin haberles dado el 100% del uso a todos sus componentes electrónicos.

De este modo la implementación de la presente propuesta eliminaría operaciones innecesarias que actualmente se realizan en las líneas de producción como:

- ♦ La eliminación del almacenamiento de Tarjetas Board por ausencia de partes.
- ♦ El traslado de partes servibles a E-scrap por deterioro en su almacenamiento.
- ♦ Reducción del material denominado E-scrap ya que posteriormente sería material reciclado que entraría al reproceso de partes.
- ♦ Eliminación de la compra de partes importadas.
- ♦ Producción de equipos con el 100% de la materia prima nueva.

Enfoque N° 2: Diseño de partes

Para este enfoque Niebel (1990) muestra lo importante que es el diseño de partes y lo mucho que esto puede ayudar al proceso evitando cuellos de botella, en este punto es de gran importancia saber que el modelo que entrega el cliente como base para la fabricación de partes no se puede modificar ya que está diseñado para ensamblar perfectamente al chasis del equipo y debe estar establecido con las proporciones indicadas desde fábrica.

Para el diseño y elaboración de los moldes para la inyectora se contrataría un agente externo que garantice:

- ♦ Las medidas exactas conforme al modelo original.
- ♦ Las medidas exactas para la maquinaria instalada en la planta.
- ♦ Asesoramiento personalizado.
- ♦ Capacitación para los operarios en el manejo e instalación de los moldes.
- ♦ La reparación completa por desgaste normal de la operación.
- ♦ Mantenimientos preventivos y correctivos para evitar desperdicios de material.

Este diseño se realiza también para minimizar el costo de los moldes porque el proveedor cuenta con el personal capacitado y la maquinaria especializada para la elaboración de ellos.

Enfoque N° 4: Material

El material principal a utilizar en la línea de producción es el plástico, usado como material recuperado por todo lo anteriormente mencionado, es además un material fácil de moldear, debido a que, al someterse a intervalos de temperaturas, posee fácilmente propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten trabajar y adaptarse a múltiples formas. Se caracteriza por ser un material de alta resistencia al deterioro y la impermeabilidad, es un material seguro de reciclar si su debido proceso se hace con las características propias de transformación al tipo de plástico que se quiere reutilizar, tiene un bajo costo de producción, posee baja densidad, es un buen aislante eléctrico y también es resistente a la corrosión.

En general todos los plásticos están hechos de sustancias químicas sintéticas, llamadas polímeros, los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden

lograrse con otros materiales, por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica².

Una vez agrupadas todas las características del material principal y directo de esta propuesta, se identifica también el tipo de plástico extraído de los equipos para reciclaje y reutilización, sus propiedades y claramente la aplicación al proceso que se quiere implementar.

El plástico de los equipos procesados en ABC, es un plástico de alta densidad llamado Polietileno (PEAD), dentro de las propiedades típicas para este tipo de plástico se encuentra que presenta una gran resistencia química y térmica, es incoloro, translúcido y sólido; posee una gran flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, se destaca por su ligereza, resiste gran parte de los disolventes ordinarios, el agua a temperatura de ebullición y los ácidos, lo que conlleva a que puede ser procesado solo a través de métodos de procesado como lo son la extrusión, la inyección, el moldeo por soplado, moldeo rotacional y termosoplado.

Este material caracterizado por su gran maleabilidad y plasticidad y como se mencionó anteriormente incluso a bajas temperaturas fue el candidato perfecto a la sencilla propuesta de implementar una línea de producción en el que el material es sometido a diferentes tipos de mecanizado de plásticos, como la extrusión y el moldeo por inyección.

➤ **Extrusión**

En la extrusión el material plastificado fluye por una boquilla que lo conforma y el enfriamiento se efectúa a la salida de la misma, en contacto con el aire, agua o una superficie fría. El método es continuo y proporciona perfiles macizos o huecos de sección transversal constante, que se cortan en largos estandarizados. La función de la máquina de extrusión, es

² <https://www.surplex.com/es/comprar/c/procesado-de-plasticos-38.html>

fundir y mezclar la alimentación y bombearla o empujarla hacia fuera a través de una boquilla o dado a velocidad uniforme. El producto debe ser enfriado tan rápidamente como sea posible, por lo general en un baño de agua.

➤ **Moldeo por Inyección**

El moldeo por inyección requiere temperaturas y presiones más elevadas que cualquier otra técnica de transformación, proporciona piezas y objetos de bastante precisión, con superficies limpias y lisas, además de proporcionar un magnífico aprovechamiento del material, a un ritmo de producción elevado³. En general se debe tener en cuenta que la resina utilizada no tenga una retracción excesiva, para este caso las resinas de polietileno de alta densidad (PEAD) proporcionan tenacidad, rigidez y fuerza para aplicaciones de moldeo por soplado, productos extrusados, películas y elementos moldeados por inyección.

En el moldeo por inyección el proceso consiste en calentar el polímero hasta un estado altamente plástico, a su vez en este proceso es usado un tornillo de extrusión para fundir y mezclar la alimentación, que a continuación se alimenta en un segundo cilindro, cuando se tiene la cantidad de material requerida, el émbolo de inyección empuja el material hacia delante para que entre en el molde. La temperatura del molde esta, considerablemente, por debajo de la del fundido para asegurar un rápido enfriamiento del material, dejándolo fluir bajo alta presión a través de unas boquillas que comunican con uno o varios moldes cerrados los cuales pueden producir múltiples piezas en cada ciclo a la vez, ubicados dentro de la cavidad en los que el material se enfría y solidifica, el material adquiere la forma del modelo, posteriormente las piezas del molde son retiradas a través de un sistema de extracción.

³ <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf>

Este es un método de producción discontinuo dada la necesidad que ocurre de abrir los moldes y extraer las piezas. Las máquinas para plástico empleadas en este tipo de mecanizado son conocidas como inyectoras, adicionalmente el proceso de extrusión es uno de los métodos más comunes y relevantes para el procesado de plásticos, más del 60% del plástico es procesado por este método⁴.

Enfoque N° 5: Secuencia y procesos de manufactura

El autor Niebel (1990) muestra como enfoque el diseño de partes y el orden para las líneas productivas, ya que es importante evitar cuellos de botella en todo el proceso y lograr simplificarlo al máximo con el fin de disminuir costos para el aseguramiento en el cumplimiento de metas propuestas por la compañía para el procesamiento de las partes como material reciclado.

El enfoque principal es la recuperación de plásticos basados en el modelo de reciclaje de partes para reusar el material que sale como E-scrap y que ocasiona que los equipos no se puedan ensamblar por la falta de partes.

➤ Molino

El molino a utilizar debe tener la capacidad para procesar 300 kilos de material por hora. Este es alimentado a través de una banda transportadora que deposita el material directamente sobre la tolva del molino, encargado de transformar el material plástico catalogado como inservible en gránulos.

⁴ <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/AP.T7.1-MPyC.Tema7.MetodosProcesado.Extrusion.pdf>

➤ **Lavado**

Por medio de un sinfín el material es transportado a la zona de limpieza, en la cual agitadores mecánicos y lavado por etapas tienen como objetivo disponer los materiales más pesados al fondo de los tanques para eliminar el polvo o metales pesados que puedan contener las piezas granuladas, en este proceso es posible agregar algún agente tensoactivo para facilitar el desprendimiento de la suciedad y garantizar que el material quede totalmente limpio.

➤ **Secado**

El material es transportado por medio de otro sinfín de salida a una centrifuga de secado que retira la humedad y lo dispone posteriormente a su proceso de fundición.

➤ **Aditivación**

En este punto del proceso es importante tener los gránulos del material reciclado en óptimas condiciones para agregar a la mezcla un 20% del material virgen que mediante agitación logra una excelente homogenización con el material reciclado y de esta manera poder ingresarlo al proceso de paletizado. En resumen, este proceso se realiza con el fin de recuperar todas las propiedades químicas del material.

➤ **Paletizado**

En este proceso el material una vez homogéneo con el aditivo agregado es fundido y transformado en espaguetis a través de una boquilla, estos finos hilos de material son expuestos a un baño de agua fría y cortados en trozos pequeños los cuales son llamados pallets.

➤ **Inyección de material**

Los pallets obtenidos durante el proceso anterior son enviados a la tolva de la inyectora y sometidos a temperaturas altas para fundir e inyectar el material en los moldes mencionados en el enfoque 2.

➤ **Limpieza**

En esta parte de la operación se realiza una inspección visual de la pieza verificando que cada uno de los bordes esté libre de acumulación de material.

➤ **Inspección de calidad y empaque**

El empaque es incluido como responsabilidad al inspector de calidad quien será el encargado de inspeccionar y verificar medidas en puntos críticos de cada pieza, como color, textura y bordes, posteriormente deben ser embaladas en canastas y separadas con una capa de superlon la cual garantiza que la pieza no presente fricción una con otra.

Enfoque N° 6: Preparaciones y Herramientas

Para la preparación de la línea productiva, se tuvo en cuenta no solo la configuración de trabajo y herramientas, se consideró a su vez la economía de la producción a través del reproceso como el principal y más importante elemento de todas las formas de sostenimiento de la operación, dado que la cantidad de herramental según Niebel (1990) depende de la cantidad de partes a producir, y el capital necesario.

Teniendo en cuenta que a la fecha la acumulación de plástico para reproceso y producción de partes nuevas, puede o no superar el límite de capacidad de producción de la línea productiva en un periodo anual, la forma del cálculo para considerar la cantidad de partes a

producir en la implementación de esta línea que minimizaría el E-scrap, se basa en la recolección de datos del promedio de las 613.359 piezas/año, con el análisis de costos por equipo de cada cliente más el incremento del 10% pieza reprocesada, del costo de los equipos cuyo ensamble se completó a través de este reproceso de materiales.

Tabla 11

Valor Equipo Claro ensamblado incluidas piezas reprocesadas.

COSTO EQUIPOS CLARO				
N5266CL	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Carcasa	7500	\$ 1.315	\$ 1.753	\$ 32.903
Chasis	5892	\$ 2.560	\$ 3.412	\$ 34.562
Lente	5784	\$ 197	\$ 263	\$ 31.413
Board	0	-	-	-
\$ 31.150	19176	\$ 4.072	\$ 5.428	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

SKYWORTH	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Frontal	0	-	-	-
Board	0	-	-	-
Carcasa	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 33.600	0	\$ 0	\$ 0	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

DC211	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Carcasa	4848	\$ 1.175	\$ 1.763	\$ 31.463
Chasis	4848	\$ 2.382	\$ 3.573	\$ 33.273
Lente	0	-	-	-
Board	0	-	-	-
\$ 29.700	9696	\$ 3.557	\$ 5.336	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

Fuente: IQE y elaboración propia.

Tabla 12*Valor Equipo UNE ensamblado incluidas piezas reprocesadas.***COSTO EQUIPOS UNE**

SAGEMDI 85	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Carcasa	108	\$ 1.387	\$ 1.849	\$ 38.149
Chasis	63	\$ 2.793	\$ 3.723	\$ 40.023
Lente	840	\$ 203	\$ 271	\$ 36.571
Board	0	-	-	-
\$ 36.300	1011	\$ 4.383	\$ 5.843	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

SKYWORTH	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Frontal	932	\$ 1.816	\$ 2.270	\$ 38.970
Lente	416	\$ 205	\$ 256	\$ 36.956
Sobrefrontal	372	\$ 1.502	\$ 1.878	\$ 38.578
Tapa	48	\$ 1.739	\$ 2.174	\$ 38.874
Board	0	-	-	-
Carcasa	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 36.700	1768	\$ 5.262	\$ 6.578	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

OPENTEL	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Lente	1173	\$ 196	\$ 392	\$ 33.492
Board	0	-	-	-
Carcasa	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 33.100	1173	\$ 196	\$ 392	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

Fuente: IQE y elaboración propia.

Tabla 13

Valor Equipo DIRECTV ensamblado incluidas piezas reprocesadas.

COSTO EQUIPOS DIRECTV

L 22	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Frontal	5202	\$ 2.091	\$ 4.182	\$ 73.282
Board	0	-	-	-
Carcasa	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 69.100	5202	\$ 2.091	\$ 4.182	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

L12 700	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Frontal	4112	\$ 1.164	\$ 1.746	\$ 47.446
Tapa	304	\$ 249	\$ 374	\$ 46.074
Board	0	-	-	-
Carcasa	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 45.700	4416	\$ 1.413	\$ 2.120	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

LH 26	Scrap	Costo Modelo	Costo Pieza	Costo Equipo
Carcasa	312	\$ 1.482	\$ 2.223	\$ 50.123
Lente	44	\$ 291	\$ 437	\$ 48.337
Board	0	-	-	-
Chasis	0	-	-	-
\$ 47.900	356	\$ 1.773	\$ 2.660	Valor Equipo × N° de Partes Reprocesadas

Fuente: IQE y elaboración propia.

La evaluación económica y financiera de la investigación como propuesta a pesar de exigir una gran cantidad de información y análisis de la misma, pudo obtener resultados simples con los que fue posible afirmar en promedio del total de la muestra tomada, un incremento del 54% en el retorno de gastos por costos de fabricación de partes nuevas, equivalente al 42% para dos de los equipos reprocesados como e-scrap de CLARO, 53% para los tres equipos de UNE y 67% del total de equipos para DIRECTV.

Al referirse a tiempos de preparación se tiene en cuenta además de la economía de la producción elementos simples como:

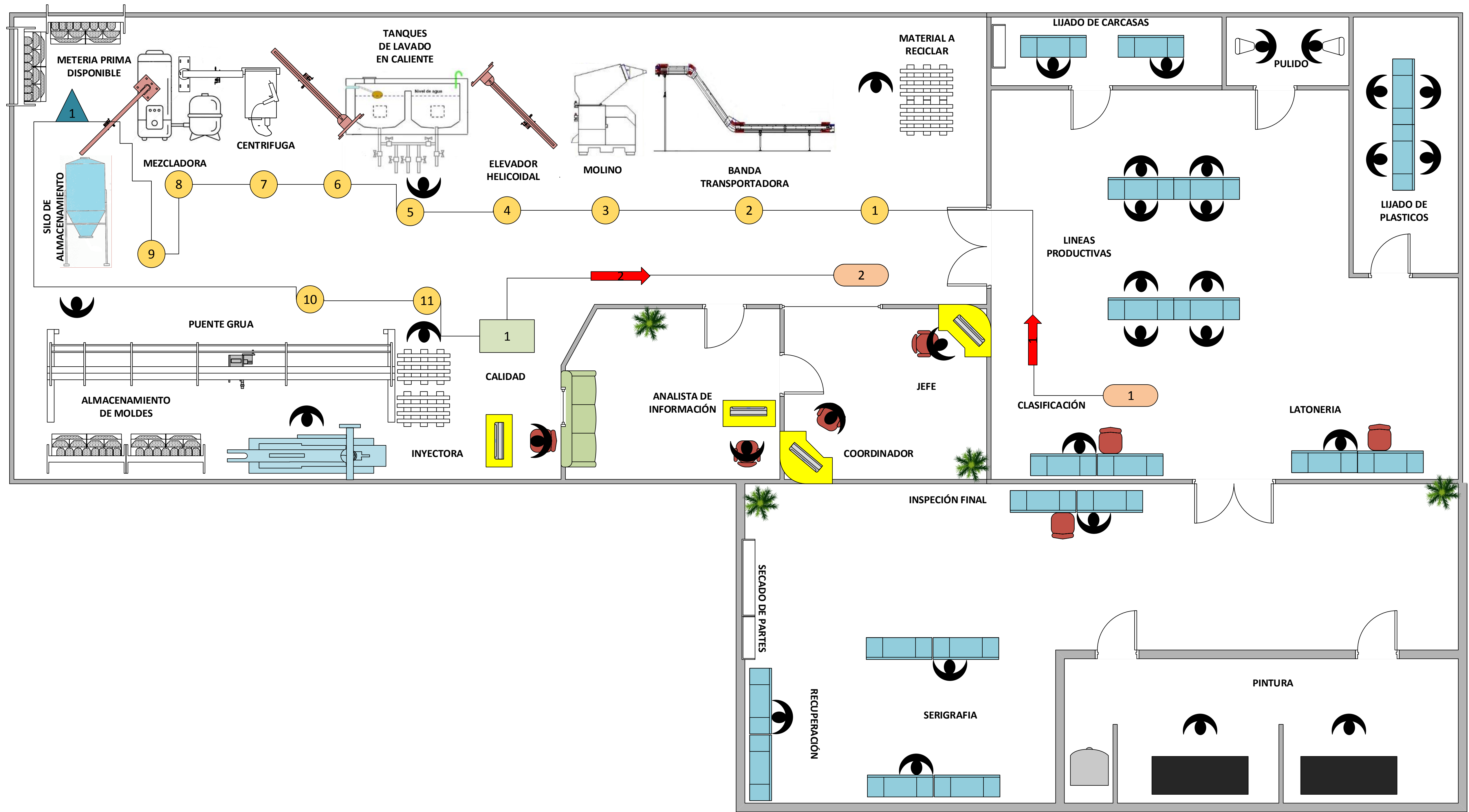
- ♦ La llegada puntual al sitio de trabajo para inicio de labores,
- ♦ Tomar instrucciones por parte del Coordinador de Producción para el desarrollo de actividades durante el día,
- ♦ Organizar el plan de trabajo, herramientas y material,
- ♦ Preparar la línea productiva para iniciar la producción de la forma prescrita, es decir tener en cuenta la preparación no solo de herramientas si no ajustar también los momentos de paro de la producción, alimentación y características de calidad del moldeo por inyección del plástico y la extracción final de las piezas.
- ♦ Desmantelar la preparación al finalizar la jornada de trabajo y regresar las herramientas y materiales sobrantes al sitio correspondiente de almacenamiento.

Enfoque N° 7: Manejo de Materiales

Como se describió en el enfoque N° 2; Diseño de Partes, uno de los principales puntos que se consideró para reducir el tiempo dedicado al manejo de materiales, fue el método de reducción de tiempo para la recolección del material como materia prima y como producto final.

A la entrada del proceso una banda transportadora lleva el material directamente a la tolva del molino y al final de la línea de producción una vez sea retirada la pieza como producto final sería trasladada a la estiba correspondiente a través de canastas de forma manual por un operario, la cual posteriormente sería transportada por un gato hidráulico a la siguiente línea de producción correspondiente para finalizar el ensamble del equipo.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO					
PROCESO DE RECUPERACIÓN DE PLASTICOS	ACTIVIDAD				
	OPERACIÓN	●			
	INSPECCIÓN	■			
	DEMORA	◐			
	ALMACENAMIENTO	▲			
TRANSPORTE	➔				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO				
	●	■	◐	▲	➔
1. TRANSPORTE DE MATERIAL A ZONA DE RECUPERACION					●
2. ALISTAMIENTO DE MATERIAL PARA RECICLAR	●				
3. MONTAR EN BANDA TRANSPORTADORA.	●				
4. EL MATERIAL PASA POR EL MOLINO PARA SER DESTRUIDO Y CONVERTIDO EN ESCAMAS	●				
5. EL MATERIAL PASA ELEVADOR HELICOIDAL PARA SER TRANSPORTADO.	●				
6. EL MATERIAL ES DEPOSITADO EN LOS TANQUES DE LAVADO CALIENTE PARA EL RETIRO DE IMPURESAS	●				
7. EL MATERIAL PASA ELEVADOR HELICOIDAL PARA SER TRANSPORTADO.	●				
8. LAS ESCAMAS DE PLASTICO SON DEPOSITADAS EN LA CENTRIFUGA PARA EL SECADO.	●				
9. SE ENVIA A LA MEZCLADORA PARA COMBINARLO CON MATERIAL VIRGEN Y CONVERTILOS EN PALLETS	●				
10. EMPAQUE DE MATERIAL DISPONIBLE PARA INYECTORA	●				
11. SE ALMACENA LA MATERIA PRIMA PARA POSTERIOR DISPOSICIÓN.					●
12. SE DEPOSITA LOS PALLETS A LA INYECTORA PARA SER PROCESADO	●				
11. LIMPIEZA DEL MATERIAL INYECTADO Y EMPAQUE.	●				
12. INSPECCIÓN DE CALIDA.					●
13. TRANSPORTE A LABORATORIO CORRESPONDIENTE.					●



A la fecha la empresa IQE impulsada por este proyecto investigativo, se vio en la necesidad de minimizar espacios de material desensamblado y aún más se vio motivado por la necesidad de cumplir a un cliente en específico con un solo modelo cuyo motivo de clasificación como RAEE se debía al delicado proceso de desensamble en el que al ser retirado el lente de su equipo, sufría una fractura inevitable en la patas internas de sujeción, las cuales no podían ser recuperadas ni acondicionadas cosméticamente y hacían parte del material E-scrap manteniendo en stock toda una marca de equipos por la falta de tan solo una pieza funcionalmente servible.

Por tanto IQE accedió a un proveedor externo con el fin de liberar el resto de piezas añadidas al mismo equipo para cumplir con dicho pedido, acordando con el proveedor que la marca del equipo era el dueño del molde y responsable de su uso, y por otro lado IQE sería el encargado de los costos por el material virgen para fabricación del nuevo lente, incurriendo en gastos más altos pero liberando el pedido solicitado por el cliente como acción inmediata, y no aprovechando el material de desecho por un sistema de reutilización o extrusión que permitiera cumplir y a su vez solucionar el problema de acumulación de E-scrap para la empresa, resultado más completo como se propuso en la presente investigación.

Capítulo 4

Conclusiones

Se concluye que la importancia de poder llevar a cabo toda esta investigación como una propuesta de trabajo académico, demuestra que la implementación de una línea productiva en una planta de producción puede solucionar el problema de acumulación de residuos eléctricos y electrónicos, determinando a través del total de datos de E-scrap de la empresa IQE, que es posible recuperar el 100% de las partes plásticas y disponer de todo el material como parte de la materia prima para el reproceso y fabricación de nuevas piezas. Por otro lado, los costos en bodega por almacenamiento de partes no solo inservibles sino en espera de continuar en un proceso cosmético o de recuperación para el ensamble de los equipos, serían reducidos en un alto porcentaje. Además, la implementación de un proceso incorporado a la actividad principal de la empresa, también permitiría mejorar las condiciones de calidad de las partes agregadas como reproceso para el ensamble de los equipos, eliminando gastos de importación y el seguimiento de trámites logísticos externos para la recepción de partes nuevas, y su vez, evitando mantener en stock material aprovechable para el encadenamiento total del proceso. Todas estas razones fueron las que determinaron que el diseño de una propuesta para la implementación de una línea productiva aseguraría su desarrollo y funcionalidad para la disminución de E-scrap.

Se ratifica como el presente trabajo a través del análisis y organización de la información de todos los datos recopilados de residuos eléctricos y electrónicos de la compañía, propiciaron seleccionar solo un conjunto específico de la población a fin de ser estudiados, por tanto, solo tres (3) de los clientes del total de IQE con base en los resultados en los que fueron los clientes con mayor producción de la compañía, caracterizaron el total de la población. Datos que fueron

determinados a través de los Kardex de inventarios de todos los equipos almacenados en bodega como e-scrap de la compañía.

Estos datos permitieron abordar de manera precisa como disminuir la basura electrónica y sobre que residuos trabajar para obtener un reproceso de materiales, lo que a su vez permitió identificar un ahorro considerable en costos de almacenamiento y disminución en compras de materia prima para la fabricación de nuevas piezas, ya que se identificaron que de los desechos y partes consideradas E-scrap para IQE, con base en el análisis de un promedio de partes del muestreo total realizado para comprobar la viabilidad del proyecto en una cifra anual para toda la compañía, se identificó que de 613.359 piezas/año, resultado de tan solo tres de los clientes más representativos de IQE, (345.000 piezas/año CLARO), (157.146 piezas/año DIRECTV) y (111.213 piezas/año UNE), 61.876 piezas se clasifican como e-scrap, de las cuales 42.798 partes serían el equivalente a un incremento del 69% en la producción de este material 100% reutilizable y tan solo 19.078 piezas, es decir el 31% restante de piezas serían realmente e-scrap los cuales continuarían en su proceso normal de destrucción y destino final como RAEE, de forma que logramos determinar el alcance del proyecto y precisar que la implementación de un sistema como el proyecto propuesto permitiría reducir la generación de E-scrap como material de desecho y ser reutilizado contribuyendo así al medio ambiente.

Se interpreta que una vez establecido el número total de piezas plásticas destinadas a la destrucción era posible continuar evaluando el proceso de disminución de E-scrap a través de los formatos establecidos para la recolección inicial de información de equipos y partes distribuidas en stock, almacenamiento y recuperación de toda la operación. Teniendo en cuenta que las causas potenciales de emisión de residuos eran generadas en el proceso de clasificación y con base en la gestión de mejora continua que establece la compañía, fue posible equilibrar el

proceso con la implementación de una inspección de calidad al final de esta línea de producción que garantice que la emanación de desechos eléctricos y electrónicos sean 100% material de desecho y por tanto su destino final solo sea la destrucción total.

En conclusión fue posible afirmar que con el diseño de la propuesta para la implementación de una línea productiva que minimice el impacto ambiental en la reducción de emisión de basuras altamente peligrosas y donde en Colombia son desechadas alrededor de veintidós mil toneladas (22.000 T) de basura electrónica al año; como resultado a este dato principal que arrojo a fin de informe el periódico el tiempo, IQE como empresa productora de RAEE aportaría en un 1.6% al medio ambiente, contribución indudable por dejar de enviar alrededor de trecientos cincuenta toneladas (350 T) de residuos eléctricos y electrónicos catalogados como peligrosos y ciertamente reutilizables, que se salvarían en el reproceso como entrada de la nueva línea de producción, contribución que podría ser mayor, ya que en los datos estadísticos del muestreo total se tuvo en cuenta solo una parte del total de residuos de la compañía, y es un proyecto que podría ser extendido a todas las empresas productoras de desechos plásticos del país.

Recomendaciones y Sugerencias

Se recomienda a la empresa IQE adicionar un proceso de inspección para el control de calidad sobre la técnica de desensamble en cada laboratorio, a fin de reducir el porcentaje de piezas irreparables de los equipos adquiridos por cliente y tener mayor control al momento de transportar los equipos desde su despacho inicial hasta las bodegas de IQE, y adicionalmente inspeccionar el movimiento de material que se realiza internamente entre bodegas de las partes para su respectivo proceso con el fin de evitar daños adicionales con los que ingresaron o aún no contaban los componentes plásticos.

Se sugiere para futuras investigaciones y desarrollo para la continuación de la presente propuesta, retomar el análisis y averiguación de costos reales de la maquinaria para la implementación de la línea productiva y sus anexos respecto a los costos, tramites de importación y legalización de los equipos en Colombia; su instalación acondicionamiento e inducción del manejo sobre los equipos, herramientas y mantenimientos, para el entrenamiento de personal; comprobando que el funcionamiento de los empleados en la línea de producción será enfocada a la organización y por lo tanto se verán resultados de producción con calidad en el producto final a través de la secuencia requerida para la fabricación del producto generando mayores utilidades y ahorros para la empresa.

Capítulo 5

Referencias bibliográficas

Amaya, C. F. A. (2009). *Aproximación a una gestión ambiental para el manejo de los residuos de aparatos celulares con énfasis en el tratamiento y su viabilidad económica*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Baldé, C. W. (2015). *The Global E-waste Monitor 2014: Quantities, Flows and Resources*. Bonn: United Nations University, IAS – SCYCLE. Recuperado de <https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>

Belmont Trading Co. (2017) Belmont Trading Colombia, sitio web oficial. Colombia. Recuperado de: <http://www.belmont-trading.com/co.aspx>

Camacho, A. E. (Marzo, 2011). *Computadores para Educar. Aprovechamiento y manejo integral de residuos electrónicos, una contribución al desarrollo sostenible*. Ponencia presentada en seminario “Avances en la investigación sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Colombia”. Medellín, Colombia.

_____. (Marzo, 2016). *Consideraciones generales de la política y reglamentación de la gestión de RAEE en Colombia*. Taller de capacitación: “Gestión de residuos de equipos de refrigeración y aire acondicionado” en el marco del Proyecto de Gestión y Destrucción de Bancos de SAO en Colombia. Bogotá, Colombia.

EcoCómputo, (2017). EcoCómputo, sitio web oficial. Bogotá. Recuperado de: <http://ecocomputo.com/>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Lineamientos técnicos para el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Bogotá: Centro Nacional de Producción más Limpia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017) Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible página web oficial. Colombia. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Política Nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE*. Bogotá, D.C. Recuperado de:

<http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Gesti%C3%B3n%20Integral%20de%20RAEE-19-%2009%202016-Proceso%20de%20consulta.pdf>

Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2014). *Marco de gestión ambiental y social*. Co-programa nacional para el manejo de residuos sólidos. Banco Mundial – República de Colombia.

Convenio de Rotterdam. (2008). Overview. Panorama general del convenio de Rotterdam. Suiza: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Corantioquia. (2016). *Buenas prácticas ambientales en el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Antioquia: Conzientízate. Campaña de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Decreto 351 de 2014. [Ministerio de Ambiente]. Por medio del cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud. 19 de febrero de 2014. Colombia.

Decreto 838 de 2005 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. 23 de marzo de 2005. Colombia.

Decreto 948 de 1995 [Ministerio de Medio Ambiente]. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire. 05 de junio de 1995. Colombia.

Decreto 1594 de 1984 [Ministerio de Agricultura]. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 26 de junio de 1984. Colombia.

Decreto 1713 de 2002. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, En relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la "Gestión Integral de Residuos Sólidos". 06 de agosto de 2002. Colombia.

Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.

Echeverría, C. (2015). Gestión pos consumo para Mi pymes distribuidoras de equipos electrónicos. (Especialización). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Recuperado de:

<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7173/1/Gesti%C3%B3n%20posconsumo%20para%20Mipymes%20distribuidoras%20de%20equipos%20electr%C3%B3nicos.pdf>

Escuela de Ingeniería Industrial (2017). Documentos de la Eii. Soria. España. Recuperado de:

<https://www.eii.uva.es/escuela/index.php>

Gaia Vitare. (2017). Gaia Vitare sitio web oficial. Bogotá Colombia. Recuperado de:

<http://www.gaiavitare.com/home.php>

Galindo, P. C. A. (2016). *Propuesta para la incursión de IQE en el mercado de la remanufactura de smartphones*. (Tesis de pregrado) Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Bogotá.

García E. (2008). Ventajas de la implantación de un sistema de gestión ambiental. *Técnica Industrial*. Número 273, pp. 40-43 Recuperado de:

<http://rosembergestrada.pbworks.com/w/file/fetch/64376222/Sistemas%20de%20gestion%20ambiental.pdf>

GreenFacts. (2003). *Consenso Científico sobre los PCB Bifenilos Policlorados*. Recuperado de:
<http://www.greenfacts.org/es/pcb/pcb-greenfacts.pdf>

Greenpeace. (2010). *Componentes tóxicos*. Greenpeace. Argentina. Recuperado de:
<http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/contaminacion/basura-electronica/Componentes-Toxicos/>

Greenpeace (2014). *Green Gadgets: Designing the Future. The path to greener electronics*. Greenpeace. Recuperado de:
<http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/toxics/2014/Green%20Gadgets.pdf>

Greenpeace (2011). *Basura informática. La otra cara de la tecnología*. Greenpeace. Argentina. Recuperado de: http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2011/contaminacion/basura_electronica_otra_cara_tecnologia.pdf.

Hannequart, J.P. (ed). (2010). *La gestión de aparatos eléctricos y electrónicos*. Bruselas: Asociación de Ciudades y Regiones para el Reciclaje (ACRR).

ECOLEC, (2017). *Inducción directiva comunitaria*. Madrid. Recuperado de <http://www.ecolec.es/index.php/component/content/article?id=144>).

IQE logra un crecimiento en Colombia. Septiembre 19 de 1993. *Portafolio*. Recuperado de <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia>.

Ley 10 de 1998. Sobre residuos. 21 de abril de 1998. España.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental. 22 de diciembre de 1993. D.O. No 41146.

Ley 253 de 1996. Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989. 17 de enero de 1996. D.O. No 42688.

Ley 338 de 1997. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. 18 de julio de 1997. D.O. No 43091.

Ley 1259 de 2008. Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan disposiciones. 19 de diciembre de 2008. D.O. No 47208.

Ley 1672 de 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.

Lopez, R. N. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete – Cordoba*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Martínez, A. (2015). *Análisis de la generación y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE's domiciliarios en el municipio de Yopal (Casanare)*. (Tesis de maestría). Universidad de Manizales. Casanare – Colombia.

- Marín, L. C. & Maldonado, A. (2015). *Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)*. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- Molina, R. T. (2012). *El mundo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. (Tesis de maestría). Escuela de Organización Industrial. Sevilla.
- Moraga, P. & Durán, V. (2010). *Guía de contenidos legales para la gestión de los residuos electrónicos*. Chile: Centro de Derecho Ambiental. Facultad de Derecho. Universidad de Chile.
- Munive, D. & Corredor, Y. (2010). *Plan de gestión ambiental de los residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el campus central de la Universidad Industrial de Santander*. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Oliveros, G. H. (2011). *Metodología para recuperar metales preciosos: oro, plata y grupo del platino, presentes en desechos electrónicos*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Palma, L., Reyes, A., Vázquez, F., Lira M., y González V. (2016). Los residuos electrónicos un problema mundial del siglo XXI. *Culcyt//Medio Ambiente*. No 59(1), pp. 379 – 392.
Recuperado de: file:///C:/Users/isabel%20munoz/Downloads/1492-5873-1-PB.pdf
- Pérez, P. J. (2010). *Un estudio sobre la eliminación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en los hogares españoles*. (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla y Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Sevilla.

Permanyer, M. O. (2013). *Situación e Impacto de los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Caso de Estudio: los Ordenadores*. (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Productores. ¿A quiénes afecta? Recuperado de <http://www.ecolec.es/index.php/legislacion/legislacion-raee/2013-09-25-14-57-42>.

RAEE (2017) ¿Que son los RAEE?. Colombia. Recuperado de <http://raee.org.co/pagina-ejemplo/que-son-los-raee/>

Reciclado. Recuperado de http://www.eis.uva.es/~macromol/curso0405/reciclado_auto/tiposde_reciclado.htm

Resolución 601 de 2006. [Ministerio de Ambiente]. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. 4 de abril de 2006.

Resolución 0372 de 2009 [Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial]. Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, y se adoptan otras disposiciones. 26 de febrero de 2009.

Resolución 1045 de 2003 [Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial]. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. 26 de septiembre de 2003.

Resolución 1512 [Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial]. Por lo cual se establecen los Sistemas de Recolección y Gestión Ambiental d Residuos de Computadores y/o Periféricos y adoptan otras disposiciones. 15 de agosto de 2010.

Resolución 2309 de 1986 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título III de la Parte 4 del Libro 1 del Decreto -Ley número 2811 de 1974 y de los Títulos I, III y XI de la Ley 9 de 1979, en cuanto a Residuos Especiales. 24 de febrero de 1986.

Romero, M. J. (2014) *Colombia vs. la basura electrónica, un partido que va empatado*. (tesis de pregrado). Universidad del Rosario, Bogotá.

Sánchez, M. (2016). *Identificación de la situación actual manejo y la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos -RAEE- en la zona urbana del municipio de Cajicá*. (Monografía de pregrado). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A Bogotá, Colombia. Recuperado de:

<http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/bitstream/11158/629/1/MONOGRAFIA-%20ALEJANDRA%20SANCHEZ.pdf>

Secretaría para el Convenio de Rotterdam. (2015). *Convenio de Rotterdam. Sobre el procedimiento de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO).

UNESCO. (2010). *Los residuos electrónicos: Un desafío para la Sociedad de Conocimiento en América Latina y el Caribe*. Plataforma RELAC Sur/IDRC. Montevideo, Uruguay.

Recuperado de <http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/comunicacion-informacion/LibroE-Basuraweb.pdf>.

Benjamin W. Niebel, A. 1990, Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos, México, Ed. Alfaomega.

Anexos

Anexo 1. Estudios de la UNESCO (2010), sobre los RAEE

Estudios de la UNESCO (2010)	
Devia (2010)	Garcés y Silva (2010)
<p>Afirma que es necesario establecer proyectos de ley y estrategias que den cuenta de la realidad de los RE, así como el debido proceso que se debe llevar para el tratamiento de los residuos tóxicos. Devia (2010) menciona una serie de aspectos que deberían ser indispensables en cualquier proyecto, tal como, analizar el ciclo de vida de los aparatos por parte de quien los diseña y fabrica; promover la reducción de residuos; determinar ciertas inclusiones y excepciones en lo legislativo.</p> <p>En cualquier programa sobre RAEE es necesario hacer un análisis técnico social, donde se tenga en cuenta las condiciones particulares de la región. Así mismo, revisar los patrones de consumo y los métodos utilizados para reutilizar y depositar los RAEE</p>	<p>En el documento de la UNESCO centran su análisis en las propuestas normativas referidas a la gestión de RE en Latinoamérica. En este apartado se inicia contextualizando la situación de esta región y luego se contrasta algunas normas de Argentina y Costa Rica que para el 2010 ya habían iniciado con un proceso normativo claro.</p> <p>Señalan cierta preocupación que se presenta en Latinoamérica respecto al trato de los RE al ser estos clasificados como simples Residuos Sólidos Urbanos (RSU), es decir, que no hay un sistema claro que valore y disponga ciertas particularidades para el caso de los RE. Los autores atribuyen otro aspecto en desventaja para el tratamiento adecuado de los RE y es la falta de gestión dado el alto costo que implica</p>

<p>tanto por la parte formal como la informal. Por último, tener presente los principios de responsabilidad compartida e individual. Todo esto logrará consolidar un todo integral desde una normativa racional, sustentable y amigable con el medio ambiente.</p>	<p>instaurar procesos rigurosos. Ante esta situación, no se debe caer en el error de tomar modelos extranjeros e introducirlos en Latinoamérica, puesto que, existen unas particularidades contextuales que es preciso tener en cuenta para realizar una apropiada gestión.</p> <p>Entonces, muestran un panorama en el que además de los factores mencionados anteriormente, también se presentan preocupaciones como el alto porcentaje de computadores que son clonados y por ende no se puede establecer una responsabilidad extendida del productor, así como el número de personas que guardan en sus hogares aparatos en desuso, conservándolos en lugares inapropiados.</p> <p>Esta situación ha intentado ser evaluada por Argentina y Costa Rica, ya que han propuesto un proyecto de ley en 2008 y 2007, respectivamente. Los dos países establecían dentro de su proyecto un eje fundamental respecto a la Responsabilidad Extendida del</p>
--	--

	<p>Productor (REP), aunque con la diferencia que Costa Rica, no solo hace responsable al productor sino también al distribuidor e importador de las secuelas negativas en el medio ambiente y mal manejo de los RAEE y agrega una cuota de responsabilidad de los consumidores quienes deben entregar los aparatos en desuso a los lugares establecidos contribuyendo con los gastos del tratamiento.</p> <p>Otro aspecto fundamental que mencionan Garcés y Silva (2010), refiere al manejo de los residuos históricos, donde Argentina no establece con claridad este punto, mientras que Costa Rica afirma que aunque este proyecto se ha instaurado en 2007 es necesario tener en cuenta todos los residuos que están depositados en los hogares u otros lugares y no han pasado por un tratamiento adecuado. Es pues, como los autores concluyen que estos primeros pasos son, sin duda, fundamentales para garantizar una gestión integral de los RE y que no se puede dejar de lado la caracterización de Latinoamérica para establecer planes y propuestas en pro del medio ambiente y la</p>
--	---

	salud humana.
--	---------------

Anexo 2. Definiciones complementarias para el marco conceptual

Definiciones complementarias para el marco conceptual.	
Concepto	Definición
Acopio	Es la acción en la que se reúnen productos descartados o desechados y que una vez han culminado su vida útil se realiza un plan de gestión para enviarlos a un lugar propicio, seguro y ambientalmente adecuado, para que se garantice el transporte y debido manejo. Al lugar al que se envía los RE se conoce como centro de acopio. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.
Tratamiento de residuos peligrosos.	Es un conjunto de procesos, técnicas u operaciones en donde se modifica las distintas características de los distintos residuos peligrosos, realizando un tratamiento minucioso y de alto cuidado para garantizar que las partículas tóxicas no se depositen en el aire, agua o

	<p>tierra. Decreto 351 de 2014. [Ministerio de Ambiente]. Por medio del cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en la atención en salud. 19 de febrero de 2014. Colombia.</p>
<p>Valorización</p>	<p>Indica cualquier procedimiento que garantice el buen aprovechamiento de los componentes de cada aparato teniendo como base el cuidado de cada tratamiento para que este no genere ningún perjuicio ni en la salud de las personas ni en el medio ambiente. Ley 10 de 1998. Sobre residuos. 21 de abril de 1998. España.</p>
<p>Tratamiento</p>	<p>Es un grupo de procesos, técnicas u operaciones en donde se determinan los tipos de residuos, teniendo como prioridad aquellos que indican mayor riesgo para la salud y el medio ambiente. Esto permite aumentar las posibilidades de su adecuado uso y óptimo aprovechamiento. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.</p>
<p>Plan de Gestión de Devolución de Productos Post-</p>	<p>Se considera una estrategia de gestión que cuenta con un grupo de procedimientos, acciones, reglas y medios que garantizan la devolución y acopio de los distintos aparatos post-consumo. De modo</p>

<p>consumo</p>	<p>que dichos residuos sean enviados a lugares especializados para determinar su aprovechamiento bien sea en su extensión de vida útil o apartando cada uno de los materiales con los cuales haya sido fabricado. Es decir, donde se promueva un tratamiento adecuado y una disposición final debidamente controlada. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.</p>
<p>Riesgo</p>	<p>Indica la posibilidad de que dado un mal manejo o exposición de determinado material pueda ocasionar efectos negativos, nocivos o adversos, en la salud de las personas y en el ambiente. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.</p>
<p>Reutilización</p>	<p>Acción que implica volver a usar un mismo aparato, teniendo en cuenta las mismas funciones para las que había sido fabricado, en ocasiones se relaciona cuando determinado aparato pasa a ser donado a otra persona o entidad cuando no ha cumplido su tiempo de vida útil. Ley 10 de 1998. Sobre residuos. 21 de abril de 1998. España.</p>
<p>Retoma</p>	<p>Se refiere al procedimiento usado por el productor para recoger los</p>

	<p>RAEE y enviarlos a puntos estratégicos de reacondicionamiento o a gestores encargados del tratamiento de estos residuos. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.</p>
<p>Responsabilidad Extendida del Productor</p>	<p>Se refiere al compromiso que los productores deben tener en cada una de las etapas del ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos. Es decir, no se preocupa exclusivamente de la fabricación y comercialización sino también del uso y desecho. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.</p>
<p>Recogida selectiva</p>	<p>Es el proceso por el cual se recogen y distinguen los materiales reciclables y los orgánicos fermentables. También puede indicarse a cualquier otro proceso en que se recoja y clasifique distinto material en que se dé una valoración para su distinción de los diversos residuos existentes. Ley 10 de 1998. Sobre residuos. 21 de abril de 1998. España.</p>
<p>Reacondicionamiento</p>	<p>Es un proceso técnico de renovación y en algunos casos de reparación, donde se restablecen las funciones y partes físicas de un AEE para que este vuelva a tener vida útil y no sea usado para desarticular y utilizar</p>

	<p>solo pequeñas partes. Ley 1672 del 2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.</p>
<p>Productor</p>	<p>Es una persona que fabrica AEE, importa, arma o ensambla equipos, introduce AEE en determinado país, remanufactura su propia marca o la de terceros en AEE, se debe tener en cuenta que todos esos procesos se efectúa una actividad comercial con ánimo de lucro. (http://www.ecolec.es/index.php/legislacion/legislacion-raee/2013-09-25-14-57-42).</p>
<p>Nivel normal (Nivel I)</p>	<p>Se denomina así a aquel nivel de concentración que se deposita en el aire pero no produce ningún efecto negativo ni de manera directa o indirecta, es decir, no genera efectos nocivos. Resolución 601 de 2006. [Ministerio de Ambiente]. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. 4 de abril de 2006. Colombia.</p>
<p>Nivel de prevención (Nivel II)</p>	<p>Se denomina así a aquel nivel de concentración que se deposita en el aire y puede causar efectos adversos, aunque no del todo preocupantes sino leves, como producir en las personas irritación de mucosas, enfermedades leves, alergias; o perjuicios en las plantas. Resolución 601 de 2006. [Ministerio de Ambiente]. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión. 4 de abril de 2006. Colombia.</p>
<p>Gestor</p>	<p>Es una persona que se dedica a realizar procesos de transporte,</p>

<p>Almacenamiento</p>	<p>recolección, tratamiento, almacenamiento, aprovechamiento y/o disposición final de los RAEE de acuerdo a la gestión integral que se ha establecido. Cumple además con cada uno de los procedimientos y pautas establecidas por la norma. Para el caso colombiano es el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, quien verifica y registra que el gestor cumpla con todas sus funciones. Ley 1672/2013. Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE. 19 de julio de 2013. Colombia.</p> <p>Es el lugar o depósito momentáneo en donde se colocan los residuos, para que luego sean analizados, reparados, reutilizados o desechados y enviados a otro lugar. Decreto 4741 de 2005. [Ministerio de Ambiente]. Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. 30 de diciembre de 2005. Colombia.</p>
------------------------------	---

Anexo 3. Leyes, resoluciones y políticas complementarias sobre los RAEE

Leyes, resoluciones y políticas complementarias para el Marco Legal		
# Ley, resolución o política	Descripción	Impacto y desarrollo en el contexto colombiano

<p>El Decreto 1594 del 1984</p>	<p>Se refiere a las normas mínimas de efluentes que se vierten en el agua, allí se propone desarrollar un plan de ordenamiento sobre este recurso, entendido como un elemento vital para las personas, donde se tendrá en cuenta los criterios de calidad, se preservarán las particularidades naturales, se conservarán los límites teniendo en cuenta las necesidades de consumo, así mismo se mejorarán las características del recurso, para que este sea de calidad y apto para el consumo humano.</p> <p>En este decreto también se estipula la destinación de las aguas superficiales, subterráneas, estuarinas, marítimas y servidas; al igual que los criterios en los que se basan para estipular el agua de calidad; de las concesiones y vertimientos de residuos líquidos tanto para el caso doméstico como el industrial; de los registros de los vertimientos; y de la forma en que se obtendrán los permisos de vertimiento, así como de los planes de cumplimiento para quienes ya cuentan con el permiso; de las autorizaciones, ampliaciones o modificaciones; de los procesos para modificar normas y criterios de calidad; de las tasas retributivas; de los estudios del efecto o impacto ambiental; de la forma de analizar tales efectos y las tomas o evidencias que</p>	<p>se evidencia unos pasos significativos para el control de los residuos sobre todo del análisis que para este caso refiere específicamente al agua, y de cómo a partir de este recurso se debe investigar las modificaciones que el entorno y la sociedad producen en ésta con nuevos químicos o sustancias que resultan nocivas.</p>
--	---	---

<p>la Resolución 2309 de 1986</p>	<p>se tienen sobre ello; de la vigilancia y el control; por último de las medidas de sanidad y de las sanciones.</p> <p>Se determinan ciertas disposiciones de saneamiento para el manejo y procedimiento de los residuos sólidos. Para este caso es el Ministerio de Salud quien emite y reglamenta la recolección, transporte y disposición final de los residuos. En dicho documento se mencionan determinados criterios para identificar residuos especiales, bien sea inflamable, volatizable, tóxico, entre otros; a partir de esto establecer los mecanismos de almacenamiento tanto del sitio como de los objetos que contengan dichos residuos; luego se enfatiza en el transporte donde se estipula ciertos requisitos y autorizaciones para quienes se encarguen de dicha función, así como del diseño pertinente del vehículo para el traslado de los residuos y del mantenimiento y limpieza del mismo.</p> <p>Luego se detalla el tratamiento que se debe tener de los residuos sobre todo teniendo en cuenta la clasificación que ha recibido tanto si es peligroso como si no; de allí que también se mencionen las autorizaciones y disposiciones que se deben ejecutar</p>	<p>Se evidencia la necesidad de clasificar los residuos sólitos con el objetivo de prestar especial atención a su procesamiento y almacenamiento, así como las condiciones para que un ser humano se acerque a estos residuos, en interés de su protección.</p>
--	--	---

<p>El Decreto 948 del 1995</p>	<p>para casos particulares de desechos; y las medidas que se tendrán en cuenta en caso de alguna emergencia, mediante la aplicación de un protocolo según la situación presentada. También se detalla los registros y planes para el cumplimiento de lo reglamentado por el Ministerio de Salud; al igual que la disposición sobre el control, vigilancia, aplicación de normas, medidas y sanciones.</p> <p>Se crea con el fin de establecer el reglamento de protección y control de la calidad del aire, allí se promueve a la prevención y reducción del deterioro ambiental mediante la emisión de contaminantes físico y químicos en el aire. En este documento se determina los tipos de contaminantes de grado 1 y 2. En el primero hacen parte el dióxido de nitrógeno, de azufre y plomo, así como el ozono troposférico, mejor conocido como smog fotoquímico, esto se emiten cotidianamente o por accidente y pueden producir graves enfermedades en las personas. En el segundo grado están algunos compuestos químicos que afectan el nivel de inmisión y agravan el efecto invernadero.</p> <p>Centran parte de su atención en las distintas quemas, tales como, bosque natural, vegetación, combustibles</p>	<p>Se evidencia la necesidad de prestar atención a la contaminación ambiental. Para ello se estipulan los tipos de contaminantes en el aire, y normas para reducirlos y controlarlos, que acogen desde entidades estatales hasta los propios ciudadanos.</p>
---------------------------------------	--	--

<p>la ley 253 de 1996</p>	<p>fósiles, sustancias o residuos tóxicos peligrosos.</p> <p>Y para contar con un debido control de este tratamiento se estipulan cinco normas: calidad del aire, descarga de contaminantes al aire, emisión de ruido, ruido ambiental y evaluación y emisión de olores ofensivos. Se clasifica, además, las emisiones contaminantes en fijas y móviles. Para el caso de estas últimas se prohíbe la emisión al aire de vehículos que se excedan del límite establecido respecto al monóxido de carbono, óxido de nitrógeno e hidrocarburo. En este decreto también se mencionan las funciones de las autoridades ambientales para ejercer control sobre las normas y permisos que se otorguen; así mismo se detallan los mecanismos de evaluación para la certificación de fuentes móviles y las medidas para la oportuna atención de situaciones que incidan en la contaminación, finalmente se hace referencia al régimen de sanciones y la participación ciudadana para el control de la contaminación en la atmósfera.</p> <p>Se aprueba el convenio de Basilea acerca del control de los movimientos fronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, en dicha ley se toma lo ya</p>	<p>Se evidencia la necesidad de formar un control sobre la llegada</p>
----------------------------------	--	--

<p>En 1998 surge la Política para la Gestión Integral de Residuos (PGIR)</p>	<p>estipulado por el convenio y se garantiza su aplicación desde el Congreso Nacional de Colombia.</p> <p>Un documento que en primer lugar realiza un diagnóstico de la situación actual respecto al tratamiento de los residuos, allí se comprueba que se ha presentado un aumento de residuos y que no se ha dado una buena disposición final sobre los mismos, entre otras cosas porque hay cierto desconocimiento sobre las implicaciones del inadecuado tratamiento de los residuos, es decir que tanto las empresas como los consumidores no están comprometidos con esta problemática, dado que no hay suficiente control de los residuos ni participación ciudadana.</p> <p>A partir de esta fase diagnóstica, se estipulan ciertos principios que apuntan a la gestión integral de residuos sólidos GIRS, para ello inician con la reducción de origen, puesto que consideran necesario que sea desde ese lugar donde se fomente la disminución de toxicidad de los residuos.</p>	<p>de residuos y desechos de otros países que atenten con el medio ambiente y la salud de los ciudadanos.</p> <p>Se evidencia el crecimiento de residuos en el país por falta de fomentar políticas de gestión integral de residuos y actividades educativas que concienticen las implicaciones de un tratamiento inadecuado de residuos, así mismo se formula una clasificación para estos.</p>
---	--	--

	<p>Luego proponen el aprovechamiento y valorización, donde evidentemente es necesario recoger y separar los materiales para ser reutilizados o reprocesados; como tercera medida mencionan el tratamiento y la transformación teniendo en cuenta el debido manejo según su grado de riesgo; por último se menciona la disposición final controlada, la cual -una vez se ha realizado todos los procesos anteriores- establece lugares concretos para depositar los residuos.</p> <p>En este documento se clasifican los residuos en dos grandes categorías, residuos sólidos y residuos peligrosos, dentro de la primera categoría se encuentran dos subclasificaciones aprovechables y basuras; y en la segunda categoría se encuentra los aprovechables y desechos. Se entiende por aprovechable cualquier residuo que puede ser reutilizado, reciclado, que sirve para producción de bioabono y demás usos que generen valor comercial y se considera basura aquello que no tiene ningún valor comercial y que requiere de un tratamiento y disposición final.</p> <p>Los objetivos centrales de la Política de Gestión Integral de Residuos se enfocan en minimizar la cantidad de residuos, aumentar el aprovechamiento de</p>	<p>En la formulación de esta política, se presenta un trabajo completo que parte no sólo de los residuos que se generarán en fechas posteriores a la publicación de dicha política sino que también reflexiona y tiene en cuenta los desechos que ya existen y de los cuales no se ha brindado un buen manejo.</p>
--	---	--

<p>El Decreto 1713 de 2002</p>	<p>estos, mejorar los sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final. Para cumplir con estos se fijan una serie de estrategias entre las que se encuentra el desarrollo de programas de minimización del origen asociado con programas de producción más limpia: modificación de los patrones de consumo y de producción insostenibles; creaciones de nuevos canales de promoción y comercialización de los residuos ya existentes: mejorar las condiciones de trabajo del recuperados; formulación de programas para la disposición final controlada; fortalecimiento de la vigilancia y control del manejo de los residuos; realización de inventarios de generación y localización de los residuos peligrosos; y finalmente en las estrategias generales contar con mayor formación a la ciudadanía sobre estos temas, planificación y alianzas institucionales para promover conciencia ambiental.</p> <p>Menciona las normas que se reglamentan sobre el servicio público de aseo dentro del marco de la gestión integral sobre los residuos sólidos, allí se detalla la</p>	<p>Se evidencia la importancia de reglamentar el servicio</p>
---------------------------------------	---	---

<p>La Resolución 1045 del 2003</p>	<p>responsabilidad tanto para la prestación del servicio como para el manejo de los residuos sólidos. Se establece un protocolo sobre el almacenamiento, recolección, transporte, limpieza, corte de césped y poda de árboles en áreas públicas, transferencia, tratamiento, aprovechamiento y recuperación de valores económicos y energéticos, reducción en la cantidad de residuos a disponer de manera adecuada. Para esto se menciona las distintas instituciones que son la máxima autoridad ambiental en su jurisdicción y velando por el control y vigilancia de las debidas responsabilidades ambientales para la nación.</p> <p>Implementa metodologías para elaborar los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. En dicho documento tienen en cuenta determinados decretos, leyes y resoluciones que se encaminan a integrar alternativas para el tratamiento de los residuos, también usan ciertas guías y proyectos que ya existen y permiten tener un panorama amplio sobre esta situación.</p> <p>Luego se describe la organización municipal para la elaboración del PGIRS, donde se realiza un diagnóstico, ciertas proyecciones demográficas, de zonas de expansión urbana, de generación de residuos</p>	<p>público de aseo, para señalar las responsabilidades, protocolos y principales instituciones encargadas.</p> <p>Se evidencia la necesidad de introducir metodologías que guíen los planes de gestión integral de residuos sólidos. De esta manera se promueve a analizar y proponer alternativas soportadas en estudios; se estructura el plan de presupuesto y contingencia; y los</p>
---	--	---

<p>El Decreto 4741 de 2005</p>	<p>y de usos del suelo. Se fijan algunos objetivos y metas generales, los cuales deberán ser conciliados con las políticas definidas por el Gobierno Nacional y la autoridad ambiental respectiva.</p> <p>Hace énfasis principalmente en los desechos peligrosos y tiene como objetivo prevenir la generación de residuos peligrosos, regular el manejo de estos y proteger el ambiente y la salud humana. Para ello establece y determina las características particulares de los desechos peligrosos, las cuales constan de rasgos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, infecciosos y radiactivos. Para identificar explícitamente si es o no un desecho peligroso se tiene en cuenta el conocimiento técnico sobre los insumos del residuo y si se identifica con uno o más elementos peligrosos, también a través de las características físico-químicas de los residuos.</p> <p>Dentro de las obligaciones y responsabilidades se encuentra garantizar el buen manejo y gestión de los desechos peligrosos, elaborar un plan de gestión integral, así mismo, minimizar la cantidad y peligrosidad. Dentro del plan se debe documentar el</p>	<p>mecanismos para implementar actualizar, seguir y tener control de PGIRS.</p> <p>Se evidencia la necesidad de prestar atención a los desechos peligrosos, y tratar al máximo de prevenir, regular y proteger al medio ambiente y al ser humano de este tipo de producción.</p> <p>Se enfatiza en la importación, exportación y tránsito de desechos peligrosos. Allí se tienen nuevamente en cuenta</p>
---------------------------------------	---	---

<p>origen, características de peligrosidad, cantidad y manejo y debe estar disponible al momento de realizar actividades de control y seguimiento ambiental. También debe capacitar a las personas encargadas de la gestión y manejo de los residuos peligrosos, contar con un debido plan de contingencia, tomar medidas preventivas, y contratar los respectivos servicios para almacenar, aprovechar, tratar y establecer su debida disposición final.</p> <p>Existe dentro de este decreto un capítulo dedicado a la gestión y manejo de empaques, embalajes, envases y residuos de productos o distintas sustancias químicas peligrosas, como es el caso de los plaguicidas sin usar, medicamentos vencidos y baterías usadas.</p> <p>Es compromiso de las autoridades ambientales, divulgar la información sobre el debido tratamiento de los desechos peligrosos, así como buscar la manera de promover estrategias en pro del plan integral en la que participen tanto los que fabrican como los que distribuyen y consumen los productos con dichas sustancias. Aunque también es compromiso de los municipios y dependencias apoyar y fomentar campañas en pro de la toma de conciencia respecto al debido uso y perjuicio de los desechos peligrosos.</p>	<p>el movimiento transfronterizo establecido en el Convenio de Basilea y se estipulan ciertas prohibiciones respecto a la introducción de residuos nucleares o tóxicos al país. Así como importar residuos que contengan Contaminantes Orgánicos Persistentes tales como: Aldrín, Endrín, Clordano, Heptacloro, Dieldrín, Hexaclorobenceno, Toxafeno, Mirex, Bifenilos Policlorados, DDT. De igual manera se prohíbe quemar o abandonar desechos peligrosos en las calles, humedales, parques, ríos, entre otros.</p>
--	---

<p>El Decreto 838 de 2005 modifica el Decreto 1713 de 2002</p>	<p>Los distintos generadores de estos productos son clasificados en tres categorías: grande, mediano y pequeño y cada uno cuenta con determinado plazo para inscribirse en el Registro de Generadores teniendo en cuenta la cantidad de desechos que genera en un rango de igual o mayor a 1,000.0 kg/mes, a 100.0 kg/mes, o a 10.0 kg/mes, respectivamente.</p> <p>Es acerca de la disposición final de residuos sólidos, en particular porque agrega criterios, procedimientos, metodologías, restricciones y prohibiciones para la localización de áreas en el final del proceso. El lugar destinado para depositar desechos debe revisar aspectos como la capacidad, condiciones topográficas, vías de acceso, distancia entre el relleno y el perímetro urbano, posible afectación para quienes habitan cerca de estos rellenos, dirección del viento, distancia respecto a los cuerpos hídricos, vías de desplazamiento, geoforma del área (plana, media ladera, entre otras), restricción de la disponibilidad del área y aseguramiento financiero para el transporte. Sin duda todos estos ítems permiten y posibilitan la creación o asignación de espacios pertinentes para la</p>	<p>Se evidencia la necesidad que tiene una ciudad por generar y encontrar espacios adecuados para la deposición de residuos sólidos.</p> <p>Estos espacios se formulan en cualquier entidad territorial, teniendo en cuenta las condiciones particulares tanto social, ambiental y económica. En</p>
---	--	--

	<p>comunidad en general.</p> <p>En la planeación se tiene en cuenta la Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, el ordenamiento territorial, la licencia ambiental, el Reglamento Técnico del Sector, RAS. Para lo netamente relacionado con el reglamento operativo, este se debe formular antes de iniciar la operación y tendrá en cuenta un cronograma de actividades, calidad y cantidad de materiales a utilizar, condiciones de acceso, restricción e identificación de residuos, frentes de trabajo, compactación de los residuos, control del agua de infiltración y de escorrentía, material de cubierta diaria, recolección y tratamiento de lixiviados, concentración y venteo de gases, recolección, acciones y actividades de control para la estabilidad de taludes, equipos e instalaciones de instrumentación, equipo y maquinaria requerida, personal requerido y calidades profesionales, procedimientos constructivos, procesos operativos desde la entrada de los residuos hasta su disposición final, programa de seguridad industrial a aplicar en la construcción, esquemas y planos de los procesos e instalaciones en el relleno y operación del relleno sanitario, y demás criterios operacionales. En cuanto al control y monitoreo se incluirá el de aguas subterráneas, de fuentes superficiales y puntos donde</p>	<p>consecuencia se establece que aquellos lugares destinados como rellenos sanitarios deberán garantizar un horizonte no menor a treinta años.</p>
--	---	--

<p>La resolución 601 de 2006</p>	<p>se realice control sin que afecte lo dispuesto en la licencia ambiental.</p> <p>Se delimita la cantidad de contaminantes y/ o sustancias químicas que pueden ser arrojadas en el aire, sobre todo teniendo en cuenta la frecuencia con la que se arrojaron para que éstas no incidan negativamente en la calidad del aire. Siendo así se estipula un nivel máximo permisible para el PST, PM10, SO2, NO2, O3 y CO. Para el caso de los contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos se establece un límite máximo permisible para el Benceno, el Plomo y sus compuestos, el Cadmio, Mercurio, Hidrocarburos expresados como Metano, Tolueno y Vanadio. Respecto a las sustancias generadoras de olores ofensivos se estipula determinado volumen para el Acetaldehido, Acido Butirico, Amoniac, Clorofenol, Dicloruro de azufre, Etil mercaptano, Etil acrilato, Estireno, Monometil amina, Metil mercaptano, Nitrobenceno, Propil mercaptao, Buril mercaptano, Sulfuro de dimetilo y Sulfuro de hidrogeno.</p> <p>Los niveles estipulados para las anteriores sustancias contarán con mediciones y control constante sobre la contaminación que producen, así como de los</p>	<p>Se evidencia la importancia de limitar la cantidad y de residuos químicos y la frecuencia con que estos pueden ser arrojados en el aire, por medio de dispositivos tecnológicos de control, que permitan una lectura a la institución sobre la cantidad de residuos, para lo anterior se describen sanciones que puede llegar a tener una empresa u organización sino cumple con los requisitos.</p>
---	---	---

	<p>perjuicios en el ambiente y la salud de las personas, y serán las autoridades ambientales las encargadas de revisar el cumplimiento o incumplimiento de estas normas, así como de informar los parámetros e indicadores sobre los niveles máximos. En aquellos lugares donde se pase del nivel estipulado será necesario implementar programas para la reducción de contaminación y será responsabilidades de las distintas entidades territoriales participar en pro de dicho programa.</p> <p>En el capítulo cinco se declara sobre los niveles de prevención, emergencia y alerta de las sustancias mencionadas anteriormente. Para ello se tiene en cuenta el tiempo máximo de exposición de dichos componentes y se da prioridad a unos sobre otros, teniendo en cuenta los efectos negativos en la salud y ambiente. De igual forma, se mencionan las sanciones que se efectuarán conforme al grado de afectación.</p>	
--	---	--

Anexo 4. Soluciones reales antes el aumento de los RAEE

A continuación se mencionan algunas de las soluciones reales que se han implementado en los últimos años y que contribuyen a la disminución de los RAEE y por ende a la contaminación ambiental. Algunos proyectos y programas han sido establecidos en diferentes

países y dan cuenta de claridades teóricas y prácticas respecto a la gestión integral de los RAEE, pero particularmente para este apartado se abordarán específicamente aquellas propuestas que han surgido en Colombia a partir de las necesidades de contextos concretos.

Una de las propuestas más significativas y en ocasiones controversial en Colombia ha sido el programa Computadores para Educar, allí se unifican dos ejes de acción, uno pensado en términos de acceso a las TIC sobre todo en aquellos lugares periféricos o con connotaciones económicas bajas y el otro eje referido al aprovechamiento de aparatos que no han llegado al fin de su vida útil, es decir, que aquí se promueve el re-uso y reciclaje de determinados componentes. Cabe destacar que esta propuesta cuenta con un plan de gestión integral coherente y pertinente para reutilizar algunos aparatos de la línea gris. De acuerdo con Camacho (2011) se da prioridad al re-uso sobre el reciclaje, y para ello se establece en primera instancia un adecuado proceso de recolección y acopio para luego reacondicionar y de manufacturar. Para el caso de los computadores que han llegado al final de su ciclo de vida se procede a extraer materia prima, procesar materiales, manufacturar productos, usar ciertos productos y manejar los residuos, para ello siempre se tienen en cuenta los procedimientos de control y cuidado sobre la disposición final para que esto no tenga repercusiones negativas en la salud ni en el ambiente (Camacho, 2011).

La campaña de EcoCómputo ha recolectado gran cantidad de toneladas de residuos de computadores en los últimos años, se ha destacado por implementar procesos de recolección de manera ordenada e integral y ha generado distintos canales de comunicación para que distintas ciudades del país envíen los computadores que ya no usan, además al ser un colectivo de empresas fomenta desde lo empresarial hasta lo individual el correcto manejo y proceso de estos residuos, contribuyendo a la mitigación de contaminación. EcoCómputo se encarga de recolectar

monitores, impresoras, teclados, escáner, entre otros y los envía a empresas que cuenta con licencia ambiental para brindar un manejo ambientalmente responsable (EcoCómputo, 2017).

Gaia Vitare, es una compañía que nació en el año 2000 y realiza todo el procedimiento para el adecuado proceso de los RAEE, es decir que se encarga de recoger, transportar, destruir, tratar, aprovechar, y establecer la disposición final desde estándares de seguridad. Ofrece sus servicios a distintas empresas y genera la toma de conciencia respecto al uso responsable del medio ambiente (Gaia Vitare, 2017).

Belmont Trading Colombia cuenta con las certificaciones y autorizaciones del Ministerio de Ambiente, así garantiza procesos confiables y oportunos para la gestión de residuos, cuentan con una planta de reciclaje que recoge aparatos tales como: tarjetas electrónicas, equipos de redes de telecomunicación, teléfonos móviles y accesorios y PDAs y otros dispositivos de mano. En últimas se encargan fundamentalmente de realizar procesos de desmonte, destrucción y extensión del ciclo de vida de las partes y los componentes de los aparatos mencionados anteriormente (Belmont Trading Co. 2017).

De esta manera se hace visible algunas de las propuestas que se enmarcan dentro de Colombia y que fomentan no sólo en las empresas sino en la población en general a comprometerse con el medio ambiente y a garantizar mediante estrategias y propuestas integrales la disminución de RAEE. Sin olvidar la transversalidad de lo normativo, teórico y contextual que se debe generar en cualquier Plan de Gestión Integral y que posibilita la coherencia y pertinencia de los proyectos para las condiciones actuales del país y del mundo.