

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA  
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA**

**REQUERIMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS A PARTIR DE  
APARATOS ELECTRÓNICOS.**

Trabajo de Titulación para Optar al  
Título de Técnico Universitario en  
CONTROL DEL MEDIO  
AMBIENTE.

Alumno: Fernando Andrés Pérez  
Carrasco

Profesor Guía: Evelyn Alfaro

Profesor Co-referente: Miguel  
Zazopulos

**2019**



## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** Residuos, Residuos Electrónicos, Aparatos Electrónicos, Normativa Vigente, Procedimiento, Segregación, Separación.

El presente estudio sobre Residuos Electrónicos se basa en el desarrollo de un procedimiento y metodología, el cual sirve para separar de forma adecuada los materiales encontrados al momento de realizar una segregación de componentes de dicho residuo. Análisis realizado con aparatos electrónicos en desuso que posee la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar. La investigación se realiza con el fin de remediar el problema de acopio de los desechos en vertederos, apilándose por años y sin encontrar un fin para ellos. Es por esto que, por medio de una generalización de los residuos, en vez de ser llevados a botaderos, se pueden rescatar ciertos materiales, los cuales pueden servir para ser reutilizados en una etapa posterior. Para entender mejor este procedimiento, se toma un aparato que ya no se utiliza, y por medio de una segregación por partes, en primer lugar, por categoría y después por material, se obtiene un cierto porcentaje de éste, y que por su magnitud se pueda valorizar, donde exista una empresa que trabaje dicho material o buscar un tipo de disposición específica. Se procede a la utilización de una guía metodológica simple, de fácil acceso a interesados y adicionalmente se hace cierta referencia a un Lenguaje Técnico y una Normativa Ambiental que se encuentra vigente. Finalmente, se puede concluir que, dentro de los residuos electrónicos, que en la mayoría de los casos se tiran, puede existir un alto porcentaje de materiales que pueden generar reutilización.

## ÍNDICE

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                     | <b>1</b>  |
| <b>OBJETIVOS .....</b>                                                        | <b>4</b>  |
| <b>OBJETIVO GENERAL .....</b>                                                 | <b>4</b>  |
| <b>OBJETIVO ESPECÍFICOS.....</b>                                              | <b>4</b>  |
| <b>ALCANCE .....</b>                                                          | <b>5</b>  |
| <b>JUSTIFICACIÓN.....</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <br>                                                                          |           |
| <b>CAPITULO 1. FUNDAMENTO TEORICO TÉCNICO. ....</b>                           | <b>7</b>  |
| <b>1. FUNDAMENTO TEÓRICO TÉCNICO .....</b>                                    | <b>9</b>  |
| 1.1. RESIDUO ELECTRONICO .....                                                | 9         |
| 1.2. NORMATIVA AMBIENTAL.....                                                 | 9         |
| 1.3. INSTRUMENTOS NORMATIVOS .....                                            | 9         |
| 1.4. PROCEDIMIENTO .....                                                      | 9         |
| 1.5. DESMANTELAMIENTO.....                                                    | 9         |
| 1.6. CARACTERIZACIÓN .....                                                    | 10        |
| 1.7. CLASIFICACIÓN .....                                                      | 10        |
| 1.8. MATERIAL MIXTO .....                                                     | 10        |
| 1.9. DESPRECIAR .....                                                         | 10        |
| 1.10. MATRIZ .....                                                            | 10        |
| 1.11. VALORACIÓN.....                                                         | 10        |
| 1.12. PORCENTAJE .....                                                        | 11        |
| <br>                                                                          |           |
| <b>CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS ELECTRONICOS.....</b>             | <b>12</b> |
| <b>2. PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS ELECTRONICOS.....</b>                      | <b>14</b> |
| 2.1. REALIDAD A NIVEL NACIONAL.....                                           | 14        |
| 2.2. ESTADO ACTUAL PARA UNA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRONICOS<br>EN CHILE..... | 15        |
| 2.3. PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN DE RAEES.....                                  | 16        |
| <br>                                                                          |           |
| <b>CAPITULO 3. MARCO NORMATIVO .....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>3. MARCO NORMATIVO .....</b>                                               | <b>19</b> |
| 3.1. INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE CARÁCTER GLOBAL. ....                         | 19        |
| 3.1.1. Protocolo De Montreal.....                                             | 19        |
| 3.1.2. Convenio De Estocolmo. ....                                            | 20        |
| 3.1.3. Convenio De Minamata (2013).....                                       | 21        |

|                    |                                                                                             |           |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1.4.             | Convenio De Basilea.....                                                                    | 22        |
| 3.2.               | INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE CARÁCTER INTERNO.....                                            | 23        |
| 3.2.1.             | Ley de Bases Generales de Medio Ambiente.....                                               | 23        |
| <b>3.3.</b>        | <b>NORMATIVA VIGENTE EN CHILE APLICABLE A RESIDUOS SÓLIDOS.....</b>                         | <b>24</b> |
| 3.3.1.             | Código Sanitario .....                                                                      | 24        |
| 3.3.2.             | Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.....                                         | 24        |
| 3.3.3.             | Caracterización de residuos sólidos municipales (RSM).....                                  | 25        |
| <b>3.4.</b>        | <b>NORMATIVA VIGENTE APLICABLE A RESIDUOS PELIGROSOS.....</b>                               | <b>26</b> |
| 3.4.1.             | Convenio de Basilea .....                                                                   | 26        |
| 3.4.2.             | Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos .....                              | 26        |
| <b>3.5.</b>        | <b>NORMA APLICABLE A LOS RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN ESPAÑA Y SUDAMERICA.....</b> | <b>27</b> |
| 3.5.1.             | España .....                                                                                | 27        |
| 3.6.2.             | Sudamérica.....                                                                             | 28        |
| 3.6.2.1.           | Argentina .....                                                                             | 28        |
| 3.6.2.2.           | Bolivia .....                                                                               | 29        |
| 3.6.2.3.           | Brasil .....                                                                                | 29        |
| 3.6.2.4.           | Colombia .....                                                                              | 29        |
| 3.6.2.5.           | Ecuador.....                                                                                | 30        |
| 3.6.2.6.           | Paraguay .....                                                                              | 30        |
| 3.6.2.7.           | Perú.....                                                                                   | 30        |
| 3.6.2.8.           | Uruguay .....                                                                               | 30        |
| 3.6.2.9.           | Venezuela .....                                                                             | 31        |
| <b>CAPITULO 4.</b> | <b>PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CARACTERIZAR RESIDUOS DE APARATOS ELECTRONICOS.....</b>       | <b>32</b> |
| <b>4.</b>          | <b>PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CARACTERIZAR RESIDUOS DE APARATOS ELECTRONICOS.....</b>       | <b>34</b> |
| 4.3.               | Explicación .....                                                                           | 34        |
| 4.3.1.             | Procedimiento.....                                                                          | 35        |
| 4.3.2.             | Ejemplo CPU.....                                                                            | 35        |
| 4.3.3.             | Matriz .....                                                                                | 42        |
| 4.4.               | Procedimiento .....                                                                         | 43        |
| 4.4.1.             | Ejemplo: Impresora.....                                                                     | 43        |
| 4.4.2.             | Matriz .....                                                                                | 47        |
| 4.3.               | Clasificación Final .....                                                                   | 48        |

4.5. FICHA TECNICA ..... 51

4.6. FICHA DE RESULTADOS ..... 52

**RESULTADOS ..... 53**

**DISCUSION ..... 60**

**CONCLUSION Y RECOMENDACIONES ..... 61**

**BIBLIOGRAFÍA ..... 63**

**INDICE DE IMÁGENES.**

Imagen 1. CPU Angulo semi frontal

Imagen 2. CPU Angulo frontal

Imagen 3. CPU Angulo de costado

Imagen 4. CPU Angulo trasero

Imagen 5. Pesaje CPU

Imagen 6. Carcasa

Imagen 7. Placa Comp. Electrónicos

Imagen 8. Fuente de Poder

Imagen 9. Disco Duro

Imagen 10. Estructura

Imagen 11. Unidad de CD

Imagen 12. Unidad de disquete

Imagen 13. Pesaje componente

Imagen 14. Pesaje componente

Imagen 15. Pesaje componente

Imagen 16. Pesaje componente

Imagen 17. Pesaje componente

Imagen 18. Pesaje componente

Imagen 19. Pesaje componente

Imagen 20. Componentes

Imagen 21. Impresora

Imagen 22. Pesaje Impresora

Imagen 23. Carcasa/Plástico ABS

Imagen 24. Carcasa/Vidrio

Imagen 25. Estructura

Imagen 26. Unidad funcional/Plástico ABS

Imagen 27. Unidad funcional/ Metal ferroso

Imagen 28. Unidad funcional / Cables y Conectores.

Imagen 29. Unidad funcional / Otros

Imagen 30. Unidad funcional/ Plásticos PP, PC

Imagen 31. Unidad funcional/ Placa de circuitos

Imagen 32. Unidad funcional/ ABS

Imagen 33. Unidad funcional/ Metal

Imagen 34. Componentes electrónicos /Metal

Imagen 35. Componentes electrónicos /Conectores

Imagen 36. Componentes electrónicos/ Cables y Placa de circuitos

Imagen 37. Componentes electrónicos/ Cables y Conectores

Imagen 38. Sistema de clasificación de Residuos Peligrosos.

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla de Composición de Residuos Electrónicos.

Tabla 2. Matriz de CPU

Tabla 3. Matriz de Impresora

Tabla 4. Tabla de Peligrosidad

Tabla 5. Ficha Técnica

Tabla 6. Tabla de Resultados en blanco

Tabla 7. Tabla de Peligrosidad CPU

Tabla 8. Tabla de Peligrosidad Impresora

Tabla 9. Tabla de Resultados CPU

Tabla 10. Tabla de Resultados Impresora

**INDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Gráfico Porcentaje en peso de materiales CPU.

Gráfico 2. Gráfico Porcentaje en peso de materiales Impresora.

## **INTRODUCCIÓN**

La basura electrónica es un problema medioambiental a nivel global, según fuentes del año 2016 del diario La Tercera, los 44,7 millones de toneladas métricas de basura electrónica que se generan al año, son equivalentes a casi nueve pirámides de Giza o 4500 Torres Eiffel. Y que para el año 2021 se estima que estos desechos podrían llegar aproximadamente a los 52,2 millones de toneladas métricas. Si bien es una cifra totalmente alarmante, Chile no se es ajeno a este problema ambiental y se está trabajando en materia de reciclaje y reutilización.

Según una publicación del diario Publimetro, en el año 2016 cada chileno generaba en promedio alrededor de 9,9 kilos de residuos electrónicos al año, siendo uno de los datos más altos de América Latina, incluso por sobre países como Brasil y Argentina, países que poseen una población más grande, pero aun así no generan mayor cantidad de residuos electrónicos, se estima una cifra alrededor de 7 kilos al año.

Todo en parte se debe al avance tecnológico que Chile está alcanzando, siendo este lado positivo, ya que permite acceder a distintas materias de mejor calidad, transporte, información, etc. Pero siempre es imprescindible tener en cuenta que hacer con dicho desecho una vez terminada su vida útil.

En comparación al año 2014, ya en el 2016 ha habido una reducción de este tipo residuo en nuestro país, según esto, el experto en informática Jorge Pavez, señala en su informe al diario La Tercera, que esta reducción alcanzada desde años anteriores, se debe a que la gente ya posee la tecnología necesaria, sin tener que seguir pagando por más, es decir, ya no necesitan seguir comprando televisores ni refrigeradores constantemente, ya que estos perdurarán por muchos años más.

Tomando en cuenta lo anterior, la generación de residuos ya no es un problema de primer orden, debido a que llegado cierto punto, se estima que la basura electrónica se logra mantener. Pero lo siguiente es otra disyuntiva, ya al momento de llegado el fin de este producto electrónico, es bueno considerar si hay alguna una manera de reutilizar o reciclarlos. De acuerdo al informe del Diario La Tercera, solo el 20% de la basura electrónica se recicla, pese a que buena parte de ella contiene metales como oro, plata, cobre, platino y paladio: haciendo una estimación, de todo lo que se botó en el año 2016 se pudo haber recuperado 55 mil millones de dólares.

Por otro lado, según Francisco Fernández, gerente general de ChileRecicla, la cual lleva alrededor de 10 años trabajando con este tipo de residuo, explica que en este último tiempo son más las empresas que se suman a reciclar estos aparatos, por lo que el interés de la gente es cada vez más grande.

Saliendo del medio local, el informe Global E-waste Monitor 2017 del programa de Ciclos Sostenibles de la Universidad de las Naciones Unidas ubicada en Tokyo, Japón, analiza este problema y propone soluciones que se basan en el reciclaje y la reutilización. Pero primero hay que tomar en cuenta la cantidad de aparatos que se vuelven basura, por ejemplo, con el uso de internet y el crecimiento exponencial de la tecnología en diversas áreas, la demanda de equipos electrónicos para gestionar información sigue en auge. Asimismo, en el año 2017 se llega a la estimación de que existen más celulares que personas, donde por 7400 millones de personas, hay 7700 millones de suscritos a teléfonos celulares. Este incremento tiene que ver con la caída de los precios que tienen los productos electrónicos, por lo que los hace más asequibles. Para esto la solución propuesta por el informe indica reciclar, reutilizar y reparar los equipos viejos y así controlar de manera más detallada este tipo de residuos y la recuperación de recursos útiles.

Volviendo a nuestro país, según Hernan Inssen (2018), director de Hope Chile, en una entrevista al diario El Mostrador, indica que en primera instancia hay que identificar los puntos limpios cerca de los sectores con más habitantes. Posteriormente el tipo de material, siendo el plástico el sobresaliente, por lo que es importante poder identificar sus siete categorías, donde el gran porcentaje de estos plásticos provienen de algún tipo de residuo electrónico.

En 2018, una publicación del diario Portafolio de Colombia, cita a la organización EcoComputo, realizan gestiones ambientales de residuos por medio de la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento de residuos electrónicos. Una vez recolectados los residuos electrónicos, se dejan en un centro de acopio donde se clasifican en primera instancia, se revisa si se pueden reparar, y si es así, estos residuos ya arreglados se destinan a sectores vulnerables del país. Por el contrario, si están dañados, se llevan a una planta de procesamiento, donde se procede a una segregación, separando sustancias que pueden ser nocivas, del resto de componentes para que sean reutilizables y vuelvan a ingresar al mercado.

Tomando en cuenta esta información, la necesidad de buscar una alternativa a los problemas ambientales que se siguen desencadenando en el planeta, por medio de los residuos electrónicos, hay que ser más específicos al momento de buscar soluciones, por medio del saber identificar las leyes que permiten hacerlo y que tipo de recursos son los

que se poseen y permiten valorizar los tipos de material que se encuentran en los residuos. Se llega finalmente al método para implementar un procedimiento que ayude a quienes deseen buscar una alternativa para no desechar, si no promover un reciclaje de los residuos electrónicos.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Identificar requisitos para la gestión adecuada de los residuos electrónicos, a partir de su caracterización por tipo de material y opciones para su valorización, de manera de orientar al generador de este tipo de residuos.

### **OBJETIVO ESPECÍFICOS.**

- Caracterizar residuos electrónicos representativos según su materialidad.
- Especificar requisitos para su eliminación según la normativa ambiental aplicable.
- Determinar posible valorización de los materiales obtenidos.
- Documentar mediante un protocolo el procedimiento descrito anteriormente.
- Generar información para orientar la disposición correcta de estos residuos.

## **ALCANCE**

Se establecen los límites necesarios para este trabajo mediante una selección general del tipo de residuo, es decir, este procedimiento solo se puede llevar a cabo para residuos inorgánicos y más específicamente electrónicos, debido a que los residuos orgánicos poseen una composición distinta a los inorgánicos, empezando por su origen biológico, es decir, que están derivados de un organismo vivo, y no derivados de una industria, los cuales solo se pueden procesar por medio de un compost o fertilizante llegando a un material orgánico, que puede utilizarse en jardines, parques u otros medios, debido a que contienen nutrientes. En cambio, los residuos electrónicos se reciclan para volver a incorporarse a un proceso productivo, en resumen, aparte de tener una generación distinta, su identificación, proceso y reutilización son totalmente diferentes.

Por otra parte, los inorgánicos se ven en la necesidad de ser separados, almacenados y en casi su totalidad no sufren la misma contaminación que los residuos orgánicos, por lo que se puede hacer uso de ellos por medio de procesos, como plantas de reciclaje o de forma manual dependiendo del tamaño de éste.

También se hace alcance a que existen normas o decretos locales que rigen en materia ambiental, las cuales sólo proporcionan un uso para los residuos electrónicos. No existen las mismas normas de reciclaje para residuos inorgánicos y orgánicos, mediante lo explicado anteriormente ya que se diferencian desde su generación, como por ejemplo la Ley de Fomento al reciclaje (2016), que deja bien en claro los criterios de clasificación de los residuos, inorgánicos en su totalidad.

## **JUSTIFICACIÓN**

Para poder llevar a cabo el presente estudio, hay que enfocarse fundamentalmente en la puesta en marcha de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (2016), ya que por este medio las empresas fabricantes de ciertos productos son obligadas a organizar y financiar en su totalidad la gestión de los residuos que generan, y más importante aún, fomentar una reutilización, reciclaje y otro tipo de valoración por medio de un gestor autorizado.

Debido a esto los productores o empresas que importen productos prioritarios deben hacerse cargo de sus bienes al final de su ciclo. Dentro de estos productos prioritarios encontramos: aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, y neumáticos.

Estos productos prioritarios al ser de un alto consumo, las empresas deben buscar medios para encontrar una manera de poder valorizarlos en un gran porcentaje y buscar las maneras de obtener algún tipo de material, ya sea cobre, plata o plástico, para llegar a una valoración.

## **CAPITULO 1. FUNDAMENTO TEORICO TÉCNICO.**



## **1. FUNDAMENTO TEÓRICO TÉCNICO**

A modo de explicación, este fundamento teórico técnico, no explica definiciones ni conceptos según lo ya estipulado, si no que da a entender como recae esta información dentro del trabajo y técnicamente en el desarrollo de éste.

### **1.1.RESIDUO ELECTRONICO**

Se entiende por aparato o artículo electrónico que ha sido desechado.

### **1.2.NORMATIVA AMBIENTAL**

Normativa usada en el ámbito ambiental, la cual posee un concepto usado que tiene relación a la utilización de residuos eléctricos y electrónicos, la que da los estándares y medidas para poder manipularlos según los términos legales, y encontrar así una futura valoración.

### **1.3.INSTRUMENTOS NORMATIVOS**

Recursos para la manipulación de los residuos electrónicos y eléctricos.

### **1.4. PROCEDIMIENTO**

Metodología propuesta para el desmantelamiento de los residuos electrónicos, por lo que se procede una separación primaria y secundaria, se obtiene el material específico para encontrar una valoración y/o disposición.

### **1.5. DESMANTELAMIENTO**

Separación de las componentes y materiales mediante herramientas afín, con el objetivo de llegar a piezas que ya no puedan separarse y así poder llegar a una clasificación.

## **1.6. CARACTERIZACIÓN**

Información detallada de la segregación por partes que se aplica al residuo electrónico.

## **1.7. CLASIFICACIÓN**

Método de ordenamiento de componentes separados de su residuo inicial y los materiales de acuerdo a sus características, tanto en peligrosidad, peso y disposición.

## **1.8. MATERIAL MIXTO**

Pieza resultante de la separación, que posee la característica que se encuentra compuesta por distintos tipos de materiales y que no se puede seguir desmantelando.

## **1.9. DESPRECIAR**

Es una forma de no contar o no utilizar un dato o material que posea bajo porcentaje y, por lo tanto, poca significancia, por ejemplo, un peso cuya cuantificación sea muy pequeña para tener relevancia en alguna venta o posterior valoración.

## **1.10. MATRIZ**

Se elabora en formato Excel, y se utiliza para la recolección de datos y para desarmar aparatos, lleva la cuantificación necesaria para los pesos de componentes y materiales, esto para saber si se distribuye de forma homogénea al proceder a la separación. También da información si el residuo posee una valoración.

## **1.11. VALORACIÓN**

Al momento de llegar a la separación por material, se clasifican por peso, peligrosidad y tipo de material, para así determinar su posterior venta, reciclaje o reutilización.

#### **1.12. PORCENTAJE**

Corresponde al porcentaje de material que se puede valorizar después de una segregación, mientras más grande sea el porcentaje del tipo de material, mayor será su posible reutilización o venta, pero si el porcentaje es menor, éste se desprecia.

## **CAPITULO 2. PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS ELECTRONICOS**



## **2. PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS ELECTRONICOS.**

### **2.1. REALIDAD A NIVEL NACIONAL**

En Chile actualmente se tiran alrededor de más de tres millones de celulares y más de quinientos mil computadores, de los cuales el 81% de éstos tiene una disposición o destino que es totalmente desconocido y la otra parte se elimina con los residuos de carácter doméstico o algún vertedero.

Esta basura electrónica es un gran peligro de contaminación para el medio ambiente, llega a contaminar aguas y suelos, pero en gran proporción la salud de las personas y animales de todo tipo, esto se debe a la cantidad de elementos que contienen para funcionar. Dentro de estos elementos podemos encontrar arsénico, mercurio, plomo, cadmio y otros, que, si son manipulados sin recomendaciones, pueden provocar algún tipo de daño.

Las empresas productoras de estos residuos no invierten tiempo en el desmantelamiento de este tipo de material, para finalmente llegar a un tipo de reutilización, muchas de ellas están en desconocimiento por parte de las empresas y no manejan ciertas áreas ambientales, que permiten proveer los medios necesarios, y así aprovechar los residuos que se generan.

Estos aparatos electrónicos ya obsoletos, poseen un ciclo de vida, el cual está totalmente relacionado con la vida útil de éstos. Debido a los avances en tecnología y en los mecanismos de consumo en nuestros días, su recambio no coincide con su vida útil, incluso el aparato se desecha sin que necesariamente su funcionalidad se altere, formando un limbo donde ya no es un producto que se utiliza, pero a su vez tampoco es un residuo, esto hace referencia al término de la “obsolescencia”, donde las maquinas o aparatos que ya no se usan, no necesariamente llegan a su fin por un mal funcionamiento, si no por un insuficiente desempeño.

Siguiendo con lo anterior, hay distintas variables que pueden afectar la vida útil de un aparato electrónico, como puede ser, el diseño, su finalidad, la manufactura y la mantención. Podemos señalar que, de acuerdo con esto, en la etapa de postconsumo no solo se abarcan los residuos electrónicos y a los aparatos electrónicos que han llegado al término de su vida útil, sino también los aparatos electrónicos en desuso.

## **2.2. ESTADO ACTUAL PARA UNA GESTIÓN DE RESIDUOS ELECTRONICOS EN CHILE.**

La gestión de este tipo de residuos responde principalmente a prácticas y actividades de carácter particular y de extensión geográfica restringida y no a un reglamento jurídico que regule un manejo y tratamiento de residuos electrónicos en forma conjunta.

No existe una normativa específica para residuos electrónicos, viéndose ligados principalmente a la normativa relacionada con los residuos sólidos y peligrosos, dentro de los cuales no especifica de manera detallada un manejo y tratamiento de residuos electrónicos.

Siguiendo con lo anterior, se es muy poco probable hablar una de gestión integral de residuos electrónicos en Chile. Siendo más específico, se hace referencia a dos puntos relevantes.

- 1.- Falta de una institución que sea competente para la recolección, manejo, reciclaje, etc. Las atribuciones de éstos quehaceres se reparten en distintas entidades y organismos públicos, donde los residuos electrónicos son solo un pequeño punto dentro de su agenda.
- 2.- Se identifican ciertos vacíos legales, por lo mismo mencionado anteriormente, donde no existe organismo ni normativa específica, por lo tanto, se genera una enorme descoordinación en el sector, falta de seguridad jurídica y nula creación de mercados que usen residuos electrónicos como forma alternativa para generar productos.

2.3. **PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN DE RAEES.**

Hay una diversidad considerable de materiales al momento de analizar un residuo electrónico, por lo que recurrir a una generalización no es la medida más apropiada, pero si se puede hacer un acercamiento o visión de forma panorámica de una composición, mediante una separación por partes.

| Materiales                           | Composición (%) |
|--------------------------------------|-----------------|
| Hierro y acero                       | 47,9            |
| Plásticos de combustión no retardada | 15,3            |
| Cobre                                | 7,0             |
| Vidrio                               | 5,4             |
| Plásticos de combustión retardada    | 5,3             |
| Aluminio                             | 4,7             |
| Placas de circuitos impresos         | 3,1             |
| Otros                                | 4,6             |
| Madera y madera contrachapada        | 2,6             |
| Concreto y cerámica                  | 2,0             |
| Otros materiales no ferrosos         | 1,0             |
| Goma                                 | 0,9             |

Tabla 1. Datos de composición de Residuos Electrónicos.

Fuente: European Topic Center on Resource and Waste Management

Existe una composición bastante variada de materiales como indica la tabla 1, algunos con mayor valor que otros o también más peligrosos. Como se ha comprobado en la composición de los materiales, un 25% se puede recuperar, un 72% es reciclable y un 3% correspondería a material que podría resultar peligroso y un posterior tratamiento.

**CAPITULO 3. MARCO NORMATIVO**



### **3. MARCO NORMATIVO**

#### **3.1. INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE CARÁCTER GLOBAL.**

##### **3.1.1. Protocolo De Montreal.**

###### **Introducción**

Éste protocolo nace por una firma de distintos países en el año 1987, con el fin de combatir y hacer frente a los problemas que producen deterioro en la Capa de Ozono, lo cual afecta significativamente a las personas en todo el planeta, incluso sin que ellas tomen conciencia del problema.

###### **Aplicación a los Residuos Eléctricos y Electrónicos.**

Una de sus medidas es controlar el uso de sustancias químicas, sumado al desarrollo industrial de sustancias sustitutas, llamadas “no agotadoras de ozono”. Esta medida ha generado que los gases agotadores de la capa de ozono se vean reducidos y no presenten mayor riesgo a futuro.

El Protocolo de Montreal pretende llevar a cabo que, en la etapa de manufactura de residuos electrónicos, los cuales requieren las SAO (Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono) para funcionar, al llegar al término de su vida útil, se pueda lograr una gestión ambiental optima de las SAO que están contenidas en los equipos electronicos.

En cuanto a los sectores principales de manufactura de residuos electrónicos, podemos encontrar la refrigeración y acondicionamiento de Aire, las que contienen fluidos refrigerantes en los circuitos de refrigeración. Por otro lado, las espumas de poliuretano que se utilizan como aislamiento térmico en forma diluida.

Considerando esta medida, los residuos eléctricos y electrónicos no pasan desapercibidos en relación a las normativas ambientales globales, las cuales, si bien toman en cuenta residuos de forma general, no discriminan su tipo, esto hace que se tome un procedimiento dependiendo del tipo de sustancia que se libere, en este caso la Capa de Ozono.

### 3.1.2. Convenio De Estocolmo.

#### Introducción

Dentro de las problemáticas ambientales que se analizan, los Contaminantes Orgánicos Persistentes, son compuestos orgánicos que han sido fabricados por el hombre, pero que también existen en forma natural y son muy tóxicos, siendo su tiempo de permanencia en el ambiente muy duradera. Tomando en cuenta esto el Consejo de Administración de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), pidió iniciar un proceso de evaluación que tomará una lista de 12 COP y que el Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química (FISQ), elaborara ciertas recomendaciones para tomar medidas a nivel global, como también un instrumento jurídico que se vinculara, del cual nació el Convenio de Estocolmo.

Es un tratado a nivel internacional, el cual tiene como finalidad proteger la salud de los humanos y el medio ambiente específicamente contra los Contaminantes Orgánicos Persistentes, fijando medidas para poder eliminarlos, pero en el caso de que no se pueda hacer, reducir la cantidad de emisiones presentes y las descargas que éstos producen.

#### Aplicación a los Residuos Electrónicos.

El Convenio de Estocolmo (2004), establece en cuanto a la gestión de residuos electrónicos que existe una necesidad de implementar mejores técnicas y prácticas ambientales para el manejo de aparatos con bifenilos policlorados y de plásticos con retardantes de llama. Por otra parte, busca que se llegue a la obligación de adoptar o desarrollar medidas necesarias para prohibir la producción, importación y exportación de COPs, ya que dentro de los residuos electrónicos se incluyen componentes industriales como los ya mencionados anteriormente, bifenilos policlorados como también algunos plaguicidas como DDT y sustancias como la dioxina y furanos que pueden producir efectos perniciosos en la salud de las personas y el medio ambiente.

### 3.1.3. Convenio De Minamata (2013)

Se menciona este convenio ya que se basa principalmente en el Mercurio, es un tratado para proteger la salud humana y del medio ambiente de los efectos que posee, como, por ejemplo, trastornos neurológicos, insomnio en pérdida de memoria en las personas y su peor efecto negativo en el medio ambiente se produce a nivel acuático

Fue llevado a cabo en la 5ta Sesión de Comité Intergubernamental sobre el mercurio en Ginebra, Suiza (2013), adoptándose el 10 de octubre del mismo año en la Conferencia Diplomática.

El Convenio de Minamoto busca llamar la atención sobre este metal pesado en todo el mundo, es de origen natural y se usa cotidianamente en objetos electrónicos, los que se liberan a la atmósfera, suelo y agua. Se requiere llevar el control de las emisiones de mercurio en todo su ciclo de vida, lo que es esencial a la hora de buscar factores y obligaciones en los procesos que conlleva la emisión de este elemento.

Aplicación en los Residuos Electrónicos.

En el artículo 4 del tratado, se hace una distinción de los “productos con mercurio añadido” en los que se encuentran los límites que contienen de mercurio, las lámparas fluorescentes compactas y las lineales, las que se encuentran en la clasificación de residuos eléctricos y electrónicos.

### 3.1.4. Convenio De Basilea.

#### Introducción.

Es un tratado del rubro ambientalista que se ejerce en casi todo el planeta, regula estrictamente el movimiento de los desechos peligrosos entre fronteras, también estipula las obligaciones que deben tener las partes para asegurar una buena gestión de éstos, específicamente en su disposición.

Se adoptó en el año 1989, para entrar en funcionamiento en 1992. Surge particularmente por la producción anual de desechos peligrosos, que ronda aproximadamente los 400 millones de toneladas, las cuales son perjudiciales para la salud del ser humano y el medio ambiente, ya que poseen características tóxicas, venenosas, explosivas, corrosivas, inflamables e infecciosas.

Sus principios básicos son:

- El tránsito de los desechos por las fronteras debe ser reducidos al mínimo con un manejo ambiental apropiado.
- Los desechos peligrosos se deben tratar y disponer lo más cerca de la fuente donde se generó.
- Los desechos que son peligrosos se deben reducir y minimizarse en su fuente de producción.

#### Aplicación en los Residuos electrónicos.

Las medidas adoptadas en esta ley con respecto a los residuos electrónicos, proporciona la información de cómo identificar sus movimientos entre las fronteras, con el principal objetivo de controlar el tráfico ilegal de éstos. El PNUMA, publicó datos donde sugiere que hasta el 90% de los residuos electrónicos se gestionan de manera ilegal, en un negocio que llega a mover 16700 millones de euros, específicamente en África. En particular, este tratado es tan general que cubre los mencionados anteriormente, el de Minamata y Estocolmo.

### 3.2. INSTRUMENTOS NORMATIVOS DE CARÁCTER INTERNO.

#### 3.2.1. Ley de Bases Generales de Medio Ambiente (1994).

##### Introducción.

Esta ley constituye un marco legal de carácter general que se encuentra vigente en el país. Su función es regular los distintos ámbitos de la gestión ambiental en Chile, para resguardar de manera primordial el derecho a vivir en un medio ambiente que esté libre de contaminación, protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio.

##### Aplicación a los Residuos Electrónicos.

Dentro de los instrumentos que posee esta ley se encuentra el SEIA ( Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental), que se encarga de revisar los proyectos que puedan o signifiquen un riesgo para el medio ambiente, si bien la ley no establece o no habla directamente sobre la gestión de residuos eléctricos y electrónicos, ve las actividades que se relacionen con la producción, el almacenamiento, transporte, disposición o reutilización de sustancias que sean peligrosas, como también de proyectos en relación al saneamiento, entre los cuales se pueden encontrar plantas de reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos.

### **3.3.NORMATIVA VIGENTE EN CHILE APLICABLE A RESIDUOS SÓLIDOS.**

#### **3.3.1. Código Sanitario**

##### **Introducción.**

Código que rige todo lo relacionado al fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de Chile, salvo lo que es sometido a otras leyes. Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública atender las materias relacionadas con la salud pública y el bienestar del país, según lo dispuesto en el inciso final del N°14 del artículo 10 de la Constitución Política del Estado, este Código y su Ley Orgánica.

#### **3.3.2. Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.**

##### **Introducción**

Decreto con fuerza de ley N°1 del año 2006 que fija texto refundido coordinado y sistematizado de la ley 18695 del Ministerio del Interior, el cual determina que será el ente municipal el órgano administrador de la comuna en labores relacionadas con la salud pública y la protección del medio ambiente especialmente en la función de aseo, ornato y el servicio de basura.

### 3.3.3. Caracterización de residuos sólidos municipales (RSM)

Según la caracterización corresponde a un conjunto de acciones que se aplican a un cierto procedimiento de recolección, que nos permite identificar la composición y las propiedades de los residuos sólidos municipales en una determinada localidad, en un cierto tiempo y se basa en el análisis físico de una cantidad determinada de residuo.

Dentro de sus objetivos para desarrollar una caracterización de RSM se encuentran los siguientes:

- Planificación de la gestión de los residuos, que considera un diseño de sistemas de gestión integral de los residuos.
- Seguimiento y control de planes de gestión de residuos.
- Evaluación de programas de prevención y recolección selectiva.

Metodología de Caracterización.

Consiste en determinar el tamaño de muestra que sea representativo de un lugar para realizar la caracterización, en la etapa determinada donde se generan residuos y un tiempo estimado. Posteriormente se procede a clasificar manualmente las fracciones de residuos de cada muestra. Y finalmente se determina el tipo de composición porcentual de cada fracción.

Los Residuos electrónicos se encuentran anexados según una Tabla de Clasificación de forma detallada, junto con su respectivo porcentaje en Otros, que corresponden a los resultados obtenidos.

### **3.4.NORMATIVA VIGENTE APLICABLE A RESIDUOS PELIGROSOS.**

#### **3.4.1. Convenio de Basilea**

Mencionado con anterioridad para regular con más detalle los residuos peligrosos generados, como por ejemplo el Mercurio, que puede estar contenido dentro de estructuras y piezas eléctricas como electrónicas.

#### **3.4.2. Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (2005)**

##### **Introducción**

Entrando en vigencia el 16 de junio del 2005 el presente reglamento, señala en el Artículo 1, las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas que deben someterse para la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de residuos peligrosos. También se establecen criterios para su clasificación y las responsabilidades para los Generadores, Transportistas y Destinatarios.

### **3.5.NORMA APLICABLE A LOS RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN ESPAÑA Y SUDAMÉRICA.**

#### **3.5.1. España**

Real Decreto 208/2005

A modo de resumen.

Este decreto establece las medidas de prevención desde el diseño y fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos que tienden a incluir en ellos sustancias peligrosas. De acuerdo a lo dispuesto bajo la Directiva 2002/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos electrónicos, y se permite de conformidad con la normativa comunitaria un periodo de adaptación en cuya virtud tales restricciones serán definitivamente exigibles a los aparatos que salgan al mercado a partir del 1 de Julio de 2006.

En primer lugar, se establece que los últimos poseedores de los aparatos electrónicos pueden devolver los aparatos sin coste a los distribuidores o a las entidades locales que van a recepcionar temporalmente los aparatos procedentes de hogares particulares y, previo acuerdo voluntario, los de uso profesional. Después, los productores se hacen cargo de ellos y proceden a su correcta gestión. En el caso que no realicen esta gestión, deben entregar los aparatos a los gestores autorizados o participar en sistemas integrados de gestión en los que pueden intervenir los distintos agentes que se encuentren autorizados.

De igual manera, el real decreto concreta las operaciones del tratamiento, las que deben ajustarse a las mejores técnicas que estén disponibles en cuanto a la Ley 16/2002, de prevención y control de la contaminación. Se establece además que el régimen jurídico dependiendo de las características de las operaciones y la peligrosidad de los componentes que constituyan el objeto de la gestión.

En cuanto a la aplicación del principio “el que contamina paga” el productor se debe hacer cargo de los costes de la gestión, incluyendo toda la recogida, desde el

almacenamiento temporal establecido en los locales o desde distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de aparatos eléctricos.

Los productores de aparatos eléctricos deben inscribirse en el Registro de Establecimientos industriales de ámbito estatal.

Los aparatos que se pongan al mercado a partir del 13 de agosto del 2005, se marcaran para identificar al productor y constatar que se han puesto en el mercado en tal fecha, se etiquetaran, donde se diferenciará del resto de basuras urbanas, todo esto según el estándar europeo desarrollado a tal fin.

### 3.6.2. Sudamérica.

Se han realizado muchos análisis sobre legislación y marcos que regulan residuos electrónicos en Sudamérica. Si bien la mayoría posee vacíos legales, este pequeño estudio se enfoca precisamente en un análisis reglamentario de residuos electrónicos en Sudamérica. Incluye también por país la existencia de políticas públicas sobre residuos electrónicos, como también mecanismos de cooperación interinstitucional con actores del sector TIC y quienes están a cargo de la gestión de residuos electrónicos.

#### 3.6.2.1. Argentina

En cuanto a la reglamentación existente sobre residuos electrónicos en Argentina, no está bien estructurada y también se encuentra dispersa, tanto así que, en el año 2011 la Legislatura Provincial sancionó a la ley 14321, en la cual se establecen las pautas, obligaciones y responsabilidades para una gestión de residuos electrónicos. Y en el año 2012 se perdió un estatuto para regular la gestión de estos residuos.

Existen medidas que han podido surgir dentro de la gestión argentina, como, por ejemplo, en el año 2015, la Secretaría de Energía, por medio de una Resolución N°48 de abril, se llevó a cabo un Programa de Estímulo “RENOVATE”, el cual incentiva a empresas a comercializar los electrodomésticos en desuso a través de una compensación económica.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, impulsó un programa nacional de residuos electrónicos, que es una experiencia de articulación de proyectos con municipios y organizaciones de la sociedad civil, como por ejemplo la creación de plantas de procesamiento de residuos electrónicos, de reciclado y reacondicionamiento de basura electrónica, siendo gestionado por la Subsecretaría de Economía Solidaria de la Municipalidad.

En lo que respecta al reciclaje, existen asociaciones que asumen esta labor con un fin económico, pero teniendo un compromiso netamente sustentable.

#### 3.6.2.2. Bolivia

No poseen un reglamento que sea específico de residuos electrónicos, sin embargo, poseen grupos de trabajo conformados por el sector público y privado, los cuales elaboran normas técnicas específicas a nivel nacional para el tratamiento de residuos.

En lo que respecta al reciclaje, el gobierno lleva a cabo campañas con el objetivo de concientizar a los pobladores sobre el manejo de residuos electrónicos en las ciudades de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. El contraste de esta gestión hace referencia a la tecnología que no se adapta a las medidas, solamente en lo que es almacenamiento y posterior desmantelamiento de residuos electrónicos.

En ausencia de normas, reglamentos y estrategias para la gestión de residuos electrónicos, Bolivia participa en el proyecto de “Fortalecimiento de Iniciativas Nacionales y Mejora de Cooperación Regional para el Manejo Ambientalmente Racional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) en los Residuos Electrónicos de América Latina.”.

#### 3.6.2.3. Brasil

El 10 de Julio de 2010 en Sao Paulo se promulgó la Ley Estatal N 13576 de normas y procedimientos para el correcto y adecuado reciclaje, gestión y disposición de los residuos electrónicos. También en el año 1993, se ratifica el Convenio de Basilea en Brasil.

En cuanto a marcos regulatorios, en Brasil se incluye el Principio de Responsabilidad Compartida (PRC), que tiene que ver con el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos. Este marco establece de igual manera que los residuos sólidos son reutilizables y reciclables, como también servir como bien económico, permitiendo generar trabajo e ingresos en el sector social.

#### 3.6.2.4. Colombia

Colombia posee una normativa en cuanto a residuos electrónicos, la Ley N°1672 del año 2013, la cual establece los lineamientos y así adoptar políticas públicas relacionadas a la gestión de residuos electrónicos que se generen en el territorio nacional.

Se ocupan factores como la Ley Rep y la participación activa de los productores, usuarios y comercializadores para la aplicación de la Ley N°1672, además de la Resolución 1512 de 5 de agosto de 2010, el que establece sistema de recolección selectiva y manejo racional de residuos de computadores. Por otro lado

#### 3.6.2.5. Ecuador

Cuenta con una reglamentación en materia de residuos peligrosos únicamente. Posee la ley de Gestión Ambiental desde 1999 y la de Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Medio ambiente, la cual toma únicamente en consideración un sistema de gestión de desechos peligrosos para generadores de sectores productivos y de servicios.

En 2012, se establece la Ley REP en el “Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Sustancias Químicas, Desechos que sean peligrosos”.

En enero de 2013, el ministerio de medio ambiente de Ecuador publica en el Registro Oficial una política nacional de post-consumo de residuos electrónicos en el Acuerdo Ministerial, el cual considera a los residuos electrónicos como una corriente de desechos peligrosos y especiales.

#### 3.6.2.6. Paraguay

No posee una legislación específica sobre residuos electrónicos. Se entiende que los residuos electrónicos son asimilados dentro de los residuos sólidos en Paraguay.

#### 3.6.2.7. Perú

Perú presenta un proceso acelerado de crecimiento en cuanto a la industria de información y comunicación, lo que conlleva a que, si no hay un control o manejo de estos grandes volúmenes de aparatos electrónicos, será cosa de tiempo que sean descartados y sean desechos.

Posee un reglamento específico de gestión de residuos electrónicos, donde se detallan las obligaciones de los actores involucrados y sus derechos para un adecuado manejo, así como su disposición final. El reglamento propone trabajar con municipios, operadores de residuos electrónicos y consumidores.

#### 3.6.2.8. Uruguay

No posee reglamentación unificada sobre residuos electrónicos, sin embargo, el Convenio de Basilea fue ratificado en Uruguay en 1991.

#### 3.6.2.9. Venezuela

No posee una legislación específica de residuos electrónicos, solo tomando en cuenta una legislación que establece normas únicamente de residuos comunes pero que hacen menciones a los residuos electrónicos, en términos de disposición final de ellos.

**CAPITULO 4. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CARACTERIZAR  
RESIDUOS DE APARATOS ELECTRONICOS.**



#### **4. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA CARACTERIZAR RESIDUOS DE APARATOS ELECTRONICOS.**

##### **4.3.Explicación**

Esta metodología ha sido creada e implementada en la Sede Viña del Mar, Universidad Técnica Federico Santa María. Sirve principalmente para adoptar un modelo de caracterización en forma general de residuos de aparatos electrónicos. Si bien depende del tipo de residuo a analizar, el cual, dependiendo de su magnitud o dificultad para manipular, puede contener una mayor cantidad de piezas en su interior y eso dificultaría el proceso. Planteando esto, puede haber maneras distintas de desarmar o de separar, aunque siempre será la misma metodología a seguir, es decir, que no importa que aparato se analice, los pasos a seguir se aplican, en cualquier caso.

En primera instancia se aplica una observación del equipo o material a intervenir, su posterior pesaje (esto para llevar un catastro, ya que, al momento de segregar sus partes, los pesos deben estar distribuidos de forma homogénea, sin verse alterados), separación por componente y separación por material. Al momento de llegar a esto, se aplicarán metodologías complementarias para determinar si poseen riesgo alguno a la salud o al medio ambiente mediante el uso de leyes específicas, si el tipo de material es apto para un posterior uso o reciclaje, como también identificar medidas para tipos de materiales mixtos, los que deben ser tratados de manera distinta, tanto en la segregación como en la etapa final antes de recurrir a un manejo posterior.

Para llevar a cabo esto se necesita elaborar un procedimiento riguroso, el que se detalla parte por parte, y así poder replicarse en cualquier residuo que tenga que ver con aparatos electrónicos y así unificar esta medida.

En este caso se emplea la caracterización de un modelo de CPU, para llegar a determinar si podemos tratar sus materiales para un posterior reciclaje o reutilización. Por otra parte, recurriremos a una observación específica tomando como referencia fotos del equipo a analizar.

4.3.1. Procedimiento.

4.3.2. Ejemplo CPU.

Analizar objetivamente el aparato electrónico, y observar sus maneras para intervenirlo.



Imagen 1. CPU Angulo semi frontal



Imagen 2. CPU ángulo frontal



Imagen 3. CPU ángulo de costado



Imagen 4. CPU ángulo trasero

El aparato se pesa de forma entera (en kg), ya que dentro de nuestro procedimiento es necesario llevar la contabilidad de su peso.



Imagen 5. Pesaje CPU

Lo siguiente es desmantelar el aparato por componentes (separación primaria), ocupando destornillador u otra herramienta afín.

De forma de unificar los componentes electrónicos y en su análisis, existen componentes que se encuentran en cada residuo, por lo que según esto cada aparato trae:

**Carcasa:** Es lo que cubre al equipo y le da la forma estética, lo que se puede observar a la vista y no posee ningún funcionamiento adicional.

**Placa de Componentes Electrónicos:** Se encuentra el sistema de placas, la cual es pieza clave para funcionar. Se encuentra una especie de chip, el cual da las órdenes y alimenta al sistema de forma general para que realice su función.

**Disco Duro:** Donde se almacena la información del aparato, la cual puede tener una pequeña o gran capacidad. No posee una gran cantidad de materiales.

**Estructura:** Componente que sostiene los demás componentes, especie de “columna vertebral” del aparato electrónico.

**Unidad Funcional:** Como dice su nombre, permite el funcionamiento por medio de piezas, rodamientos y mecanismos para que el aparato aporte movimiento o pueda funcionar. También se entiende como una subunidad, la cual puede servir como puerto para enlazar equipos o aparatos anexos a éste, como, por ejemplo, unidad de disco o cd.

Fuente de Poder: Donde se encuentran específicamente las partes que generan una alimentación para proporcionar energía.

Estos componentes varían levemente según el tipo de aparato, el cual según las indicaciones anteriores no debería presentar algún otro tipo de componente general que no esté indicado.

A continuación, se observa cada una de ellas.



Imagen 6. Carcasa



Imagen 7. Placa Comp. Electrónicos



Imagen 8. Fuente de Poder



Imagen 9. Disco Duro



Imagen 10. Estructura



Imagen 11. Unidad de CD



Imagen 12. Unidad de Disquete

1. El siguiente paso es pesar cada una de estas componentes, para así comprobar que estén bien distribuidas de acuerdo al peso total de aparato, ya que esto podría afectar su posterior valoración.



Imagen 13. Pesaje componente



Imagen 14. Pesaje Componente



Imagen 15. Pesaje Componente



Imagen 16. Pesaje Componente



Imagen 17. Pesaje Componente



Imagen 18. Pesaje Componente



Imagen 19. Pesaje Componente

Luego de pesados cada uno de los componentes y verificar que su peso es homogéneo, hay que pasar a la segunda parte de separación y clasificación (en algunos casos, según sea el tipo de componente, se puede clasificar como un material entero, debido que está compuesto al 100% de este material).



Imagen 20. Componentes

2. Por medio de una herramienta aún recientemente utilizada, se segrega cada componente para conseguir distintos tipos de materiales. En este caso los componentes de la CPU se pueden clasificar de acuerdo a: Plastico, Metal, como Placa de Circuito (material mixto), cables y conectores.

Esta última parte de caracterización es la más importante, debido a que se determinara si el residuo de manera general se puede reutilizar, reciclar o reusar.

3. Para ordenar y organizar los materiales ya clasificados, procedemos a pesar nuevamente estos y así poder ver cuánto porcentaje de material se obtiene de cada uno.

La mejor herramienta en este caso es crear un Matriz por medio de Microsoft Excel, para llevar una cuantificación detallada de los datos obtenidos a modo general.

4.3.3. Matriz

Los datos obtenidos se pueden dejar expresados en una matriz para tener un control del procedimiento adoptado anteriormente, donde se clasifican por categorías, y seguidamente por el tipo de material específico. Podemos ver que coincide también el total de los pesos, y expresarlos en porcentaje para saber si es posible descartarlos o usarlos para posterior valoración.

| Material                  | Polimeros |     |     | Metales                |     |    | Placa de<br>Circuito impreso<br>PCB | Cables,<br>conectores | Varios          |                     |
|---------------------------|-----------|-----|-----|------------------------|-----|----|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| Categorías                | ABS       | PPE | P 3 | Fe,<br>mat.<br>ferroso | Al  | Cu | mezcla no conductor,<br>mas Cu/Al   | mezcla pol + Cu       | mezcla<br>otros | TOTAL<br>Categ. gr. |
| Carcasa                   | 560       |     |     | 1495                   |     |    |                                     |                       |                 | 2055                |
| Fuente de poder           | 65        |     |     | 405                    | 45  | 25 | 320                                 | 130                   |                 | 990                 |
| Estructura                |           |     |     | 2350                   |     |    |                                     |                       |                 | 2350                |
| Lector CD                 | 190       |     |     | 420                    |     |    | 110                                 |                       |                 | 720                 |
| Lector Disket             |           |     |     | 265                    |     |    | 85                                  |                       |                 | 350                 |
| Comp. Electronico         | 80        |     |     |                        | 430 |    | 775                                 | 120                   |                 | 1405                |
| Otros                     |           |     |     |                        |     |    |                                     |                       | 30              | 30                  |
| TOTAL Mat. gr.            | 895       | 0   | 0   | 4935                   | 475 | 25 | 1290                                | 250                   | 30              | 7900                |
| TOTAL por tipo<br>de mat. | 895       |     |     | 5435                   |     |    | 1290                                | 250                   | 30              | 7900                |
| % por tipo de mat.        | 11,3      |     |     | 68,8                   |     |    | 16,3                                | 3,2                   | 0,4             | 100                 |

Tabla 2. Matriz de CPU

\*ABS: Tipo de plástico que tiene como característica ser resistente al impacto.

\*HIPS: Tipo de plástico, derivado de poliestireno de alto impacto.

Si se observan los datos, la matriz indica la categoría y cuantos componentes se obtienen, y de acuerdo a esto, la cantidad de materiales.

Los pesos quedan bien distribuidos, ya que, según el peso inicial, si se suman se obtiene el valor total.

#### **4.4.Procedimiento**

Con el fin de generalizar este procedimiento de residuos de aparatos electrónicos, hay que tomar en consideración que esta metodología se aplica de forma unificada, por lo tanto, la impresora se encuentra en los residuos electrónicos y es bastante utilizada en cualquier lugar que requiera una administración o utilización de CPUs.

A continuación, se realiza la caracterización de la Impresora.

##### **4.4.1. Ejemplo: Impresora**

Se analiza la impresora de forma objetiva, para determinar específicamente los lugares donde podemos interceder.



Imagen 21. Impresora

Después se procede a pesar, para así llevar la cuantificación de forma general.



Imagen 22. Pesaje Impresora

Por medio de una herramienta, ya sea destornillador o alicate, se procede a la separación primaria de forma manual, la que consta de separar el aparato por componentes.

Seguidamente para llevar el registro de estos, se debe pesar cada una de las piezas por categoría (como se realizó en la caracterización anterior)

Como en este ejemplo de aparato electrónico se utiliza la impresora, se refiere a las partes que se mencionan a continuación, como los componentes y su tipo de material.



Imagen 23. Carcasa / Plástico ABS



Imagen 24. Carcasa/Vidrio



Imagen 25. Estructura



Imagen 26. Unidad Funcional / Plástico ABS



Imagen 27. Unidad Funcional / Metal Ferroso



Imagen 28. Unidad Funcional / Cables y Ctrs.



Imagen 29. Unidad Funcional / Otros



Imagen 30. Unidad Funcional / Plásticos PP, PC



Imagen 31. Unidad Funcional /Placas de circuitos



Imagen 32. Unidad Funcional / ABS



Imagen 33. Unidad Funcional / Metal



Imagen 34. Componentes electrónicos/ Metal



Imagen 35. Comp. Electrónicos/  
Conectores



Imagen 36. Comp. Electrónicos / Cables y  
Placa Circuito Impreso



Imagen 37. Comp. Electrónicos / Cables y Conectores

Se toma en cuenta que hay piezas de materiales que son demasiado pequeñas, por lo tanto, se puede apreciar que se utiliza una bolsa para mover todas las piezas, y así no se pierda nada.

Cada bolsa tiene un peso de 0,20 gramos, por lo que, al momento de traspasar dicha información de los materiales a la matriz, se hace el descuento correspondiente con tal de no alterar el peso de cada material y sobre todo el total del aparato.

Una vez se tiene toda la segregación lista y dispuesta con cada tipo de material con su peso, se calcula el porcentaje de cada uno para identificar si es conveniente una valoración posterior (como se explicó en el procedimiento anterior)

4.4.2. Matriz

| Material                                             | Polimeros |      |                 | Metales     | Placa de Circuito impreso      | Cables, conectores | Otros mat. | Varios       |                  |
|------------------------------------------------------|-----------|------|-----------------|-------------|--------------------------------|--------------------|------------|--------------|------------------|
| Categorías                                           | ABS       | HIPS | varios (pp, pc) | Ferrosos Fe | mezcla no conductor, mas Cu/Al | mezcla pol + Cu    | vidrio     | mezcla otros | TOTAL Categ. gr. |
| Carcasa                                              |           | 1475 |                 |             |                                |                    | 570        |              | 2045             |
| Fuente de poder                                      |           |      |                 |             |                                |                    |            |              | 0                |
| Estructura                                           |           | 560  |                 |             |                                |                    |            |              | 560              |
| Unidad funcional 1:                                  | 220       |      | 180             | 785         | 20                             | 10                 |            | 105          | 1320             |
| Componentes electrónicos                             |           |      |                 |             | 50                             | 10                 |            |              | 60               |
| Otros                                                |           |      |                 |             |                                |                    |            | 20           | 20               |
| TOTAL Mat. gr.                                       | 220       | 2035 | 180             | 785         | 70                             | 20                 | 570        | 125          | 4005             |
| TOTAL por tipo de mat.                               | 2435      |      |                 | 785         | 70                             | 20                 | 570        | 125          | 4005             |
| IND 1: composición por material, relación porcentual | 60,8      |      |                 | 19,6        | 1,7                            | 0,5                | 14,2       | 3,1          |                  |

Tabla 3. Matriz de Impresora  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3. **Clasificación Final**

##### a) Clasificación por su peso.

- a. Si el porcentaje del material se encuentra bajo el 10%, se considera desechable.
- b. Si el porcentaje del material se encuentra sobre el 10-50% del total del Aparato, se considera utilizable para manejo.
- c. Si el porcentaje se encuentra sobre el 50%, se considera que tiene gran índice de valoración, reutilización o reciclaje.
- d. Si se encuentra Material Ferroso por sobre el 10%, éste se puede valorizar por medio de la empresa Gerdau Aza, ya que dentro del Mercado son la única empresa que compra este tipo de materiales.

##### b) Clasificación según la peligrosidad

En este caso, la clasificación se registrará por el DS 148 de manejo de residuos peligrosos. Según este decreto se identifica el procedimiento para el material existente en el residuo y se completa la Ficha según se Código y si corresponde a Respel o No Respel.



Fuente: [www.cpl.cl](http://www.cpl.cl)

Imagen 38. Sistema de Clasificación de Residuos Peligrosos

De acuerdo a la identificación de los materiales específicos en el DS148, se procede a colocar los datos en la Tabla de Peligrosidad.

| Materiales | Especificación | Código 148 | RESPEL | NO RESPEL |
|------------|----------------|------------|--------|-----------|
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |
|            |                |            |        |           |

Tabla 4. Tabla de Peligrosidad

Fuente : Elaboración Propia

c) Clasificación por su aleación.

En este caso, de modo alternativo se puede verificar por medio de pruebas químicas si la composición del material es totalmente de su tipo o es simplemente aleación. La medida es alternativa tomando en cuenta si se quiere llegar a un punto de mayor calidad al momento de reciclar el producto.

d) Clasificación material mixto.

Por otro lado, se obtiene materiales que poseen una composición a la que llamaremos mixta, debido a la dificultad o la nula intervención para seguir separando o segregando, ya sea porque están unidos mediante maquinas específicas o quien desee intervenir en ellas no posea la herramienta necesaria.

El material mixto, se debería disponer de manera distinta a los demás materiales, ya que alguna mezcla con algún material que sea 100% de un tipo, podría alterar la manera en que se desee realizar una posterior gestión.

4.5.FICHA TECNICA

|                                                                                                                                                 |           |         |                    |                                              |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|--------------------|----------------------------------------------|------------------|
| Requerimientos para una Gestión de Residuos                                                                                                     |           |         |                    | Fecha:                                       |                  |
| EMPRESA o PERSONA RESPONSABLE:                                                                                                                  |           |         |                    | Útiles recomendados:                         |                  |
| Aparato Electrónico:                                                                                                                            |           |         |                    | Lentes de Seguridad <input type="checkbox"/> |                  |
|                                                                                                                                                 |           |         |                    | Guantes <input type="checkbox"/>             |                  |
|                                                                                                                                                 |           |         |                    | Pesa (estándar) <input type="checkbox"/>     |                  |
| Indicaciones                                                                                                                                    |           |         |                    |                                              |                  |
| * Todo tipo de dato debe ser anotado en la MATRIZ.                                                                                              |           |         |                    |                                              |                  |
| * Puede ser utilizado cualquier tipo de pesa, se recomienda calibrar antes.                                                                     |           |         |                    |                                              |                  |
| * Debe ser pesado en gramos.                                                                                                                    |           |         |                    |                                              |                  |
| Procedimiento                                                                                                                                   |           |         |                    |                                              |                  |
| 1.- Inspeccionar y pesar el Aparato de forma entera                                                                                             |           |         |                    |                                              |                  |
| 2.- Separar por COMPONENTES                                                                                                                     |           |         |                    |                                              |                  |
| 3.- Pesar cada componente por separado.                                                                                                         |           |         |                    |                                              |                  |
| 4.- Separar por MATERIALES                                                                                                                      |           |         |                    |                                              |                  |
| 5.- Pesar cada material por separado                                                                                                            |           |         |                    |                                              |                  |
| 6.- Llevar una contabilidad TOTAL y por porcentaje                                                                                              |           |         |                    |                                              |                  |
| 7.- En Clasificación final, se encuentran medidas alternativas para hacer uso de los materiales y un posterior manejo.                          |           |         |                    |                                              |                  |
| Material                                                                                                                                        | Polímeros | Metales | Placas de Circuito | Cables y Conectores                          |                  |
| Componentes                                                                                                                                     |           |         |                    |                                              | Peso Comp.gramos |
| Carcasa                                                                                                                                         |           |         |                    |                                              |                  |
| Fuente de Poder                                                                                                                                 |           |         |                    |                                              |                  |
| Estructura                                                                                                                                      |           |         |                    |                                              |                  |
| Unidad Funcional                                                                                                                                |           |         |                    |                                              |                  |
| Comp. Electricos                                                                                                                                |           |         |                    |                                              |                  |
| TOTAL gramos                                                                                                                                    |           |         |                    |                                              |                  |
| % TOTAL                                                                                                                                         |           |         |                    |                                              |                  |
| Clasificación Final                                                                                                                             |           |         |                    |                                              |                  |
| 1.- <u>Peso</u> :                                                                                                                               |           |         |                    |                                              |                  |
| *Si el porcentaje del material se encuentra bajo el 10%, se considera desechable.                                                               |           |         |                    |                                              |                  |
| *Si el porcentaje del material se encuentra sobre el 10 - 50% del total del Aparato, se considera utilizable para manejo.                       |           |         |                    |                                              |                  |
| * Si el porcentaje se encuentra sobre el 50%, se considera que tiene gran indice de valoracion, reutilizacion o reciclaje.                      |           |         |                    |                                              |                  |
| 2.- <u>Aleación</u> : El material puede pasar por pruebas químicas, para verificar su calidad y pueda ser utilizado para mejorar su valoracion. |           |         |                    |                                              |                  |
| 3.- <u>Material Mixto</u> : Se clasifica de manera mixta todo aquel material que no sea 100% de un tipo.                                        |           |         |                    |                                              |                  |
| 4.- <u>Peligrosidad</u> : Si el material se encuentra en el DS 148, se envía a disposición especifica.                                          |           |         |                    |                                              |                  |

Tabla 5. Ficha Técnica  
Fuente: Elaboración propia

4.6.FICHA DE RESULTADOS

| Material | Especificación | Porcentaje | RESPEL | NO<br>RESPEL | Código<br>148 | Valorizable | Destino |
|----------|----------------|------------|--------|--------------|---------------|-------------|---------|
|          |                |            |        |              |               |             |         |
|          |                |            |        |              |               |             |         |
|          |                |            |        |              |               |             |         |
|          |                |            |        |              |               |             |         |
|          |                |            |        |              |               |             |         |
|          |                |            |        |              |               |             |         |

Tabla 6. Tabla de Resultados en blanco

Fuente: Elaboración Propia

## **RESULTADOS**

Según los datos obtenidos en la matriz, de acuerdo a la separación de ambos residuos electrónicos, se puede determinar que:

### **CPU.**

#### **Clasificación por Peso.**

Si se ubica en la matriz, podemos observar que los metales fueron predominantes, más específicamente el material ferroso, con 5345 gramos que corresponde al 68,8% del total del residuo electrónico.

- 1) Con estos datos, según la Ficha Técnica, su peso se encuentra sobre el 10%, lo cual significa que existe un material
- 2) Es un material predominante sobre el resto, ya que, si alcanza el 68,8%, se puede reutilizar o reciclar a una empresa externa para un posterior manejo.
- 3) El material ferroso se puede vender a la empresa Gardau Aza, debido a que ellos compran este material para fabricar sus productos.

Por otro lado, los polímeros ABS y las Placas de Circuito Impreso alcanzan un 11,3% y 16,3% respectivamente según la Matriz por lo que se considera existente dentro del residuo y además apto para un posterior manejo, por lo que no es necesario descartarlo.

En el caso de los Cables Conectores y los materiales Varios, (mezcla de distintos materiales), tienen un porcentaje bajo el 10% del total, es decir, se desechan y no sirven para un manejo posterior.

#### **Clasificación por Peligrosidad.**

Para determinar si un material de la CPU es peligroso o no, es necesario revisar el sistema de clasificación de residuos peligrosos existente en el DS 148. Donde se busca el material existente en las Listas B, Lista A, Lista I, Lista II, Lista III y si es pertinente en los Artículos 88 y 89.

| Materiales           | Especificación     | Código 148    | RESPEL | NO RESPEL |
|----------------------|--------------------|---------------|--------|-----------|
| Polímeros            | ABS                | B3010         |        | X         |
| Metales              | Ferroso            | B1010         |        | X         |
|                      | Al                 | B1010         |        | X         |
|                      | Cu                 | B1010         |        | X         |
| PCI                  | Mezcla Cu/Al       | B3010 – B1010 |        | X         |
| Cables<br>Conectores | Mezcla Pol +<br>Cu | B3010 – B1010 |        | X         |
| Varios               | Mezcla otros       | B3010 – B1010 |        | X         |

Tabla 7. Tabla de Peligrosidad CPU

Fuente: Elaboración Propia

### Clasificación por Aleación.

Debido a que este procedimiento se realiza de manera practica en un taller mecánico, se descarta la posibilidad de verificar la calidad del material. En el caso que si se hubieran presentado laboratorios de investigación, se determina su calidad y con esto una mayor probabilidad de venta o de reutilización para un manejo.

### Clasificación Material Mixto

- 1) Si se observan los materiales, se encuentra que los que poseen material mixto en la CPU son, la Placa de Circuito Impreso, Cables Conectores y Varios, ya que están compuesto de más de un material.
- 2) La Placa de Circuito Impreso y los Cables Conectores tienen más del 10% en peso del total, y el material “Varios” como se explicó anteriormente se desecha, por no alcanzar este 10%.
- 3) Se sugiere que tengan una disposición o destino distinto, por lo que contactar a una empresa especifica que trabaje estos materiales es la mejor alternativa.

## **IMPRESORA**

### **Clasificación por peso**

- 1) Si se observa la matriz correspondiente a la impresora, todos los materiales, excepto los Cables Conectores, las Placas de Circuitos impresos y otros materiales varios, tienen más del 10% del total, por lo que se determina que existen dentro y se pueden intervenir.
- 2) El Material predominante son los polímeros con un 60,8% del total, y se pueden monetizar, reutilizar o reciclar debido a su alto porcentaje. La categoría del material predominante fueron los HIPS, debido a su mayor peso.
- 3) Los metales ferrosos y el vidrio (Otros materiales) se encuentran sobre el 10% del total, por lo que se les reconoce como material existente y además útiles para complementarlos con más materiales existentes en otros residuos electrónicos, pero no tan rentables porque son menores al 20% del total, debido a que este porcentaje no es tan alto. El material ferroso se puede valorizar, donde se puede contactar a la Empresa Gardau Aza para vender este residuo, ya que ellos fabrican productos con los residuos de metal Ferroso.
- 4) Por otro lado, las Placas de Circuito Impreso, los Cables Conectores y otros pequeños materiales varios se consideran desechables por tener bajo del 10% del total cada uno.

### **Clasificación por Peligrosidad**

Para determinar si un material de la Impresora es peligroso o no, es necesario revisar el sistema de clasificación de residuos peligrosos existente en el DS 148. Donde se busca el material existente en la Lista B, para determinar si No es peligroso de primera fuente y de no existir en los demás conjuntos (Lista A, Lista I, Lista II, Lista III, los Artículos 88 y 89.) se determina No Peligroso, de lo contrario SI es peligroso, y debe tener una disposición final adecuada.

| <b>Materiales</b>    | <b>Especificación</b> | <b>Código 148</b> | <b>RESPEL</b> | <b>NO RESPEL</b> |
|----------------------|-----------------------|-------------------|---------------|------------------|
| Polímeros            | ABS                   | B3010             |               | X                |
|                      | HIPS                  | B3010             |               | X                |
|                      | Varios (pp,pc)        | B3010             |               | X                |
| Metales              | Fe                    | B1010             |               | X                |
| PCI                  | Mezcla Cu/Al          | B3010 - B1010     |               | X                |
| Cables<br>Conectores | Mezcla Pol +<br>Cu    | B3010 – B1010     |               | X                |
| Otros<br>materiales  | Vidrio                | B2020             |               | X                |
| Varios               | Mezcla otros          | B3010 – B1010     |               | X                |

Tabla 8. Tabla de Peligrosidad Impresora

Fuente: Elaboración Propia

### Clasificación por Aleación

Debido a que este procedimiento se realiza de manera practica en un taller mecánico, se descarta la posibilidad de verificar la calidad del material. En el caso que, si se hubieran presentado laboratorios de investigación, se determina su calidad y con esto una mayor probabilidad de venta o de reutilización para un manejo.

### Clasificación por Material Mixto

- a. Se encuentran las Placas de circuito que contienen Cu/Al específicamente, Cables Conectores que tienen mezcla de polímero y CU y por ultimo Varios, donde cada uno es mezcla de distintos materiales.
- b. Cada uno se encuentra en un muy bajo porcentaje, y debido a esto se desechan y no deberían ser llevados a un manejo posterior.

FICHA DE RESULTADOS

| Residuo Electrónico: CPU |                |            |        |           |               |             |                   |
|--------------------------|----------------|------------|--------|-----------|---------------|-------------|-------------------|
| Material                 | Especificación | Porcentaje | RESPEL | NO RESPEL | Código 148    | Valorizable | Destino           |
| Polímeros                | ABS            | 11,3       |        | X         | B3010         | NO          | Disposición Final |
| Metales                  | Fe             | 62,5       |        | X         | B1010         | SI          | Reciclaje         |
|                          | Al             | 6,01       |        | X         | B1010         | NO          | Disposicion Final |
|                          | Cu             | 0,31       |        | X         | B1010         | NO          | Elimina           |
| PCI                      | Mezcla Cu/Al   | 16,3       |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |
| Cables y Conectores      | Mezcla pol/Cu  | 3,2        |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |
| Varios                   | Mezcla Otros   | 0,4        |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |

Tabla 9. Tabla de Resultados CPU

Fuente: Elaboración Propia

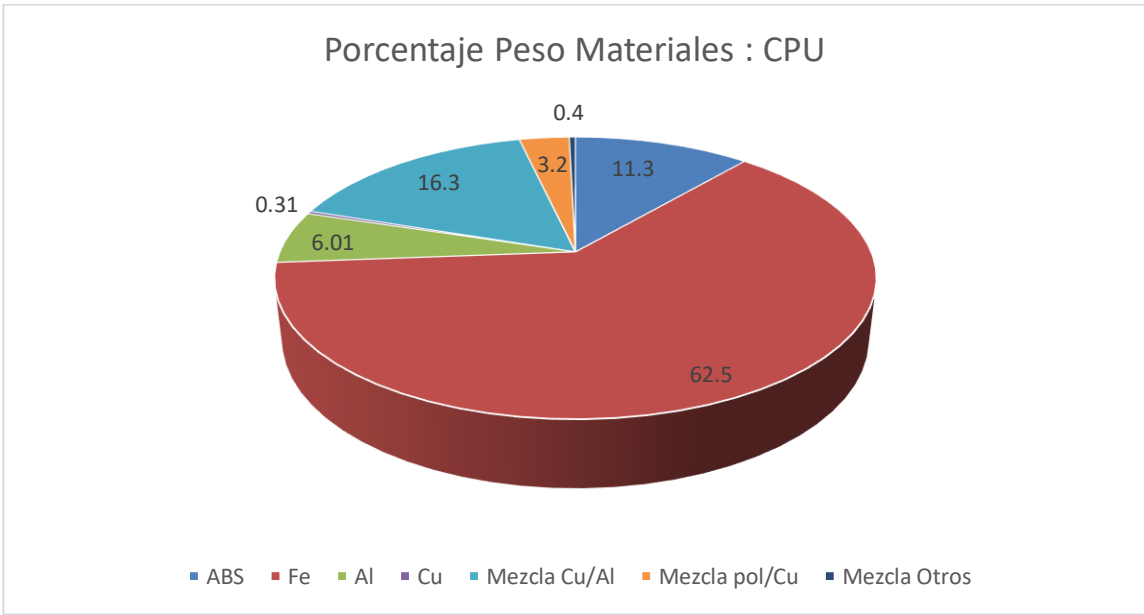


Gráfico 1. Gráfico de Porcentaje Peso de Material CPU

| Residuo Electrónico: Impresora |                |            |        |           |               |             |                   |
|--------------------------------|----------------|------------|--------|-----------|---------------|-------------|-------------------|
| Material                       | Especificación | Porcentaje | RESPEL | NO RESPEL | Código 148    | Valorizable | Destino           |
| Polímeros                      | ABS            | 5,5        |        | X         | B3010         | NO          | Disposición Final |
|                                | HIPS           | 50,8       |        | X         | B3010         | NO          | Disposición Final |
|                                | Varios (pp,pc) | 4,5        |        | X         | B3010         | NO          | Disposición Final |
| Metales                        | Fe             | 19,6       |        | X         | B1010         | SI          | Comercializable   |
| PCI                            | Mezcla Cu/Al   | 1,7        |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |
| Cables y Conectores            | Mezcla pol/Cu  | 0,5        |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |
| Otros materiales               | Vidrio         | 14,2       |        | X         | B2020         | NO          | Disposición Final |
| Varios                         | Mezcla Otros   | 3,1        |        | X         | B3010 – B1010 | NO          | Disposición Final |

Tabla 10. Tabla de Resultados Impresora  
Fuente: Elaboración Propia

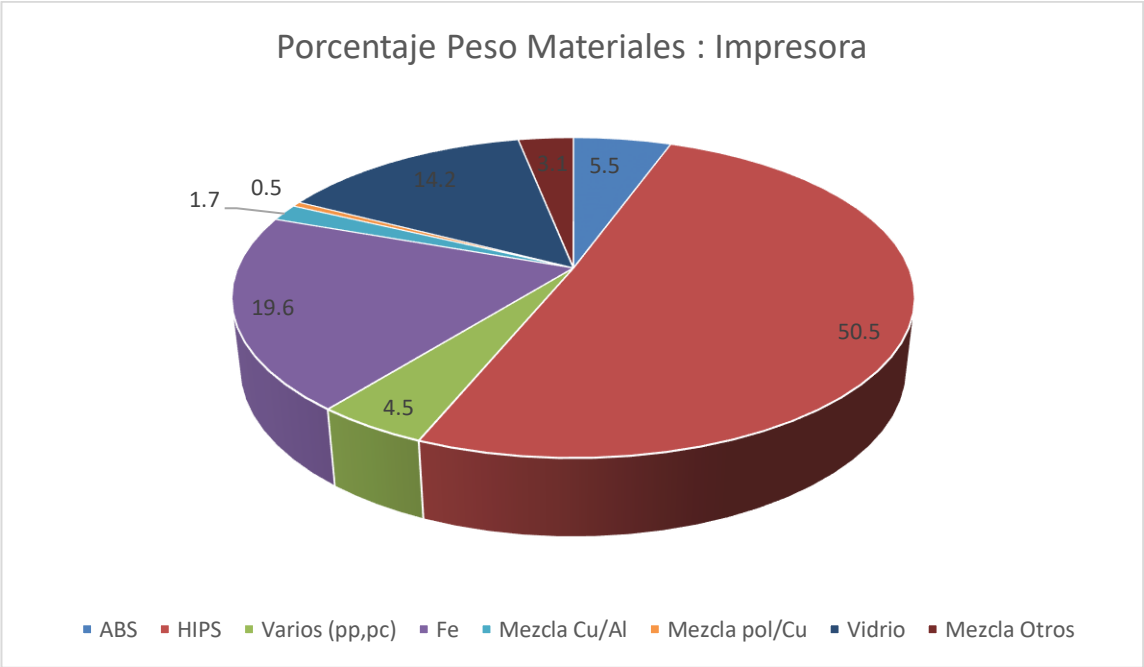


Gráfico 2. Gráfico Porcentaje Peso Materiales: Impresora



## **DISCUSION**

En base a los resultados obtenidos, se determina que se puede llegar a clasificar y cuantificar un residuo electrónico adoptando el procedimiento descrito, donde se explican los recursos necesarios. Se puede observar una metodología clara que cumple con el objetivo principal de este trabajo, el cual pretende utilizar instrumentos de gestión para posteriormente trabajar la parte técnica.

Por otro lado, al solo tomar partes representativas de residuos electrónicos, en este caso una CPU e Impresora, se generaliza de forma significativa, ya que no se puede trabajar de forma detallada en cada uno de los aparatos que llegan al término de su vida útil, pero si bien esta generalización pretende entender el procedimiento, más que enfocarse plenamente en cada residuo.

De acuerdo a la metodología utilizada en la parte práctica, se utiliza dos tipos de segregación, llegando de una u otra forma a un material, donde se aprecia una predominancia de un tipo sobre otros materiales, lo cual lleva a determinar un posible reciclaje de estos mediante el porcentaje hallado en el pesaje y expuesto en la matriz.

Dentro de los objetivos del presente informe, se llega a una clasificación final de acuerdo a los tipos de material y se dan distintas opciones para poder abordarlos, ya sea desecharlos o reutilizarlos, pero sin entrar en materia de manejo, es decir, una vez encontramos el porcentaje de cada material, no se indaga de mayor manera en qué hacer después con dicho material, ya que no se encuentra dentro de los parámetros del trabajo.

Finalmente, se hace referencia a una formalidad adoptada mediante el uso de imágenes, para así dar seguridad al momento de manipular algún aparato. Por otro lado, se emplea y describe de forma más acotado el procedimiento de la impresora debido a que se replica de la misma manera que la CPU para así no redundar en lo mismo.

## **CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con el procedimiento para caracterizar los dos tipos de residuos ya expuestos, se logra identificar los materiales que se encuentran dentro de ellos por lo que sí es posible determinar un porcentaje en peso.

Según la normativa vigente del DS148 es posible incluir tablas para determinar si el material presenta riesgos. Para el caso de la CPU y la Impresora, no se encontraron materiales que posean algún tipo de peligrosidad, debido a que no se encuentran dentro de las listas y artículos del sistema de clasificación de residuos peligrosos.

Se logra determinar que el único material que es posible valorizar en cuanto a ventas, es el metal ferroso, debido a que existe una empresa en el mercado que compra este tipo de material. En cuanto a los demás materiales no es posible llegar a una valorización debido a la casi nula demanda existente en el mercado.

Mediante el uso un procedimiento para caracterizar y que incluye pesaje, los datos obtenidos fueron plasmados en una matriz, de esta forma los datos quedan ordenados adecuadamente en forma simple y correcta, por lo que, si se necesita documentar algún tipo de información, la caracterización y la matriz cumplen con lo requerido.

De acuerdo a la Ficha Técnica elaborada, en ella se puede manejar la distinta información requerida para su utilización, esta ficha incluye datos que debe aportar el usuario, un pequeño procedimiento general, recomendación de materiales para caracterizar, uso de matriz para plasmar datos y una clasificación de éstos, donde se puede obtener una posible valoración.

A modo general, es clave antes de emprender una idea, tener como base los recursos que ya se encuentran disponibles, éstos conocimiento genera credibilidad al momento de llevar a cabo una posición con respecto a los intereses de cada persona, ya que si no los defendemos es muy poca la repercusión que se genera y con eso no habrá resultados.

De acuerdo a la problemática planteada inicialmente, Chile es un país en desarrollo pero que en materia de legislación ambiental comparte el puesto con varios países de Sudamérica, en el sentido que existe mucho vacío de legislación ambientalmente hablando, esto debido a que gobiernos invierten muy poco en tecnologías para generar una mejor gestión, por lo que se seguirá agotando recursos naturales en vez de reutilizar materiales que se encuentran disponibles en nuestros propios desechos, sean industriales como domiciliarios.

En Sudamérica aún no existen legislaciones específicas destinadas solo a los residuos electrónicos, y menos aún sobre requerimientos para tener una buena gestión de ellos, sin embargo, este trabajo busca generar un orden en el esquema general, dando herramientas a los generadores y sacar en el mejor de los casos una valoración de estos desechos habituales.

Por medio de educación ambiental, concientizar a los generadores que se puede reutilizar un desecho que antes del término de su vida útil fue un aparato, por lo mismo si se conserva bien el residuo, su material estaría óptimo para volver a generar un aparato, llegando a formar un ciclo.

Aplicar las normas y leyes vigentes que se ajustan a los residuos electrónicos hoy en día, como el DS 148, ya que es el único que nos rigue en esta materia.

Contribuir, aunque sea en una pequeña cantidad a generar un cambio, que por muy pequeño que sea es un aporte, como cada cantidad de material en pequeño porcentaje, de los cuales una gran suma es un gran aporte.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alejo Calatayud Álvarez (2015). La problemática de los RAEE y opciones para su gestión responsable. Interempresas.net

Sandra Méndez Fajardo, Heinz Boni, Carlos Hernández, Mathias Schluep, Sonia Valdivia (2017). Guía práctica para el diseño sistémico de políticas para la gestión de RAEE en países en vía de desarrollo. Sustainable-recycling.org

KREUZA S.A.E. (2012). Gestión y Tratamiento Jurídico de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, en el contexto de la regulación genérica de los residuos sólidos en Chile. Tesis Lic. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.

El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la Capa de Ozono. La evolución del programa de Montreal. Disponible en: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2013)

Gallardo, A., Análisis de Residuos Sólidos

CONAMA, (2006). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios ISSN: 1018-5119.

Residuos Profesional. (2015) El Convenio de Basilea adopta nuevas directrices sobre movimientos transfronterizos de residuos electrónicos.

MY GLOBAL LAB (2017) Asesoría para la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile. Sector de aparatos eléctricos y electrónicos.

Residuos Profesional. (2018) Una alternativa más sostenible para el reciclaje químico de los residuos electrónicos.

Economía y Negocios (2018) Chile es el mayor productor de basura electrónica por persona en América Latina. Informe regional de la ONU sobre Gestión de Residuos.

Ministerio del Medio Ambiente (2018) Ley de Fomento al Reciclaje

A Strategy and Roadmap (mayo,2016) Gestión sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN (junio,2014) Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos.

