



**“Vacíos técnicos y jurídicos en Colombia para alcanzar un aprovechamiento integral de residuos eléctricos y electrónicos: una oportunidad de negocio para el emprendimiento ambiental”**

**Autores**

**NICOLÁS TAPIAS SCHACHTEBECK  
JOSÉ ISAÍ SANTAMARÍA RONCANCIO**

**Trabajo presentado como requisito para optar por el  
título de Magister en Derecho y Gestión Ambiental**

**Director, Tutor**

**CARLOS CESAR PARRADO**

**Facultad de Jurisprudencia**

**Maestría en Derecho y Gestión Ambiental**

**Universidad del Rosario**

**Bogotá, Colombia**

**2022**

**1. Introducción**

En algún momento los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son descartados para convertirse en residuos. Hoy en día son los residuos de mayor crecimiento a nivel

mundial y local y los de mayor valorización en el mercado (Minambiente.gov.co, s.f.) . Recuperar los metales es una tarea que se debe empezar a hacer en Colombia; al desensamblar un equipo, queda por tratar las tarjetas de circuito impreso, que son exportadas a refinadoras de metales en los diferentes continentes que si cuentan con la tecnología que permite hacer el aprovechamiento integral de las mismos.

La oportunidad de negocio es latente al hacer la refinación de los más de 60 metales que contienen las tarjetas de circuito impreso en Colombia con menores impactos ambientales y generación de gases efecto invernadero en comparación con la minería tradicional. Es de vital importancia que la normativa ambiental brinde mayor claridad a este tipo de industria y los costos en materia tributaria sean claros y definidos. Adicionalmente, es crucial definir la responsabilidad del del productor cuando estos productos se vuelven residuos, involucrando también los porcentajes de aprovechamiento y de reutilización en el marco de la economía circular.

El objetivo central de este artículo será analizar la viabilidad del funcionamiento de una planta integral de aprovechamiento de residuos eléctricos y electrónicos en Colombia, haciendo un análisis de la cantidad de exportaciones junto con sus ventajas y desventajas frente a los modelos técnicos de operación y su normativa vigente. Para esto, se realizará un estudio de caso comparativo de una empresa europea de gestión integral de residuos eléctricos y electrónicos que sirva como modelo de réplica en Colombia, y, posteriormente, se verificará la normativa ambiental y tributaria interna para la viabilidad del funcionamiento de una planta de aprovechamiento integral de los residuos eléctricos y electrónicos.

## **2. Panorama normativo nacional y análisis de la política pública RAEE en Chile, México y España: breve recuento de los avances de cada Estado y aspectos comparativos frente al caso de Colombia.**

Colombia ha venido implementando diferentes herramientas normativas para establecer políticas públicas en materia de aprovechamiento de RAEE, que si bien han abarcado diferentes aspectos relevantes y necesarios, persisten algunas falencias en temas procedimentales y normativos, como por ejemplo los parámetros establecidos para guiarse en la elaboración del Estudio de impacto Ambiental (EIA) para obtener la licencia ambiental para desempeñar cualquier proyecto de aprovechamiento integral de RAEE.

Siendo así un impedimento para potencializar este tipo de industria en el país para generar mayores ingresos, inversiones y trabajo, involucrando el carácter social y económico. De manera que Colombia continúa en el camino de consolidar una cobertura normativa apropiada que atienda las diferentes necesidades en este campo y que serán analizadas a profundidad más adelante en este documento.

Comparte similitudes en los avances que ha venido implementando México en su sistema político federal, al establecer una política pública en materia de inversión para desarrollar la infraestructura y equipamiento para lograr el aprovechamiento integral de los residuos. También con Chile, que ha venido implementando su política de RAEE y hace un seguimiento desde la fabricación de esta clase de aparatos hasta su aprovechamiento integral buscando siempre la reducción, reutilización y reciclaje. El sistema europeo, que si bien se rige por una serie de directivas que adopta la Unión Europea desde hace ya algunos años, por ejemplo, en España se propende por controlar la introducción al mercado y la comercialización de aparatos eléctricos y electrónicos a través de su recaudo para un futuro aprovechamiento integral con políticas públicas ambiciosas y se ha centrado en imponer obligaciones a los productores en donde se es bastante riguroso en el proceso de diseño de los productos y su registro para poder comercializar los mismos. La Unión Europea ha demostrado su compromiso a nivel interno como global. Las grandes tecnologías y las empresas referentes de aprovechamiento integral de esta clase de residuos se radican en Europa. Por eso se espera que su evolución normativa y social siga avanzando considerablemente, y que se logre la manera de trabajar en conjunto con los países del Sur global.

El propósito de este análisis está en ver qué es lo que le hace falta a Colombia para lograr ese objetivo de poder hacer un aprovechamiento integral en el territorio nacional de esta clase de residuos; para esto es fundamental analizar el camino que ya han atravesado Estados que han tenido un desarrollo importante en materia de RAEE.

Para profundizar más en el tema, en la Tabla #1 en la sección de Anexos se encuentra el cuadro de análisis normativo comparado.

### **3. Generación de RAEE, su registro de exportación en Colombia y análisis de la competencia en el mercado**

#### **3.1 Descripción del producto a exportar:**

El producto que se busca exportar son las tarjetas de circuito impreso. Son las piezas fundamentales en un AEE al ser el objeto que sirve de soporte físico aislante para la colocación y soldadura de los componentes. Muchas de estas tarjetas contienen una disposición galvánica o electroquímica que se forma de diferentes materiales conductores como el cobre, el oro o la plata, y que son muy bien valorados en el mercado global para su reutilización (Novoa & Infante, 2002). Actualmente estas tarjetas se exportan porque a nivel nacional persiste una imposibilidad para tratarlas o recuperarlas al no existir industrias idóneas que logren realizar el proceso integral de aprovechamiento. Los demás componentes que conforman a los residuos eléctricos y electrónicos si son tratados y/o recuperados en la industria nacional. De ahí surge la razón de enfocar el estudio en este tipo de producto.

En los últimos tres años consta que no abundan las empresas colombianas dedicadas a la recolección, transporte y disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Ver Tabla #2). A su vez, se evidencia que se ha logrado exportar alrededor de 4377.75 toneladas de tarjetas de circuito impreso en tan solo el año 2019, 2020 y 2021 en Colombia. Los receptores de estos materiales se han encargado de hacer el aprovechar integralmente de estos, generando así una fuente de trabajo e ingresos importante junto con un compromiso ambiental y social involucrado. Lo cual da a entender que efectivamente en el mundo existen muchas empresas interesadas en adquirir estos materiales, que, en algunos casos, pueden llegar a ser escasos, y, por tanto, su volumen de demanda es mayor, brindando así una oportunidad de negocio interesante en Colombia.

### **3.2 Análisis de la competencia.**

Actualmente en Colombia existen alrededor de unas 20 empresas dedicadas a la recolección, transporte, disposición final y exportación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; teniendo en cuenta que los residuos que más se están generando en Colombia son los RAEE. De manera que cuando un aparato eléctrico o electrónico cumple su ciclo de vida, se desecha y es desmantelado en las diferentes vertientes existentes; tales como: plástico; cable; batería li-ion, Cd-Ni, Pb; chatarra de cobre, aluminio y hierro; vidrio; y tarjetas de circuito impreso.

Los primeros siete componentes son comercializados y tratados en la industria colombiana y son los residuos de mayor facilidad de tratar. A su vez son los que generan menor impacto ambiental en su proceso de tratamiento y/o disposición final.

Las tarjetas de circuito impreso contienen más de 40 metales en forma de aleaciones y micro aleaciones complejas, que, hasta la fecha, no existen empresas en Colombia o Latinoamérica que se dediquen a extraer metales desde este tipo de residuos debido a la complejidad en la que encuentran los metales y el alto contenido de resinas y plásticos de las tarjetas. Es decir, que al ser tratados generan grandes impactos ambientales difíciles de controlar con las tecnologías que actualmente están incorporadas.

Empresas como Glencore, de Estados Unidos, en asociación con empresas europeas, crearon la tecnología Isasmelt que brinda una fundición limpia y flexible para las necesidades del mundo real (Glencore Technology, 2022); esta tecnología es especial para tratar los residuos electrónicos, minimizando los impactos ambientales en su máxima expresión. Con esto, se han logrado extender por continente norteamericano, asiático y europeo.

La competencia radica en quien tenga el mejor cliente en el exterior para la refinación de los metales que contienen las tarjetas de circuito impreso. En Colombia son muy pocas las empresas que hacen esta gestión, toda vez que el mercado nacional está a la deriva de quién tenga los mejores precios de compraventa con las empresas receptoras o compradoras del material. Es ahí donde Hábitat a Vibe Company SAS ha sido protagonista gracias a su excelente conocimiento metalúrgico en extracción y mercado de metales que le permite crecer por encima de las demás empresas en Colombia y así, brindar los mejores precios en el mercado local. De acuerdo con la Figura #1, es claro cómo sus actividades son superiores frente a la competencia, considerándola, así como la empresa referente en este mercado.

#### **4. Métodos de recuperación de metales desde tarjetas de circuito impreso en Colombia.**

Las cifras de generación de RAEE en Colombia son relevantes al momento del diseño, implementación y construcción de una planta para el procesamiento integral de RAEE. Para establecer los métodos de tratamiento, se buscará tratar estos residuos como se hace

regularmente el procesamiento de minerales de cobre, involucrando las siguientes etapas (ver Esquema #1):

**a. Preparación mecánica de las tarjetas de circuito impreso:**

- **Trituración:** disminución de tamaño de las tarjetas hasta tener partes menores a una pulgada en molino de doble eje.
- **Molienda:** disminución de tamaño hasta dejar todo el material en tamaño menor a 0.03 milímetros en molinos de bolas.

**b. Fundición:**

El residuo molido se funde en hornos con tecnología Isasmel u hornos reverbero. Es aquí en donde se quema la base plástica y se funden los metales; quedando como resultado una mata de cobre impura rica en metales preciosos y metales del mismo grupo que el platino.

**c. Refinación del cobre:**

La mata de cobre impuro pasa al proceso de electrorefinación de cobre en una celda electrolítica en acción de electricidad, agua y ácido. De este proceso sale cobre electrolítico, y lodo anódico en donde están contenidos los metales preciosos y los metales del grupo del platino (Pt).

**d. Recuperación de metales preciosos y metales del grupo del platino:**

El lodo anódico es tratado por métodos hidrometalúrgicos y se extraen los metales según afinidad química con el ácido que se esté tratando. Este proceso se debe repetir para extraer todos los metales necesarios.

A diferencia de la minería tradicional, la recuperación y refinación de metales desde residuos eléctricos y electrónicos permite un ahorro del 95% de agua y un 89% de energía eléctrica, disminuyendo considerablemente la generación de gases efecto invernadero y, por ende, los impactos ambientales. Otro de los beneficios que brinda es que se tiene una segunda fuente de obtención de metales.

**5. Estudio de modelo europeo de gestión de RAEE: caso UMICORE.**

Dada la preocupante situación de consumo acelerado, los estándares ambientales de los países del Norte Global han cobrado importancia, ya que existen diversos requerimientos

y por consiguiente son enviados a países que carecen del uso de tecnologías limpias para desempeñar una gestión ambiental apropiada (HE, LI, MA, & al, 2006).

No obstante, para el caso de Europa, al haber un amplio desarrollo normativo, cada Estado miembro da aplicación a su manera: unos son más diligentes con el aprovechamiento integral de sus residuos y de asumir su propia responsabilidad. Uno de los mejores ejemplos a considerar es el caso de Umicore, ya que su posición actual la da la cualidad de ser una de las compañías con mayor fuerza de gestión de RAEE en el mundo. Si bien su forma de negocio es el comercio de tecnología de materiales, una de sus categorías estrella es el reciclaje de RAEE al tratar residuos complejos que contienen metales preciosos. Actualmente tiene presencia en 38 países y un nivel de facturación de 8,8 mil millones de euros. Lo interesante de su operación también radica en que Umicore recibe principalmente los circuitos impresos de empresas latinoamericanas que se encargan de recuperar los residuos eléctricos (UMICORE, 2021).

Su modelo de negocio consta en reciclar los desechos para así obtener materias primas que pueden pasar a transformarse en productos para que sean vendidos a nuevos clientes, brindando un ciclo cerrado gracias a sus avanzadas tecnologías, posicionándose así como uno de los negocios más sostenibles en la actualidad.

Adicionalmente, esta empresa opera de acuerdo a ciertos lineamientos que recomiendan agentes externos, como la OCDE; por ejemplo, el uso de Cartas de Adquisición Sostenible, cuyo fin es evitar la vulneración de derechos humanos a través de sus operaciones sin causar repercusiones indebidas en la sociedad; brindando así un compromiso social (Velasco, 2021).

Asimismo, el Pacto Verde Europeo promueve las operaciones de Umicore. Recordemos que este Pacto busca dirigir a la Unión Europea hacia una transición ecológica, y, por consiguiente, alcanzar una neutralidad climática para el año 2050 (Consejo Europeo; Consejo de la Unión Europea, 2022). Es por esto que dichas iniciativas han sido revisadas por el Consejo Europeo, y, a través del Objetivo 55, se ha buscado introducir esas recomendaciones en legislación para la Unión Europea enfocada al cumplimiento de objetivos referentes al cambio climático. Por eso es que en el año 2020 se presentó un Plan de Acción para la Economía Circular que involucra a los productores de AEE al imponer requisitos de diseño ecológico de sus productos buscando la reutilización, durabilidad y reparabilidad, fomentando el reciclaje en cuanto a la extracción de los

componentes para su reutilización, incluyendo las materias primas básicas (Consejo de la Unión Europea, 2020).

Estas estrategias al final terminan promoviendo las operaciones de empresas como Umicore que reciben materiales de AEE para prepararlos para su reutilización en el mercado y así alargar su vida útil. Con esto, justamente el I Plan de Acción de Economía Circular 2021-2023, denominado como la Estrategia Española de Economía Circular, busca establecer una base de datos a nivel nacional de todas las empresas o centros especializados que se encarguen de hacer todo el proceso necesario para poder reutilizar los materiales resultantes de los RAEE. Adicionalmente, se quiere implementar un sistema de registro de producción, consumo y reciclaje por medio de un sistema informático en donde intervengan los actores involucrados, (Umicore, por ejemplo, al ser la empresa que recicla esta clase de aparatos) junto con el Gobierno español (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), 2020). De modo que este tipo de empresas tienen una alta visibilidad a nivel continental e incluso global dada su presencia en todos los continentes por su operación con tecnologías que brindan una red de seguimiento y control de los productos que se ponen en el mercado, amparado igualmente por la necesidad de cumplimiento de los objetivos que impone el Pacto Verde Europeo para el año 2030 y 2050.

#### **6. Diagnóstico de factibilidad para lograr un aprovechamiento integral de RAEE en la empresa Hábitat A Vibe Company SAS.**

Colombia ha demostrado avances en materia de RAEE al establecer lineamientos para la adopción de políticas públicas de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Resolución 1512, 2010), no obstante, es necesario sumergirse en las particularidades de todo este sistema:

Si bien, el Decreto 2041 de 2014, al determinar como requisito la obtención de licencia ambiental para “*la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (...)*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 2041, Artículo 8, Numeral 11, 2014) y expedir una serie de términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA)

para este tipo de proyectos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 076, 2019), ciertamente existen varios vacíos que impiden el desarrollo de esta industria.

En primer lugar, en la práctica, los gestores de RAEE requieren de una herramienta jurídica que determine qué es lo que pueden hacer y qué es lo que no se puede hacer. Es decir, como el Decreto 2041 de 2014 establece el requisito de obtención de licencia ambiental para este tipo de actividades, para conseguirla se debe aportar un EIA, que como tal debe estar supeditado de unos términos de referencia para entrar a desarrollar este tipo de proyectos.

En principio, la Resolución 076 de 2019 “*adopta los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, para el trámite de licencia ambiental de proyectos para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de (...) (RAEE)*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 076, 2019). Sin embargo, al revisar esta norma se evidencia que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible si establece una serie de deberes y diligencias para el interesado en obtener la licencia ambiental, pero que terminan siendo insuficientes para configurar términos de referencia para esta actividad.

Los requisitos que establece la norma son, que para la presentación del EIA, se debe incorporar toda la información que sea relevante y necesaria de conformidad con las disposiciones legales vigentes y se debe garantizar que se incluyan todos los temas a tener en cuenta para el buen desempeño de la gestión ambiental de RAEE sin afectar significativamente los recursos naturales ni afectar la dignidad humana.

De manera que hoy en día no existen unos parámetros concisos que den una hoja de ruta para la elaboración del EIA. Además, en la práctica, primero, el interesado elabora un estudio técnico del proyecto a desarrollar que se presenta a la respectiva Corporación Autónoma Regional (CAR). Luego, la autoridad ambiental realiza una valoración de aspectos e impactos ambientales en conjunto con el interesado; para finalmente expedir los Términos de Referencia de manera individual para ese proyecto en específico por el cual se acudió. Lo cual demuestra que no existen Términos de Referencia para esta actividad. Posiblemente esto se presenta por la cantidad de variaciones que puede llegar a tener cada proyecto debido a la variedad de metales involucrados.

Por otro lado, el artículo 8 de la Ley 1672 de 2013 busca establecer una serie de lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE, dispone los componentes de la política. Dentro de esos componentes se incluye la facilitación para la creación y formalización de empresas gestoras, los mecanismos normativos que brindan apoyo a la industria junto con la flexibilización de los trámites para obtener licencias ambientales, y promover instrumentos económicos en la operación y gestión para atraer riqueza y empleo en el país, entre otros (Ley 1672, 2013).

Pues bien, al analizarlos, el objetivo de esta política pública no se cumple con la totalidad de las expectativas para impulsar a la industria. Por ejemplo, lo que sucede con la Resolución 076 de 2019 en cuanto a los Términos de Referencia. Sobre el objetivo de creación de empresas y obtención de licencias ambientales, tampoco se ve una diferenciación significativa porque de todas formas sigue demorando el mismo tiempo que los demás procesos, que, en su mayoría, toman años.

De igual forma, no son claras las facilidades económicas para este sector, ya que, en la práctica, estas empresas siguen siendo consideradas como industrias comerciales. Lo cual, para desempeñar su actividad, se impone un 19% correspondiente al IVA (Impuesto sobre el Valor Añadido), un impuesto que va del 4% al 12% de Regalías (teniendo en cuenta que su actividad prácticamente no afecta los recursos naturales), un 35% de Renta, un 3,5% de Rete Fuente, y un 0,11% de Rete Ica. Es decir que una empresa gestora de RAEE tiene que sufragar una obligación tributaria del 61,5% de su ganancia neta aproximadamente.

En síntesis, Colombia necesita perfeccionar sus aparatos regulatorios para cumplir con estos propósitos; que exista un trabajo conjunto entre las autoridades ambientales y los gestores de RAEE; que se materialicen aquellos incentivos financieros y económicos para la industria, para que la instalación de plantas gestoras pueda ser viable en el país, ya que, al revisar las cargas tributarias en otros países, la responsabilidad es inferior.

El sistema de gestión integral de RAEE si es viable de aplicarlo en Colombia dado su alto nivel de generación de RAEE y su índice de exportación a países que si hacen un aprovechamiento total de estos aparatos. En vez de exportarlos, se puede instalar toda la gestión integral, de principio a fin, y de esa manera se reducirían costos y a su vez, impulsaría en buena medida la economía del país. Esto se puede lograr si se proporcionan

los mecanismos necesarios para que las empresas tengan la capacidad de adquirir la tecnología requerida y así atraer una fuente de riqueza y empleo importante para el país.

#### **7. Reflexiones y consideraciones finales:**

El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos es una de las mayores fuentes de residuos a nivel global debido a los acelerados avances de la tecnología y el consumo humano. Ciertamente sus componentes involucran diversos materiales que son muy bien valorados en el mercado internacional. Es por esto que algunos países han sacado provecho de esta situación al avanzar en su regulación para poder desempeñar esta actividad.

Puntualmente el desarrollo que ha realizado Colombia en esta materia es de destacar, teniendo en cuenta además que es uno de los mayores productores de RAEE en Latinoamérica y tiene la capacidad de realizar un aprovechamiento integral de diferentes componentes de un AEE. No obstante, aún no se ha podido hacer un aprovechamiento integral de las tarjetas de circuito impreso resultantes de los AEE que ya culminaron su ciclo de vida por la falta de acceso a la tecnología que se requiere.

Si bien ha habido un avance a nivel nacional en cuanto a su regulación, en la práctica se ve cómo el sistema no brinda las especificidades necesarias, quedando en vacíos normativos, o los requisitos mismos para prosperar en esta industria terminan siendo una limitante considerable para los interesados en darle un crecimiento económico al país.

Una vez analizada la capacidad de exportación de RAEE de la empresa Hábitat A Vibe Company SAS, da a entender que es viable dar el siguiente paso para evolucionar en esta industria; pero es necesario replantear muchos factores que intervienen en la propia operación de la empresa.

De ahí surge la necesidad de aclarar esos vacíos normativos y operacionales para que las empresas colombianas puedan entrar a competir con las potencias en minería urbana, al acceder a la tecnología necesaria que brinde trabajo y crecimiento económico, social y ambiental para Colombia. Además, vale la pena hacer la comparación de costos que implica exportar todos esos residuos que actualmente no se pueden aprovechar en el país, versus el escenario en que Colombia los aproveche integralmente con la capacidad operacional que puede realizar una empresa como Hábitat A Vibe Company SAS.

Al evidenciar el nivel de empresas gestoras de RAEE en Colombia junto con sus cifras de generación, es llamativa la idea de instalación de una planta de tratamiento integral de RAEE con capacidad operacional de 4 Ton aproximadamente, ya que sería viable y factible implementar el sistema de operación descrita anteriormente de empresas como Umicore que recuperan metales que son bien valorados en el mercado global. Lo cual, además genera un impacto ambiental inferior a la minería tradicional al ahorrarse un 95% de agua, un 89% de energía eléctrica y que casi todos los materiales involucrados en el proceso son reutilizables de manera reiterativa en el mercado.

Para conseguir este objetivo, se deben implementar medidas logrables, como, por ejemplo, impulsar las iniciativas públicas que beneficien a esta industria, que por consiguiente atraería inversión extranjera al otorgar una nueva vida a todos estos desechos que están presentes en nuestras vidas. De manera que lo que puede llegar a ser considerado basura para muchos, también puede ser considerado una fortuna para los demás. Es hora de aprovechar esta coyuntura.

# ANEXOS

Tabla #1. Cuadro de análisis normativo comparado:

| Estado   | Normativa               | Propósito  |
|----------|-------------------------|--|
| Colombia | Decreto 4741 de 2015    | Establece como objetivo principal la prevención de la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos generados, con el fin de proteger la salud humana y el ambiente.   |
|          | Resolución 1512 de 2010 | Los productores de computadores y/o periféricos que se comercializan en el país, tienen la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.  |
|          | Ley 1672 de 2013        | Busca establecer los lineamientos para una política pública de gestión integral de los RAEE generados en el territorio nacional. Esto quiere decir que cualquier interesado en realizar actividades de manejo de RAEE debe tramitar licencia ambiental ante la respectiva autoridad ambiental local, como se exige en el Decreto 2041 de 2014. No obstante, el numeral 11 del artículo 9 de este Decreto especifica que las actividades de reparación y reacondicionamiento de AEE usados no requieren de licencia ambiental.  |
|          | Resolución 076 de 2019  | Impone ciertos deberes y diligencias por parte los productores de estos aparatos eléctricos y electrónicos al regirse igualmente por el régimen de EIA junto con la licencia ambiental que es indispensable para llevar a cabo sus actividades, debido a la importancia que se otorga a la conservación del medio ambiente y la salud humana.  |
|          | Resolución 2000 de 2017 | Determina una serie de beneficios tributarios para los gestores ambientales en Colombia.   |
|          | Decreto 284 de 2018     | Modifica el Decreto 1076 de 2015, mejor conocido como el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, al incluir un capítulo específico y detallado con toda la gestión integral de los residuos de aparatos eléctrico y electrónicos. Aquí cabe destacar una vez más el conjunto de obligaciones de los actores involucrados en el sistema de recolección y gestión de RAEE, en donde se tuvo en cuenta a los productores, comercializadores e incluso a los usuarios o consumidores, gestores, autoridades ambientales y entidades territoriales; desarrollando un poco más lo contemplado en la Ley 1672 de 2013. Adicionalmente se añade ese deber de información sobre los aparatos eléctricos y electrónicos y como tal, consecuentemente sobre los residuos de estos (RAEE) |

|        |   |   |
|--------|---|---|
| México | Norma Oficial Mexicana (NOM-161-SEMARNAT 2013)                                  | Al ser un sistema federal, esta norma establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo. Además, establece el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. En su anexo normativo, incluye los residuos eléctricos y electrónicos dentro del listado de residuos de manejo especial; esto quiere decir que los gestores RAEE están obligados a presentar el Plan de Manejo.   |
|        | Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR 2015) | Trata temas de prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, establece las competencias de las entidades federativas y municipios. De manera que, México, al ser un Estado Federal, dependerá de la autonomía de cada Estado y municipio, siempre y cuando esté dentro de sus competencias, aplicar la metodología descrita en el artículo 96 para dar cumplimiento a la presente.<br>En el numeral 13 del artículo 96 de la Ley LGPGIR de 2015, al igual que en el caso colombiano, se promueve los incentivos a los gestores de residuos urbanos y de manejo especial en la siguiente dirección: “Identificar los requerimientos y promover la inversión para el desarrollo de infraestructura y equipamiento, a fin de garantizar el manejo integral de los residuos”, sujeto a las facultades de cada Estado y municipio.  |
| Chile  | Ley 20.920 de 2016  | Mejor conocida como la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje, se armonizó y estableció un sistema económico de gestión de residuos de diferentes categorías. De esta manera, se incluyó la responsabilidad y obligatoriedad a los productores de las seis categorías de productos considerados como prioritarios: neumáticos; envases y embalajes; aceites lubricantes; baterías; <u>aparatos eléctricos y electrónicos</u> ; y pilas.<br>Por lo cual busca organizar y financiar la gestión de los residuos que son expedidos y enviados al mercado, pero al mismo tiempo, esta ley tiene como propósito asegurar la gestión integral de los residuos en todas las etapas de producción. Esto significa que pretende hacer un seguimiento desde la primera etapa que viene siendo la elaboración del producto, hasta su etapa final que viene siendo la eliminación del producto después de cumplir su ciclo integral de vida, teniendo como objetivo disminuir la generación de residuos, propender por su reciclaje o reutilización y proteger la salud colectiva y del medio ambiente. |
|        | Decreto Supremo 9   | Actualmente se encuentra en desarrollo. Una vez expedido, facilitaría el movimiento transfronterizo de los aparatos eléctricos y electrónicos para los casos en los que se compruebe que el destino de esos aparatos será con el fin de reutilizar sus materiales, o, en su defecto, aprovechar esos productos como aparatos y no como residuos.  |

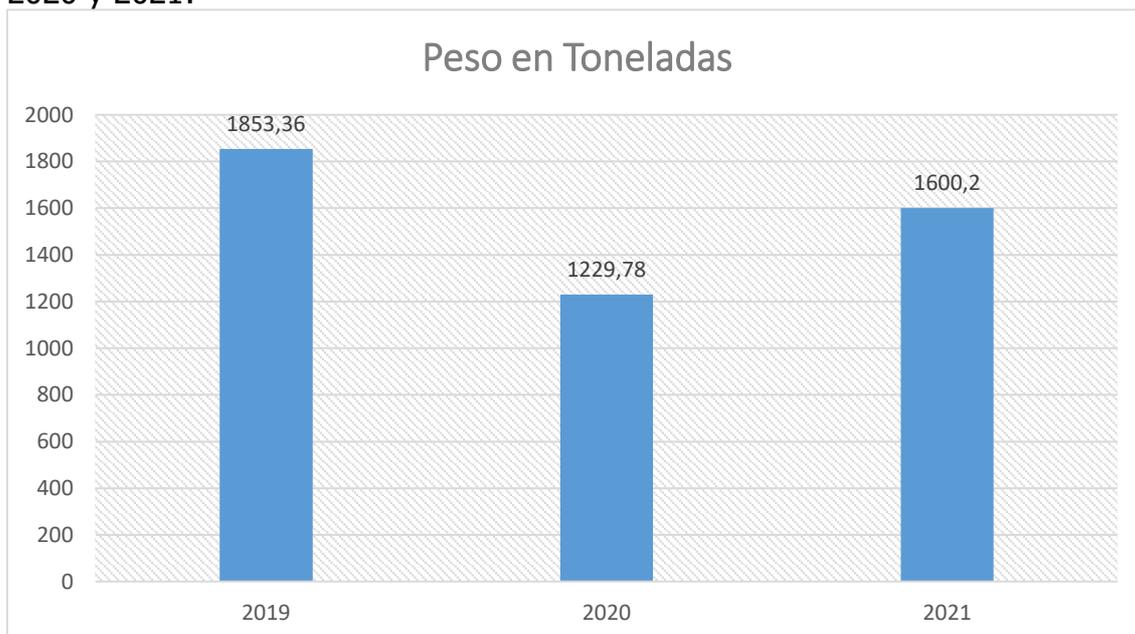
|        |                              |  |
|--------|------------------------------|--|
| España | Directiva 2002/96/CE de 2003 | <p>Cobertura para la Unión Europea. Se enfoca únicamente en los RAEE. Involucra y establece una lista de aquellos productos que contribuyen al aprovechamiento integral de los mismos, y que su material restante, termina convirtiéndose en residuo. Estos se dividen en 10 categorías: los grandes y pequeños electrodomésticos; equipos de informática; AE de consumo; aparatos de alumbrado; herramientas eléctricas y electrónicas; juguetes o equipos deportivos; aparatos médicos sin usar; instrumento de vigilancia y control; y máquinas expendedoras.</p> <p>Para el año 2016, se fijó el objetivo de recaudar el 45% de los aparatos electrónicos vendidos en el mercado, y, posteriormente, para el año 2019, se buscó recaudar el 65% de los productos vendidos o incluso el 85% de los residuos electrónicos generados. Además, dichos residuos deben ser tratados y desensamblados en sitios específicos que cuenten con autorizaciones especiales que aseguren un tratamiento adecuado de la mano de la implementación de las mejores tecnologías, técnicas de tratamiento, valorización y reciclaje existentes</p> |
|        | Directiva 2011/65/CE de 2011 | <p>Revisa la Directiva 2002/95/CE, y como resultado se implementan 8 objetivos específicos que brindarían un avance considerable en este tipo de políticas. De esos objetivos, en materia RAEE se rescatan los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reducir los costos administrativos y de cargas administrativas innecesarias para los productores.</li> <li>-Fomentar la preparación para la reutilización de los materiales aprovechables.</li> <li>-En el marco de la responsabilidad financiera del productor, estudiar la cobertura por los productores de todos los costes derivados de las instalaciones de recogida de RAEE procedentes de hogares particulares.</li> </ul>   |
|        | Directiva 2012/19/EU de 2012 | <p>Modifica la Directiva 2002/96/CE de 2005 al imponer medidas en búsqueda de la protección del medio ambiente y la salud humana a través del control y vigilancia de toda la operación de los productos eléctricos y electrónicos.</p>  |
|        | Ley 10 de 1998               | <p>Por medio de la cual España se obliga a adoptar medidas legislativas para afrontar la problemática de residuos urbanos. Así, se buscó imponer un límite a toda la producción y de esta manera reducir, reutilizar y reciclar los residuos urbanos. Impone responsabilidades al productor, al consumidor e incluso al tenedor del producto; similar a la situación de Colombia</p>   |
|        | Real Decreto 110 de 2015     | <p>Busca controlar la introducción al mercado y comercialización de RAEE desde la imposición de obligaciones a los productores. Aquí es donde el diseño de los productos debe cumplir con una serie de requisitos, por ejemplo, en el marcado, y en donde tienen la obligación de informar sobre los centros de reutilización junto con la información en las páginas web y material pedagógico para la reducción, recolección y eliminación de RAEE. Además, los productores deben cumplir con un Registro Integrado Industrial junto con la incorporación del número de registro RAEE en las facturas de venta.</p>  |

Tabla #2:

| <b>Registro de exportaciones de partes de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de 2019 a 2022 en Colombia</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>Empresa</b>  | <b>Cantidad en ton</b> |
| Hábitat a Vibe Company SAS  | 1050,45                |
| Raee Colombia SAS   | 290.39                 |
| Procesos Industriales Reutilizables LTDA  | 880.06                 |
| Gametal Raee SAS  | 342.13                 |
| Sociedad de CI Recyclables SAS  | 413.55                 |
| Gecoraee SAS  | 55.56                  |
| Lito SAS  | 395.89                 |
| CI Ecobusiness int SAS  | 290.3                  |
| Soluciones Ambientales e Industriales Cazuca SAS  | 420.3                  |
| Quiroz Carrillo Oscar Ivan  | 53.13                  |
| Holz SAS  | 85.20                  |
| CI Raees & Metales SAS  | 60.5                   |
| CI Ecoraee zona franca SAS  | 15.5                   |
| CI inti mining group SAS  | 7.5                    |
| Orinoco e-scrap SAS   | 13.5                   |
| Belmont trading Colombia SAS  | 4.3                    |
| <b>TOTAL</b>  | <b>4377.75</b>         |

Fuente: Base de datos Treid (Treid, 2022)

Gráfica #1. Volúmenes de exportación de RAEE en Colombia para el año 2019, 2020 y 2021:



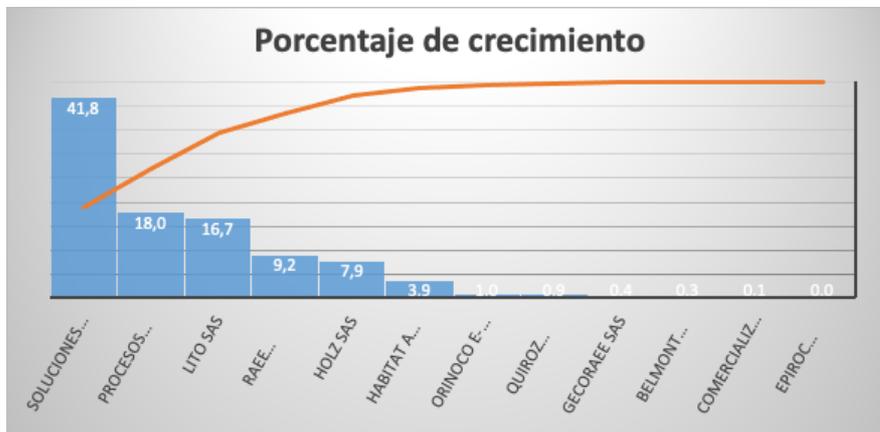
Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Tabla #3: Exportación de RAEE para el año 2019 en Colombia.

| EXPORTACIONES DE RAEE DEL AÑO 2019 |  |                     |            |
|------------------------------------|--|---------------------|------------|
| Ranking                            | Empresa  | Peso neto Toneladas | Porcentaje |
| 1                                  | SOLUCIONES AMBIENTALES E INDUSTRIALES CAZUCA SAS | 774,06              | 41,8       |
| 2                                  | PROCESOS INDUSTRIALES REUTILIZABLES LTDA         | 333,67              | 18,0       |
| 3                                  | LITO SAS   | 309,73              | 16,7       |
| 4                                  | RAEE COLOMBIA SAS                                | 169,8               | 9,2        |
| 5                                  | HOLZ SAS   | 145,8               | 7,9        |
| 6                                  | HABITAT A VIBE COMPANY SAS                       | 71,6                | 3,9        |
| 7                                  | ORINOCO E-SCRAP SAS                              | 17,81               | 1,0        |
| 8                                  | QUIROZ CARRILLO OSCAR IVAN                       | 16,41               | 0,9        |
| 9                                  | GECORAE SAS                                      | 8,03                | 0,4        |
| 10                                 | BELMONT TRADING COLOMBIA SAS                     | 4,81                | 0,3        |
| 11                                 | COMERCIALIZADORA CA & FE SAS                     | 1,5                 | 0,1        |
| 12                                 | EPIROC COLOMBIA SAS                              | 0,14                | 0,01       |
| TOTAL                              |  | 1853,36             | 100        |

Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Gráfica #2: Porcentaje de crecimiento de exportación de RAEE para el año 2019 en Colombia.



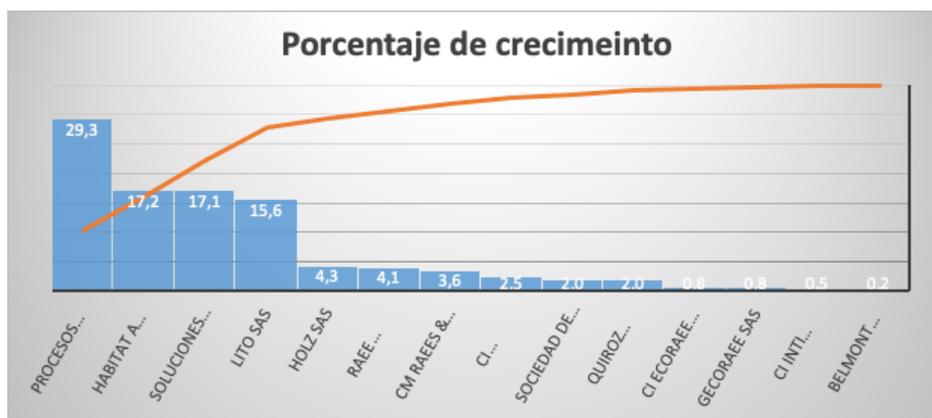
Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Tabla #4: Exportación de RAEE para el año 2020 en Colombia.

| <b>DATOS DE EXPORTACIONES DE RAEE DEL AÑO 2020</b> |  |                          |                   |
|--|--|--------------------------|-------------------|
|  | <b>EMPRESA</b>                                   | <b>PESO EN TONELADAS</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
| 1  | PROCESOS INDUSTRIALES REUTILIZABLES LTDA         | 360,38                   | 29,3              |
| 2  | HABITAT A VIBE COMPANY SAS                       | 211,49                   | 17,2              |
| 3  | SOLUCIONES AMBIENTALES E INDUSTRIALES CAZUCA SAS | 210,39                   | 17,1              |
| 4  | LITO SAS   | 191,95                   | 15,6              |
| 5  | HOLZ SAS   | 53,27                    | 4,3               |
| 6  | RAEE COLOMBIA SAS                                | 50,24                    | 4,1               |
| 7  | CM RAEE & METALES SAS                            | 44,02                    | 3,6               |
| 8  | CI ECOBUSINESS INT SAS                           | 30,96                    | 2,5               |
| 9  | SOCIEDAD DE CI RECYCLABLES SAS                   | 25,06                    | 2,0               |
| 10   | QUIROZ CARRILLO OSCAR IVAN                       | 24,89                    | 2,0               |
| 11   | CI ECORAEE ZONA FRANCA SAS                       | 9,7                      | 0,8               |
| 12   | GECORAEE SAS                                     | 9,27                     | 0,8               |
| 13   | CI INTI MINING GROUP SAS                         | 6                        | 0,5               |
| 14   | BELMONT TRADING COLOMBIA SAS                     | 2,16                     | 0,2               |
| <b>TOTAL</b>                                       |  | <b>1229,78</b>           | <b>100</b>        |

Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Grafica #3: Porcentaje de crecimiento de exportación de RAEE para el año 2020 en Colombia.



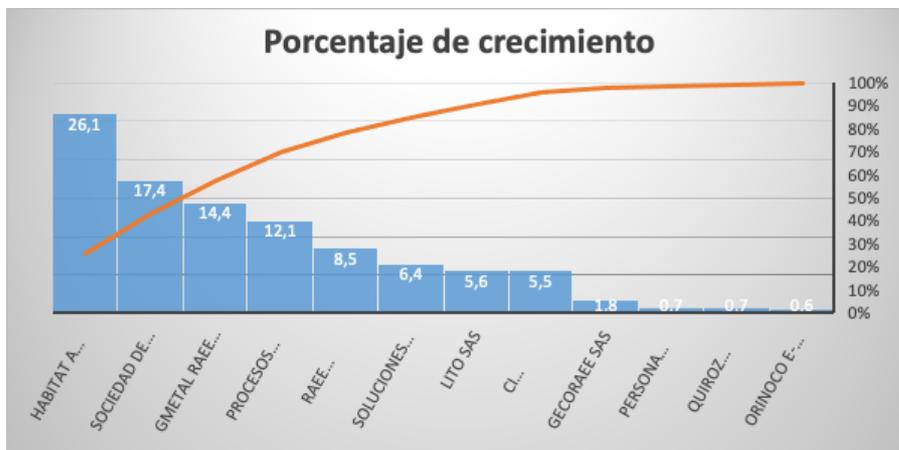
Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Tabla #5: Exportación de RAEE para el año 2021 en Colombia.

| EXPORTACIONES DEL AÑO 2021 |  |                     |            |
|----------------------------|--|---------------------|------------|
| Ranking                    | EMPRESA  | Peso neto Toneladas | Porcentaje |
| 1                          | HABITAT A VIBE COMPANY SAS                       | 416,9               | 26,1       |
| 2                          | SOCIEDAD DE CI RECYCLABLES SAS                   | 277,8               | 17,4       |
| 3                          | GMETAL RAEE SAS                                  | 231,1               | 14,4       |
| 4                          | PROCESOS INDUSTRIALES REUTILIZABLES LTDA         | 193,7               | 12,1       |
| 5                          | RAEE COLOMBIA SAS                                | 136,2               | 8,5        |
| 6                          | SOLUCIONES AMBIENTALES E INDUSTRIALES CAZUCA SAS | 103,2               | 6,4        |
| 7                          | LITO SAS   | 90,2                | 5,6        |
| 8                          | CI ECOBUSINESS INT SAS                           | 88,6                | 5,5        |
| 9                          | GECORAE SAS                                      | 29,0                | 1,8        |
| 10                         | PERSONA NATURAL                                  | 11,7                | 0,7        |
| 11                         | QUIROZ CARRILLO OSCAR IVAN                       | 11,6                | 0,7        |
| 12                         | ORINOCO E-SCRAP SAS                              | 10,2                | 0,6        |
| TOTAL                      |  | 1600,2              | 100,0      |

Fuente: Base de datos DANE-DIAN

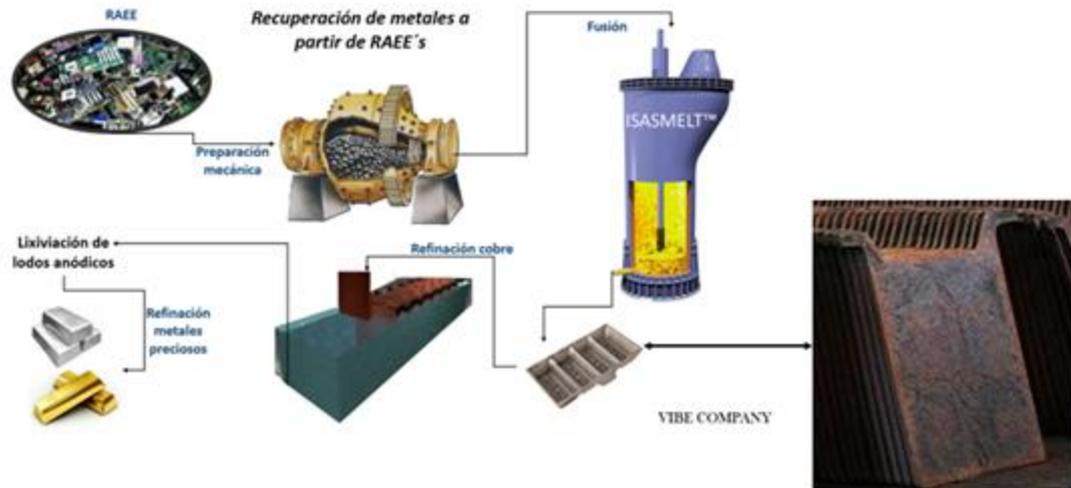
Gráfica #4: Porcentaje de crecimiento de exportación de RAEE para el año 2021 en Colombia.



Fuente: Base de datos DANE-DIAN

Esquema #1:

Recuperación de metales desde tarjetas de circuito impreso:



Fuente: elaboración propia.

## Bibliografía:

- Función Pública, Minambiente.gov.co. (s.f.). <https://www.minambiente.gov.co>. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co>: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/#tabs-1>
- Resolución 2000. (2017). *Por la cual se establece la forma y requisitos para presentar ante la ANLA, las solicitudes de acreditación para obtener la exclusión del impuesto sobre las ventas*. Bogotá .
- Resolución 076. (2019). *Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), para el trámite de licencia ambiental de proyectos para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamien*. Bogota.
- Ley 1672. (2013). *Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones*. Bogotá.
- Resolucion 1512. (2010). *Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones*. Bogotá.
- Decreto 4741. (2005). *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*. Bogotá.
- LGPGIR. (2015). *LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS* . México .
- UMICORE. (2021). *Integrated Annual Report*.
- HE, W., LI, G., MA, X., & al, e. (2006). *Recovery strategies and the WEEE treatment status in China*. Journal of Hazardous Materials.
- Velasco, C. G. (2021). *El proyecto empresarial y la creación de valor sostenible. Análisis de modelo de negocio, estrategia empresarial y gobierno corporativo: El Caso Umicore*. Madrid: Comillas Universidad Pontificia.
- Consejo Europeo; Consejo de la Unión Europea. (20 de octubre de 2022). *Pacto Verde Europeo*. Obtenido de Consejo Europeo - Consejo de la Unión Europea: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/green-deal/>
- Consejo de la Unión Europea. (2020). *Proyecto de Conclusiones del Consejo: Hacer que la recuperación sea circular y ecológica – Aprobación*. Obtenido de Consejo de la Unión Europea: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-13852-2020-INIT/es/pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). (2020). Obtenido de I Plan de Acción de Economía Circular 2021-2023 - Estrategia española de economía circular: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion->

ambiental/temas/economia-circular/plan\_accion\_eco\_circular\_def\_nipo\_tcm30-529618.pdf

Resolución 1512, Resolución 1512 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 05 de agosto de 2010).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de octubre de 2014). Decreto 2041, Artículo 8, Numeral 11. *Decreto 2041, Artículo 8, Numeral 11.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (16 de enero de 2019). Resolución 076 . *Resolución 076 .*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (15 de octubre de 2014). Decreto 2041. Bogotá.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (01 de febrero de 2013). NOM-161-SEMARNAT. *NOM-161-SEMARNAT.* México.

Ministerio del Medio Ambiente. (noviembre de 2019). Orientaciones para la declaración del sector de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, sistema sectorial Responsabilidad Extendida del Productor. Chile.

Novoa, K., & Infante, W. (2002). Circuitos impresos. Aplicaciones y algunas experiencias. *Tecnura 11, 19.*

Glencore Technology. (2022). *Glencore Technology.* Obtenido de Isasmelt: <https://www.glencoretechnology.com/es/technologies/isasmelt/>

DIAN. (2022). *DIAN.* Obtenido de Consultas Arancel - Servicios en Linea MUISCA: <https://muisca.dian.gov.co/WebArancel/DefMenuConsultas.faces>

Treid. (2022). *TREID.* Obtenido de Visualizador - Exportación de RAEE Colombia: <https://app.treid.co/Reportes/Visualizador/44881/0>

Ministerio de Salud. (16 de junio de 2004). *Decreto 148 - Aprueba Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.* Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <file:///Users/nicolastapias/Downloads/Decreto%20148%20Manejo%20residuos%20peligrosos.pdf>

UNIDO; GEF; Ministerio de Ambiente de Chile. (2018). *Marco normativo internacional y nacional sobre el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.* Obtenido de <https://rechile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/04-Marco-regulatorio-estudio-2018-2020.pdf>

Parlamento Europeo y del Consejo. (27 de enero de 2003). *Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).* Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2003/037/L00024-00039.pdf>

Parlamento Europeo y del Consejo. (04 de julio de 2012). *DIRECTIVA 2012/19/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO.* Obtenido de Diario Oficial de la Unión

- Europea: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF>
- Parlamento Europeo y del Consejo. (04 de julio de 2012). *Directiva 2012/19/UE*. Obtenido de Parlamento de la Unión Europea: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF>
- Parlamento Europeo y del Consejo. (08 de junio de 2011). *Directiva 2011/65/UE*. Obtenido de Diario Oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2011/174/L00088-00110.pdf>
- Permanyer, O. (2013). *Situación e Impacto de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Caso de estudio: los ordenadores*. Obtenido de Universidad Politécnica de Barcelona: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19666/TFM%20Olga%20Permanyer.pdf>
- Juan Carlos I. (22 de abril de 1998). *Ley 10 de 1998*. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/boe/dias/1998/04/22/pdfs/A13372-13384.pdf>
- MAAMA. (21 de febrero de 2015). *Real Decreto 110/2015*. Obtenido de Boletín Oficial del Estado: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/02/21/pdfs/BOE-A-2015-1762.pdf>