

ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA A LOS RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS COMO ALTERNATIVA SOCIOAMBIENTAL Y ESTRATEGIA PRODUCTIVA EN EL CANTÓN PEDRO CARBO

CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO ELECTRICAL AND ELECTRONIC WASTE AS A SOCIO-ENVIRONMENTAL ALTERNATIVE AND PRODUCTION STRATEGY IN THE PEDRO CARBO CANTON

Juan Alberto Peñafiel Lino^{1*}

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí. Instituto de Posgrado. Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9599-8606>. Correo: peñafiel-juan3472@unesum.edu.ec

Darwin Marcos Salvatierra Piloza²

² Universidad Estatal del Sur de Manabí. Instituto de Posgrado. Programa de Maestría en Gestión Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>. Correo: darwin.salvatierra@unesum.edu.ec

*** Autor para correspondencia:** peñafiel-juan3472@unesum.edu.ec

Resumen

El uso de recursos naturales, el desafío de leyes y sostenibilidad ambiental, así como la gestión de residuos, recibe una atención de gran importancia. El objetivo de esta investigación fue analizar la economía circular como una estrategia en el manejo de residuos eléctricos y electrónicos desechados en el cantón Pedro Carbo. El estudio fue descriptivo no experimental. Como técnica se aplicó una encuesta adaptada de una investigación realizada por Oblitas, Sangay, Rojas y Castro en el año 2019 para conocer cómo se lleva el tratamiento de los residuos eléctricos y electrónicos. El estudio se realizó en dos fases: En la primera se revisó bibliografía, se analizó fichas técnicas de los equipos, se realizó investigación de campo a las instituciones objeto de estudio para determinar la aplicación de normativas de responsabilidad extendida y conocimiento del acuerdo ministerial 190 relacionado a la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Como segunda fase se tabuló los resultados, se analizaron y se concluyó con el propósito de identificar la percepción de la oferta de computadoras y equipos remanufacturados. Los objetos de análisis: 5 entidades públicas, 5 privadas, 7 Cyber, 3 talleres técnicos y 3 almacenes de venta de productos tecnológicos, mismos que serán utilizadas como muestra. Se empleó un diseño estadístico para la comparación entre los generadores usando la prueba ANOVA para determinar si los resultados son significativos. Como resultado, se determinó la relación entre el nivel socioeconómico y la aceptación de la computadora y se encontró una



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

correlación significativa entre las variables. Como conclusión se tiene que, la economía circular es una alternativa adecuada a la gestión de residuos eléctricos y electrónicos, observado opiniones positivas sobre estos productos en función de las necesidades informáticas de los usuarios.

Palabras clave: Economía circular; gestión de residuos eléctricos y electrónicos; factores de emisión; costo de recolección de residuos.

Abstract

The use of natural resources, the challenge of laws and environmental sustainability, as well as waste management, receive great attention. The objective of this research was to analyze the circular economy as a strategy in the management of electrical and electronic waste discarded in the Pedro Carbo canton. The study was descriptive, not experimental. As a technique, a survey adapted from an investigation carried out by Oblitas, Sangay, Rojas and Castro in 2019 was applied to find out how electrical and electronic waste is treated. The study was carried out in two phases: In the first, the bibliography was reviewed, technical data sheets of the equipment were analyzed, field research was carried out at the institutions under study to determine the application of extended responsibility regulations and knowledge of the related ministerial agreement 190. to the management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE). As a second phase, the results were tabulated, analyzed and the study was concluded with the purpose of identifying the perception of the supply of remanufactured computers and equipment. The objects of analysis: 5 public entities, 5 private, 7 Cyber, 3 technical workshops and 3 warehouses for the sale of technological products, which will be used as a sample. A statistical design was used for the comparison between the generators using the ANOVA test to determine if the results are significant. As a result, the relationship between the socioeconomic level and the acceptance of the computer was determined and a significant correlation was found between the variables. As a conclusion, it is concluded that the circular economy is an adequate alternative to the management of electrical and electronic waste, observing positive opinions about these products based on the computing needs of users.

Keywords: Laptops, electrical and electronic waste management, emission factors, cost of waste collection.

Fecha de recibido: 24/11/2024

Fecha de aceptado: 31/01/2025

Fecha de publicado: 13/02/2025

Introducción

La economía circular ha sido conceptualizada como un sistema industrial que es restaurativo o reproducible a través de la intención y el diseño, tiene como objetivo mejorar la gestión de residuos optimizando la producción de componentes y ciclos de materiales para mantenerlos en su mejor estado y valor (Gardetti, 2019). La economía circular es un paradigma que propone la regeneración y restauración de los ecosistemas



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

a través de un cambio estratégico en la producción y el consumo, evitando desde el principio la generación de residuos (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

Los estudios muestran que la Economía Circular presenta una oportunidad de 4,5 billones de dólares, capaz de impulsar el PIB mundial en un 1,1%, crear muchos puestos de trabajo y hacer la economía más resiliente (wbcsd, 2017). La responsabilidad de estas cifras es compartida; por un lado, las empresas y publicidad empujan a los consumidores a comprar nuevos modelos de los productos y a desechar los viejos o la vida de los productos simplemente es corta. Por otro, estas cifras invitan a los países a repensar no solo el modelo económico, sino sobre todo a reformular el nuevo modelo de sociedad que tenemos actualmente; en donde gastamos más de lo necesario para producir, contaminamos el medio ambiente y al mismo tiempo aumentamos innecesariamente el coste de la vida. Se vuelve entonces evidente la necesidad de concientizar a los consumidores para que piensen primero en reparar un producto dañado antes que en tirarlo y reemplazarlo por otro.

El desarrollo sostenible depende, en los próximos años, de la aplicación de las mejores prácticas como es el caso de la economía circular, además de la inversión en innovación y tecnología (Arroyo Morocho, 2018). La economía circular multiplica la productividad de los recursos extraídos de la naturaleza: por lo tanto, cumple con los objetivos fijados por la UE en materia de eficacia en el uso de los recursos (Frérot, 2014).

El continente europeo es pionero en implantar el modelo económico circular en su industria (Roberto et al., 2018). América Latina cuenta con un enorme potencial para aplicar la economía circular en términos de uso eficiente de recursos y creación de políticas respecto al manejo y reciclaje de residuos que puedan ser grandes oportunidades para generar una nueva cultura innovadora y emprendedora (Sonny Eli Zaluchu, 2021).

En Ecuador, la economía circular se ha convertido en un paradigma clave para la utilización de recursos a través de la reducción de residuos, el reciclaje y la reutilización en procesos de producción a diferente escala. Este método de crear una economía sostenible beneficia a todos los segmentos de la nación. La Cooperación Técnica Alemana GIZ en Ecuador busca apoyar políticas públicas, herramientas y acciones concretas que apoyen la transición a un modelo económico sustentable en conjunto con los esfuerzos que viene realizando el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversión Extranjera y Pesca en colaboración con numerosos actores públicos, privados y de la sociedad civil (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca., 2021).

A nivel normativo, la Constitución de la República Ecuatoriana (2008) creó el marco necesario para la transición a una economía circular, al mismo tiempo que permitió la protección del derecho al medio ambiente sano y el fin del ciclo vital, todo lo cual contribuye a la idea de que la naturaleza es un sujeto de derechos, tal como reza en los artículos 14, 15, 66, 73, 83 y 275.

La Comisión de Estudio 5 del UIT-T "Medio ambiente, cambio climático y economía circular" ha elaborado una serie de normas internacionales (las Recomendaciones del UIT-T) destinadas a prestar apoyo a los colectivos interesados de las grandes ciudades y al sector de las TIC para desarrollar un sistema sostenible de gestión de los residuos electrónicos, evaluar la incidencia ambiental de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, definir un procedimiento seguro de reciclaje de metales raros en las TIC, aplicar el objetivo de reducción de residuos electrónicos de la Agenda Conectar 2020 y avanzar hacia una economía circular, entre otros objetivos.



Los residuos eléctricos y electrónicos son todos los componentes de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) o de sus componentes, que hayan sido desechados como desperdicios sin fines de reutilización (Step Initiative, 2004). Según el Observatorio Mundial de Residuos Electrónicos 2020, se produjeron 53,6 millones de toneladas (Mt) de desechos electrónicos a nivel mundial en 2019. Esto equivale a un promedio mundial de generación de RAEE de 7,3 kg por persona por año entre países desarrollados y países en desarrollo. De estos RAEE, sólo el 17,4% fue recaudado por los canales correspondientes (Forti et al., 2020).

En la actualidad, debido a la creciente atención al uso restringido de los recursos naturales, la sostenibilidad y los desafíos legales ambientales, el impacto de la eliminación del producto al final de su vida útil ha recibido una atención considerable (Oblitas, 2019). Se ha demostrado el impacto de la regulación en la gestión de residuos corporativos, lo que demuestra que todas estas normativas han distanciado el concepto de economía circular de las empresas modernas (Díaz, 2019).

El RAEE cobra cada vez más importancia en el ámbito de la gestión de residuos. Se estima que la producción mundial ha aumentado de 20 toneladas en 2009 a 25 toneladas y casi 45 toneladas en 2016 (Balde et al, 2017). De manera similar, el progreso tecnológico ha llevado al desarrollo continuo de equipos eléctricos y electrónicos (AEE), que tienen una vida útil limitada y pueden usar en teléfonos móviles y computadoras personales por solo 2 a 5 años; 5 a 7 años para televisores; y alrededor de 10 años para lavadoras y lavavajillas, refrigeradores y unidades de aire acondicionado (Robinson, 2009).

La Agenda Conectar 2030, los Estados Miembros de la Unidad Internacional de Telecomunicaciones (UIT), se han marcado la meta para 2030 de aumentar el reciclaje de los residuos electrónicos en un 30% y el porcentaje de países dotados de una legislación en materia de residuos electrónicos en un 50%. También se han comprometido a reducir el volumen de los residuos electrónicos redundantes en un 50%, el cumplir con estas estrategias se contribuye a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular los Objetivos 3, 8, 9, 11, 12 y 13.

De acuerdo a cifras de la Secretaría de Telecomunicaciones del Ecuador del 2018, se estima que, más del 80% de los desechos electrónicos tienen un destino desconocido (Calpa-Oliva, 2020). Para este autor, ahora existen iniciativas donde se le está dando a las chatarras electrónicas una segunda oportunidad de utilización o usar sus piezas y componentes con la perspectiva de reducir el consumo de energía, materia prima y recursos naturales, entre otros, a más de lo mencionado se aportaría efectivamente a una estrategia de economía circular, puesto que se tiene como referencia que el 97% de un equipo computacional es revalorizarle y aprovechable, el 3% corresponde a sustancia químicas tóxicas.

Por lo que antecede y para hacer frente a la crítica situación de descarte electrónico a nivel global se necesita urgentemente de leyes que haga responsable a los fabricantes por los productos que colocan en el mercado aun luego de que estos sean descartados por sus clientes, varios países ya cuentan con marcos regulatorios que adoptan el principio de responsabilidad extendida del productor para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a lo largo de su ciclo de vida, desde su producción, uso, hasta su disposición final. Esto concuerda con los criterios donde se menciona que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos [RAEE], tienen un crecimiento mayor al de los residuos sólidos urbanos, en gran parte debido a su elevado y creciente consumo. (Rodríguez et al., 2013). Los aparatos eléctricos y electrónicos se han convertido en elementos imprescindibles en nuestros hábitos de vida. (González Gómez et al., 2015).



La problemática que deriva del manejo informal de los RAEE está basada en que las prácticas de manipulación y disposición final del residuo son realizadas de manera incorrecta, esto a su vez genera impactos que resultan negativos para el medio ambiente y puede ocasionar el deterioro en la salud de las personas (Caicedo Londoño, 2020). La obsolescencia es un término que se refiere a la vida útil, o valor de uso, de un artefacto o servicio en función del tiempo. (Vega, 2012). El Convenio de Basilea pretende reducir la generación de desechos peligrosos y el movimiento transfronterizo de estos, asegurar su manejo ambientalmente racional, promover la cooperación internacional para estos fines y crear mecanismos de coordinación y seguimiento (Frank van Steenberg & Tuinhof, 2009). Los breves ciclos de innovación tecnológica y prácticas como la obsolescencia programada hacen que los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) sean sustituidos con demasiada frecuencia, desechándose prematuramente equipos que todavía funcionan correctamente o pueden ser fácilmente reparados. (Puentes, 2018).

El Ministerio del Ambiente, Agua del Ecuador, indica que el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) está relacionado con la responsabilidad de residuos desde la producción, y su objetivo se centra en minimizar los daños ambientales, promueve la implementación de estrategias a través de diversos instrumentos de políticas públicas y regulaciones. En el 2019 se recuperó 150 toneladas de desechos plásticos de uso agrícola, 578,105 neumáticos fuera de uso y 273,452 celulares en desuso. Se identificó 831 organizaciones que deben ser partícipes en la economía circular. El 47% de las 379 organizaciones participantes indican ya tener estrategias circulares (Valencia, 2021).

Con el propósito de aportar a los esfuerzos establecidos en el Acuerdo Ministerial 190 vinculado a la política de post consumo de productos eléctricos y electrónicos en desuso y al Libro Blanco de Economía Circular, la presente investigación se la direccionó a centros educativos, cyber, instituciones y comercios de aparatos eléctricos y electrónicos establecidos en el cantón Pedro Carbo, misma que se ejecutó en varias fases enfocadas en un análisis cualitativo y cuantitativo de orden descriptivo exploratorio, a través del empleo un diseño estadístico para la comparación entre los generadores usando la prueba ANOVA para determinar si los resultados son significativos.

Materiales y métodos

Fundamentos Metodológicos

El estudio fue ejecutado en dos fases enfocadas en un análisis cualitativo y cuantitativo de orden descriptivo exploratorio, a través del empleo un diseño estadístico para la comparación entre los generadores usando la prueba ANOVA para determinar si los resultados son significativos.

- En la primera fase se revisó bibliografía, analizó fichas técnicas de los equipos, se realizó investigación de campo a 5 entidades públicas, 5 privadas, 7 cyber, 3 talleres técnicos y 3 almacenes de venta de productos tecnológicos para determinar la aplicación de normativas de responsabilidad extendida y conocimiento del acuerdo ministerial 190 relacionado a la gestión de los RAEE.
- En la segunda fase se tabularon los resultados, analizaron y se concluyó el estudio, con el propósito de identificar la percepción de la oferta de computadoras y equipos remanufacturados.
- Como técnica se aplicó una ficha encuesta para conocer cómo se gestiona el tratamiento de los residuos



eléctricos y electrónicos. El instrumento utilizado es adaptado de una investigación realizada por Oblitas, et al 2019.

Como objetos de análisis se consideró: 5 entidades públicas, 5 privadas, 7 cyber, 3 talleres técnicos y 3 almacenes de venta de productos tecnológicos, mismos que fueron utilizados como muestra, haciendo un total de 23 instituciones con las cuales se trabajó como muestra, la aplicación de la encuesta se de desarrollo para la toma de datos referente a obtener informaciones sobre las variables de estudio, economía circular como variable independiente y residuos eléctricos y electrónicos como variable independiente.

Área de estudio

El presente estudio se lo llevó a efecto en el cantón Pedro Carbo situado al noroeste de la Provincia del Guayas, Ecuador. Su cabecera cantonal es la ciudad de Pedro Carbo. al Norte, desde los orígenes del Estero la Chonta, en los Cerros de Guanábano, al Este, con la afluencia del Estero Grande en el río La Sáiba, y al Sur, desde los orígenes del estero El Arenoso hasta alcanzar las nacientes del Estero Seco, al Oeste, desde las nacientes del Estero Seco hasta el camino de localidad "Las Negras" cuenta con una población a partir de los datos el INEC de censo 2010 de 43.436 habitantes.

Diseño procedimental

Se identificó a 23 generadores que están involucrados en la cadena: comercialización, utilización, mantenimiento o reparación y reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos.

Resultados y discusión

Con la finalidad de evidenciar el tratamiento de los equipos eléctricos y electrónicos, se aplicó una encuesta con una escala de medición: Siempre → 5; Casi siempre → 4; A veces → 3; Casi nunca → 2; y, Nunca → 1, logrando los siguientes resultados:

Tabla 1. Tratamiento que se da a los equipos eléctricos y electrónicos

	1	%	2	%	3	%	4	%	5	%
¿Para comprar una computadora y equipo valoran su funcionamiento?	17	73,91	4	17,39	2	8,70	0	0,00	0	0,00
Acostumbra a leer la ficha técnica de un equipo para saber las características?	18	78,26	3	13,04	2	8,70	0	0,00	0	0,00
¿Valora comprar aparato por su precio y moda?	16	69,57	4	17,39	2	8,70	1	4,35	0	0,00
¿Conoce que un aparato eléctrico y electrónico desechado contamina?	11	47,83	9	39,13	3	13,04	0	0,00	0	0,00
¿Se desase cuando un aparato deja de funcionar o están desactualizados?	11	47,83	9	39,13	3	13,04	0	0,00	0	0,00
¿Dona a lugares de recepción las chatarras tecnológicas?	4	17,39	5	21,74	6	26,09	4	17,39	4	17,39



¿Cuándo deja de funcionar un equipo lo repara?	7	30,43	9	39,13	3	13,04	2	8,70	1	4,35
¿Donaría equipos en desuso en el caso de generarse un proyecto?	16	69,57	5	21,74	2	8,70	0	0,00	0	0,00

Fuente: Grupos focales investigados (entidades públicas, privadas, cyber, talleres técnicos y almacenes de venta de productos tecnológicos)

De acuerdo a la tabla de datos, se observa que los encuestados responden en un 73.91 % que para comprar una computadora y equipo siempre valoran su funcionamiento, el 78.26 % antes de realizar una compra leen la ficha para saber sus características. Un 69.57 % valora comprar aparatos eléctricos y electrónicos por su precio. Otro porcentaje del 47.83, tiene conocimiento de que un aparato eléctrico o electrónico desechado contamina y afecta al medio ambiente. Un dato importante es que los desechan cuando estos ya no funcionan. Un 26.09 % solo a veces dona estos equipos chatarras a los lugares de recepción, seguido por un 24.74 % que lo hace casi siempre. Otros por el contrario en un 39.13 % cuando se dañan casi siempre los reparan. Del grupo encuestado, el 69.57 % estarían dispuestos a donar estos equipos en caso de que se generen y ejecuten proyectos para la recepción de chatarras tecnológicas para sacar nuevos productos de muy bajo costo o para donar a instituciones de ayuda socio educativas.

Tabla 2. ¿Por qué declara en desuso los equipos eléctricos o electrónicos?

Orden		Frecuencia	%
A	Por fallas	7	30,43
B	Desactualizados	2	8,70
C	Totalmente dañados	3	13,04
D	Todos los anteriores	11	47,83
Total		23	100 %

Fuente: Grupos focales investigados (entidades públicas, privadas, cyber, talleres técnicos y almacenes de venta de productos tecnológicos).

De los grupos focales investigados el 47,83 % indican que los equipos son declarados en desuso, sean por daños, fallas y/o desactualización, de este grupo el porcentaje en su mayoría están centrados en aparatos tecnológicos como computadoras, UPS e impresoras, celulares y tablet.

Tabla 3. Los equipos eléctricos y/o electrónicos donde son almacenados?

Orden		Frecuencia	%
A	A cielo abierto	3	13.04
B	Bajo cubierta	6	26.09
C	Bodega	9	39.13
D	Se entregan a chatarreros	5	21.74
Total		23	100 %

Fuente: Grupos focales investigados (entidades públicas, privadas, cyber, talleres técnicos y almacenes de venta de productos tecnológicos).



El 39.13 % de los RAEE que son tratados como chatarra tecnológica permanecen acopiadas en bodegas inadecuadas, sin la expectativa de que sean reaprovechada, mismos que desconocen que el 97% de la arquitectura de un equipo eléctrico y electrónico es recuperable.

Con el propósito de evaluar si existe asociación entre las diversas dimensiones o indicadores establecidos en la encuesta fue ejecutada a través del empleo un diseño estadístico para la comparación entre los generadores usando la prueba ANOVA para determinar si los resultados son significativos. A través de este análisis se pudo comprender mejor la relación del problema investigado y las dimensiones del nivel de aceptación de acuerdo a los resultados de los grupos focales.

Tabla 4. La institución cuenta con políticas, procedimientos, normas y regulaciones para el manejo adecuado de los desechos tecnológicos

Orden		Frecuencia	%
A	Sí	3	13.04
B	No	14	60.87
C	En proceso	6	26.09
Total		23	100 %

Fuente: Grupos focales investigados (entidades públicas, privadas, cyber, talleres técnicos y almacenes de venta de productos tecnológicos).

De acuerdo a los datos reportados el 60. 87 % de los encuestados revela que la institución no cuenta con políticas, procedimientos, normas y regulaciones para el manejo adecuado de los desechos tecnológicos; el 26.09 % están en proceso y el 13.04 % responden que si cuentan. Con lo expuesto queda demostrado que las instituciones no cuentan con políticas para el manejo de los desechos electrónicos y eléctricos.

Para ello fue necesario comprobar la normalidad de las variables para ver si estos son los mismos. De igual forma se comparó las medias de cada uno de los grupos focales, observando que hay valoraciones son muy similares conociendo que son significativas de acuerdo a los valores de 0.97; 0.87; 0, 65; 0.73 y 0.66 para entidades públicas, privadas, Cyber, talleres técnicos y almacenes de venta de productos tecnológicos respectivamente. Analizando los intervalos de confianza con el uso Anova de un factor, los intervalos de confianza no se solapan entre sí, indica que no hay diferencias significativas.

DISCUSIÓN

Dando cumplimiento al objetivo planteado y para dar sustento a los resultados encontrados, estos se confrontan con el criterio de otros estudios iguales o similares al problema tratado en este documento.

De los grupos focales investigados el 47,83 % indican que los equipos son declarados en desuso, sean por fallas y/o desactualización, de este grupo el 39.13 % en su mayoría están centrados en aparatos tecnológicos como computadoras, UPS e impresoras, celulares y tablet. El 39.13 % de los RAEE son tratados como chatarra tecnológica y permanecen acopiadas en bodegas inadecuadas, El 90% de los RAEE es chatarra tecnológica permanecen acopiadas en bodegas inadecuadas, sin la expectativa de que sean reaprovechada, mismos que desconocen que el 97% de la arquitectura de un equipo eléctrico y electrónico es recuperable.

Lo expuesto se contrasta con la información Clerc et al., (2021), quienes indican que se requiere de requisitos técnicos de los puntos de recogida, estos deben cumplir determinadas características esenciales, como ser una zona



protegida de las condiciones ambientales, estar clasificados según categorías RAEE y disponer de un depósito temporal en contenedores. Se apoya con el criterio de Coughlan et al., (2018), para la viabilidad de reutilizar equipos electrónicos desechados de RAEE de consumo debe cumplir varias condiciones, tales como: la placa del sistema, el procesador y la memoria deben estar en perfectas condiciones de funcionamiento; la arquitectura y el diseño de la placa del sistema deben ser adecuados para su reutilización en nuevas condiciones; y el proceso de desmontaje debe realizarse con cuidado para evitar que la placa del sistema, el CPU y la RAM sufran daños que afecten al funcionamiento.

Como aporte a lo expuesto, se considera a Calpa Oliva, (2020), quien indica que los programas de electrónica de recolección de residuos residenciales de los EE. UU. muestran que los televisores, computadoras y monitores, además de otros aparatos, son metales (49 %), plásticos (33 %) y tubos de rayos catódicos (12 %) representan más del 90 % de la basura electrónica recolectada. Cuando se recogen solamente los equipos, la distribución es diferente (en peso): vidrio (25 %), metales (48 %) y plásticos (23 %).

Numerosas iniciativas del sector público y privado en Ecuador se han desarrollado, posibilitando la publicación del Libro Blanco Ecuatoriano de Economía Circular. El Ministerio de la Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) ha sido el encargado de desarrollar e implementar la hoja de ruta del país hacia la Estrategia de Economía Circular desde inicios de año. Esta estrategia nacional es una herramienta crítica para el desarrollo de políticas públicas y territoriales basadas en nuevos modelos económicos que aseguren la calidad y la sostenibilidad económica, social y ambiental a largo plazo (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y pesca., 2021).

A través de los resultados expuestos y el contraste realizado, es preciso hacer referencia a la aplicación de una estrategia que tenga como objetivo recuperar sistemáticamente los bienes al final de su vida útil y reutilizarlos o sus componentes para nuevos usuarios, por lo que es necesario determinar las opiniones sobre la oferta de ordenadores remanufacturados a partir del concepto de economía circular. Además, es necesario inducir entre las involucradas actividades de emprendimiento como fuente generadora de empleo para minimizar la generación de estos tipos de desechos.

Conclusiones

Los resultados permiten concluir que, existen 23 generadores involucrados en la cadena de comercialización, utilización, mantenimiento o reparación y reciclaje de equipos eléctricos y electrónicos, donde el consumo de estos se liga a las condiciones socioeconómicas y la accesibilidad en la cual su adquisición se debe a precio antes que calidad.

Un porcentaje significativo de los equipos son declarados en desuso, sean por fallas y/o desactualización, de este grupo en su mayoría están centrados en aparatos tecnológicos como computadoras, UPS e impresoras, celulares y tablet. Estos RAEE son chatarrizados permanecen acopiadas en bodegas inadecuadas, sin la expectativa de que sean reaprovechada, todo esto se debe a que desconocen que el 97% de la arquitectura de un equipo eléctrico y electrónico es recuperable.

Inducir entre las involucradas actividades de emprendimiento como fuente generadora de empleo para minimizar la generación de estos tipos de desechos, concientizando que la economía circular estudiada es una



alternativa adecuada a la gestión de residuos de componentes informáticos y electrónicos en función de las necesidades informáticas de los usuarios, se ha observado una visión positiva en los involucrados con referencia a dichos productos.

Referencias

- Arroyo Morocho, F. R. (2018). La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78–98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Asamblea-Constituyente. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador. Publicada en el Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. Incluye Reformas, 1–136. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Balde, P.; Forti, V.; Gray, V.; Kuehr, R.; tegmann, P. (2017). *The Global e-waste Monitor 2017: Quantities, flows and resources*. Bonn: United Nations University and International Telecommunication Union. <http://collections.unu.edu/view/UNU:6341>
- Caicedo Londoño, H. C. (2020). *Diagnóstico del manejo ambiental de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) desde el año 2015 a 2019 en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) regional Antioquia*. 2020, 51.
- Calpa-Oliva, J. E. (2020). Validación de un modelo de logística inversa para la recuperación de los RAEE de la ciudad de Cali, basado en el Pensamiento Sistémico usando una simulación con Dinámica de Sistemas. *TecnoLógicas*, 23(48), 55–81. <https://doi.org/10.22430/22565337.1418>
- Clerc, J.; Pereira, A.; Alfaro, C.; Yunis, C. (2021). *Economía circular y valorización de metales Residuos de aparatos Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47429/1/S2100496_es.pdf
- Coughlan, D.; Fitzpatrick, C.; y McMahon, M. (2018). Repurposing end of life notebook computers from consumer WEEE as thin client computers – A hybrid end of life strategy for the circular economy in electronics. *Journal of Cleaner Production*, 192, 809–820. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.029>
- Díaz, G. (2019). Relación costo-beneficio de sistemas de gestión ambiental en empresas manufactureras venezolanas. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(1), 143–155. Doi: 10.31876/Rcs.V25i1.27306, 25(1), 143–155.
- Forti, V.; Baldé, C.; Kuehr, R.; Bel, G. (2020). *Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. <https://www.itu.int/myitu/-%0A/media/Publications/2020-Publications/ES---Global-E-waste-Monitor-2020.pdf>





- Frank van Steenberghe, & Tuinhof, A. (2009). 済無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Frérot, A. (2014). Economía Circular y eficacia en el uso de los recursos. *Robert-Schuman.Eu. Boletín Cuestión de Europa*, 331, 10.
- Gardetti, A. (2019). Introduction and the concept of circular economy. In S. S. Muthu (Ed.). *Circular Economy in Textiles and Apparel United State: Woodhead Publishing*.
- González Gómez, X. M., Caride Estévez, M. J., Pena Boquete, Y., & Álvarez Villamarín, X. (2015). *La rentabilidad social de la reutilización de los RAEE*. 1–40.
- Ministerio-de-Producción-Comercio-Exterior-Inversiones-y-pesca. (2021). *Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador*.
- Oblitas, J.; Sangay, M.; Rojas, M.; CAstro, W. (2019). Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Univesidad de Zulia*.
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/280/28062322016/html/index.html>
- Puentes, B. (2018). Gestión Y Prevención De Residuos De Aparatos Eléctricos Y Electrónicos (Raee): Una Propuesta Para Promover La Economía Circular. *Actualidad Jurídica Ambiental*, ISSN-e 1989-5666, N°. 84 (Noviembre), 2018, Págs. 6-36, 84, 6–36.
- Roberto, F., Bravo, D., & Rivera, M. (2018). Economía circular : un camino hacia un Quito más sostenible. *INNOVA Research Journal*, 3(11), 139–158.
- Robinson, H. (2009). *E-waste: An assessment of global production and environmental impacts*. *Science of The Total*. 408(2). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.09.044>
- Rodríguez, B., Angélica, L., González, E., Reyes, R., Lorena, S., Torres, R., & Andrés, F. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos . Enfoque de dinámica de sistemas Management system of waste electrical and electronic equipment . System dynamics approach. *Revista Sistemas & Temática*, 11(24), 39–53.
- Step-Initiative. (2004). *Solving the E-Waste Problem*. <http://www.step-initiative.org>
- Valencia, M. (2021). Libro blanco de economía circular de Ecuador. *Centro de Innovación y Economía Circular CIEC*, 6(11), 212.
- Vega, O. A. (2012). Revista FI-UPTC : publicación del Centro de Estudios y Educación Continua de la Facultad de Ingeniería, CEDEC. *Facultad de Ingeniería*, 21(32), 55–62.

