



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Bahía Blanca

Especialización en Ingeniería Ambiental

Trabajo Final Integrador

“Gestión Integral de RAEE en una Ciudad Mediana”

Autor:

Ing. Leonardo Carlos Lacombe

Tutor:

Ing. Aloma Sartor

Cotutor:

Ing. Daniela Escudero

Bahía Blanca, 31 de octubre de 2022

Índice General:

0.0 Resumen	Pág. 04
1.0 Objetivos	Pág. 04
2.0 Introducción: escenario Global	Pág. 05
2.1 Algunos Conceptos previos a tener en cuenta	Pág. 05
2.2 Gestión sostenible de los RAEE	Pág. 08
2.3 Regulaciones Internacionales Sobre RAEE	Pág. 10
2.4. Modelos de Negocios en el mundo	Pág. 12
2.5. ¿Qué sucede en la R Argentina y Latinoamérica?	Pág.13
2.6 Algunos Centros de Reciclaje en Argentina, a modo de ejemplo.	Pág.14
3.0 Propuesta de Planta de reciclado en ciudad mediana, dentro de la Provincia de B.A.	Pág.15
3.1 Entorno Geográfico.	Pág.16
3.2 Entorno Legal y Normativo.	Pág.18
3.3 Antecedentes regionales: Que sucede en Bahía Blanca, y zona de influencia ?	Pág.20
4.0 Desarrollo del Trabajo y propuesta a nivel Regional	Pág.23
4.1 Implementación Propuesta de servicio y gestión de los RAEE en la ciudad de BB y zona	Pág. 24
4.2 Evaluación alternativas de tratamiento	Pág. 26
4.3 Proceso de tratamiento de separación de metales preciosos	Pág. 27
4.4 Procesos separación de Polímeros	Pág. 28
4.5 Procesos de Tratamiento	Pág. 29
4.6 Ventajas y desventajas	Pág. 30
4.7 Justificación del método escogido	Pág. 31
4.8 Plásticos	Pág. 32
4.9 Subproductos Obtenidos	Pág. 33
5.0 Conclusiones y Comentarios Finales	Pág. 34
6.1 Apéndice 1: Contexto de los RAEE dentro de la Economía Circular	Pág. 35
6.2 Apéndice 2: Algunas Iniciativas en la Gestión de RAEE en RA y América Latina	Pág. 36
6.3 Apéndice 3: Otros metales de valor	Pág. 37
6.0 Glosario	Pág.40
7.0 Referencias Bibliográficas y sitios WEB	Pág.41

Índice de Tablas:

Tabla 1: Preguntas y respuestas claves antes de realizar el Proyecto	Pág. 4
Tabla 2: Clasificación de AEE	Pág. 6
Tabla 3: Sostenibilidad ambiental	Pág. 9
Tabla 4: Estadísticas de RAEE en américa Latina	Pág.12
Tabla 5: Estadísticas de RAEE en América Latina 2014	Pág.13
Tabla 6: Entidades Gestoras de RAEE en la RMBA	Pág.15
Tabla 7: Clasificación Nuevas Normativas dentro de la Provincia de Buenos Aires	Pág.19
Tabla 8: Ventajas y Desventajas Tratamientos	Pág.30

Índice de Figuras:

Figura 1: Ciclo de vida de los RAEE	Pág. 8
Figura 2: simbologías internacionales empleadas	Pág. 10
Figura 3: Gestión Sostenible de los RAEE	Pág. 9
Figura 4: Mapa Político provincia de Buenos aires y sus principales Distritos	Pág.17
Figura 5: Plano de Ubicación de Bahía Blanca y zona de influencia con sus accesos	Pág.20
Figura 6: Cadena de Valor de RAEE	Pág.26
Figura 7: Diagrama Bloques del Producto- Deshecho	Pág.26
Figura 8: Diagrama en bloques proceso separación metales preciosos	Pág.27
Figura 9: Diagrama proceso separación de Plásticos	Pág.29
Figura 10 - Diagrama de Flujo para Gasificación	Pág.34

0.0 Resumen:

Se presenta este Trabajo Final Integrador de Especialización en Ingeniería Ambiental, utilizando conceptos asimilados en seminarios cursados. El fin que persigue el desarrollo de este trabajo es diseñar una propuesta de política de gestión integral de RAEE en la ciudad de Bahía Blanca, dentro del concepto de la economía circular, como un aporte al desarrollo de la misma, minimizando el impacto ambiental, mejorando las condiciones socioeconómicas en favor de generaciones actuales y venideras. analizando sus causas, diseñando los instrumentos de mitigación e intervención para lograr una Gestión de mayor sostenibilidad en su tratamiento.

Palabras clave: Gestión -Residuos-Eléctricos -Electrónicos-Economía-Circular

1.0 Objetivo:

Abordar la temática de la Recuperación Urbana e Industrial de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a nivel regional. Elaborar un plan integral propuesto para minimizar o eliminar los principales impactos ambientales generados por estos residuos peligrosos en crecimiento exponencial, facilitando su recolección oportuna, su aprovechamiento y recuperación de metales preciosos, dentro de los conceptos de la economía circular y minería urbana.

1.1 Objetivos Complementarios Específicos:

- Identificar sus residuos peligrosos, contaminantes de donde provienen y como tratarlos.
- Determinar el grado de peligrosidad de los residuos.
- Identificar los impactos ambientales asociados. Propuestas para reducirlos, minimizarlos.
- Implementar un plan integral de manejo de residuos peligrosos RAEE en una escala regional, en una ciudad mediana de la Provincia de Buenos Aires, R.A. y zona de influencia. Proponer un sistema para su reciclado y aprovechamiento.

Pregunta	Respuesta
¿Que se quiere hacer?	Recuperar la mayoría de los materiales RAEE descartados que puedan ser tratados, alcance regional.
¿Porque se quiere hacer?	Disminuir el uso de energía utilizada para fabricar productos nuevos utilizando material reciclado, economía circular.
¿Para qué se quiere hacer?	Evitar Contaminación ambiental. Mejorar el costo de fabricación.
¿Cuánto se quiere hacer?	Todo lo posible en todos los materiales reciclados
¿Dónde se quiere hacer?	En la Provincia de Buenos Aires. Ciudad mediana.
¿Como se va a hacer?	Implementar una planta de tratamiento de los RAEE
¿Cuándo se va a hacer?	Presentar a Sec. de MA proyecto para el 2022
¿A quién va dirigido?	A toda la sociedad y la comunidad involucrada.
¿Quiénes lo van a hacer?	Un ente mixto con participación del Estado como contralor
¿Con que se va a costear?	Fondos BID, Banco Mundial, etc.
Condicionales	Inversión inicial del proyecto
¿Impacto esperado?	Concientización a la sociedad de las separación y disposición correcta de los RAEE, disminuir contaminación del MA.

Tabla 1: Preguntas y respuestas claves antes de realizar el Proyecto.

2.0 Introducción

En un contexto de crecimiento sostenido de la producción y venta global de AEE, en particular aquellos relacionados con las TIC (Ordenadores, tablets, impresoras, telefonía, etc), es fundamental poder avanzar hacia modos de producción y consumo responsables para afrontar esta importante demanda, tal como se establece en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12), así como promover la valorización de sus residuos. Una adecuada gestión de los RAEE permitirá reducir los riesgos ambientales y para la salud, asociados a estos residuos y recuperar materiales valiosos que podrán reinsertarse en la industria, lo que contribuirá a mitigar la presión sobre recursos no renovables y sobre ecosistemas cada vez más afectados por los cambios ambientales globales. A su vez, el desarrollo de un sector de reparación, reutilización y valorización de RAEE podrá generar una importante cantidad de puestos de trabajo decente, contribuyendo así al logro del ODS8. Esto permitirá avanzar hacia la formalización y la mejora de las condiciones laborales de las personas que trabajan en la recuperación de residuos.

En las últimas dos décadas, legisladores, productores y recicladores en algunos países han establecido “sistemas especializados de recuperación y tratamiento” para recolectar RAEE desde su propietario final y procesarlo en instalaciones de tratamiento especializadas. Desafortunadamente, a pesar de todos estos esfuerzos, la recolección y procesamiento técnico de RAEE no es común, y la mayoría de los países no disponen aún de estos sistemas de gestión. Existe una gran proporción de RAEE que no están siendo recolectados ni tratados de una manera amigable con el medio ambiente ni con la salud. Adicionalmente, algunos residuos eléctricos y electrónicos generados a nivel mundial, viajan grandes distancias hacia países en desarrollo, y en éstos frecuentemente se utilizan técnicas primitivas e ineficientes para extraer sus materiales y componentes. (UNU, 2015) Los RAEE han ganado cada vez más atención en los últimos 10 años, ya que es uno de los pocos flujos de residuos que, en términos per cápita, está en constante aumento, mientras que en el caso de muchos otros residuos está disminuyendo. En efecto, el crecimiento global de los RAEE no muestra signos de disminuir, si no por todo lo contrario, habiendo experimentado una tasa de crecimiento de aproximadamente el 4% a nivel mundial. (ILO, 2012)*

(*Extracto del Manual de “*Gestión integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular*” Coedición MAyDS, Oficina de país de la OIT para la Argentina. Ref. Bibliográfica 1)

2.1 Algunos conceptos introductorios previos a tener en cuenta:

Definición de Residuo Asimilable a Eléctrico Electrónico (RAEE) o e-waste: ítems de Aparatos Eléctrico y Electrónico (AEE) y sus partes, son productos que están presentes en prácticamente toda nuestra vida cotidiana y están conformados por una combinación de piezas o elementos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y realizan un sin número de trabajos y funciones determinadas. En el momento en que sus dueños consideran que no les son útiles y los descartan, se convierten en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

Generalmente se exportan desde países desarrollados, como productos de segunda mano a países del tercer mundo en un mercado ilegal.

En el año 2016 fueron generados globalmente en el mundo 44,7 millones de toneladas de residuos, el 80 % sin documentar. La tasa de crecimiento es exponencial de un 15 a 30%. Solo 41 países tienen reglamentado su disposición. La tasa de generación de residuos electrónicos también crece en forma

exponencial, pasando de menos del 0,5% de los residuos en rellenos sanitarios a cerca del 2%, en el mejor de los casos. En nuestro país, cada argentino desecha por año más de 4 kg de RAEE, y entre los 43 millones de conciudadanos generamos unas 160.000 toneladas/año”. En 2017 se cerró con un nuevo récord de basura electrónica generada a nivel mundial: según un informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (IUT), los denominados residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) superaron los 46 millones de toneladas, más que el año anterior. Se esperaron 50 Millones de Toneladas para el próximo año. En 2020 esta tendencia en el consumo y generación de estos residuos se agrava como consecuencia de la pandemia mundial COVID 19, dado que se depende más de los medios de comunicación a distancia.

Con datos de la Universidad de Naciones Unidas (UNU), señalaba que solo alrededor de un 20% de todo ese montón de basura tecnológica se recicla. Según otro estudio publicado en la revista Environmental Science & Technology, sale 13 veces más caro extraer de la tierra los minerales para fabricar nuevos dispositivos que obtenerlos a través de minería urbana, es decir, recuperarlos a partir de los usados, obteniendo oro, plata, cobre, platino, paladio, aluminio. Además de los ferrosos, cuprosos, que siempre históricamente fueron procesados.

Es una realidad que los equipos electrónicos mejoran nuestras vidas, permiten una mayor conectividad, productividad laboral, comodidad, climatización, iluminación, salud, seguridad y acceso a la información. Cada vez somos más dependientes y consumidores de las nuevas tecnologías, y es algo que sin dudas nos acompañará con un incremento exponencial. Este crecimiento en la demanda y la producción de todo tipo de aparatos y dispositivos, va de la mano con ciclos de vida cada vez más cortos de dichos productos, lo que se denomina la obsolescencia programada.

Está comprobado que al menos un 75% de los potenciales RAEE: aparatos electrónicos viejos, se encuentran almacenados ocupando espacio en las casas particulares, oficinas, industrias cerradas, depósitos, almacenes. En general por incertidumbre o falta de conocimiento en su disposición final, o segregación. Debe intentarse brindarse los medios para evitar lleguen a un basural a cielo abierto y mejor aún poder reciclarlos, revalorizando estos materiales.

Como dato curioso es sabido que los TICs contribuyen en un 3% a la emisión global de CO2.

1. **Equipos de intercambio de calor.** Referido a equipos de refrigeración y congelación; como lo son refrigeradores, congeladores, aires acondicionados o bombas de calor.
2. **Pantallas, monitores.** Los equipos típicos abarcan los televisores, monitores, computadoras portátiles, notebooks y tabletas. Superficies mayores a 100 cm².
3. **Equipos grandes.** Los equipos típicos abarcan las lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, impresoras grandes, fotocopiadoras y paneles fotovoltaicos. (Dimensión externa de más de 50 cm).
4. **Lámparas.** Los equipos típicos abarcan las lámparas fluorescentes rectas, lámparas fluorescentes compactas, lámparas de descarga de alta presión y lámparas LED. (Incluyen las categorías 1 a 3).
5. **Equipos pequeños.** Los equipos típicos abarcan las aspiradoras, hornos microondas, equipos de ventilación, tostadores, hervidores eléctricos, rasuradoras eléctricas, balanzas, radios, cámaras de video, juguetes eléctricos y electrónicos, herramientas eléctricas y electrónicas pequeñas, dispositivos médicos pequeños, instrumentos pequeños de monitoreo y control. (Incluyen categorías de la 1 a la 3 y la 6. Dimensión externa hasta 50 cm).
6. **Equipos pequeños de tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC).** Los equipos típicos abarcan los teléfonos celulares, GPS, calculadoras de bolsillo, enrutadores, computadoras personales, impresoras, teléfonos.

Tabla 2: Clasificación de AEE

Fuente: (UNU, 2015) y (Directiva EU RAEE, 2012/19/EU, 2012)

Cuando estos RAEE pierden su vida útil y pasan a ser “basura”, son arrojados, la mayor parte de estos residuos concluyen en los rellenos sanitarios o directamente en vertederos a cielo abierto, y al tomar contacto con el agua o el suelo, se dispersan, generando contaminación. Sus componentes pasan a ser sustancias peligrosas a tratar, tóxicos, nocivos para el ser humano y MA.

En la cuestión de la gestión de los RAEE, todos somos parte del problema y, por ende, todos somos partes de las soluciones alternativas de gestión. Todos generamos los RAEE. Al final de su ciclo de vida, o cuando decidimos su recambio, todos desecharmos RAEE en nuestros hogares, oficinas, industrias o comercios. En escenario actual de Pandemia COVID 19 aumenta el trabajo en casa, utilizando todos elementos de comunicaciones posible, por lo que también aumentará su deshecho o renovación.

Es indiscutible la importancia que actualmente tienen las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el desarrollo económico, productivo y social de los países. Estas tecnologías constituyen la pieza clave del nuevo modelo económico imperante, basado en la sociedad de la información y del conocimiento. A la vez, contribuyen a la integración y el bienestar de las personas, a tal punto que las posibilidades de acceso y utilización de las TIC marcan nuevas categorías sociales (población “infoincluida” y población “infoexcluida”).

Además, nos encontramos en un momento clave de expansión del sector. En 2013, la penetración de la telefonía móvil en América Latina y el Caribe alcanzó el 114,5%, la penetración de la banda ancha fija llegó al 9% y la de la banda ancha móvil al 24%. En la región se ha venido produciendo un fuerte crecimiento del uso de Internet en los últimos años y en 2013 los usuarios ya representaban el 46,7% de la población. (UIT-CEPAL, 2013)

Desafortunadamente a pesar de todos estos esfuerzos, la recolección y procesamiento técnico de RAEE no es común y la mayoría de los países no disponen aún de estos sistemas de gestión. Existe una gran proporción de RAEE que no están siendo recolectados ni tratados de una manera amigable con el medio ambiente ni con la salud. Adicionalmente, algunos residuos eléctricos y electrónicos generados a nivel mundial, viajan grandes distancias hacia países en desarrollo, y en éstos frecuentemente se utilizan técnicas primitivas e ineficientes para extraer sus materiales y componentes. (UNU, 2015)

Los RAEE han ganado cada vez más atención en los últimos 10 años, ya que es uno de los pocos flujos de residuos que, en términos per cápita, está en constante aumento, mientras que en el caso de muchos otros residuos está disminuyendo. En efecto, el crecimiento global de los RAEE no muestra signos de disminuir, si no que todo lo contrario, habiendo experimentado una tasa de crecimiento de aproximadamente el 4% a nivel mundial. (ILO, 2012)

Conjuntamente con un aumento permanente del consumo, el problema relacionado con los residuos derivados cobra cada vez más relevancia. En tal sentido, la Iniciativa Step acogida por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), estima que los volúmenes podrían crecer hasta en un 500% en la próxima década en algunos países, alcanzando 48 millones de toneladas métricas (Mt) en 2017, de las cuales 4.5 Mt corresponderían a Latinoamérica. (Baldé et al, 2015) La gestión de este volumen de RAEE requerirá de un tratamiento adecuado, transformándose en uno de los mayores retos que la región deberá afrontar en los próximos años.

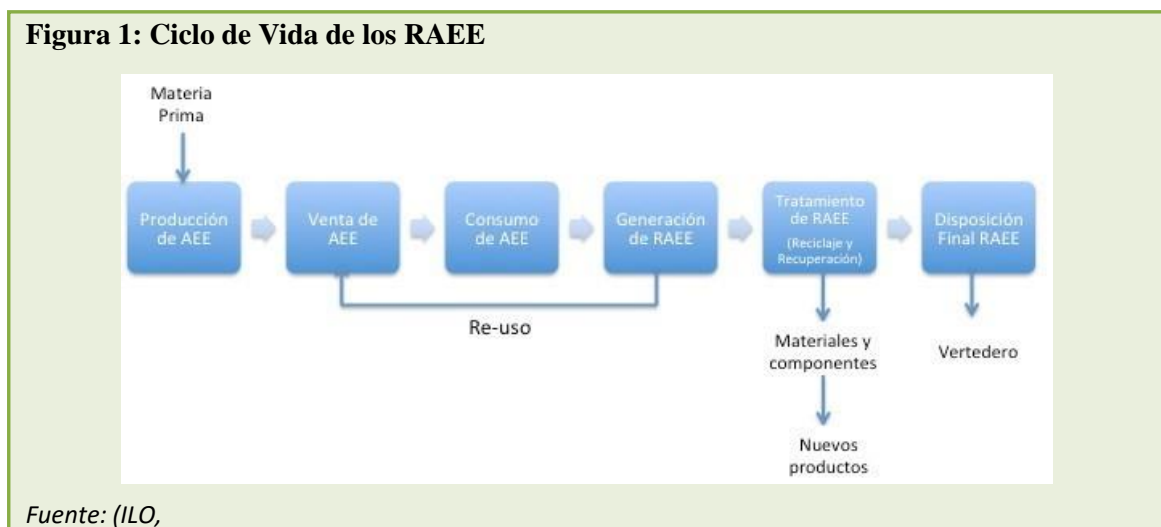
Según la UNU en 2014 en el continente americano, la generación de RAEE fue de 11.7 Mt. Los tres países con la mayor generación de este tipo de residuos en cantidades absolutas fueron: Estados Unidos (7.1 Mt), Brasil (1.4 Mt) y México (1.0 Mt). En América Latina, se generaron alrededor de 3.8 Mt de RAEE en 2014, siendo Brasil (52%), Argentina (11%), Colombia (9%) y Venezuela (9%)

los países que mayor volumen de RAEE generan. En términos relativos, la lista de volumen de RAEE generado por cápita la lideran Chile (9,9 Kg/hab) y Uruguay (9,5 Kg/hab).

2.2 Gestión Sostenible de RAEE

La mayoría de los equipos RAEE o sus componentes, se reciclan o reutilizan a través de programas formales o informales, según el país en donde se generan o se gestionan. Si estos RAEE son gestionados adecuadamente, se pueden generar nuevas oportunidades de negocio en torno al reacondicionamiento de los equipos y a la recuperación de las materias primas que los componen, con la consiguiente creación de puestos de trabajo. Tanto los gobiernos como las organizaciones no gubernamentales (ONG) y el sector de las TIC en general consideran que la gestión de los RAEE es una herramienta de desarrollo sostenible. (UIT, 2014)

Los RAEE son una compleja mezcla de materiales peligrosos y no peligrosos que requieren procesos especializados de segregación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Para comprender las verdaderas implicaciones ambientales asociadas a la gestión de los RAEE es importante conocer su ciclo de vida. La Figura 1, describe el ciclo de vida de los RAEE y los procesos que lo conforman.

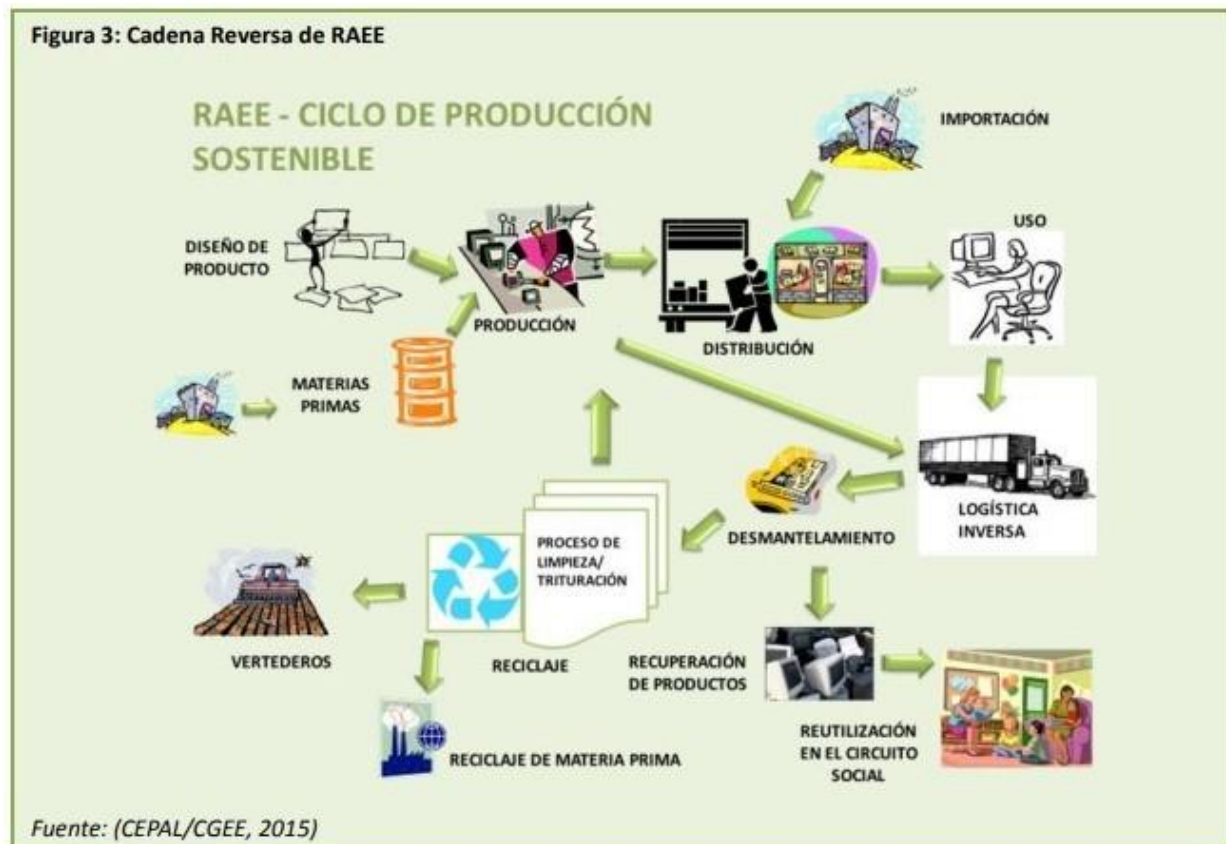


Por lo anterior mencionado, no hay que ver a los RAEE como residuos simplemente, sino como una fuente de materias primas al utilizarse en su fabricación materiales valiosos (metales y metaloides) como el Oro, Plata, Platino, Rodio, Iridio, Bromo, Aluminio, Cobre, Hierro, Mercurio, etc. en concentraciones elevadas del orden de las partes por millón. Por lo tanto, un AEE, aun cuando se convierta en un RAEE, sigue siendo atractivo desde el punto de vista económico, y por ende es importante desarrollar procesos que permitan recuperar estos metales.

También hay que destacar a los Polímeros, que pueden recuperarse mediante el proceso adecuado.

En el año 2013, la UIT publicó un Manual de Herramientas de Gestión para la Sostenibilidad Ambiental del Sector TIC, en donde se aborda la importancia de la gestión al final de la vida útil - End off Life Management (EOL)- en inglés, de los RAEE y especialmente los Equipos TIC. Este manual, propone que si un equipo TIC no satisface las necesidades de su usuario inicial y éste ya no lo encuentra útil, no se debe asumir que el aparato está en malas condiciones o es obsoleto. Al contrario, el principio de EOL plantea que es posible que se pueda extender su vida útil al ser reusado por otros usuarios de forma completa o algunas de sus partes para otros propósitos. Asimismo, este principio incluye que finalmente los materiales de los cuales está compuesto pueden ser recuperados o reciclados. (UIT, 2013). *Ref. Bibliográfica 2).*

Figura 3: Cadena Reversa de RAEE



A continuación, en la Tabla 3, se detallan algunos principios básicos y definiciones sobre la sostenibilidad ambiental en la gestión de los RAEE a nivel general, hasta llegar al final de su vida útil. La EOL se refiere a la gestión al final de la vida de un AEE para extender el uso de los materiales contenidos en él, a través de la recuperación de materiales o reciclaje. Fuente: (UIT, 2013).

<p>Reuso: Extensión de la vida útil del equipo o sus componentes para ser usado para el mismo propósito para el cual fue conceptualizado inicialmente; puede o no incluir un cambio en la propiedad del equipo. Este proceso pretende promover un uso óptimo de los recursos disponibles, sin embargo, hay que tener cuidado con riesgos sociales o ambientales asociados a una mala gestión.</p>
<p>Desensamblaje y segregación: Consiste en la separación manual y cuidadosa de las partes y componentes de un equipo en desuso. Se sugiere que esta actividad se realice por recicladores autorizados, compañías especializadas en reacondicionamiento.</p>
<p>Reciclaje y recuperación: Consiste en la recuperación del equipo, sus componentes y materiales. El desmantelamiento puede ser manual o semi-manual. La recuperación de materiales forma parte del proceso de reciclaje de RAEE sobre todo para la recuperación de metales que requiere instalaciones especializadas e inversiones importantes</p>
<p>Reacondicionamiento (Refurbishment): Toda operación que permite que el AEE considerado como RAEE pueda funcionar nuevamente. Incluye operaciones de hardware y software.</p>
<p>Disposición final: consiste en el proceso de eliminación final de residuos o materiales no recuperables bajo técnicas controladas por ejemplo rellenos sanitarios (vertederos) o incineración.</p>

Tabla 3 Sostenibilidad Ambiental Fuente (UIT, 2013)

2.3 Regulaciones Internacionales Sobre RAEE

WEEE significa residuos de equipos eléctricos y electrónicos. La Directiva WEEE 2002/96 / EC exige el tratamiento, la recuperación y el reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos (el 90% termina en vertederos). Todos los productos aplicables en el mercado de la UE deben pasar el cumplimiento de WEEE y llevar la etiqueta "Wheelie Bin".

RoHS significa Restricción de sustancias peligrosas, y afecta a toda la industria electrónica y también a muchos productos eléctricos. La RoHS original, también conocida como Directiva 2002/95 / CE, se originó en la Unión Europea en 2002 y restringe el uso de seis materiales peligrosos encontrados en productos eléctricos y electrónicos. RoHS especifica niveles máximos para las siguientes 10 sustancias restringidas. Los primeros seis se aplicaron al RoHS original, mientras que los últimos cuatro se agregaron a RoHS3. Cualquier negocio que venda productos, equipos, subconjuntos, cables, componentes o piezas de repuesto eléctricos o electrónicos aplicables directamente a los países RoHS (CE, Noruega, China, S. Korea, Japón, etc) o que venda a revendedores, distribuidores o integradores que a su vez vendan productos a estos países, se ve afectado si utilizan cualquiera de las 10 sustancias restringidas mencionadas, MP PVC.

- Plomo (Pb): <1000 ppm
- Mercurio (Hg): <100 ppm
- Cadmio (Cd): <100 ppm
- Cromo hexavalente: (Cr VI) <1000 ppm
- Bifenilos polibromados (PBB): <1000 ppm
- Éteres de difenilo polibromados (PBDE): <1000 ppm
- Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP): <1000 ppm
- Ftalato de butilbencilo (BBP): <1000 ppm
- Ftalato de dibutilo (DBP): <1000 ppm
- Ftalato de diisobutilo (DIBP): <1000 ppm

Modelos de Recolección y reciclado de RAEE en países avanzados

- **India** cuenta con la mayor población mundial y es el quinto productor mundial de REE. Adopta normas ROHS. Los principios de la Economía Circular están contemplados en sus Reglamentaciones de Gestión de RAEE desde 2016. Asumen que el recambio y reparación de RAEE es un sistema que asegura continuidad circulación de materiales y recursos económicos.
- **Japón** considerando su escaso territorio y recursos naturales, pero con tecnología de avanzada, posee desde 1990, un modelo sustentable de Gestión, produce 2 M Tn RAEE/año, tracking para EEE. Sus Leyes exigen responsabilidad extendida a generadores y usuarios. Poseen centros de reciclado con la máxima tecnología.
- **Suiza** el Modelo se basa en Organizaciones de responsabilidad del productor. Es un Modelo financieramente sustentable. Comenzó en 1990. Los productores colaboran y trabajan juntos para realizar los principios EPR. Producen con transparencia y simplicidad. (País pequeño bien organizado). Suiza tiene la segunda mayor recolección por habitante en Europa.



Fig. 2 simbologías internacionales empleadas: RoHS, Wheelie bin y Receptores Ref. Bibliográfica 3)

2.4 Modelos de Negocios en el mundo:

Es muy recomendable ver un interesante documental sobre el tema

Título Video: " Oro en la basura los secretos de la chatarra electrónica" Ref. Bibliográfica 5.7)

<https://www.youtube.com/watch?v=oHlehJqSLEo>

Según un documental sugerido por la cátedra de RSU, vimos se trata de la Planta de reciclado *e-end* en Maryland USA. El presidente de la compañía explica que puede encontrarse oro en la basura electrónica en los terminales de cables, circuitos impresos, procesadores, además de valiosos metales como plata, cobre, cobalto, entre otros.



En varios territorios, especialmente del tercer mundo o países subdesarrollados, no se reciclan estos residuos de manera apropiada y segura. Generalmente los reciben como importación en contenedores, provenientes de países europeos que se los envía como productos de segunda mano, muchas veces fuera de funcionamiento y obsoletos. Como forma de deshacerse de ellos en el mercado ilegal, dado que su reciclado y recuperación de componentes es muy costoso. En otros países de menos recursos como México, India, influenciados por China, África, entre otros con gente sin empleo que se dedica a reciclarlos con métodos muy precarios como calentarlos en hornos de fundición, sin tratamientos de salida de gases ,hasta fundir metales o para desprender los metales contaminando el medio ambiente y a sí mismos o a terceros, dado que generalmente los gases tóxicos producidos van al aire y las sustancias químicas y tóxicas al lixiviado del suelo o a cuerpos de agua. Al menos, la tercera parte de los contaminantes de los RAEE contiene residuos peligrosos, incluyendo baterías. Otro negocio es el manejo de la información de datos que contienen las memorias de las computadoras, notebooks, cámaras, celulares y otros dispositivos, por lo que pueden robar la identidad de personas. Además, se aprovecha de Planes de eco canje de productos obsoletos o donaciones para desviar estos a su negocio de venta de chatarra.

El proceso en Plantas recuperadoras y recicladoras como la *e-end* el primer paso es clasificar manualmente los elementos, luego borrando las memorias de datos con grandes imanes o bien triturando los discos rígidos. Se realiza una separación de plásticos, cables de los circuitos impresos y el metal. Luego se llevan a hornos de calentamiento para fundir por distintos procesos y temperaturas según el punto de fusión de cada metal e ir separándolos. Por último, se funde en forma de lingotes, planchas, láminas o barras de metales preciosos, según demanda del mercado.

Existen leyes de la CEE desde 2016 que exigen que los países de la comunidad reciclen 45 ton de residuos electrónicos por cada 100 ton que se pongan a la venta, de forma de restringir los futuros residuos.

Como dijimos, los productos electrónicos están diseñados para durar poco, dado el cambio de tecnología para poder mantener ávido al mercado que necesita renovarse continuamente.

Se dice que los residuos *e* serán la gran plaga del siglo XXI.

Pueden aprovecharse las oportunidades en negocios vinculados con la práctica de EPR, recolectores, recicladores, remodeladores, consumidores a granel, Parques industriales, Empresas de Software, entre otros sectores que contribuyen a la cadena de valor. Dictando capacitaciones y con apoyo gubernamental en forma de subsidios de inversión para instalaciones de reciclado.

Como ejemplo hay una Planta de reciclado en Monterrey México, se dedica a reciclar productos obsoletos, clasificándolos, almacenándolos en estanterías y poniéndolos a la venta a coleccionistas y museos que desean preservar la historia de las comunicaciones. Dado que las tarjetas electrónicas o circuitos impresos o integrados no tienen reparación, se descartan rápidamente. Como en varios países esto no se encuentra regulado, algunos países importadores de estos productos obsoletos, muchas veces en el Puerto no les permiten abrir las cajas antes de retirar, por lo que se comprueba muchas veces vienen con componentes faltantes, es decir que no funcionan.

Debe reconocerse qué, en otros países, como en India se trabaja seriamente a nivel empresario, como Ecoreco Enviro LTD que comienza como una empresa de servicios de logística inversa, apoyando el reciclado y reusado, reconoce que la recolección es el paso fundamental del negocio de Gestión de RRPP. Realizando capacitaciones a emprendedores y gestores.

Otra Empresa Green Dust se dedica al reciclado y modernización de equipos fallados o discontinuados de la industria electrónica, convenio grandes marcas como IBM, aumentando a más de 200 comercios, vendiendo los productos a un valor menor que el precio de plaza, reduciendo las emisiones de carbono que se producen al construir una notebook, por ejemplo.

2.5 Que sucede en la R. Argentina y Latinoamérica?

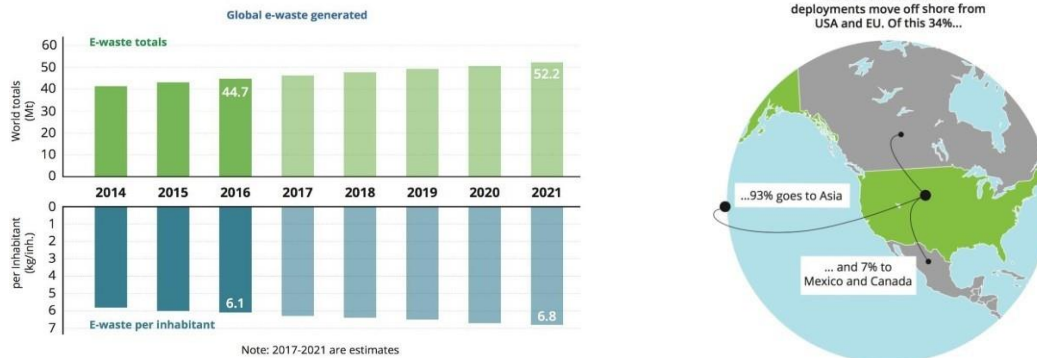
Los países comprendidos en este estudio son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador Paraguay, Perú, Uruguay y la República Bolivariana de Venezuela. El criterio de elección de estos países está dado por su legislación comparativamente uniforme y dispersa. Adicionalmente, algunos de ellos aplican a la gestión de los RAEE normas poco específicas, generales y/o análogas a un problema que actualmente merece y demanda un tratamiento especial y regulación ad-hoc.

Tabla 4: Estadísticas de RAEE en América Latina 2014

País	Kg RAEE/hab	Ktons RAEE
Argentina	7.0	291.7
Bolivia	4.0	44.7
Brasil		
Chile	7.1	1411.9
Colombia	9.9	176.2
Ecuador	5.3	252.2
Perú	4.6	72.9
Paraguay		
Uruguay	4.7	147.6
Venezuela	4.9	34.2
Guyana	9.5	32.4

Fuente: (Baldé et al, 2015)

Cada año, la Argentina genera siete kilogramos de residuos electrónicos por habitante. En total son unas 295 mil toneladas de las que solo se reciclan unas 10 mil. Un 25% de componentes reutilizables se derrocha y un 72% de otros materiales valiosos como insumos en procesos industriales, tales como plásticos, metales ferrosos, aluminio, cobre, oro, níquel o estaño también. Es uno de las grandes amenazas ambientales del siglo. **Tabla 5 Estadísticas**



Entre las grandes ciudades argentinas como en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, se generan entre 1 y 1,5kg de basura diaria por habitante, algo así como 1 490 158 125 kg al año/totales. Del total de esos residuos, 50,9% son orgánicos, 17,9% plásticos, 13,6% papel y cartón, 5% vidrio y 1,8% metales. Todo esto, que suma un total de 89,2%, es RECICLABLE.

A abril de 2015, el programa RENOVATE ha logrado la recolección de cerca de 3.000 unidades antiguas de baja eficiencia energética para su sustitución por equipos más modernos y eficientes. Estos equipos tienen la garantía de reciclaje y disposición final.

Más información: <https://www.elclimalo hacesvos.gob.ar>

Fuente: (Secretaría de Energía Argentina, 2015)

Las estadísticas anteriores ponen en manifiesto la necesidad de que los países de América Latina trabajen en conjunto para garantizar la sostenibilidad ambiental de la gestión de los RAEE en la región. Los actores dentro de la cadena de valor de los RAEE cuentan con herramientas legales, tecnológicas e instrumentos de políticas para transformar estos desafíos en oportunidades.

Dentro de los actores que han hecho posible que este proyecto sea fructífero, podemos mencionar al Estado como líder de la iniciativa conjuntamente con el sector privado. Asimismo, uno de los éxitos de esta campaña se debe también a la efectividad de la comunicación, como a una inversión a largo plazo y el alcance logrado en la educación de los ciudadanos. Los costes de la gestión fueron asumidos por los fabricantes y los operadores móviles facilitaron su red de distribución para la recolección de los equipos en desuso.

Mayor información: <http://www.gsma.com/latinamerica/ewaste-colombia-2015>

Fuente: (GSMA Latín América, 2015)

Puede recabarse mayor información en el apéndice 2) *Algunas Iniciativas en la Gestión de RAEE en RA y América Latina.*

2.6 Algunos Centros de Reciclaje en Argentina, a modo de ejemplo. Centro Basura Cero

La necesidad de ocuparse del problema anidó en numerosas organizaciones e instituciones. En el barrio de Villa Lugano se encuentra el Centro de Basura Cero, una organización sin fines de lucro comprometida con la preservación del ambiente y la defensa de los recursos naturales no renovables.

Si bien se trata de una asociación cuya misión principal es la recuperación y el reciclado de residuos electrónicos, ha entrelazado su objetivo ambiental con el social y solidario: el tratamiento de los materiales lo llevan adelante jóvenes pertenecientes a grupos con dificultades económicas o sociales y que aquí han encontrado un oficio y un sustento para su vida. En este centro el compromiso ecológico, social y productivo se resume en la promoción del recurso humano indispensable para una mejora global en la sociedad.

En el Centro Basura Cero el único trabajo es en equipo. Toda la tarea está supervisada por personal muy capacitado y se orienta a la recolección diferenciada, clasificación, tratamiento y reciclado de estos residuos. En el lugar se reutilizan y reciclan el 90% del equipamiento obsoleto que se recibe. Esto, obviamente, redundará en un ahorro para la sociedad y fomenta el uso eficiente de la energía con el propósito de que los rangos de contaminación no empeoren.

Ninguna de estas tareas llegaría a buen resultado si no fuera por el fuerte acento colocado en el trabajo supervisado, registrado en protocolos y cumplido por equipos integrados de manera vertical. Los trabajadores del Centro Basura Cero escriben todo lo que dicen y hacen todo lo que escriben.

En el Centro Basura Cero se realiza reciclado de computadoras y gabinetes en desuso. Los materiales del gabinete son clasificados determinando de esta manera cuáles son los productos reutilizables y cuáles no. Luego nuestro equipo de jóvenes capacitados por Centro Basura Cero arma nuevamente los gabinetes que van a ser reutilizados. "El cromo, níquel, cadmio, arsénico, que son los componentes que contienen esta basura, necesitan de su extracción artesanal, es decir, la separación de sus componentes hecha por una persona"

El reciclado de computadoras es importante para evitar depositarlos en lugares o empresas de reciclajes como Centro Basura Cero. Si esto no ocurre los residuos electrónicos terminan en descomposición en lugares como basurales o desagües. Allí se convierten en una fuente de toxinas, carcinógenas y contaminantes terribles para el medio ambiente.

Es importante tomar conciencia sobre el reciclado de computadoras para contribuir con el medio ambiente y la salud de todas las personas. Además de esta manera si colabora con nuestro centro podrá favorecer a la inclusión y el acceso a la tecnología de las personas más excluidas.

Por medio de esta asociación civil se generan fuentes de trabajo para todas las personas socialmente apartadas. Estas personas mediante el intenso trabajo de Basura Cero podrán aprender un oficio y obtener un trabajo. Cómo es una empresa innovadora cuenta con medios modernos de reciclaje, por caso un dispositivo destructor de lámparas, Lamp troyer equipo para triturar lámparas con mercurio y recuperarlo.



Reciclarg Recycling Technology S.A

Argentina no cuenta con procesos especializados para reciclar chatarra proveniente de aparatos electrónicos. Es por esto que Reciclarg, una empresa local, decidió apropiarse del mercado y recuperar materiales como oro, plata y cobre de la chatarra. De acuerdo a las estimaciones de la compañía, de una tonelada de plaquetas electrónicas se pueden recuperar hasta 200 gramos de oro. Un gran porcentaje de los RAEE son pantallas o televisores obsoletos o quemados.



Fotos de Planta: La separación de los componentes RAEE que tiene la basura se hace en forma manual

En Guaymallén, Mendoza esta empresa se dedica a recuperar lo valioso de la chatarra electrónica gris: todo lo informático, celulares, impresoras, todo lo que es plaquetas electrónicas se exporta en contenedor a Europa. Si es posible entonces obtener 200 gr de oro de una tonelada de plaquetas electrónicas, diremos que en 2019 se recuperaron 57 ton en la región de Cuyo. 4,5 kg de residuos al año por cada habitante de esta región. Es el cuarto exportador de plaquetas de la R.A. En un primer embarque se exportaron en contenedores a Europa unas 370 ton en diez años, 80 ton en un año.

Resumiendo, en el cuadro siguiente **Tabla Nro. 6**, se pueden visualizar las **Entidades Recicladoras**, tipos

Gestor	Tipo de entidad	Localidad	RAEE QUE GESTIONA										ESLABONES DE LA CADENA					Volumen que procesa (ton/año)	Cantidad de trabajadores			
			Grandes electrodom.	Pequeños electrodom.	Informática y telecom.	Electrónicos de consumo	Aparatos de alumbrado	Herramientas EE	Juguetes, equipos deport.	Aparatos Médicos	Instrumentos vigilancia	Máquinas expendedoras	Recolección	Clasificación	Desensamblado	Refuncionalización	Recup. material			Exportación		
Industrias Dalafer S.A.	Empresa privada	Quilmes	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	1.320	50
Desechos Tecnológicos S.R.L.	Empresa privada	Mar del Plata	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	100	4
Oikoscrap	Empresa privada	Quilmes	s/d										s/d					100	s/d			
Slikers S.A.	Empresa privada	Quilmes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	1.257	28
PELCO	Empresa privada	Pacheco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	60	3
Scrap y Rezaos	Empresa privada	CABA	s/d										X	X	X	X	X	X	s/d	s/d		
Basura Cero	ESS	CABA	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	1.200	16
Coop. Reciclando Trabajo y Dignidad	ESS	CABA	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	1.400	25
Programa DRTD - Serv. Penitenciario	Gobierno	6 Unidades	-	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	72	98
Fundación Equidad	Iniciativa social	CABA	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	s/d	4
María de las Cárcel	Iniciativa social	CABA	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	s/d	s/d
Programa E-Basura (UNLP)	Universidad	La Plata	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	24	s/d

de Servicios prestados, trabajadores involucrados, cadena de valor, volumen de operación.

3.0 Propuesta de Planta de reciclado en ciudad mediana, dentro de la Provincia de B.A.

Una vez realizada la investigación y presentación de los antecedentes sobre lo que se viene realizando en materia de reciclado y recuperación de los RAEE, analizaremos conceptualmente, la posibilidad de ubicar una Planta de este tipo en una ciudad mediana dentro de la Provincia de Buenos Aires, por ejemplo tomando la ciudad de Bahía Blanca, que ya viene trabajando a conciencia sobre esta temática de gestión de residuos RSU no convencionales, dada la importancia de sus establecimientos, como el Polo Petroquímico, Puertos cerealeros e industrias en general, además de su importante densidad poblacional y ubicación estratégica, logística, entre otras facilidades.

3.1 Entorno geográfico

Nuestro trabajo se basa en una ciudad tipo de la Provincia de Buenos Aires, en relación al tratamiento de los RAEE, la ley 14.321 establece el conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs) en el territorio de la Provincia de Buenos Aires, según lo preceptuado en el artículo 41 de la Constitución Nacional, y el artículo 28 de la Constitución Provincial; en concordancia con lo establecido por el Convenio de Basilea, ratificado mediante Ley Nacional 23.992 y las Leyes Provinciales 11.720 (Residuos Especiales) y 13.592 (Residuos Sólidos Urbanos).

Según el Censo Nacional de Población de 2010, la RMBA cuenta con 14.819.137 habitantes (2.891.082 de ellos en la CABA) y conforma el principal aglomerado urbano de Argentina, con un 37% de la

población del país concentrada en un espacio menor al 1% del territorio nacional. Los municipios bonaerenses que la componen aglutinan el 80% del total de la población de la provincia en menos de un 4% del territorio (Fernández, 2011). El crecimiento poblacional de la RMBA supera la media nacional: entre censos, entre un millón y un millón y medio de habitantes se establecen en esta región, en su mayoría en el conurbano.

En el resto de la provincia de Buenos Aires, el censo de 2010 relevó 3.666.373 habitantes distribuidos en 95 municipios que ocupan una superficie de 303.891 km². Los centros urbanos más importantes son Mar del Plata, Bahía Blanca, San Nicolás de los Arroyos, Tandil y Necochea.

En ambas regiones hay más mujeres que varones: representan un 52% de la población de la RMBA y un 51.3% en el resto de la provincia de Buenos Aires.

Con respecto al resto de la provincia, mientras que los municipios que poseen gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU) aplican medidas de sensibilización, separación en origen, recolección diferenciada, etc., la mayoría no avanzó en acciones de gestión integral.



Figura 4: Mapa Político provincia de Buenos Aires y sus principales Distritos

En el resto de la provincia, 16 municipios cuentan con recolección diferenciada y 45 con plantas de clasificación.

Las principales dificultades que señalan los funcionarios municipales para poder avanzar hacia una gestión integral son la falta de recursos para afrontar la recolección diferenciada –mayores costos de transporte y de logística– y la dificultad para difundir estas acciones con los vecinos en forma sostenida.

En el mapa político de la Figura 2 se observa la desigualdad en la distribución poblacional desde el AMBA al resto de la provincia. Así como es dispar el comportamiento de las jurisdicciones en la gestión de RSU también lo es en la de RAEE. Los gobiernos locales que avanzaron en la gestión de los primeros muestran también algún grado de avance en relación a los RAEE: al recolectar de manera diferenciada o clasificar surge la necesidad de hacer algo con los residuos eléctricos y electrónicos. Dada la cantidad de basurales a cielo abierto dispersos en la provincia, en los que terminan distintos tipos de residuos electrónicos o sus partes, se percibe una alta exposición a riesgos ambientales y para la salud derivados de esta gestión

deficiente. Asimismo, los RAEE que son desechados de manera inadecuada son captados por recuperadores urbanos que trabajan en la informalidad y, muchas veces, en condiciones sumamente precarias.

Un relevamiento de mayo de 2019 realizado por la Dirección de Salud y Educación Ambiental de la Autoridad de Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) sobre 89.318 personas que habitan municipios de la cuenca, arrojó que 1.046 de estas personas acarrear y acopian chatarras, 619 funden metales, 728 queman cables y 448 reciclan baterías. Todas estas actividades se realizan dentro del domicilio o peri domicilio, en general en barrios complejos afectados por altos niveles de contaminación, lo que agrava esos contextos.

3.2 Entorno Legal y Normativo

Argentina en la actualidad tiene regulaciones dispersas y no homogéneas. A nivel nacional carecemos de una normativa específica sobre los RAEE. De todas formas, cabe destacar como matriz legal:

Constitución de la República Argentina Art. N°41 Constitución de la provincia de Buenos Aires Art.

N°28 Algunas nociones sobre el Convenio de Basilea

Ley Nacional General de Medio Ambiente N°25.675

Ley N°24.051 Residuos Peligrosos y decreto reglamentario

831 Ley Provincial N°11.720 de residuos y decreto reglamentario 806

Ley 14321 gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs)

La Constitución Nacional tutela un medio ambiente sano en concordancia con el convenio de Basilea. El Art. 41 de la Constitución Argentina impone a las autoridades (nacionales – provinciales – municipales) el deber genérico de proteger el ambiente sano y mantenerlo apto para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. A la vez, este deber fue reglamentado a través de la ley general del ambiente N° 25.675, previendo principios e instrumentos para la adecuada gestión ambiental de cualquier actividad que se lleve adelante en el territorio nacional.

El Art. 28 de la Constitución provincial de Buenos Aires habla del derecho que tienen los habitantes de la Provincia de gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras.

Dada la estructura federal de nuestro país y de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 124 de la CN, las jurisdicciones provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) ejercen el dominio sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio. Por otro lado, corresponde a la Nación dictar las normas de presupuestos mínimos de protección ambiental –pisos mínimos de protección– para todo el país y a las provincias las necesarias para complementarlas (artículo 41). Este reconoció el dominio originario de las provincias sobre los recursos naturales que se encuentran en su territorio estableció un régimen ambiental en el que existen algunas competencias que le son propias a las jurisdicciones provinciales o la Nación y otras que son compartidas entre ambos niveles del Estado (nacional y provincial). Por ende, en casi todas las cuestiones ambientales suelen confluir legislaciones y competencias de organismos de las distintas jurisdicciones. Esto puede suceder armónicamente o resultar una dificultad.

Se han realizado en los últimos años una serie de legislaciones con objetivo principal de proteger el MA, gestionando los EEE y sus RAEE en todo el territorio de la Nación, categorizándolos, incorporando el ciclo de vida en el diseño y producción de los mismos y la promoción con conceptos de reutilización, reciclado, y otras formas de valorización según la economía circular.

A Nivel local, la provincia de Buenos Aires cuenta desde 2011 con la Ley N° 14.321 que establece el conjunto de pautas, obligaciones y responsabilidades para su gestión sustentable. introdujo obligaciones en función del principio REP, aunque muchas de ellas fueron observadas al momento de su promulgación frente a la difícil y desigual tarea de imponerlas solo en el ámbito de una provincia.

JURISDICCIÓN	POBLACIÓN	NORMA	ASPECTOS PRINCIPALES
Buenos Aires	15,4 millones	Ley 14.321	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral de RAEE • Prohíbe descarte de RAEE con otras corrientes • Registro de producción de AEE, grandes generadores de RAEE, Gestores de RAEE • Adopta el principio REP
		Resolución 269/2019 (OPDS)	<ul style="list-style-type: none"> • Crea figura "Gestor Refuncionalizador"

Tabla 7: Clasificación Nuevas Normativas dentro de la Provincia de Buenos Aires

El objeto de esta ley es prevenir la generación de RAEE, así como fomentar la reutilización, el reciclado y reducción del impacto de estos. Específicamente hace hincapié en la protección del ambiente, promoviendo la modificación de la conducta ambiental de todos los actores de la gestión (consumidor y/o productor), la protección de la salud pública, la reducción de la generación de RAEE, el diseño e implementación de campañas de educación ambiental, entre otras.

Al día de la fecha, el Congreso Nacional no ha sancionado una ley específica de presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de los RAEEs. Hubo dos propuestas una de ellas presentada por Daniel Filmus en 2008 (Proyecto S-3532-08) pero ambas perdieron su estado parlamentario por falta de tratamiento.

Como dijimos anteriormente, los RAEE contienen sustancias o componentes peligrosos, por ello, y por no contar con una ley específica, la gestión de los RAEE acaba siendo alcanzada en algunas o todas sus etapas por la Ley 24.051 de Residuos Peligrosos. Esto complejiza los requisitos y procedimientos para el transporte, acopio y tratamiento. Los especialistas sostienen, sin embargo, que mientras los equipos se mantengan enteros y descontaminados, no deberían ser considerados ni definidos como residuos peligrosos.

Cabe destacar que muchas constituciones provinciales prohibieron el ingreso de residuos peligrosos o tóxicos a sus territorios, por lo que es difícil pensar una estrategia nacional de gestión de RAEE, mientras estos sean considerados residuo peligroso. La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) generó recientemente un mecanismo para simplificar los procedimientos en materia de inter jurisdiccionalidad o el eventual movimiento transfronterizo de REGU, a través de la Resolución 189/2019. La misma intenta establecer el sistema de "ventanilla única" aunque para ser aplicada en todo el país requerirá de la adhesión por parte de las provincias y acordar su operatividad a través del COFEMA o una ley nacional. Por otro lado, al considerarse residuos peligrosos, la exportación de componentes de RAEE a los fines de su valorización en el exterior debe llevarse a cabo de acuerdo al Convenio de Basilea, siendo la SAyDS (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) la autoridad de aplicación que autorice su salida del país.

Por este motivo, reiteramos que el marco legal utilizado para el manejo de estos residuos es la Ley Nacional N° 24.051 de residuos peligrosos (aprobado por el convenio de Basilea) con su decreto

reglamentario 831. Según estas, en cuanto a su composición, los residuos generados pertenecen a la categoría Y48 de montajes eléctricos y electrónicos de desechos o restos de estos (correspondiente a la categoría B1110) contaminados con las siguientes corrientes. Según Categorías:

Y20 Berilio, compuestos de berilio.

Y21 Compuestos de cromo hexavalente. Y22 Compuestos de cobre.

Y26 Cadmio, compuestos de cadmio.

Y27 Antimonio, compuestos de antimonio. Y29 Mercurio, compuestos de mercurio.

Y31 Plomo, compuestos de plomo.

La Corriente B1110 incluye: plaquetas electrónicas con circuitos impresos que sean únicamente de metales o aleaciones. Estas no deben contar con componentes tales como acumuladores, baterías o contaminantes incluidas en la lista A del convenio, a l igual que interruptores de mercurio, cristal de los tubos de rayos catódicos y/o cristal activado, PWB-condensadores o cualquier otro contaminante contemplado en el anexo I (cadmio, mercurio, plomo, bifenilos policlorados, etc.)

3.3 Antecedentes regionales: ¿Que sucede en Bahía Blanca, y zona de influencia?

Asumiendo la problemática actual de los RAEE en una ciudad muy importante y en constante crecimiento como Bahía Blanca, con una cantidad de habitantes que ascendía a 301.572, según último censo de 2010, interesa conocer la factibilidad de realizar un Proyecto de Planta de Tratamiento y Reciclado de Residuos RAEE, en favor de la protección y preservación del ambiente. De esta manera, es necesario gestionar en forma diferenciada los AEE en desuso y sus desechos, evitando que los mismos sean dispuestos conjuntamente con el resto de los residuos domiciliarios y lleguen a contaminar al ser dispuestos en un basural clandestino, o cualquier vertedero a cielo abierto o llegar al relleno sanitario.

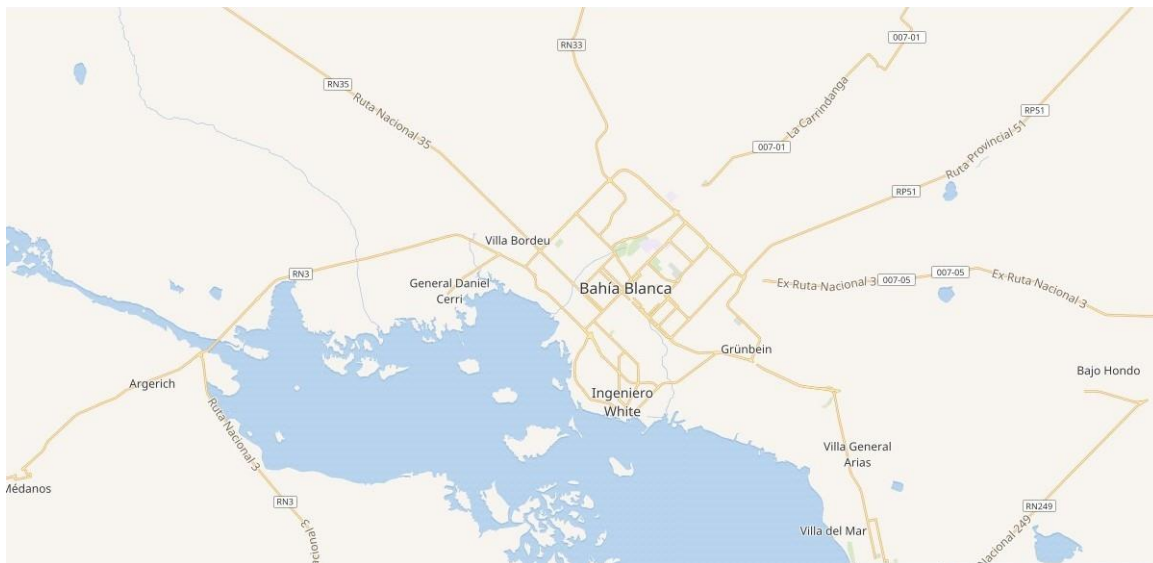


Figura 5: Plano de Ubicación de Bahía Blanca y zona de influencia con sus accesos.

¿Qué sucede actualmente en la ciudad, concerniente al Tratamiento de residuos no orgánicos?

A diferencia de otros elementos como el cartón, vidrios y plásticos, el análisis de la cadena de valor y las condiciones de empleo en la gestión de RAEE en Buenos Aires, solo se recupera entre 3% y 4% de los RAEE que se generan anualmente. Este trabajo lo realiza un grupo pequeño de empresas privadas e iniciativas de ESS que, en conjunto, generan algo más de 200 puestos de trabajo registrados. A esto se agregan los trabajadores de cooperativas de recicladores que recuperan ocasionalmente RAEE y, al menos, 2.000 trabajadores informales que realizan tareas de recolección, clasificación, desensamblado y recuperación de materiales en condiciones de gran precariedad.

En el sector privado, las condiciones laborales suelen estar en el marco de las exigencias de la ley: contratos laborales, estabilidad, salarios en torno de la media nacional, cobertura de salud laboral, protección social, sindicalización, negociación colectiva, etc. Los trabajadores de la ESS suelen contar con la protección social que les ofrece el régimen del monotributo, pero aun así necesitan en general mejorar sus condiciones laborales y de ingresos; los trabajadores informales, por su parte, se encuentran en condición de extrema vulnerabilidad.



Fotos del Autor 09/2021: Disposición transitoria de los RAEE en macrocentro y en sector industrial de Bahía Blanca

A pesar de ser muy incipiente, se puede observar que el sector tiene un gran potencial. Tanto las iniciativas empresariales como de la ESS muestran capacidad instalada, posibilidades de crecimiento y de generar puestos de trabajo decente. Políticas públicas claras, diálogo social, y el fortalecimiento de las iniciativas de la ESS son claves para avanzar en dicha dirección.

En la actualidad, desde la Secretaría de Gobierno de la Municipalidad de Bahía Blanca, Subsecretaría de Gestión Ambiental, Departamento de Saneamiento Ambiental y Delegaciones Municipales, se impulsa y se encuentra funcionando en las afueras de la ciudad uno de los ejes principales de dicho municipio, lo constituye la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), posicionando a Bahía Blanca como una ciudad sustentable. Para lograrlo, es necesario cambiar el concepto tradicional de disposición de residuos por la idea de recuperación, transformando los desperdicios en materias primas de otros procesos secundarios.

En Bahía Blanca resulta indispensable contar con un sistema integral que involucre todo lo relacionado con el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, abarcando desde un abordaje a la población para la separación en origen hasta el arbitraje de los medios para que dicha recuperación se transforme en valor agregado del producto resultante.

A pesar de los diferentes vaivenes sufridos en los últimos años y con el firme propósito de asegurar los estándares técnico ambientales que municipio persigue, el 22 de agosto de 2016 se puso en funcionamiento la Nueva Eco planta de General Daniel Cerri.

El objetivo principal es mejorar la recuperación y disposición de RSU, inicialmente en la localidad de Gral. Cerri, y su posterior ampliación a otros barrios de la ciudad, generar nuevos puestos de trabajo y reubicando recolectores informales, con una mejora significativa de su situación socio-económica y sus condiciones de trabajo.

A partir de su puesta en valor permite el procesamiento de hasta 70 toneladas en su punto de actividad máxima, con posibilidad de absorber la recolección domiciliar de la localidad General Daniel Cerri y, paulatinamente, de otros sectores del Municipio de Bahía Blanca.

Los trabajos de tratamiento de residuos se llevan a cabo con la dirección técnica de profesionales de la Delegación Gral. Daniel Cerri y la Secretaría de Gestión Ambiental, siendo operada por 25 personas de la Cooperativa Eco planta Ltda y 57 trabajadores informales coordinados por la Secretaría de Políticas Sociales.

Equipamiento de trabajo

Se instalaron los equipos necesarios para tratar residuos con una capacidad máxima aproximada de 70 tn/día. A continuación, mencionamos el equipamiento instalado:

Tren de Lavado, secado y embolsado de Plásticos. 200 kg/hs.

Lavadora por flotación.

Sin fin de descarga de lavadora.

Secadora centrifuga.

Sistema neumático de secado.

Sistema de embolsado.

“El Municipio informa hoy que se habilitaron 9 puntos sustentables en Bahía Blanca para que la comunidad lleve sus residuos de acuerdo a su origen.

Estos nuevos espacios de reciclaje están ubicados en:

- avenida Pringles 390 (Centro);
- San Martín 3.466 (Ingeniero White);
- Láinez y Necochea (Las Villas);
- Pacífico 210 (Noroeste);
- Vieytes 2.800 (Norte)
- kilómetro 9 de la ruta 33 (Sesquicentenario);
- Pilcaniyén 4.000 (Villa Harding Green);
- Sáenz Peña 2.103 (Villa Rosas); Drago 1.900 (Terminal San Francisco de Asís).

Como detallaron desde la Comuna, estos sectores se suman a los ya existentes en el Parque de Mayo y en el Bahía Blanca Plaza Shopping. En ellos se pueden depositar desechos reciclables como papel, cartón, plástico y latas. Por medio de Bateas para los residuos de mayor volumen.

"Este proyecto tiene como objetivo que la comunidad siga tomando conciencia sobre la importancia de saber diferenciar los residuos orgánicos de los inorgánicos. Asimismo conforma una estrategia ecológica de la que forman parte también las campañas de eco canje, las composteras comunitarias y las jornadas de promoción educativa", dijo el subsecretario de Gestión Ambiental del Municipio, Matías Insausti.

En el anuncio también estuvieron presentes Leandro Silva, titular de la delegación Norte, y Jorge Groppa, director de Promoción Ambiental y Economía Circular.

Vale recordar que el mes pasado la ciudad también sumó barrios a la recolección diferenciada de residuos, que se realiza miércoles y jueves y permitió recuperar casi 34 toneladas de residuos secos durante el período agosto 2020-abril 2021.”

Información del diario local LNP 19/07/21

También se anuncia la 1er Jornada de limpieza en Ing. White el 18/09/21 Anfiteatro Tulio Angelozzi, con eco canje, auspiciado por Grupo Unipar Latam. *Información del diario local LNP 12/09/21*

Consideramos qué aun contando con esta Planta, sumando las distintas iniciativas como la instalación fija e itinerante de los puntos verdes de disposición estratégicos, jornadas de eco canjes, entre otros paliativos, no resulta suficiente para un adecuado tratamiento de los RSU no orgánicos locales y de la zona, menos aún para el caso específico de los RAEE.

Históricamente en la ciudad existió un centro de recolección específico de materiales RAEE ubicado en un barrio en calle Holdich, pero se conoce fue desbordado, principalmente por que se recibía el material en forma desordenada, y de no estar preparado para tratarlo, termina guardándose indefinidamente en galpones, hasta que se agota su capacidad de almacenamiento y termina todo en un simple acopio de chatarra convencional a cielo abierto. Es muy común observar en los volquetes o container de Obra en construcción en la ciudad, como los vecinos aprovechan para deshacerse de sus sobrantes, descargando los RAEE indiscriminadamente, y como son retirados por recolectores informales, o lo que es peor los desmantelan in situ y los destruyen para llevarse las piezas de mayor valor, dejando el resto a la intemperie. Esto agrava la situación, y es justamente lo que quiere evitarse. Se entrevistó algunos trabajadores de este tipo de recolección, pero no desean estar sujetos a horarios, fijos estando solo interesados en saber quién les abona más por los RAEE obtenidos.

4.0 Desarrollo del Trabajo y propuesta a nivel Regional

Propuesta de servicio y gestión de los RAEE en la ciudad de BB y zona de influencia,

A conocimiento de lo anterior resultaría beneficioso organizar un servicio de retiro, modernización, destrucción, inhibición in situ de componentes peligrosas, su disposición final segura a través de alguna organización dedicada con la que se tenga un convenio.

Coordinación con Municipio, Planta Recicladora de Gral. Daniel Cerri puntos limpios para disponerlos, convenios con talleres de reparación, recolectores informales, colaboración con otros municipios.

Promoción en las redes de comunicación, recibiendo pedidos de servicios, solicitándoles completar un rápido y sencillo formulario por vía telefónica para censar manifiestos, fotos, inventarios del scrap RAEE a retirar. De esta manera se tendrá idea del volumen, peso y composición, para destinar los recursos humanos y de transporte necesarios, para organizar su retiro y recepción, certificando con un acta en escribano para el caso de destrucción in situ o el peso del material tratado, facilitando su destino ya sea de re uso, reciclado, desarme, recuperación de materiales, disposición final de los residuos, ya sean asimilables a domiciliarios, especiales o peligrosos. Cumpliendo de esta manera las regulaciones, dentro de la filosofía de economía circular, eco concepción, análisis del ciclo de vida, monitoreo de indicadores.

Reconociendo que los materiales metálicos que pueden obtenerse de los residuos RAEE industriales y domiciliarios son un bien escaso para la sociedad, estando presentes ellos en todos los procesos productivos de materia y energía. Logrando de esta manera enfocarnos en la reducción de la huella de carbono y la transformación de desechos en recursos, que es la tendencia consolidada en los países más desarrollados.

Objetivo Principal: aspirar a la concreción de la instalación de una Empresa que realice la Gestión integral de clasificación y reciclado de RAAE, estando registrado en la OPDS, cumpliendo con las Normativas vigentes, siendo autosustentable, tanto en lo económico, como en lo medioambiental.

Objetivos secundarios: dar la posibilidad de ofrecer un servicio para una alternativa más sana de segregación, con el cuidado del medio ambiente, proporcionando además una fuente de mano de obra para colaboradores tanto propios, como externos.

MISIÓN: ofrecer a los clientes servicios de calidad y excelencia en el campo de desmontaje de artículos eléctricos y electrónicos, selección de piezas y disposición de los artículos no reciclables, evitando lleguen a lugares no apropiados, comprometiendo al MA.

VISIÓN: consolidarse como una Empresa líder a nivel zonal en el reciclado específico de los RAEE, mejorando día a día las instalaciones, logrando la obtención de bienes valiosos, desde los residuos, contribuyendo al cuidado del MA promoviendo la Economía Circular.

4.1 Implementación de la Propuesta de servicio y gestión de los RAAE en la ciudad de BB y zona

Luego de un estudio minucioso de mercado, de impacto ambiental, factibilidad de Instalación de una planta industrial de estas características, obtenido el permiso y lugar geográfico de radicación y apoyo provincial y del Municipio. (No desarrollado en este Trabajo Final de la Especialización).

Se construirán las instalaciones necesarias como los galpones de almacenamiento transitorio de material ingresante, del procesado y del listo para distribuirse a sus destinos de disposición final u otros aprovechamientos por terceros.

Los materiales que pueden retirarse son del tipo TICs pequeño, hasta industriales como Tableros eléctricos, máquinas herramientas. Por caso lámparas, monitores, TV's, notebook, notepads, teclados, periféricos, Reproductores de video vhs, dvd's, CD's, MP3, MP4, MPGE, relojes, electrodomésticos, videojuegos, tésteres, balanzas y otros aparatos de medición, instrumentos de vigilancia, etc. Los de gran porte o industriales, los que no puedan removerse se brindará servicio de asesoramiento para la gestión de su disposición final, según aceptación y Normativas de la OPDS. Dentro de la propia Planta de reciclado, se procederá al desmontaje de equipo realizando la separación, por caso de madera, plásticos y metales, los productos peligrosos sólidos, líquidos y gaseosos, incluyendo pilas y baterías se destinarán a centros que los procesen adecuadamente, cumpliendo la reglamentación establecida.

Por medio de cintas transportadoras, en forma automática y manual con operarios se va separando lo que es metales ferrosos y no ferrosos, previo retiro de las plaquetas electrónicas, de circuitos impresos e integrados, madera, plásticos.

Hay una parte importante de estos equipos, como son las plaquetas electrónicas. Dado que, para la extracción de metales preciosos, es un proceso muy costoso y elaborado, se realiza la separación de las mismas y se vende a Plantas que se dedican a realizarlo o bien se exportan al exterior en container. Este es el negocio de estas empresas que cuentan con know how y equipamiento para lograr recuperar estos valiosos metales, no existen en nuestro país, a saber.

El procedimiento consiste en contactarse con esta entidad, enviar un inventario lo más detallado posible y fotos del material a tratar, para realizar una visita y evaluar el modo. Se determina tipo de

transporte, maquinaria y personal necesario. Luego se coordina el retiro para según fecha y horario de retiro, recepción pesaje, inventario y clasificación, documentación y certificación.

Para representar la cadena de valor de los RAEE el procesamiento de la separación de metales valiosos de los RAEE, se conocen dos métodos principales muy utilizados mundialmente, se agrupan con sus ventajas y desventajas en la Fig.6 siguiente:

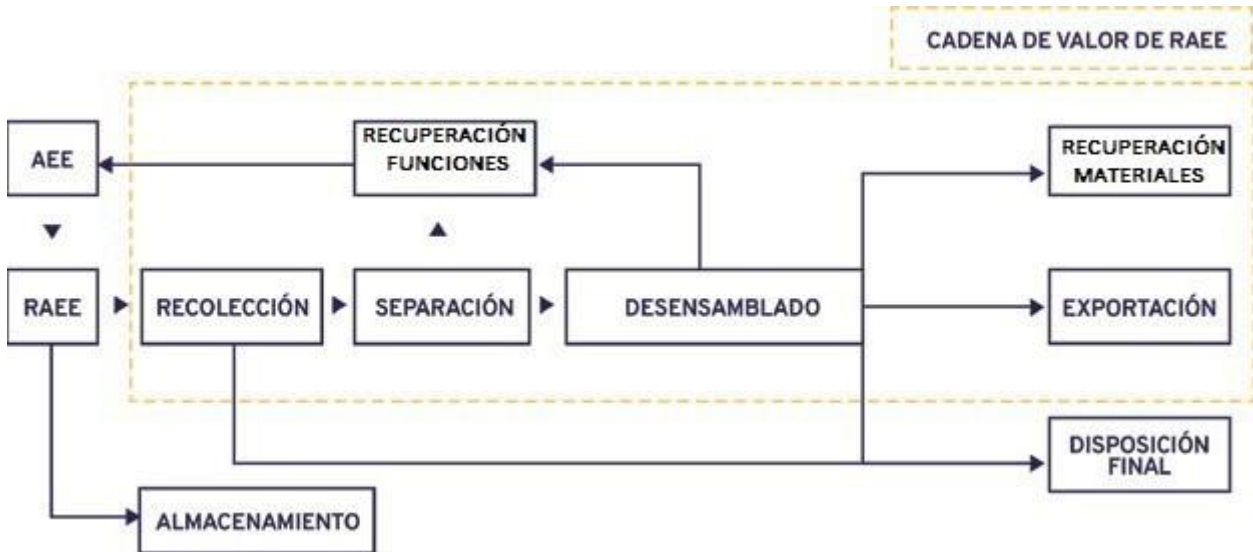


Figura 6: Cadena de Valor de los RAEE

4.2 Evaluación de alternativas de tratamiento

Para poder fabricar placas madres y otros hardware presentes en numerosos RAEE, se emplean una gran variedad de compuestos, siendo uno de ellos los metales preciosos, requeridos en la fabricación dado que presenta una alta conductividad y resistencia a la corrosión, por lo que cuando los equipos llegan al final de su ciclo de vida, los metales pueden ser recuperados y volver a ser empleados.

Los metales preciosos están compuestos por el oro, plata y los metales del grupo del platino. Las fuentes secundarias de este tipo de metales son muy variadas, entre las que se encuentran: los RAEE, componentes electrónicos y eléctricos, catalizadores, soluciones agotadas de procesos de recubrimiento con Au y Ag. Materiales valiosos como el silicio, plásticos, oro, plata, cobre, etc., cuya obtención produce un alto impacto ambiental y son escasos, se emplean en la fabricación de los AEE. Mediante el reciclaje de los equipos obsoletos se recuperan dichos materiales, lo que permite que puedan ser utilizados en la fabricación de nuevos equipos y de esta manera ahorrar recursos naturales y energía.

Las placas o circuitos impresos de las computadoras son el principal constituyente de la basura electrónica de la cual provienen los metales preciosos, como el oro y la plata. Por lo general, estos metales se los encuentran unidos a una capa de un metal menos noble, generalmente de cobre, que se encuentra insertada en una base polimérica. Se estima, por ejemplo, que los circuitos impresos contienen entre 0.1 y 0.5 gramo de oro por placa.

Estos elementos son de alto interés comercial, debido al valor que presentan, y por otro lado está siendo desechada actualmente una fuente potencial de obtención de los mismos. El reciclaje de los metales preciosos juega un papel clave en las industrias eléctricas y electrónicas, ya que estos materiales tienen

un impacto significativo en las cantidades que deben ser importadas cada año y a su alto valor en el mercado.

“Un circuito impreso o PCB en inglés, es una tarjeta o placa utilizada para realizar el emplazamiento de los distintos elementos que conforman el circuito y las interconexiones eléctricas entre ellos”. En otras palabras, las placas son usadas para soportar los componentes electrónicos y proporcionar un soporte mecánico para mantenerlos en un mismo espacio y conectarlos entre sí eléctricamente. Es la superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminadas sobre una base no conductora.

Las tarjetas de circuitos impresos tienen típicamente una composición característica en peso dada por:

- FVP (Fibra de Vidrio Polímero): < 70%
- Cobre: 16%
- Soldadura (Estaño 63% / Plomo 37%): 4%
- Acero: 3%
- Níquel: 2%
- Plata: 0.05%
- Oro: 0.03%
- Paladio: 0.01%
- Otros componentes (bismuto, antimonio, tantalio, etc.): < 0.01%

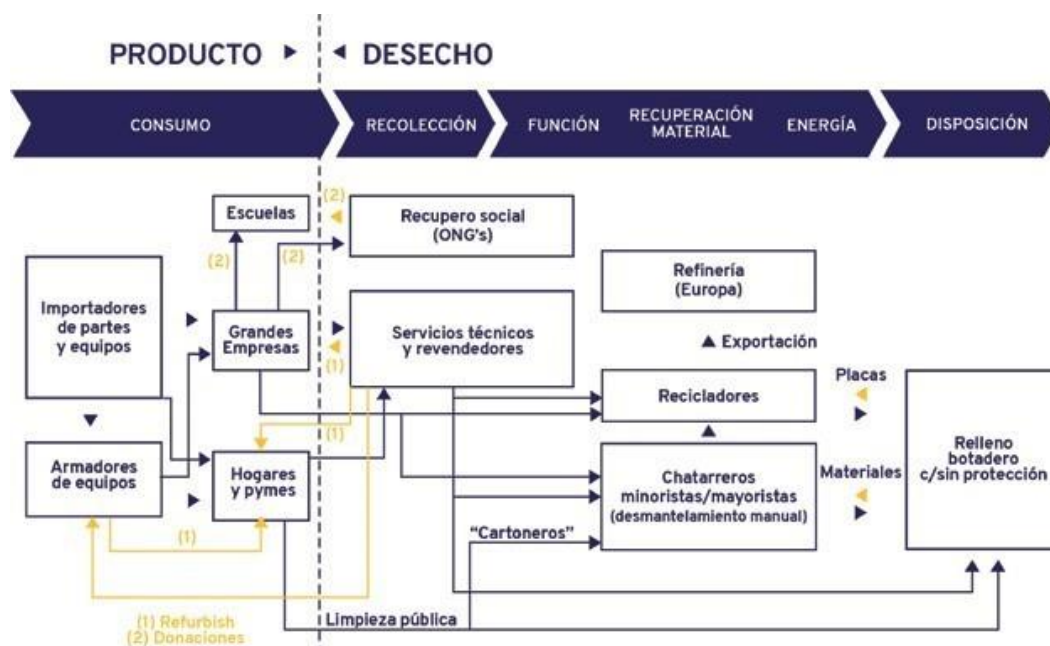


Figura 7: Diagrama en Bloques del Producto- Deshecho

4.3 Procesos separación metales preciosos

Actualmente las industrias dedicadas al proceso de reciclaje de la basura electrónica utilizan diferentes métodos mecánicos para desarrollar las etapas de trituración y clasificación de las diversas fracciones de metal que constituyen la misma. El proceso es complejo y de varias etapas:

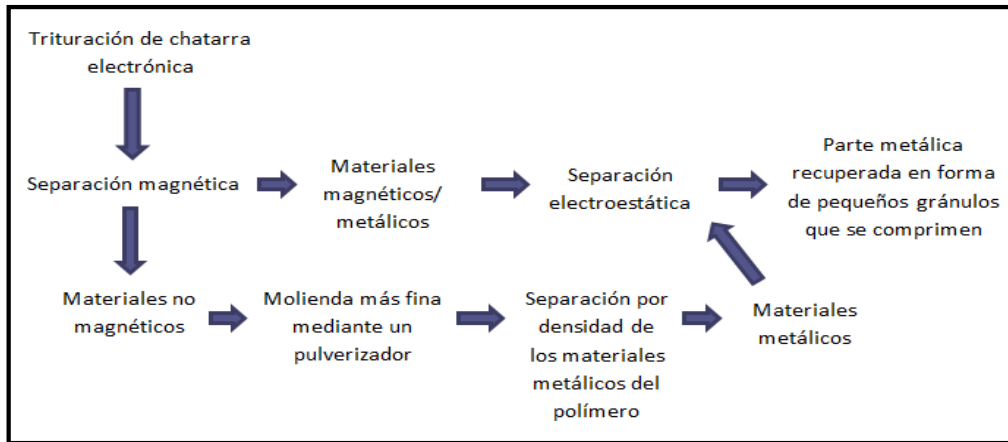


Figura 8 – Diagrama en bloques proceso separación metales preciosos

El producto final que se obtiene del proceso de reciclaje anteriormente mencionado en el cuadro puede contener 600 g Au/Tn y de 2400 g de Ag/Tn. Sin embargo, el proceso es complejo y actualmente la refinación de oro y plata a partir de RAEE es un dilema a resolver.

Por lo general, las tarjetas de circuitos impresos están compuestas por un 40% de metales, 30% de plásticos y otro 30% por cerámicos, y se encuentran recubiertos por metales base como el estaño, plata o cobre, para hacerlos conductivos.

Habitualmente los metales de los RAEE se pueden agrupar en los siguientes grupos:

Metales preciosos: Au y Ag;

Metales del grupo del platino: Pd, Pt, Rh, Ir y Ru;

Metales base: Cu, Al, Ni, Sn, Zn y Fe;

Metales peligrosos: Hg, Be, In, Pb, Cd, As y Sb;

Elementos escasos: Te, Ga, Se, Ta y Ge.

En concreto, La fracción metálica obtenida durante el tratamiento de los RAEE se la puede continuar separando usando los siguientes procesos, y en cada uno enunciamos brevemente dicho proceso.

A nivel industrial los procesos que tienen mayor éxito son el hidrometalúrgico y el pirometalúrgico. Para una recuperación selectiva de ciertos metales, seguidos a estos tratamientos se pueden desarrollar procesos electrometalúrgicos o electroquímicos. Como por ejemplo un electro refinación y electro extracción.

Procesos Hidrometalúrgicos: Esta ruta está basada en el proceso que originalmente se utiliza para extraer los metales de sus rocas minerales, donde la lixiviación ácida o caustica son empleadas para la disolución selectiva de los metales preciosos contenidos en las placas de circuitos impresos.

El líquido lixiviado se lo purifica mediante la extracción de las impurezas. Para extraer dichas impurezas se aplican distintos métodos, como la extracción con solventes, la reducción electrolítica,

adsorción e intercambio de iones. Finalmente, los metales son recuperados de la solución mediante precipitación o por reducción química.

Procesos Pirometalúrgicos: En la actualidad en el reciclado de los RAEE predomina la ruta pirometalúrgica, la cual trabaja con etapas de liberación, separación y purificación, que son similares a las de la ruta hidrometalúrgica. Sin embargo, la liberación de los metales valiosos no se logra por lixiviación, aplastado o molienda como ocurre en esta última, sino por fundición en hornos a altas temperaturas. En el proceso pirometalúrgico se extraen los metales en función de sus propiedades químicas y metalúrgicas, por ejemplo: los metales preciosos son segregados en una fase metálica disolvente (Cu o Pb). Las fracciones metálicas separadas durante el tratamiento de los RAEE están compuestas por Fe, Al, Cu, Pb y metales preciosos. Luego de la separación del Fe y del Al, el Cu y el Pb son los mayores constituyentes de un residuo típico, por lo que es lógico tratarlos en hornos que acepten estos elementos para poder extraer un líquido fundido y escoria.

Procesos Electrometalúrgicos: se emparenta con hidrometalúrgica sin ser de aplicación amplia siendo muy poca su utilización industrial.

Procesos Biometalúrgicos: Respecto a la ruta biometalúrgica, actualmente no tiene aplicación a nivel industrial, ya que solo se han realizado escasos estudios a nivel de laboratorio, como por ejemplo la biolixiviación de los metales, pero sin embargo este proceso tiene un alto potencial de desarrollo a futuro.

Procesos Recuperación Lodos Anódicos: Respecto a esta ruta, los lodos contienen cobre en forma de cobre metálico proveniente de los ánodos junto con sulfuros de cobre, seleniuros y telurios. Lo más conveniente es primero remover el cobre antes de comenzar con la recuperación de los metales preciosos. Para lograr esto, se lleva a cabo una oxidación (tostación) a baja temperatura (entre 260°C y 430°C) seguida de una lixiviación con ácido sulfúrico. De manera alternativa, los lodos pueden ser digeridos a 260°C durante 8-12 horas con una concentración de ácido sulfúrico para descomponer los seleniuros, completando la reacción con la calcinación de la masa. El sulfato de cobre soluble es separado del calcinado por lixiviación con agua.

Para recuperar los metales preciosos presentes en los lodos sin cobre, se realiza mediante la vía hidrometalúrgica, que consiste en tres pasos:

Lixiviación: los metales preciosos pasan a una solución.

Extracción por solvente: los metales son separados y purificados.

Reducción: los iones metálicos son reducidos y precipitan de las soluciones.

Procesos No Lixiviantes: De Oxidación Selectiva de Bajo Impacto Ambiental. En la actualidad, los métodos convencionales pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos tienen una gran aplicación a nivel industrial dado a su alto grado de recuperación de metales. No obstante, un tema importante a considerar es que estas metodologías llevan a la generación de residuos secundarios, originando así daños ambientales. Su implementación está asociada con severos daños ambientales ocasionados por la formación de dioxinas y furanos durante el proceso de fundición de los residuos y por el uso indiscriminado de agentes de lixiviación de alto impacto ambiental, como el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, agua regia, peróxido de hidrógeno, cloruro férrico, cianuros, haluros, tiourea y tiosulfatos.

4.4 Procesos separación polímeros

En los RAEE, el plástico se utiliza, principalmente, para las carcasas y compartimentos de los aparatos. Es difícil encontrar un AEE que no disponga de algún tipo de plástico en su composición

o en su embalaje, es por esto que al final de la vida útil de estos, el plástico es un elemento común que debe ser tratado, ya que una vez que los plásticos han cumplido la misión para la que fueron creados, pasan a formar parte de la corriente de residuos sólidos. En la época actual, los residuos de cualquier tipo representan una aportación importante en la degradación medioambiental.

Algunos aparatos fabricados mayoritariamente de plástico pueden encontrar menos opciones de reciclaje que los de metal, pues la vía principal de eliminación de los plásticos es la incineración con recuperación de energía o incluso el vertido. De hecho, reciclar plástico no es más difícil que reciclar otros materiales: la cuestión consiste en identificar claramente los polímeros y separarlos de los distintos materiales anexos (filtros, estabilizadores, aditivos pirorretardantes y pigmentos utilizados para modificar las propiedades del polímero básico). Para complicar las cosas, las carcasas de plástico suelen llevar adheridas etiquetas, fieltros, protecciones, etc.

4.5 Proceso de tratamiento

La mayoría de los recicladores siguen utilizando técnicas de clasificación e identificación manual. Sin embargo, para aumentar la eficacia a la hora de reciclar plásticos, las plantas de reciclaje empiezan ya a utilizar los nuevos sistemas de clasificación que identifican los polímeros comunes mediante rayos X y sensores de luz visible o rayos infrarrojos. Otros sistemas mecánicos existentes incluyen la clasificación por aire, flotación o separación electrostática o espectroscópica.

Entre los procesos químicos potenciales se encuentran la metanólisis (proceso de despolimerización), que reduce los plásticos antiguos a sus ingredientes originales mediante la aplicación de calor y presión, utilizando metanol. Esta combinación no sólo rompe las cadenas del polímero, liberando los monómeros puros, que se purifican y polimerizan otra vez en una resina nueva, sino que también destruye los agentes contaminantes. Este proceso químico permite elaborar recipientes para alimentos a partir de plásticos reciclados, con lo que se cierra el ciclo para muchos contenedores de plástico.

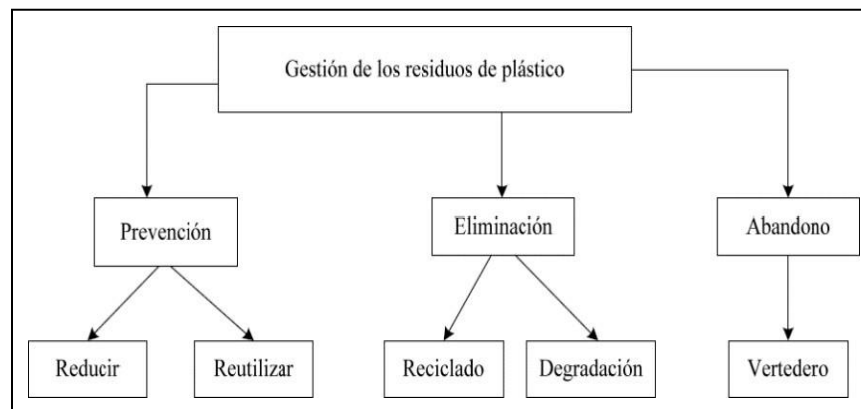


Figura 9– Diagrama proceso separación de Plásticos

4.6 Ventajas / Desventajas:

En el procesamiento de la separación de metales valiosos de los RAEE, se conocen dos métodos principales muy utilizados mundialmente, se agrupan con sus ventajas y desventajas en la Tabla Nro. 8 siguiente:

Tipo de Proceso	Ventajas	Desventajas
METALES PRECIOSOS		
Procesos Hidrometalúrgicos	Alto rendimiento en la extracción de metales preciosos (93-98%).	Es una operación lenta.
	Proceso relativamente simple y con un costo acotado respecto al producido.	El proceso mecánico de reducción de tamaño para hacer más efectiva la disolución puede generar hasta un 20% de pérdidas de los metales preciosos.
		Durante la disolución y las etapas posteriores, hay riesgo de pérdida de metales preciosos por lo que el proceso en general puede no ser exitoso.
Procesos Pirometalúrgicos	Puede extraer metales y aislar las sustancias peligrosas en forma eficiente.	La recuperación de los plásticos no es posible ya que estos se utilizan en reemplazo del coque como fuente de energía.
	La separación de los metales al ser por fundición se produce en fases fácilmente extraíbles.	La recuperación del Fe y el Al no es sencilla ya que estos forman parte de la escoria como óxidos. Se generan emisiones de gases peligrosos como dioxinas durante el proceso de fundición de los materiales de entrada que contienen retardantes de llama halogenados, por lo que se requerirían instalaciones especiales para tratar las emisiones.
		Si el material de entrada posee componentes de cerámica este incrementará el volumen de escoria producido en los altos hornos, lo que incrementa el riesgo de pérdidas de metales preciosos y metales base.
Procesos No Lixiviantes De Oxidación Selectiva De Bajo Impacto Ambiental	Mayor potencial de óxido reducción.	Altos costos de Implementación y operación
	Uso de agua como solvente.	Método no convencional que requiere alto nivel de proceso y equilibrio.
	Altos porcentajes de recuperación reportados (98% Oro de alta pureza).	
PLASTICOS		
Pirolisis	Facilita el control de contaminación del aire, respecto a la incineración. Proceso autosuficiente. Reducción del volumen de la basura, mejorando la calidad de los rellenos sanitarios. Menos contaminación. Impacto positivo en el mercado laboral	Altos costos para implementación Requiere grandes cantidades de calor para romper los enlaces carbono – carbono. La operación forma subproductos no deseados. La reducción del volumen es menor a la obtenida por la incineración. Requiere de catalizadores.
Gasificación	Versatilidad en la valorización del residuo (calor, electricidad, gas). El gas producido es fácil de almacenar. Buen rendimiento eléctrico. Menor impacto ambiental, su utilización no contribuye al efecto invernadero. No emite sulfuros o compuestos nitrogenados. Se suele utilizar desechos de otras actividades como biomasa. Proceso autosuficiente.	Mayor costo de producción y menor rendimiento energético con respecto a los combustibles fósiles. Los sistemas deben estar sellados para evitar fugas de gas. Peligro de explosiones. Se produce alquitrán. Requiere un contaminante de calidad para un buen rendimiento. Acondicionamiento previo de materias para su uso.

Tabla 8 - Ventajas y Desventajas

4.7 Justificación del método escogido

Si bien estos Procesos descriptos anteriormente, aún no son utilizados en nuestro País, el Proceso Hidrometalúrgico, sería el más factible de llevar a cabo, dado el alto costo de los procesos pirometalúrgicos. Especialmente los hornos y su mantenimiento.

Forma de separación Metales preciosos

Los lodos contienen cobre en forma de cobre metálico proveniente de los ánodos junto con sulfuros de cobre, seleniuros y telurios. Lo más conveniente es primero remover el cobre antes de comenzar con la recuperación de los metales preciosos. Para lograr esto, se lleva a cabo una oxidación (tostación) a baja temperatura (entre 260°C y 430°C) seguida de una lixiviación con ácido sulfúrico. De manera alternativa, los lodos pueden ser digeridos a 260°C durante 8-12 horas con una concentración de ácido sulfúrico para descomponer los seleniuros, completando la reacción con la calcinación de la masa. El sulfato de cobre soluble es separado del calcinado por lixiviación con agua.

Para recuperar los metales preciosos presentes en los lodos sin cobre, se realiza mediante la vía hidrometalúrgica, que consiste en tres pasos:

Lixiviación: los metales preciosos pasan a una solución.

Extracción por solvente: los metales son separados y purificados.

Reducción: los iones metálicos son reducidos y precipitan de las soluciones.

No es tema de este curso el detalle del proceso, por lo que solo se lo menciona.

4.8 Plásticos

Gasificación y pirolisis

La **gasificación** y el **pirólisis** son procedimientos de alto consumo energético que intentan reducir el volumen de residuos convirtiéndolos en gas o combustibles de síntesis a través de la combustión.

Los plásticos mixtos contienen sustancias químicas que provocan emisiones peligrosas en estos sistemas. El policloruro de vinilo, comúnmente conocido como PVC, es un plástico común que contiene cloro, que genera dioxinas una vez que se calienta o se quema. Los productores agregan aditivos entre los cuales destacan el plomo, el arsénico y el cromo para mejorar la ductilidad, la rigidez y la fuerza del PVC. Estos aditivos, y los productos derivados de la combustión, representan un desafío en las emisiones para los procesos como la gasificación o cualquier otro tratamiento termal de plásticos mixtos.

La **gasificación** somete los residuos sólidos a altas temperaturas (generalmente sobre los 600°C) en un ambiente casi sin oxígeno. Los niveles de oxígeno se mantienen bajos para prevenir una combustión inmediata; en lugar de eso, la parte a base de carbono de los residuos sólidos se descompone en gas de síntesis (syngas) y un remanente sólido conocido como escoria, ceniza o residuo de carbón.

El syngas se compone principalmente de monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono, con contaminantes; además, tiene el valor calorífico suficiente para ser quemado y transformado en energía, pero requiere sistemas avanzados de control de la contaminación. A menudo, las instalaciones operativas no logran producir la energía suficiente para ser económicamente rentables. Los subproductos derivados a partir de estos procedimientos comprenden emisiones atmosféricas, escorias (una forma de residuo sólido), cenizas volantes del equipo de control de contaminación del aire (que requiere manejo especial debido a su toxicidad) y residuos líquidos y/o aguas residuales.

El **pirólisis** es una propuesta similar, la cual aplica calor sin añadir oxígeno con el fin de generar combustibles y/o syngas (al igual que productos sólidos residuales) y requiere un flujo de residuos más homogéneo. Algunos proveedores ofrecen instalaciones más pequeñas para la generación de combustible, comparado con los proveedores de gasificación corriente.

Las emisiones, al tratar con flujos de residuos con cloro y/o metales pesados, pueden incluir NO_x, SO_x, hidrocarburos, monóxido de carbono, material en suspensión, metales pesados, gases de efecto invernadero como el CO₂, dioxinas y furanos.

La combustión del syngas requiere medidas significativas de control de la contaminación atmosférica, en especial por estar contaminada con partículas, alquitrán, metales alcalinos, cloruros y sulfuros. Algunos de estos elementos deben ser filtrados antes de quemar el syngas con el fin de evitar daños al motor de combustión. Otros se deben filtrar una vez realizada la combustión.

Esto requiere dos etapas de control de la contaminación, que generan dos productos de desecho: aguas residuales peligrosas y cenizas volantes.

4.9 Subproductos Obtenidos

Como producto del proceso se obtiene un gas pobre muy dependiente de las condiciones en las que se realiza la gasificación, que suele ser rico en monóxido de carbono (18% a 20%) y/o hidrógeno (20% a 24%), con contenido menor de dióxido de carbono, metano y otros hidrocarburos.

El gas pobre producido puede utilizarse para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión (carburol).

Además, esta tecnología genera una serie de subproductos que pueden clasificarse según su estado:

Efluentes sólidos: son compuestos de carbono fijo y cenizas. Dado su alto contenido en carbono pueden tener distintos fines:

- Cenizas exhaustadas: uso en agricultura como fertilizante.
- Cenizas no exhaustadas: pueden recircularse al gasificado o emplearse como material filtrante.

Emisiones atmosféricas: son los gases de escape.

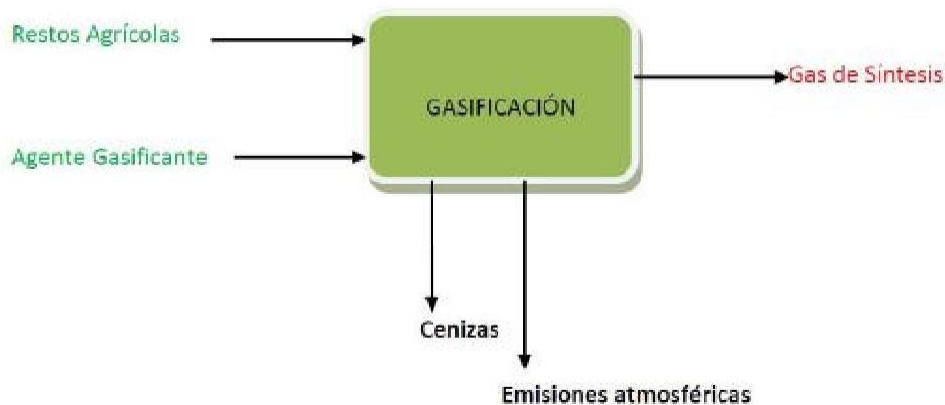


Figura 10 - Diagrama de Flujo para Gasificación

La mayoría de los gasificadores que funcionan comercialmente, en la actualidad se utilizan para la producción de calor, más que para combustible de motores de combustión interna, debido a sus menores exigencias en cuanto al valor calorífico del gas y al contenido de alquitrán.

Ref. Bibliografía: 8),9) y 10)

5.0 Conclusiones y Comentarios Finales

Es notorio que, en nuestro país, la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos como una fracción de basura separada y distinguida de las demás, es aún una temática novedosa donde queda mucho por mejorar. Para la región estudiada en este TF *sería muy importante una Planta dedicada.*

Como primera etapa. El desafío inmediato, si bien no puede reducirse la producción de estos artículos, al menos debe trabajarse en optimizar su logística inversa, incentivando a los usuarios a devolver los equipos en desuso al proveedor, o disponerlos en lugares adecuados, receptorías transitorias de reciclaje y no dejarlos en la vía pública o peor desecharlos en vertederos al aire libre.

Es importante entender que las tendencias se imponen, es el desarrollo que hay que enfrentar. Compartiendo las buenas iniciativas, llegar a un consenso para llevarlo adelante entre todas las partes involucradas. En el mundo se avanza en este sentido, es indispensable avanzar en los sistemas de acopios y distribución de la cadena de valor, todos involucrados para lograr el éxito de la gestión con un sistema nuevo que permita evitar que los RAEE terminen acopiados en las casas o en un basural a cielo abierto, o Relleno Sanitario. Construyendo Plantas de Tratamiento y recuperación de metales

La ONU habla en uno de sus objetivos de Desarrollo Sostenible sobre la necesidad de "garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles" que, en el caso de los RAEE, se traducen en la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y los desechos a lo largo de todo su ciclo de vida. Es aquí donde entra en juego el concepto de economía circular con Las 3 R de la ecología, los pilares del cambio: Reducir, Reutilizar y Reciclar son los 3 pilares básicos que sustentan el equilibrio de la naturaleza.

La importancia de que los Gobiernos dediquen subsidios a esta actividad para que sea rentable y para evitar la acumulación de basura tecnológica que causa problemas tanto para el medio ambiente, como para la salud pública.

Se sugiere lineamientos para establecer una hoja de ruta a nivel regional y nacional en América Latina que garantice la sostenibilidad ambiental de la gestión de los RAEE. Estos incluyen la necesidad de promover modelos en los que prime siempre la reutilización y el reciclado, y la construcción de alianzas eficaces para la gestión sustentable de los AEE y RAEE, que en lo posible involucren a todos los actores.

Sugerencias a implementar dentro de Municipios:

- Necesidad dentro de un Marco jurídico específico que regule a Nivel Nacional, Provincial, Municipal estableciendo el rol de los grandes generadores, que deberán desprenderse de sus RAEE a través de los mecanismos establecidos en cada jurisdicción.
- Por otra parte, la normativa establecería las obligaciones para los productores de AEE, a saber:
- Constituir, organizar, gestionar y financiar sistemas individuales y/o colectivos de gestión de RAEE con el fin de cumplir con su responsabilidad extendida para cada categoría y tipo de AEE de forma tal de asegurar el cumplimiento de las metas establecidas en el marco de la Ley.

- Diseñar y organizar sus sistemas individuales y/o colectivos de gestión de RAEE asegurando la recolección diferenciada y adecuada de éstos en todo el territorio nacional.
- Integrar a las distribuidoras, que tendrán la obligación de constituir y aportar a los sistemas individuales y colectivos de gestión de RAEE, integrantes del sistema nacional de gestión de RAEE en todo lo concerniente a la logística del posconsumo de los mismos.
- Los pequeños generadores tendrían el derecho a desprenderse de sus RAEE en forma gratuita, pudiendo hacerlo de las siguientes maneras como ejemplo:
- En el acto de compra de un AEE, entregar un RAEE de tipo equivalente o que realizara funciones análogas a las del AEE que se adquiriera. Realizado para el caso de lámparas, electrodomésticos. Depositar sus RAEE en cualquiera de los sitios de recepción de RAEE que se establezcan y/o bajo las modalidades que implementen las autoridades de aplicación de cada jurisdicción, en el marco de la presente ley; entregar a reutilizadores sociales. Se vienen realizando en la modalidad Eco Canjes.

Apéndice 1: Contexto de los RAEE dentro de la Economía Circular

Cuestionamientos: ¿Producir, usar y tirar? No, reducir, reusar y reciclar. El paradigma del actual modelo económico lineal podría estar llegando a su fin y su lugar será ocupado por la economía circular. El actual modelo de producción y gestión de recursos, bienes y servicios que busca potenciar un consumo a corto plazo está llevando al planeta a una situación insostenible. El sistema económico vigente se desmarca diametralmente del ciclo de vida de la naturaleza y choca contra el desarrollo sostenible, enfocado al largo plazo. En la naturaleza no existen la basura ni los vertederos: todos los elementos cumplen una función de manera continua y son reutilizados para su aprovechamiento en diferentes etapas. ¿Qué es la economía circular? Tomando como ejemplo el modelo cíclico de la naturaleza, la economía circular se presenta como un sistema de aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos: minimizar la producción al mínimo indispensable, y cuando sea necesario hacer uso del producto, apostar por la reutilización de los elementos que por sus propiedades no pueden volver al medio ambiente. Es decir, la economía circular aboga por utilizar la mayor parte de materiales biodegradables posibles en la fabricación de bienes de consumo –nutrientes biológicos– para que éstos puedan volver a la naturaleza sin causar daños medioambientales al agotar su vida útil. En los casos que no sea posible utilizar materiales eco-friendly –nutrientes técnicos: componentes electrónicos, metálicos, baterías...- el objetivo será facilitar un desacople sencillo para darle una nueva vida reincorporándolos al ciclo de producción y componer una nueva pieza. Cuando no sea posible, se reciclará de una manera respetuosa con el medio ambiente. Ventajoso para usuarios... y empresas. A diferencia de otros modelos económicos donde prima el aspecto económico por encima del social o medioambiental, la economía circular supone una sustancial mejora común tanto para las empresas como para los consumidores. Las empresas que han puesto en práctica este sistema están comprobando que reutilizar los recursos resulta mucho más rentable que crearlos desde cero. Como consecuencia, los precios de producción se reducen, de manera que el precio de venta también se ve rebajado, beneficiando así al consumidor; no sólo en lo económico, sino también en la vertiente social y medioambiental.

Principios de la economía circular: hay diez rasgos configuradores que definen cómo debe funcionar la economía circular: El residuo se convierte en recurso: es la principal característica. Todo el material biodegradable vuelve a la naturaleza y el que no es biodegradable se reutiliza. El segundo uso: reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores. La reutilización: reusar ciertos residuos o ciertas partes de los mismos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos. La reparación: encontrar una segunda vida a los productos estropeados. El reciclaje: utilizar los materiales que se encuentran en los

residuos. La valorización: aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar. Economía de la funcionalidad: la economía circular propone eliminar la venta de productos en muchos casos para implantar un sistema de alquiler de bienes. Cuando el producto termina su función principal, vuelve a la empresa, que lo desmontará para reutilizar sus piezas válidas. Energía de fuentes renovables: eliminación de los combustibles fósiles para producir el producto, reutilizar y reciclar. La eco-concepción: considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto y los integra desde su concepción. La ecología industrial y territorial: establecimiento de un modo de organización industrial en un mismo territorio caracterizado por una gestión optimizada de los stocks y de los flujos de materiales, energía y servicios. *Ref. Bibliográfica WEB 5.6 Economía Circular.*

Apéndice 2 Algunas Iniciativas en la Gestión de RAEE en RA y América Latina

Un tema a destacar es que a nivel Regional /Internacional Argentina forma parte del Proyecto Ecnormas Unión Europea - Mercosur (Proyecto Indicativo Regional). El país ha destinado parte de la financiación otorgada por esta iniciativa al estudio y establecimiento de buenas prácticas en el sector de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Recientemente se implementó una gestión sostenible de grandes electrodomésticos en Argentina: Programa RENOVATE Este programa es liderado por la Secretaría de Energía de Argentina y ha iniciado en marzo de 2015, tiene como objetivo reducir el consumo energético en el sector residencial que alcanza casi el 33% del consumo total en el país, a través de la renovación de electrodomésticos (heladeras y lavarropas) usados por nuevos. Este Programa nace como resultado de la Resolución 48/2015, que tiene como objetivo fomentar la producción nacional y la comercialización de electrodomésticos que garanticen un consumo energético eficiente, estimular su demanda en el mercado y acelerar el proceso de recambio de aquellos bienes que generan un mayor consumo de energía. Este programa tiene como objetivo adicional incentivar a entidades que comercialicen electrodomésticos, mediante el pago de una compensación económica única por equipo. Como contrapartida, las entidades beneficiarias deberán comprometerse a garantizar el retiro sin costo de los equipos antiguos del domicilio de los consumidores y su posterior traslado a los operadores de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos para su descontaminación, desmantelamiento y destrucción. A abril de 2015, el programa RENOVATE ha logrado la recolección de cerca de 3.000 unidades antiguas de baja eficiencia energética para su sustitución por equipos más modernos y eficientes. Estos equipos tienen la garantía de reciclaje y disposición final.

Más información: <https://www.elclimalohacesvos.gob.ar> Fuente: (Secretaría de Energía Argentina, 2015)

La heterogeneidad de sus marcos regulatorios limita el potencial y reducen el impacto del accionar de otros actores por la ausencia de espacios institucionales que sean claros para fomentar una correcta gestión. Es de destacar la labor del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), con sólidas iniciativas, como el Programa Nacional de Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos que es una experiencia de articulación de proyectos con municipios y con organizaciones de la sociedad civil, como por ejemplo el crear plantas de procesamiento de RAEE que eventualmente podrían ser gestionadas por cooperativas de trabajo. Este Instituto junto con la Subsecretaría de Economía Solidaria de la Municipalidad y el Nodo TAU, han elaborado un proyecto de creación de una planta de reciclado y reacondicionado de basura electrónica que será gestionada por una cooperativa. Nodo TAU es una asociación civil sin fines de lucro integrada por profesionales de la informática y las comunicaciones, educadores y militantes sociales, dedicados a facilitar el acceso a las nuevas tecnologías de la información a organizaciones comunitarias de la región. Argentina ha asumido compromisos internacionales y regionales respecto del tratamiento de la basura, incluidos los RAEE. Estos son el Convenio de Basilea y el Acuerdo del Mercado Común del Sur (MERCOSUR). Adicionalmente,

existen iniciativas concretas y específicas realizadas por el gobierno nacional, las cuales consisten en la realización de campañas y seminarios, o los programas del Ministerio de Educación para reciclado de computadoras para destinarlas a escuelas públicas. El proyecto cuenta con una escuela -taller de reparación y reciclado con el objetivo de crear oportunidades de trabajo. En cuanto a la industria del reciclaje, el país cuenta con asociaciones que asumen esta tarea con fines económicos, pero también con un compromiso con el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente. Algunas fundaciones ofrecen programas de capacitación a recicladores urbanos para mejorar la calidad y la especialización en la gestión. Entre los principales retos que debe afrontar este país se pueden mencionar la falta de información en la población, como así también la falta de concientización en este grupo social, y en otros sectores vinculados a la gestión integral y disposición de estos residuos en estudio. A fin de resolver estos inconvenientes, Argentina ha llevado a cabo talleres de capacitación e información entre otras medidas.

En Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina 29 comparación con los flujos de residuos tradicionales o residuos sólidos urbanos, la gestión de los RAEE plantea retos únicos y complejos. (Magalini, 2015). Entre estos se destacan: • La heterogeneidad de los aparatos (o electrodomésticos), en términos de tamaño, peso, función y la composición del material (la mayoría de estas propiedades cambian con el tiempo), y subsecuentemente influyen en el impacto medioambiental al final de la vida útil. • La continua introducción de nuevos productos con características diferentes, como el cambio del pesado tubo de rayos catódicos (CRT - Cathode Ray Tube, por sus siglas en inglés) a monitores de cristal líquido (LCD - Liquid Crystal Display, por sus siglas en inglés) en los televisores; la introducción de tabletas, acompañadas de una reducción progresiva del promedio del ciclo de vida de los productos que exigen el desarrollo continuo de tecnologías para su tratamiento adecuado. • La presencia o la eliminación gradual de ciertos componentes o sustancias potencialmente peligrosas en aparatos, tales como las sustancias que agotan la capa de ozono, el mercurio y otros metales pesados, que requieren de un tratamiento apropiado. • El uso relativamente alto de ciertos metales preciosos y de recursos especiales (i.e.: oro, plata, rutenio, indio, metales del grupo del platino, los materiales raros y nobles) y los desafíos en la recuperación debido a la naturaleza “dispersa” de los elementos de baja concentración y la complejidad tecnológica asociada a la recuperación de estos metales en el proceso de reciclaje. • El grupo diverso y grande de actores involucrados en las diferentes actividades de la vida útil del producto, tales como recolección, reciclaje, tratamiento, reutilización, restauración, desecho de los residuos y la exportación de productos y fracciones. Estos retos se hacen visibles en procesos de gestión y reciclaje formal e informal. Así, UNEP menciona que el éxito futuro de la innovación tecnológica en gestión de los RAEE en entornos con fuerte participación informal depende en gran medida de los modelos de negocio alternativos con incentivos financieros que permitan al sector informal participar en procesos de reciclaje "seguros". Sin embargo, menciona que aquellas operaciones de reciclaje especializadas y “peligrosas” deben transferirse a recicladores formales. (PNUMA, Iniciativa Step, 2009)

El correcto tratamiento y disposición final de los RAEE requiere modelos sostenibles de gestión que incluyan variables ambientales, económicas y sociales. Existen muchas experiencias a nivel global y en la región en la gestión de RAEE de las cuales se puede aprender mucho. Actualmente, América Latina se encuentra desarrollando varias iniciativas coordinadas entre todos los actores.

Apéndice 3 Otros metales de valor

El cobre es una materia prima totalmente reciclable y por lo tanto una fuente renovable para nuestro futuro. El cobre como metal es indestructible, es por eso que permite ser totalmente reciclado sin perder ninguna de sus prestaciones. Centro Basura Cero es el lugar ideal donde llevar basura electrónica debido a que nuestro equipo separa cada uno de los materiales que componen las

computadoras y los clasifican detenidamente en materiales reutilizables y chatarra. Uno de los metales que obtenemos es el cobre. El mismo es extraído de los monitores y otros componentes para reelaboración de cables. Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, el cobre se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos y electrónicos. El tubo catódico de un televisor de los de toda la vida, por ejemplo, contiene alrededor de 450 gramos de cobre, más de 250 gramos de aluminio y en torno a medio gramo de oro

El cobre se puede reciclar un número casi ilimitado de veces sin que el metal pierda sus propiedades mecánicas y de conductividad. Es uno de los pocos materiales que no se degradan ni pierden sus propiedades químicas o físicas en el proceso de reciclaje.



Foto del autor cobre electrolítico puro de barras eléctricas. Derecha: acopio poco apropiado de RAEE.

Los motherboard recuperados y reparados durante el proceso de reciclado de computadoras son utilizados para la elaboración de productos innovativos.

Durante el proceso en el cual se obtienen computadoras recicladas, se obtienen cables que son recuperados para nuevos equipos, evitando su quema en los basureros. Además, son clasificados y otorgados a empresas que se encargan de la gestión de residuos de cables, recuperando también plástico.

Para una gestión adecuada de los RAEE se debe también tomar en cuenta los Principios de las 3R (Reducir, Reusar y Reciclar) que ayudan a gestionar los impactos ambientales de los residuos en todo su ciclo de vida a través de procesos y tecnologías innovadoras y eficientes. El re uso es una alternativa en la cual se debe garantizar un apropiado proceso de recolección, un desmantelamiento apropiado y la generación de productos de calidad óptima para reusarse. Al final, los productos reusados deberán reciclarse bajo modelos ambientalmente responsables, ya que este proceso únicamente permite extender la vida útil de los equipos. El reciclaje en cambio, reduce la cantidad de desechos para la disposición final en el relleno o vertedero controlado.

Las decisiones respecto a extender la vida útil de los equipos TIC y otros RAEE en desuso o no operativos, para recuperación de materiales o reciclaje debe ser bajo procesos de gestión y tecnologías ambientalmente sostenibles. Algunos equipos TIC, por ejemplo, utilizan tecnologías complejas y requieren metodologías específicas y procesos de recuperación especializados que generalmente son realizadas por los mismos fabricantes de los equipos o por gestores especializados y calificados. (UIT, 2013)

Reciclaje y recuperación de RAEE

El proceso de reciclaje y recuperación de los RAEE es uno de los procesos técnicos de tratamiento ambiental más comunes en la gestión sostenible de los RAEE. Éste permite la recuperación de metales y/o materiales escasos que sirven de materia prima para la producción de los AEE. El

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Iniciativa Step en su reporte “Reciclando: de los RAEE a los Recursos” (“Recycling-From E-Waste to Resources”) recalca la importancia del reciclaje para el control de la contaminación ambiental proveniente de los materiales peligrosos contenidos en los RAEE. El estudio aclara que los aparatos eléctricos modernos pueden contener hasta 60 tipos de elementos diferentes; unos con valor, otros de carácter peligroso o ambos. Por esto, los AEE son la mayor fuente de consumo de muchos metales preciosos y especiales, lo que los convierte en un importante contribuidor a la demanda de metales a nivel mundial. (PNUMA, Iniciativa Step, 2009)

La cadena de reciclaje de RAEE está conformada por tres actividades: (i) recolección, (ii) clasificación/desmontaje y preprocesamiento (incluye clasificación, desmontaje y procesamiento mecánico) y (iii) procesamiento final. El resultado de esta cadena, descrita en la Figura 2, suelen ser los componentes separados o fracciones de materiales que pueden volver a introducirse en el mercado para su reutilización y/o ser fuente de materia prima para otros procesos. (PNUMA, Iniciativa Step, 2009).

Reciclaje y Minería Urbana

Los procesos de reciclaje de RAEE se desarrollan de manera formal e informal. Parte de los RAEE de los países desarrollados es enviado a procesos de reciclaje controlados, sin embargo, otra parte es enviada (a veces de manera ilegal) a países en vías de desarrollo como China, India, Ghana o Nigeria para reuso y reciclaje en su mayoría informal. En estos países, los RAEE son reciclados por trabajadores informales para obtener materiales valiosos a través de técnicas rudimentarias que causan problemas de contaminación y afección a la salud. Asimismo, en estos países, no existe la capacidad tecnológica suficiente para tratar la cantidad elevada de residuos que llega adicionalmente a lo producido localmente. (ILO, 2012)

Esta actividad informal lleva consigo la falta de métodos aceptables de reciclaje que permitan sobre todo la obtención de materiales con valor. Incluso, el reciclaje de elementos valiosos como el cobre o el oro se ha vuelto una fuente de ingreso en el sector informal de países en vías de desarrollo o con economías emergentes. Estos procesos de reciclaje informal, han introducido el concepto de la “minería urbana”, que define la actividad de hurgar en los desechos electrónicos para recuperar minerales y otros componentes con el fin de ser reutilizados. Si bien esta actividad podría ser lucrativa y bastante productiva en aquellos países donde ya se ha instaurado como industria, se deben tomar en cuenta los riesgos asociados a la salud y al medio ambiente de procesos informales y no controlados. (Iniciativa Step, 2012)

Es importante introducir principios de sostenibilidad ambiental dentro de estos procesos de reuso, reciclaje y disposición final de los RAEE a nivel global y también en América Latina. Estos principios deben estar acompañados de políticas de estado y marcos regulatorios que favorezcan procesos sostenibles. Otra justificación para realizar el reciclaje de los metales preciosos es que la concentración de oro presente en las placas es mayor a la concentración de oro presente en los yacimientos. Por caso :1 Mg de roca mineral contiene entre 1,4 y 8,3 g de oro. Mientras que 1Mg de placas de dispositivos eléctricos contiene entre 17 y 81 g de oro.

Ref. Bibliográfica 8) Fernández Protomastro, G. (2013).

6.0 Glosario

Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE): todos los aparatos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes.

Aprovechamiento de RAEE: cualquier proceso que conduzca a recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los residuos, mediante operaciones de recuperación de los componentes o materiales presentes en los residuos o el reciclaje, con el objeto de destinarlos a los mismos fines a los que se destinaban originalmente o a otros procesos.

Comercializador de AEE: persona natural o jurídica encargada, con fines comerciales, de la distribución mayorista o minorista de aparatos eléctricos y electrónicos.

Disposición final: es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos asociados a la salud humana y al ambiente.

Gestión integral: conjunto articulado e interrelacionado de acciones políticas, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de sumanejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Productor de AEE: cualquier persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada, incluidas la venta a distancia o la electrónica: 1) fabrique aparatos eléctricos y electrónicos; 2) importe o introduzca aparatos eléctricos y electrónicos o 3) arme o ensamble equipos sobre la base de componentes de múltiples productores; 4) introduzca al territorio nacional aparatos eléctricos y electrónicos; 5) re manufacturar aparatos eléctricos y electrónicos con su propia marca o re manufacturar marcas de terceros no vinculados con él, en cuyo caso estampa su marca, siempre que se realice con ánimo de lucro o ejercicio de actividad comercial.

Gestor de RAEE: persona que presta de forma total o parcial los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) dentro del marco de la gestión integral y cumpliendo con los requerimientos de la normativa ambiental vigente.

Preparación para la reutilización: es la operación de valorización consistente en la comprobación, re manufactura, reacondicionamiento, reparación o actualización, mediante la cual los aparatos eléctricos y electrónicos o sus componentes, que se hayan convertido en residuos, se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclaje: son los procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos recuperados y se devuelven a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Reacondicionamiento: procedimiento técnico de renovación, en el que se restablecen las condiciones funcionales y estéticas de un aparato eléctrico y electrónico para usar en un nuevo ciclo de vida. Puede implicar además reparación, en caso que el equipo tenga algún daño.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): son los aparatos eléctricos o electrónicos en el momento en que se desechan o descartan. Este término comprende todos aquellos componentes, consumibles y subconjuntos que forman parte del producto cuando se descarta, salvo que individualmente sean considerados peligrosos, caso en el cual recibirán el tratamiento previsto para tales residuos.

Reutilización: la reutilización de un equipo eléctrico o electrónico se refiere a cualquier utilización

de un aparato o sus partes, después del primer usuario, en la misma función para la que el aparato o parte fue diseñado.

Re manufactura: comprende cualquier acción necesaria para construir productos con calidad de nuevos, utilizando componentes tomados de AEE previamente usados, así como nuevos componentes, si es el caso. El producto resultante cumple con la funcionalidad y especificaciones de confiabilidad originales del fabricante.

Reparación: implica una acción, incluyendo el reemplazo de componentes defectuosos, para corregir una falla específica de un aparato eléctrico y electrónico usado o un RAEE de tal forma que el equipo quede totalmente funcional para usar en su propósito original.

Sistemas de recolección y gestión de los RAEE: instrumento de control y manejo ambiental que contiene el conjunto de actividades desarrolladas por el productor de aparatos eléctricos y electrónicos para garantizar la recolección y gestión integral y ambientalmente segura de los RAEE, con el fin de prevenir y controlar los impactos a la salud y el ambiente.

Usuario o consumidor: toda persona natural o jurídica que contrate la adquisición, utilización o disfrute de un bien o la prestación de un servicio determinado.

7.0 Referencias Bibliográficas:

- 1) “Manual Gestión integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular” Coedición MAyDS, Oficina de país de la OIT para la Argentina. Coedición MAyDS, Oficina de país de la OIT para la Argentina ISBN 978-987-47600-3-6. Autoras: Laura Maffei y Andrea Burucua.
- 2) Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y empleo en la Argentina Buenos Aires; Oficina de país de la OIT para la Argentina, 2020. ISBN 9789220319291 digital
- 3) Seminario RSU MyEIA UTN FRBB 2020. Mg. Ing. Aloma Sartor- Mg. Ing. Olga Cifuentes
- 4) E-Waste as a Tool of Circular Economy. Dr. Prasad Modak. Environmental Management Centre.
- 5) Bibliografía Seminario Residuos peligrosos RAEE. MyEIA UTN BHI Prof. Dr. Ing. Horacio Campaña. Aula Virtual UTN FRBB 2018.
- 6) Publicaciones de OPDS Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible. P.B.A.
- 7) 2do Seminario de Gestión, Valorización y Desafíos para los Residuos Electrónicos realizado en Posadas, organizado por Misiones Online.net y ArgentinaForestal.com con el apoyo de la Municipalidad de Posadas, AESA Misiones, Aguas de las Misiones y el INYM.
- 8) Fernández Protomastro, G. (2013). Minería Urbana y la Gestión de los Residuos Electrónicos. Buenos Aires: Ediciones ISALUD, Grupo Uno.
- 9) Bari, M., Begum, M., Jamaludin, S., & Hussin, K. (2009). *Solvent Extraction Separation and Recovery of Copper, Nickel and Zinc from Printed Circuit Board by Cyanex 272*. Institute of Materials, Minerals and Mining. Maney.

10) Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. (1994). El Refino de los Metales del Grupo del Platino. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Sitios Web

Alianza Mundial para las estadísticas de Residuos Electrónicos: www.globalewaste.org

Asociación civil Nodo Tau: <https://tau.org.ar/>

CTEP (Confederación de Trabajadores de la Economía Popular): <http://www.ctepargentina.org/>

Cooperativa Reciclando Trabajo y Dignidad: <https://reciclandotodo.com.ar/>

FACCyR (Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores): <https://faccyr.org.ar/>

IDEA (Instituto de Actualización Empresarial ADIMRA): <https://www.adimra.org.ar/iaea/>

INAES (Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social): <https://www.argentina.gob.ar/inaes>

INDEC (Instituto Nacional de Censos y Estadísticas): www.indec.gob.ar

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS): www.argentina.gob.ar/ambiente

Ministerio de Desarrollo Social: <https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial>

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Información Legislativa y Documental: <http://www.infoleg.gob.ar/>

Ministerio de las Mujeres, Géneros y Diversidad: <https://www.argentina.gob.ar/generos>

Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social: <https://www.argentina.gob.ar/trabajo>

OCMAL (Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina): www.ocmal.org

<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>

OPPEPSS (Observatorio de Políticas Públicas de la Economía Popular, Social y Solidaria): <http://www.oppeps.org/#/>

OIT (Organización Internacional del Trabajo): www.ilo.org

RELAC (Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en América Latina y el Caribe): <http://www.residuoselectronicos.net/>

PREAL (Proyecto Residuos Electrónicos en América Latina): <https://residuoselectronicosal.org/argentina/>

Reciclarg Recycling Technology S.A: <https://www.reciclarg.com/>

Red de Centros UOMRA: <http://reddecentros.uom.org.ar/site/nuestros-centros/>

StEP (Solucionar el problema de los residuos electrónicos): <https://www.step-initiative.org>

TLC (Tecnología Libre de Conflicto): <http://www.tecnologialibredeconflicto.org/>

CODELCO. (n.d.). *CodelcoEduca*. Retrieved Mayo 23, 2016, from

https://www.codelcoeduca.cl/procesos_productivos/tecnicos_electrorrefinacion.asp

Dimitrijevic, S., Trujic, V., & Ivanovic, A. (2013). *Recycling of Precious Metals from E-scrap*. Mining and Metallurgy Institute Bor, Bor.

El Instituto de la UNU para el Estudio Avanzado de la Sostenibilidad. (2015, Noviembre).

Collections atUNU. Retrieved Febrero 21, 2016, from

https://collections.unu.edu/eserv/UNU:3315/eWaste_in_Latin_America_2015.pdf

Otras Direcciones WEB

5.1) Diario La Nueva Provincia y otras referencias varias obtenidas de la WEB

5.2) Source: <https://2016.export.gov/europeanunion/weerohs/>

5.3) Source: http://www.chemsafetypro.com/Topics/Restriction/China_RoHS_2_vs_EU_RoHS_2.html

5.4) Source: <https://2016.export.gov/europeanunion/weerohs/>

5.5) Source: http://www.chemsafetypro.com/Topics/Restriction/China_RoHS_2_vs_EU_RoHS_2.html

5.6) Fuente Economía circular <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>

5.7 Oro en la basura los secretos de la chatarra electrónica

<https://www.youtube.com/watch?v=oHlehJqSLEo>

5.8 Centro Basura Cero Por Ignacio de La Rosa, CNN Publicado a las 17:25 16 octubre, 2019

5.9 ¿Crees que los principios de la economía circular van a cambiar el actual modelo económico, social y medioambiental? Vota en la encuesta y comparte tu opinión. Fuentes: Verdes Digitales, Expok, Fundación para la economía circular, Lecciones de la naturaleza y El Mundo.

<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/>

5.10: <http://www.gsma.com/latinamerica/ewaste-colombia-2015>