

Análisis de las tecnologías empleadas en el pos consumo de residuos TIC en la ciudad de Mar del Plata

(Analysis of the technologies used in the post-consumption of ICT waste in the Mar del Plata city)

Greta Liz Clinckspoor¹ y Laura Zulaica²

Material original autorizado para su primera publicación en la revista Ciencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo.

Campo temático: Tecnologías de la Información.

Recepción: 9/12/2022 | Aceptación: 19/12/2022

Resumen

Los aparatos electrónicos plantean un desafío creciente en los entornos urbanos por volúmenes que sus residuos generan. El crecimiento anual es exponencial y se ha intensificado como resultado de la pandemia y de las modificaciones en los entornos laborales y académicos principalmente vinculados con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Existen numerosos estudios que analizan esta problemática; sin embargo, son escasos aquellos que abordan las tecnologías y técnicas utilizadas en el pos consumo de los aparatos TIC, desde los diferentes actores intervinientes en los procesos de valorización. En esta línea, el objetivo del estudio es analizar cómo se contemplan estos residuos en Argentina en general y particularmente, los procesos tecnológicos de valorización empleados desde diversos sectores en la ciudad de Mar del Plata. Asumiendo un enfoque exploratorio, se identificaron las principales corrientes de materiales y las capacidades técnicas de actores clave. La investigación permite establecer una línea de base para conocer, sistematizar y optimizar los procesos y condiciones que actualmente otorgan valor a estos residuos. Los resultados obtenidos revelan la necesidad fortalecer la gobernanza local en la valorización del pos consumo.

Palabras clave: Economía circular – tecnologías aplicadas en el territorio - residuos electrónicos TIC – pos consumo – corrientes de materiales recuperados

¹ CONICET – Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP. gretalizclinckspoor@gmail.com

² CONICET – IHAM, FAUD, UNMdP.

Abstract

Electronic devices pose a growing challenge in urban environments due to the volumes that their waste generates. Annual growth is exponential and has intensified as a result of the pandemic and changes in work and academic environments, mainly linked to Information and Communication Technologies (ICT). There are numerous studies that analyze this problem; however, there are few that address the technologies and techniques used in the post-consumption of ICT devices, from the different actors involved in the valorization processes. In this line, the objective of the study is to analyze how this waste is considered in Argentina in general and particularly, the technological processes of recovery used from various sectors in the Mar del Plata city. Taking an exploratory approach, the main streams of materials and the technical capabilities of key players were identified. The research allows establishing a baseline to know, systematize and optimize the processes and conditions that currently give value to these residues. The results obtained reveal the need to strengthen local governance in the valorization of post-consumption.

Key words: Circular economy - technologies applied in the territory - ICT electronic waste - post-consumption - flow of recovered materials

1. Introducción

Los aparatos electrónicos, omnipresentes en la cotidianidad urbana, plantean un desafío creciente por los residuos que generan. Estos aparatos aumentan exponencialmente cada año, debido a dinámicas urbanas en las sociedades actuales, fundadas en el intercambio de una gran cantidad de información (Peñaloza et al., 2014). Asimismo, a medida que se acortan sus tasas de recambio, aumenta la dependencia de uso para las actividades diarias. Este proceso se ha intensificado en el marco de las medidas de aislamiento asumidas por los gobiernos de todo el mundo debido al SARS COVID-19, reflejándose en las ventas de electrodomésticos que ascendieron un 50% durante 2020 en Argentina, en comparación con el año anterior (INDEC, 2022).

Por otra parte, debido a los impactos que generan, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos requieren un tratamiento específico y organizado para proteger el ambiente y la salud de la población (Blaser, 2009). Cabe destacar que dentro de la basura electrónica un pequeño porcentaje de su composición contiene elementos tóxicos e inseguros. Por otro lado, estos residuos contienen insumos útiles, en algunos casos valorados en el mercado internacional. De acuerdo con Vera Baquero (2012) en Argentina, de las 120 mil toneladas de residuos generados, el 50% se almacena en hogares y oficinas y 73 mil toneladas se vinculan con la Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Por su parte, el 90% de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) del país no son tratados adecuadamente.

Si bien la problemática en torno a los RAEE responde a causalidades y efectos tanto globales como nacionales, nos interesa en este estudio abordar la escala local considerando una ciudad intermedia de la provincia de Buenos Aires como es Mar del Plata. Mar del Plata es una localidad jerárquica dentro del corredor turístico costero sobre el Mar Argentino. Por su extensión y cantidad de habitantes, constituye la tercera urbanización de mediana escala en la Provincia. Se define como una aglomeración de tamaño intermedio mayor (Vapñarsky, 1995) y alberga el 95% de los habitantes del Partido de General Pueyrredon. General Pueyrredon posee en 2022 unos 662.430 habitantes (INDEC, 2015) y su ciudad cabecera, Mar del Plata es uno de los principales centros turísticos del país, destacándose además otros sectores productivos como el pesquero, textil, hortícola, alimentario, minero e industrial (Gareis & Ferraro, 2014). A nivel urbano, uno de los problemas más críticos proviene de los desequilibrios estacionales generados por el impacto turístico, ya que en épocas estivales la demanda de servicios crece significativamente y se duplica el volumen de ocupación de la ciudad. Esta problemática alcanza la gestión de residuos

cuyo volumen se incrementa alcanzando a los Residuos de las Tecnologías de la Información y Comunicación (RE-TIC) como recursos recuperables.

En relación con la gestión del pos consumo de los dispositivos electrónicos, un concepto útil para abordarla es la Minería Urbana. Esta concepción retoma la circularidad sistémica de la Economía Circular y sostiene que, si la mayor parte de la materia prima extraída de la corteza terrestre se utiliza en las ciudades, los excedentes de estos intercambios materiales producidos, permanecen en los entornos urbanos. Así, la recuperación de los recursos desechados, fue definida como Minería Urbana por Jacobs (1969) que presume a las ciudades como bases de capitales pasivos y como fuentes de materiales antropogénicos que pueden reciclarse cíclicamente (Brunner, 2011), aunque se disminuya su calidad material en cada ciclo (Samuelson & Nordhaus, 2010).

Por otra parte, el término valorización se interpreta de maneras diferentes en distintas disciplinas. Aquí, se opta por considerar un enfoque de base económica para representar los procesos que convierten o aumentan el valor monetario de los materiales o elementos de los RE-TIC. Estos componentes o aparatos en desuso recuperados se pueden valorizar entonces, mediante la reparación o mejoría de sus funciones, separación y obtención de sus materias primas o por incineración y recuperación energética (Fernández Protomastro, 2007).

En este contexto, el presente trabajo³ propone analizar los materiales valorizables y las tecnologías empleadas en la valorización de residuos electrónicos en Mar del Plata de acuerdo con los actores intervinientes en el pos consumo local. Previo a ello, se analizan algunos aspectos para abordar el territorio, a partir de antecedentes sobre los circuitos del pos consumo de RAEE en Argentina.

2. Metodología

La investigación asume un carácter exploratorio (Cazau, 2006) bajo un diseño de corte cualitativo. A fin de alcanzar el objetivo previsto, los procedimientos metodológicos se agruparon en dos etapas. La primera sistematiza la información referida a los aspectos clave del pos consumo de RAEE en Argentina. Este análisis permitió formular una serie de criterios prácticos (Gorden, 1975) para el relevamiento de datos en el territorio e identificar informantes claves, como así también para conocer las condiciones de accesibilidad, disposición y capacidad

³ Este estudio incluye resultados de la tesis doctoral de la primera autora titulada "Análisis de la valorización de los residuos electrónicos TIC en la ciudad de Mar del Plata. Aportes para su gestión sustentable", correspondiente al Doctorado de la Universidad Nacional de Luján en la Orientación Ciencias Sociales y Humanas. Por otra parte, los resultados aquí expuestos aportan a los objetivos del Proyecto de Investigación Interfacultades (PI3cET) Residuos urbanos y/o industriales, denominado "Nuevas Tecnologías para la Revalorización de los Residuos Plásticos: articulación público-privada e innovación para el desarrollo sustentable".

comunicacional que podría aportar cada actor interviniente al objetivo propuesto en el contexto local.

Luego de seleccionar los actores, se realizaron entrevistas estructuradas y abiertas, según el caso, a informantes involucrados en los procesos de valorización y en los circuitos comerciales de los RE-TIC. Los entrevistados fueron:

- Propietarios y encargados de una empresa privada local destinada específicamente a la recuperación de Residuos Electrónicos
- Propietarios de una de las “chatarreras” más importantes de la ciudad, que recibe cables y de manera aleatoria, plaquetas y carcazas metálicas.
- Dos recuperadores urbanos, que obtienen RAEE en la vía pública.

Los resultados de las entrevistas se volcaron a una matriz de datos simple definiendo categorías para su análisis. De acuerdo con Piovani y Muñiz Terra (2018), nuclear los datos en categorías conceptuales más abstractas contribuyen a hacer inteligible el proceso de construcción del conocimiento. Atendiendo a lo anterior, el tipo de muestreo cualitativo y los criterios empleados en las entrevistas, se ajustaron gradualmente en el proceso de investigación y en especial durante el proceso de interpretación de los datos.

3. Resultados y discusión

En materia específica de RAEE, no existe en Argentina una ley nacional de presupuestos mínimos que regule su gestión. Dada esta carencia y su complejidad le son aplicables un conjunto de convenios internacionales ratificados por el país y, de manera supletoria, se aplican a los RAEE, las siguientes leyes nacionales: la Ley N° 25.675 General del Ambiente, la Ley N° 25.916 para la Gestión Integral de Residuos Domiciliarios y la Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos⁴ (Clinckspoor, Martínez & Ferraro, 2021).

La corriente de RAEE incluye todo tipo de electrodomésticos que ya no se utilizan, y más allá de las discrepancias conceptuales, normalmente se asocian con los residuos especiales de generación universal (REGU). A su vez, estos residuos pueden interpretarse como la “contracara de la innovación”. En el marco de nuevas economías del conocimiento, el uso de las TIC adquiere cada vez mayor relevancia a partir del incesante recambio tecnológico, la búsqueda de la disminución de la brecha digital y el consumo masivo de artefactos electrónicos (Clinckspoor & Suarez, 2018).

⁴ Esta Ley regula aspectos referidos a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos.

3.1 Caracterización del sector y de los materiales en Argentina y en el contexto internacional

En cuanto a producción de materiales valorizables disponibles a partir de la disposición de aparatos electrónicos, los antecedentes muestran divergencias en las estimaciones. Fernández Protomastro (2014) señala que, si bien el promedio mundial de RAEE generado por habitante anualmente se estima en 7 kg, en Argentina se generan unos 8,5 kg per cápita. El autor afirma que la cantidad continúa en aumento y para el año 2025 será de 15 kg per cápita. En otro informe más reciente, se indica que la generación promedio por habitante es de 10,3 kg (Maffei & Burucua, 2020), siendo que el crecimiento se traduce también en los RAEE. Asimismo, se calcula que de las 465 mil toneladas de RAEE producidas en Argentina, aproximadamente el 3% son tratados; mientras que entre el 50 al 60% permanecen almacenados y luego de un tiempo terminan en basurales o rellenos sanitarios (Maffei & Burucua, 2020).

Si bien es escaso el porcentaje de RAEE que se recupera, el sector de trabajadores involucrados resulta significativo. De acuerdo con un estudio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT O. I., 2019), 34.000 puestos de trabajo en Argentina se dedican a la gestión de RAEE. El circuito de RAEE se divide entre el formal y el informal. Los principales actores del sector formalizado son Empresas de gestión privadas, Empresas de la Economía Social y Solidaria (ESS) como cooperativas y asociaciones, Iniciativas académicas, Unidades de gestión estatales y Organizaciones de la sociedad civil que normalmente reciben por donación estos recursos. En general, el sector es exclusivamente masculino, cuenta con escasa participación de mujeres (por estereotipos y brechas de género) y en las iniciativas de la ESS se identifica una alta participación de jóvenes (Di Santo et al., 2020).

Por otra parte, diferentes organizaciones han realizado estimaciones sobre el trabajo informal en la recolección, clasificación y el tratamiento de los RAEE en el país. La OIT (2017) calcula 600 trabajadores informales; mientras que la Federación Argentina de Cartoneros y Recicladores (FACyR) afirma que en 2019 existían más de 2.000. Dentro del sector informal, existen alrededor de 9.000 niños, niñas y adolescentes de entre 5 y 15 años que recuperan residuos con intención de venta. Se estima que unos 180 podrían estar manipulando RAEE (INDEC, 2018). El resto de este tipo de actores son empresas gestoras de residuos que no se especializan en RAEE y cooperativas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que recuperan RAEE de manera circunstancial.

Respecto de los procesos tecnológicos, se observa que los materiales recuperables que componen los residuos electrónicos pueden agruparse en cuatro grandes categorías: metales, vidrios, plásticos y otros (como los embalajes necesarios para su transporte y almacenamiento). La distribución de sus proporciones en cada equipo

depende directamente del tipo de producto del que se trate. En función de ello, se consideran como *Sustancias Valorizables o Redituables* sólo a una parte de ellas, las que vez extraídas del conjunto que conforma el equipo o aparato electrónico, son aptas para ofrecer una rentabilidad económica positiva. Los residuos de este tipo pueden ser: metales preciosos o semi-preciosos (como oro, plata, níquel, platino, entre otros), metales ferrosos (generalmente usado en carcasas, esta chatarra resulta un sub-producto apto a ser reciclado ilimitadamente sin perder sus propiedades) y metales no férreos (como estaño, zinc, cobre o aluminio, entre otros). El cobre (generalmente alojado en los cables) se considera el metal con mayor crecimiento en demanda, ya que aumenta de forma paralela al consumo de tecnología. Por otra parte, el aluminio, igualmente de gran potencial de reciclaje, se puede refundir consumiendo menos energía que en su producción primaria a partir de la electrólisis de la alúmina.

En el contexto latinoamericano, entre los materiales recuperados predominantes son los metales, tanto los ferrosos como los no ferrosos (Figura 1).

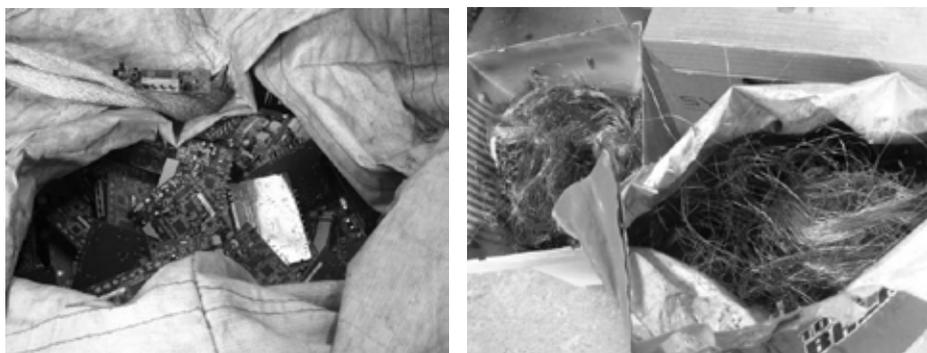


Figura 1. Materiales valiosos recuperables a nivel local. Fotografía propia (2016).

La región cuenta con desarrollos tecnológicos para la recuperación de subproductos, como así también con un mercado constante de insumos reciclados. Paralelamente, en los residuos se encuentra una vertiente de sustancias a ser tratadas de forma especial, denominadas *Sustancias Peligrosas*. Debido a la ausencia de normativas que auspicien los circuitos sustentables para el tratamiento de estos residuos, son asumidos como peligrosos. Paradójicamente, estudios realizados en la Unión Europea, indican que estas sustancias representan aproximadamente el 3% del peso de la composición total del equipo (Trufó, 2010).

Por otra parte, existe un porcentaje de materiales que no se consideran propicios para ser revalorizadas, denominados *no valorizables o no redituables*. Para los sistemas con lógicas basadas en la generación de capital, estos residuos no revisten interés dado que la rentabilidad de su tratamiento no genera ingresos que compensen los gastos para su procesamiento. Sin embargo, su disposición en rellenos sanitarios,

no garantiza la sostenibilidad de un sistema de gestión en el largo plazo.

Esta breve caracterización de los residuos electrónicos se esquematiza en la Figura 2, cuya información de base toma los porcentajes medios dentro de una computadora, según la Agencia Medioambiental Europea.

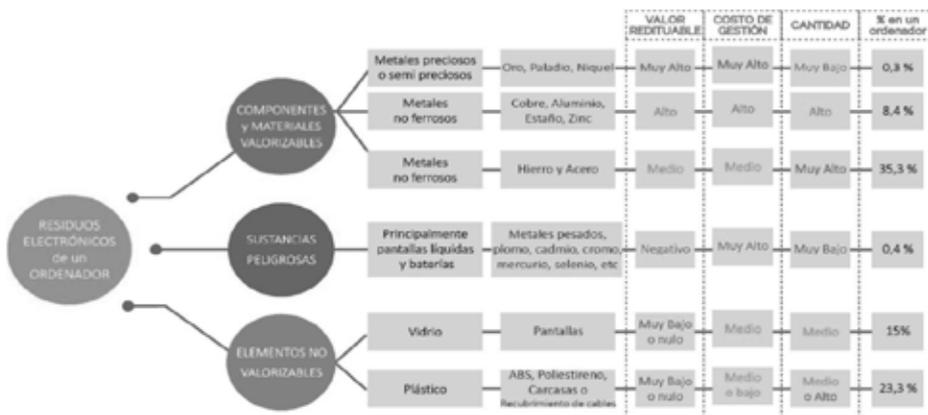


Figura 2. Principales corrientes de materiales y sub-componentes de los RE-TIC.

Fuente: Elaboración propia con base en Varela Penedo (2016).

3.2 Las sustancias peligrosas en el pos consumo

En general, los actores intervinientes en el sector de pos consumo de RAEE, manifiestan los inconvenientes de considerar a esta corriente como peligrosa, ya que esto repercute en los procesos de valorización. Basta con mencionar por ejemplo que, para exportar desde Argentina placas electrónicas hacia países del Norte Global, necesitan trasladarlas hasta el puerto de Buenos Aires en camiones especiales y por supuesto más costosos. La principal contradicción surge a partir de que, el mismo producto, ingresa al país sin restricciones, pero sale como residuo peligroso hacia puertos que no lo consideran de esta manera. En otras palabras, sus componentes resultan inocuos a la salud y el ambiente durante la etapa de uso de los artefactos (ya que se encuentran contenidos en placas, conectores, etc.) por lo que tampoco sería pertinente que sean regidos completamente en los términos de la Ley N° 24.051. Este es un ejemplo relevante de la necesidad de considerar normativa específica sobre los materiales valorizables dado que conforman un incentivo para que empresas sociales o privadas dediquen sus labores en el reciclado completo de los RE-TIC. Por otro lado, los artefactos electrónicos más nuevos que ingresan a la Argentina, cambian sus materiales y tecnologías aproximadamente cada dos o tres años y continúan siendo regulados por una ley anterior a que el primer teléfono celular fuera de consumo masivo en 1992.

En cuanto al aprovechamiento energético de estos materiales, se puede mencionar que las sustancias peligrosas sólo en ciertas circunstancias pueden ser incineradas

y bajo estrictos controles que garanticen la inocuidad de su proceso. En Argentina, existen distintos factores que influyen en la prohibición para combustionar residuos con el objetivo de obtener energía, asociados a desafortunados procesos históricos en el tratamiento de los residuos por quema, como así también a la escasa tecnología e inversión requerida para plantas de incineración y debido a la inconstancia en regulaciones y controles de muchos dispositivos del estado, entre otras cuestiones. En líneas generales, estos residuos se destinan a rellenos sanitarios -o directamente a basurales a cielo abierto- y su recuperación económica actualmente resulta nula.

Normalmente es extremadamente costoso y difícil, extraer las sustancias peligrosas de los equipos dado que se encuentran muy distribuidas e íntimamente ensambladas a las diferentes partes integrantes del mismo, como soldaduras, pigmentos y estabilizadores de plásticos, pinturas, componentes electrónicos, entre otros (Chaverra Arias, 2014). Entre las sustancias peligrosas que se encuentran en estos residuos, el Cuadro 1 resume los principales elementos y dónde se encuentran.

Cuadro 1. Sustancias peligrosas en los RAEE.

Sustancias Peligrosas de los RAEE	Componentes que los contienen	Efectos
Compuestos bromados (RFB)	En circuitos impresos, carcasas, cables, y teléfonos celulares	De neurotoxicidad. La exposición persistente a estos compuestos puede conducir a problemas de aprendizaje y memoria, pueden interferir con la tiroides y con el sistema hormonal del estrógeno.
Plomo y Oxido de plomo	Monitores, televisores, baterías, soldaduras en circuitos impresos	La exposición al plomo contenido puede causar daños cognitivos en los niños y dañar el sistema nervioso, reproductivo y circulatorio en los adultos
Cadmio	En pilas o baterías recargables y en viejos monitores	Puede acumularse en el ambiente y es altamente tóxico, afectando principalmente riñones y huesos
Mercurio	Algunos monitores, pilas, interruptores o lámparas	Puede causar daños en el sistema nervioso central
Compuestos de cromo hexavalente	Utilizados en la producción de cubiertas de metal	Altamente tóxicos y carcinogénicos
Policloruro de vinilo (PVC)	Es un plástico utilizado en productos electrónicos como aislante en cables y alambres.	Los procesos de producción y desecho por incineración del PVC generan la liberación de dioxinas y furanos. Estos químicos son altamente persistentes en el ambiente y muchos son tóxicos, incluso a muy bajas concentraciones.
Litio		Ocasiona afecciones en el sistema nervioso, fallas respiratorias y náuseas
Níquel	Baterías Ni-Cd.	Produce efectos sobre el sistema respiratorio, alergias, irritación en ojos y piel. Posible cancerígeno y teratogénico.

Fuente: Elaboración propia con base en Greenpeace (2012).

El caso de los circuitos impresos, es uno de los componentes más polémicos de los RE-TIC. Por el momento, estos se categorizan como peligrosos y valorizables al mismo tiempo. Existe un “conflicto legislativo” dado que poseen sustancias peligrosas (que en el contexto estudiado no se pueden tratar tecnológicamente), y de igual forma, algunas de ellas son de alto valor económico en el mercado

internacional, por lo cual se exportan y son tratadas con tecnologías avanzadas en el exterior. Es el rédito de esta sub-corriente, la que permite que muchas de las empresas privadas que tratan los RE-TIC de manera sustentable, logren solventar los gastos por los procedimientos necesarios de las sustancias peligrosas.

3.3 Los actores locales y los procesos empleados en la valorización

Luego de identificar las principales corrientes materiales del pos consumo, se propone detallar algunas cuestiones generales respecto de los actores intervinientes en los procesos de valorización en la ciudad de Mar del Plata. Cabe señalar que si bien en el mapeo general, participa una mayor cantidad de actores (como trabajadores de la recolección, intermediarios, agentes municipales, entre otros), en este estudio sólo fueron tomados en cuenta quienes que a nivel local efectúan algún tipo de valorización del residuo.

En Mar del Plata, un actor clave es una *empresa privada* que se dedica de forma exclusiva a trabajar con los valorizables devenidos de los artefactos TIC. Recientemente, efectuaron diversas campañas vinculadas con la Universidad Nacional de Mar del Plata para recolectar RE-TIC (dado que no cuentan con puntos fijos para su colecta). En estas experiencias, reunieron por jornada alrededor de 9 toneladas de material valorizable.

Luego, los residuos son trasladados a sus galpones donde son desarmados y separados para su comercialización en diferentes sectores.

Este es un caso sumamente interesante desde la perspectiva de las tecnologías empleadas y en algunos casos, desarrolladas para trabajar particularmente con el procesamiento de ciertos subcomponentes. Como se observa en la Figura 3, algunos de los procesos requieren herramientas simples, tales como básculas para el pesaje del material, mesa de trabajo, atornilladores para su desarme, etc.



Figura 3. Maquinarias para las primeras etapas de procesamiento de RE-TIC. Fotografía propia (2016).

Sin embargo, para la obtención de los elementos valorizables y su separación de los no valorizables, se emplean tecnologías más específicas. Por ejemplo, la gran cantidad de cables recibidos compuestos por plástico y cobre, son primeramente triturados y luego se procesan en una mesa densimétrica, como lo muestra la primera imagen de la Figura 4, donde se separa por imantación un material del otro. Esta mesa fue producida por el propio personal de trabajo de la empresa, que de manera simple y sin una gran inversión logró efectuar un importante avance en términos de valorización.



Figura 4. Mesa densimétrica utilizada para la separación del cobre y el plástico de los cables.
Fotografía propia (2016).

En otro orden de requerimientos tecnológicos, tanto en inversión técnica como económica, los metales preciosos de los circuitos impresos no son recuperados en el ámbito local, pero tampoco regional y nacional. Ello conlleva a la exportación a compañías externas que se dedican a su tratamiento y recuperación, como es el caso de la empresa con la que trabajan en Bélgica.

El segundo actor analizado lo constituyen los *acopiadores*, *chattarreros* o *dueños de depósitos*, quienes se diferencian en medianos o grandes. Dentro de esta última categoría, se cuentan sólo dos en el partido de General Pueyrredon, quienes cumplen una función clave en la cadena de reciclado, conformando una “bisagra” entre la actividad informal -los recuperadores- y la formal -la industria- (Schamber & Suárez, 2002). Es por ello que se considera que, los galpones de acopio y chatarrerías, dependiendo de su escala trabajan en un ámbito de “semi-formalidad”. No obstante, cuentan con recursos de conocimiento afinados que les permiten realizar clasificaciones más rigurosas de diferentes recursos materiales y poseen mayor capacidad de gestión para insertar sus productos.

Una de las empresas analizadas, se dedica a la compra chapas, aluminio y baterías, entre otros materiales. Si bien muchos procesos son manuales, también cuenta con diversos tipos de maquinaria y camiones de traslado para destinarlos a acerías, donde se funden y recuperan. Las maquinarias utilizadas son costosas y nuevas (Figura 5), tales como hidráulicas para levantar y movilizar objetos pesados y compactadoras.

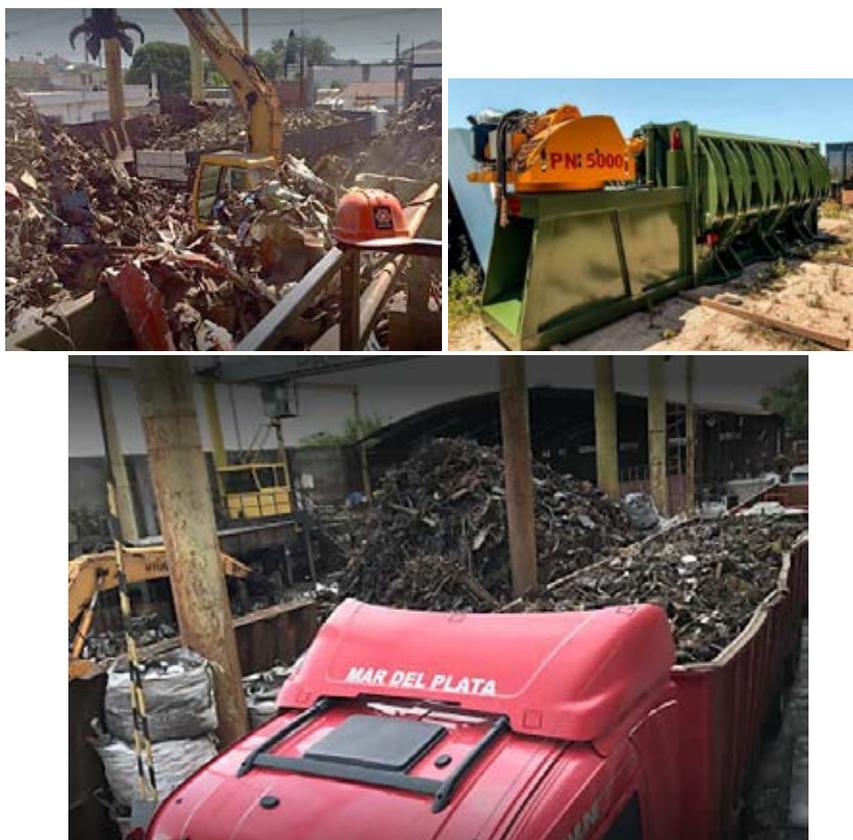


Figura 5. Fotografías de algunas maquinarias de la empresa chatarrera.

Por último, se consideraron los *recuperadores urbanos* (RU). En general la extracción de componentes de reventa por parte de los RU, se caracteriza por reeditarles menores beneficios que los que deja para otros actores. Esto se debe también a su baja capacidad para trasladar volúmenes importantes a ser tratados, pues la ganancia surge de la cantidad de materiales que se relaciona directamente con las posibilidades de acopio. Al no poseer capacidad técnica para su remoción, en el proceso de desarme de los RE-TIC, los recuperadores tampoco cuentan con la oportunidad de comercializar elementos de mayor valor, como oro, plata y cobre. Así también, descartan los componentes tóxicos de manera insegura. Cabe destacar que son numerosas las familias que trabajan sin elementos de protección en el desmantelamiento y quema, a cielo abierto de aparatos eléctricos y electrónicos.

Una vez que obtienen el residuo, considerado *material valorizable*, lo trasladan en general hacia sus hogares. Allí comienza el desarme y selección de los elementos recuperables para su posterior venta, utilizando en herramientas sencillas. De este modo seleccionan los materiales para su posterior clasificación y venta: plásticos (en diferentes formas), metales (cobre, bronce y aluminio, hierro) y vidrios. En el área de este estudio, estos mecanismos se rigen según la relación peso-precio (del material) de la carga.

4. Conclusiones

Si bien son numerosos los actores que intervienen en los procesos de recuperación de materiales asociados a los aparatos eléctricos y electrónicos, el análisis realizado en este trabajo permitió indagar acerca de las principales tecnologías implicadas en el pos consumo. Cada grupo de actores recupera materiales específicos fundamentalmente asociados con las capacidades tecnológicas y de gestión con las que cuenta.

Desde el punto de vista tecnológico, existen grandes disparidades entre los diferentes actores que se encargan de desarmar y clasificar los materiales. En general, los RU no cuentan con herramientas ni espacios óptimos para desarrollar estas actividades y las viviendas funcionan como espacios de trabajo. En contraposición, la empresa privada ha desarrollado maquinaria específica para obtener un componente en particular.

En este escenario, las lógicas y las capacidades industriales con las que se vincule el sistema socio-económico a nivel local y regional, serán las que categoricen a los residuos con mayor o menor rentabilidad para su revalorización que, en este caso está dada por cantidad, tipo de maquinarias, conocimientos y capacidad de gestión.

Cabe señalar que las legislaciones que regulan este tipo de prácticas debieran contemplar la factibilidad económica que involucran estos procesos. Actualmente, este aspecto constituye un condicionante ya que el análisis del costo-beneficio de un tratamiento de residuos de este tipo debe equiparar y superar la diferencia entre los

costos que implica tratar las sustancias peligrosas y el rédito obtenido de los valorizables.

Por otro lado, y atendiendo a que se trata de un problema global con impactos locales y regionales, se considera prioritario que desde el momento en que se diseña un aparato electrónico, se incorpore la perspectiva de la Economía Circular, especialmente considerando la etapa pos consumo.

Referencias

- Blaser, F. (2009). *Gestión de residuos electrónicos en Colombia. Diagnóstico de electrodomésticos y de aparatos electrónicos de consumo*. Bogotá DC, Colombia: EMPA, ANDI, CNPM.
- Brunner, P. H. (2011). Urban mining a contribution to reindustrializing the city. *Journal of Industrial Ecology* 15, 339-341.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Ruidinuskín.
- Chaverra Arias, D. (2014). *Extracción de cobre a partir de tarjetas de circuito impreso de residuos electrónicos*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Clinckspoor, G. L., & Suárez, F. (2018). Los RAEE, nuevos desafíos urbanos. Una aproximación a los estudios sobre residuos de aparatos electrónicos y eléctricos en Latinoamérica. *Recicloscopio V*, 285-320.
- Clinckspoor, G. L., Martínez, A. N., & Ferraro, R. F. (2021). Revisión de los principales instrumentos normativos relacionados con residuos electrónicos, desde una perspectiva norte y sur global. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 79-98.
- Di Santo, C., Martínez, L., Rodríguez, E., Burucua, A., Iribarne, R., Maffei, L., et al. (2020). *Gestión integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación; Oficina de País de la Organización Internacional del Trabajo para Argentina.
- Fernández Protomastro, G. (2007). *Estudio sobre los circuitos formales e informales de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina*. Buenos Aires: E-srap, Ecogestionar-Ambiental Del Sud AS.
- Fernández Protomastro, G. (2014). *Buenas Prácticas para la Gestión Sostenible de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Buenos Aires: Enonormas Mercosur.

- Gareis, M. C., & Ferraro, R. F. (2014). Actividad turística y emisiones de CO₂. El caso de Mar del Plata. *Revista Estudios Ambientales*, 43-58.
- Gorden, R. L. (1975). *Interviewing: Strategy, techniques, and tactics*. Dorsey Press.
- Greenpeace (2012). *Minería y Basura electrónica: la irracionalidad en el manejo de los recursos*. Disponible en <http://www.greenpeace.org/argentina/es/campanas/contaminacion/basura-electronica/Componentes-Toxicos/>
- INDEC (2015). *Estimaciones de población por sexo, departamento y año calendario 2010 - 2025*. N° 38 Serie de Análisis Demográfico. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INDEC (2018). *Encuesta de Actividades de Niños, Niñas y Adolescentes 2016-2017*. Disponible en https://www.Indec.gob.ar/ftp/cuadros/sociedad/eanna_2018.pdf
- INDEC (2022). *Encuesta de comercios de electrodomésticos y artículos para el hogar*. Informes técnicos, Vol. 6, N° 98. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. New York: Vintage.
- Maffei, L., & Burucua, A. (2020). *Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y empleo en la Argentina*. Buenos Aires: Regiones y países OIT en América Latina y el Caribe.
- OIT. (2017). *Estimación de Empleo Verde en la Argentina. La cadena de valor de los desechos electrónicos*.
- OIT, O. I. (2019). *Trabajo decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos*. Ginebra: Documento temático para el Foro de Diálogo Mundial sobre el Trabajo Decente en la gestión de los desechos eléctricos y electrónicos.
- Peñaloza, B., Narvaez, C., & Solanes, F. (2014). Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos: Su problemática en Argentina. *14° Simposio Argentino de Informática y Derecho, SID 2014*, 150-171.
- Piovani, J. & Muñiz Terra, L. -coordinadores- (2018). *¿Condenados a la reflexividad?: Apuntes para repensar el proceso de investigación social*. Buenos Aires: Biblos, CLACSO.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2010). *Economics*. McGraw-Hill.
- Schamber, P., & Suárez, F. (2002). Actores Sociales y Cirujeo y Gestión de Residuos. Una mirada sobre el circuito informal del reciclaje en el Conurbano

Bonaerense. *Realidad Económica* N° 190, 1-11.

Trufó, V. (2010). *Destino final de los equipos electrónicos obsoletos de usuarios corporativos de TIC en Argentina*. Plataforma RELAC ID.

Vapñarsky, C. (1995). Primacía y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950. *Desarrollo económico*, 227-254.

Varela Penedo, P. (2016). *Análisis del impacto económico y ambiental del reciclaje de residuos eléctricos y electrónicos*. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial Barcelona.

Vera Baquero, Y. F. (2012). Descripción y análisis de sustentabilidad económica del sistema de gestión de RAEE en la Argentina. *Tesis de Maestría en Gestión de Servicios Tecnológicos y Telecomunicaciones*. Universidad de San Andrés.