

El Impacto Ambiental de la Reparación de Computadoras: Un Análisis del Rol de los Técnicos en la Reducción de la Chatarra Electrónica dentro de la Economía Circular

The Environmental Impact of Computer Repair: An Analysis of the Role of Technicians in Reducing Electronic Waste within the Circular Economy

Karem Mariuxi Morocho Valarezo, Gabriel Enrique Cedeño Orellana, Enrique Xavier Tandazo Delgado, Tatiana Matilde Poveda Anchundia & Alberto Paúl Maldonado de la Rosa

DIMENSIÓN CIENTÍFICA

Enero - junio, V°7 - N°1; 2026

Recibido: 05-01-2026

Aceptado: 12-01-2026

Publicado: 13-01-2026

PAIS

- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil
- Ecuador, Guayaquil

INSTITUCION

- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil
- Universidad de Guayaquil

CORREO:

- ✉ karem.morochov@ug.edu.ec
- ✉ gabriel.cedenoo@ug.edu.ec
- ✉ enriquetandazod@ug.edu.ec
- ✉ tatiana.povedaanc@ug.edu.ec
- ✉ alberto.maldonadodlr@espol.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-0892-4083>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0006-2851-9076>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-0817-274X>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0003-1983-0576>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0008-0460-7578>

FORMATO DE CITA APA.

Morocho, K., Cedeño, G., Tandazo, E., Poveda, T. & Maldonado, A. (2026). El Impacto Ambiental de la Reparación de Computadoras: Un Análisis del Rol de los Técnicos en la Reducción de la Chatarra Electrónica dentro de la Economía Circular. *Revista G-ner@ndo*, V°7 (N°1). Pág. 78 – 109.

Resumen

Esta investigación analizó el impacto ambiental de la reparación de computadoras y el rol de los técnicos en la reducción de chatarra electrónica dentro del modelo de economía circular. Mediante un enfoque metodológico mixto, se aplicó una encuesta a 400 técnicos en Guayaquil y se realizó una revisión documental de literatura científica reciente. Los resultados descriptivos mostraron un perfil diverso de técnicos, con predominio de formación técnica y experiencia polarizada entre novatos y expertos. El análisis estadístico no reveló correlaciones significativas entre variables de capacitación, conciencia ambiental y prácticas sostenibles, ni diferencias en el éxito de reparaciones o generación de residuos según experiencia o educación. No obstante, se identificaron patrones relevantes, como la mayor sensibilidad al precio de repuestos en técnicos con mayor educación y el mejor acceso a apoyo institucional en técnicos de mayor edad. La revisión documental confirmó que la reparación evita emisiones de CO₂ y reduce la extracción de materiales críticos, aunque su efectividad está limitada por la obsolescencia programada, la falta de repuestos y la escasa formalización del sector. Se concluye que los técnicos son agentes clave en la transición hacia una economía circular, pero requieren de políticas inclusivas, capacitación especializada y mejor acceso a insumos para maximizar su impacto ambiental.

Palabras clave: Impacto ambiental, técnicos, chatarra electrónica, economía circular.

Abstract

This study analyzed the environmental impact of computer repair and the role of technicians in reducing electronic waste within the circular economy model. Using a mixed-method approach, a survey was administered to 400 technicians in Guayaquil, and a documentary review of recent scientific literature was conducted. The descriptive results revealed a diverse profile of technicians, predominantly with technical training and experience polarized between novices and experts. The statistical analysis revealed no significant correlations between variables of training, environmental awareness, and sustainable practices, nor differences in repair success rates or waste generation based on experience or education. Nevertheless, relevant patterns were identified, such as greater sensitivity to spare part prices among technicians with higher education and better access to institutional support among older technicians. The literature review confirmed that repair prevents CO₂ emissions and reduces the extraction of critical materials, although its effectiveness is limited by planned obsolescence, the lack of spare parts, and the sector's low level of formalization. It is concluded that technicians are key agents in the transition towards a circular economy, but they require inclusive policies, specialized training, and better access to inputs to maximize their environmental impact.

Keywords: Environmental impact, technicians, electronic waste, circular economy.

Introducción

El crecimiento exponencial de la producción y consumo de equipos electrónicos ha generado una crisis ambiental relacionada con la acumulación de residuos electrónicos (e-waste). Según el Global E-waste Monitor (Adriana Paredes, 2024), más de 62 millones de toneladas métricas de chatarra electrónica se generaron globalmente en el 2022, por lo que se prevé que para el 2030, se generaría más 82 millones de toneladas, e indica en el informe que menos del 20% fue reciclado de manera formal. Este problema se agrava debido a la obsolescencia programada y la escasa reparabilidad de los dispositivos. Este contexto ha impulsado la búsqueda de estrategias sostenibles dentro del modelo de economía circular, donde la reparación y reutilización de equipos cobran especial relevancia.

La economía circular promueve prácticas orientadas a extender la vida útil de los productos. Según estudios realizados por ((Mariana Marcelino et al., 2021); (Andy Espinoza, 2023)) han resaltado que la reparación es una de las estrategias más efectivas para disminuir el flujo de materiales hacia los vertederos. En el ámbito de los equipos informáticos, la reparación permite no solo evitar la disposición temprana de los dispositivos, sino también reducir la demanda de recursos naturales requeridos para la fabricación de nuevos productos.

Por tanto, la importancia radica en la reparación vs reciclaje de los componentes electrónicos, como lo explican Gaur et al (2024), donde destacan que la reparación es una estrategia clave dentro de la economía circular, ya que prolonga la vida útil de los productos electrónicos, reduce la demanda de materias primas y disminuye significativamente la generación de residuos electrónicos. A diferencia del reciclaje, que requiere procesos industriales intensivos y genera emisiones, la reparación evita la obsolescencia prematura.

Además, promueve empleo local y desarrollo de capacidades técnicas. El estudio subraya que priorizar la reparación antes que el reciclaje permite un uso más eficiente de recursos y una transición más efectiva hacia sistemas sostenibles de gestión de e-waste.

Por otro lado, el rol que tienen los técnicos, es el conocimiento de los reparadores, su acceso a repuestos, y las condiciones laborales en las que desempeñan su trabajo son factores clave que inciden en la viabilidad y calidad de las reparaciones. Estudio realizado por Karina Maribel Pincay Chiquito, 2019, indica como la capacitación técnica influye en la eficiencia de los procesos de reparación y reciclaje, y propone estrategias para optimizar la gestión de residuos electrónicos. Sin embargo, enfrentan barreras como la falta de repuestos originales, restricciones impuestas por fabricantes (obsolescencia programada) y marcos regulatorios débiles en la gestión de residuos electrónicos (Mariana Rodríguez, 2019).

Asimismo, Andersen (2024) enfatiza que los técnicos desempeñan un rol esencial en la economía circular, actuando como agentes de cambio al ofrecer soluciones de reparación accesible y efectiva. Su labor va más allá de lo operativo, ya que también educan a los usuarios sobre el valor de reparar antes que desechar, fomentando una cultura de consumo responsable. Además, promueven prácticas ecoeficientes, como el mantenimiento preventivo y el uso de repuestos reutilizables. El autor destaca que los técnicos pueden reducir significativamente la generación de chatarra electrónica al alargar la vida útil de los equipos. También se reconoce su aporte en la formación de redes locales de reparación que fortalecen el tejido social y económico sostenible.

Si bien existe literatura abundante sobre residuos electrónicos y economía circular, hay pocos estudios centrados en el rol de los técnicos reparadores como agentes ambientales, especialmente en contextos locales o informales. Además, se requiere mayor

exploración de las relaciones entre variables técnicas (como frecuencia de reparación o acceso a repuestos) y los impactos ambientales cuantificables.

Otras Investigaciones como las de Roskladla et al. (Nataliia Roskladka et al., 2025) y Md Tasbirul Islam et al. (Md Tasbirul Islam et al., 2021) muestran que:

- La frecuencia de reparación se correlaciona con la cantidad de residuos evitados.
- La disponibilidad de repuestos (originales o reciclados) es esencial para una reparación efectiva.
- El nivel de capacitación técnica influye directamente en la calidad de la reparación y en la reutilización de componentes.
- La obsolescencia programada y las limitaciones en el diseño dificultan la intervención técnica.
- Las condiciones laborales afectan la sostenibilidad del oficio reparador, especialmente en países en vías de desarrollo.
- Las políticas públicas y la legislación sobre residuos electrónicos son determinantes para fomentar o limitar el ecosistema de reparación.

Además, la reparación de productos electrónicos ha emergido como una estrategia clave dentro de la economía circular, debido a su potencial para reducir significativamente la generación de residuos electrónicos y la demanda de recursos finitos.

Sonego et al. (2022) destacan que extender el ciclo de vida útil de los equipos electrónicos contribuye a disminuir el uso de materias primas críticas, la emisión de gases

contaminantes y la saturación de vertederos. En este contexto, los técnicos reparadores juegan un rol fundamental, ya que sus habilidades permiten el retorno funcional de productos que de otro modo serían descartados. La reparación, además de ser ambientalmente más eficiente que el reciclaje, favorece la preservación del valor original del producto. Sin embargo, persisten barreras importantes como la falta de acceso a repuestos, la obsolescencia percibida, y la escasa disponibilidad de información técnica.

Asimismo, el precio elevado de los servicios y el estigma social vinculado a la reparación como “necesidad” limitan su adopción masiva. Superar estos desafíos requiere políticas inclusivas y modelos de negocio que valoren la prolongación de la vida útil de los equipos. En suma, el estudio enfatiza que la sostenibilidad no depende solo de la tecnología, sino también del comportamiento del consumidor y del reconocimiento social del trabajo técnico especializado.

De esta manera (Chui Wan Cheung et al., 2018; Rahul Rautela et al., 2021) han cuantificado el impacto ambiental positivo de reparar un equipo en lugar de desecharlo, destacando beneficios como:

- Disminución en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Reducción en la demanda de metales críticos (litio, cobalto, tierras raras).
- Ahorro energético asociado a la producción de nuevos equipos.

Además, el estudio de Cheung et al., destaca que la cuantifican cómo la recuperación y reciclaje de metales estratégicos (como Ag, Au, Pd, etc) desde e-waste reduce significativamente las emisiones de CO_2 en comparación con la extracción primaria, debido al menor consumo energético y emisiones inherentes al reciclaje.

En diferentes revisiones sobre el reciclaje informal de residuos electrónicos alertan sobre graves riesgos ambientales y sanitarios. Estas prácticas, comunes en países en desarrollo, liberan sustancias tóxicas como plomo, mercurio y dioxinas, afectando tanto al entorno como a las comunidades locales (Oladunni B. Abogunrin-Olafisoye & Oladayo Adeyi, 2025) . El manejo inadecuado de e-waste sin medidas de seguridad provoca exposición directa a contaminantes, especialmente en trabajadores y niños.

Estudio realizado por la The Regional E-waste Monitor for Latin America en el (2022), explica que solo alrededor del 3 % del e-waste se gestiona formalmente. El 97 % restante queda en manos del reciclaje informal, lo que implica el mal manejo de contaminantes como mercurio, cadmio y retardantes bromados, generando riesgos ambientales sistémico, fundamentando que el reciclaje informal no recupera eficientemente los materiales valiosos, generando más desperdicio que beneficio. Es así que se evidencian problemas como quemas a cielo abierto, manipulación manual sin protección y falta de regulaciones.

En Ecuador, un estudio realizado por John Davis (2021), propone un modelo de flujo para analizar y cuantificar la gestión informal de residuos electrónicos. Los resultados indican que entre el 50 % y el 80 % del e-waste es tratado fuera de canales oficiales, mediante prácticas artesanales y sin regulaciones ambientales ni sanitarias. Esta situación genera riesgos significativos para la salud pública y el entorno natural, debido al manejo inadecuado de materiales tóxicos. Sin embargo, el estudio también reconoce el valor social y económico de estos actores informales. Por ello, plantea que su inclusión en sistemas formales permitiría mejorar la eficiencia del reciclaje, preservar empleos y reducir impactos negativos, contribuyendo a una economía circular más justa y sostenible.

Mientras, que el estudio “Informal waste pickers in Guayaquil” (2023), publicado en Heliyon, analiza la realidad de los recicladores informales en esta ciudad ecuatoriana. Aunque su labor contribuye de forma significativa a la sostenibilidad evitando aproximadamente 14 000 toneladas de $[[CO]]_2$ equivalente al año, el estudio revela condiciones de gran precariedad. La mayoría de los recicladores trabajan de forma individual, sin apoyo organizativo, y solo el 16% pertenece a cooperativas. Además, enfrentan ingresos bajos (promedio de 179 USD/mes) y limitaciones logísticas como falta de transporte, infraestructura y acceso a mercados formales. El estudio resalta la necesidad de políticas públicas que reconozcan, integren y fortalezcan este sector como parte clave de una gestión de residuos sostenible y justa.

Ambos estudios coinciden en la necesidad urgente de integrar estos actores en sistemas formales, reconociendo su valor social, mejorando sus condiciones laborales y reduciendo los impactos negativos del mal manejo de residuos electrónicos. Esta integración representa un paso clave hacia una economía circular más inclusiva, segura y eficiente en el contexto ecuatoriano.

Esta realidad local se alinea con los planteamientos de Gaur et al. Gaur, (2024) y Guo et al. (2023), quienes afirman que los beneficios sociales de la economía circular, como la generación de empleo, el aprovechamiento de recursos críticos y la reducción de impactos ambientales, solo se materializan plenamente cuando existen sistemas formales, políticas inclusivas y soporte técnico-institucional. Por tanto, es crucial conectar el valor ambiental del trabajo informal con estrategias que reconozcan y fortalezcan su rol dentro de un modelo de desarrollo más justo, resiliente y sostenible.

Por tanto, este artículo tiene como objetivo analizar el impacto ambiental de la reparación de computadoras, evaluando el rol de los técnicos como agentes claves en la

reducción de la generación de chatarra electrónica, enmarcado dentro del modelo de economía circular. Se plantea una variable dependiente como es el impacto ambiental (en términos de ahorro de emisiones y recursos), a partir de la influencia de factores técnicos, estructurales y normativos.

Métodos y Materiales

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, de tipo descriptivo-correlacional (Hernández-Sampieri, R. et al., 2018), con componente documental y empírico-transversal. Se optó por este diseño por su idoneidad para analizar tanto las percepciones como las prácticas de los técnicos reparadores de equipos electrónicos en relación con el impacto ambiental de su labor, dentro del marco de la economía circular.

Desde el enfoque cuantitativo, se aplicó una encuesta estructurada (Earl R. Babbie, 2020) a una muestra probabilística de técnicos ubicados en talleres, centros de servicio y espacios informales del cantón Guayaquil, durante el primer semestre de 2025. El objetivo principal del instrumento fue recabar información sobre las prácticas, percepciones, limitaciones y condiciones laborales de los técnicos reparadores, con énfasis en su rol ambiental dentro de la economía circular, particularmente en la reducción de residuos electrónicos y el impacto ecológico asociado a la reparación.

El instrumento, validado mediante aplicación del Alpha de Cronbach, que permitirá evaluar la fiabilidad del instrumento de recolección de datos; un valor alto (generalmente ≥ 0.7) indica que los ítems son coherentes y que el instrumento es confiable. Este permitió el levantamiento de datos sociodemográficos, operativos y ambientales, analizados bajo estadística descriptiva e inferencial (Rafael Bisquerra, 2009).

Además, el análisis incluyó técnicas estadísticas como pruebas de correlación de Spearman, las tablas de contingencia con prueba Chi-cuadrado de Pearson

medidas de asociación, Phi y V de Cramer, nivel de significancia, $\alpha=0.05$, criterio de validación, menos del 20% de casillas con frecuencia esperada < 5 , mediante Software Estadístico SPSS, versión 16, (Andy Field, 2024).

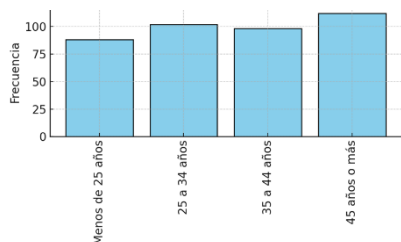
Complementariamente, se realizó un análisis documental (Flick, U., 2015) exhaustivo de literatura científica entre 2013 y 2025, centrado en estudios sobre reparabilidad, manejo de residuos electrónicos, derecho a reparar y diseño sostenible. Las bases consultadas incluyeron Elsevier, Web of Science, ScienceDirect y Google Scholar. Esta triangulación metodológica fortalece la validez de los hallazgos (Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L., 2018).

El estudio se enmarca en el enfoque cuantitativo con soporte cualitativo, bajo una perspectiva práctica-transformadora, ya que busca generar evidencia aplicable al diseño de políticas públicas inclusivas y sostenibles.

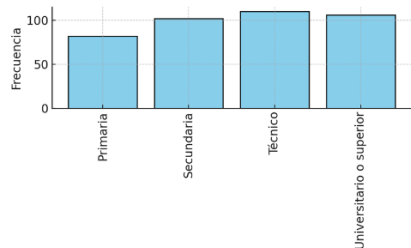
Análisis de resultados

Análisis descriptivo

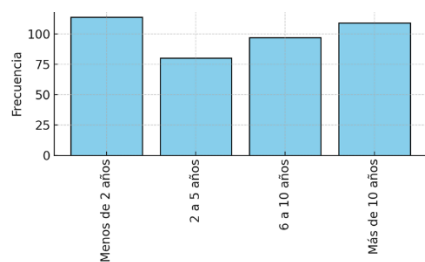
Este documento presenta los resultados descriptivos obtenidos mediante el análisis de datos en SPSS. Se incluyen tablas y gráficos que facilitan la comprensión visual de la información. Para mejorar la legibilidad, las etiquetas en los gráficos de barras se han colocado de forma vertical, lo que evita la superposición de texto en categorías con nombres extensos. Se analizaron variables como: La edad del reparador, nivel de estudios, experiencia y tipo de establecimiento.

Figura 1. Edad

En la Figura 1, se observa que en la variable edad, el grupo de 45 años o más tiene una ligera mayoría (28%).

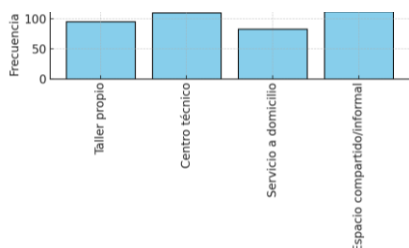
Figura 2. Nivel educativo

En la Figura 2, la categoría con mayor porcentaje es Técnico (27,5%), seguida por Universitario o superior (26,5%).

Figura 3. Años de experiencia

En la Figura 3, la experiencia, se observa que el grupo con menos de 2 años representa el 28,5%, seguido por Más de 10 años con 27,3%.

Figura 4. *Tipo de establecimiento*



En la Figura 4, el tipo de establecimiento, el mayor porcentaje corresponde a Espacio compartido/informal (28%), seguido por Centro técnico (27,5%).

El análisis de las variables sociodemográficas y profesionales de los técnicos en reparación de computadoras revela un panorama diverso que fortalece su papel dentro de la economía circular. En cuanto a la edad, se observa una participación equilibrada de jóvenes y adultos, con una ligera mayoría en el grupo de 45 años o más, lo que sugiere la coexistencia de experiencia acumulada y nuevas perspectivas en el sector. Respecto a los años de experiencia, destaca la polarización entre quienes recién se inician en la actividad (menos de 2 años) y aquellos con más de una década de trayectoria, lo que refleja tanto la renovación generacional como la permanencia de técnicos consolidados.

En relación con el nivel educativo, predomina la formación técnica y universitaria, lo que denota una preparación adecuada para enfrentar los desafíos ambientales y tecnológicos vinculados con la reducción de la chatarra electrónica. Finalmente, el tipo de establecimiento evidencia una distribución heterogénea, con una alta proporción de servicios en espacios compartidos o informales, junto con centros técnicos formalizados. Esta diversidad indica que la reparación de equipos no se limita a estructuras empresariales establecidas, sino que constituye un ecosistema mixto que amplía las oportunidades de reutilización y extensión del ciclo de vida de los dispositivos.

En conjunto, estas variables muestran que la fuerza laboral dedicada a la reparación de computadoras es heterogénea y dinámica, y que su contribución al aprovechamiento responsable de los recursos tecnológicos y a la mitigación del impacto ambiental depende tanto de su formación como de las condiciones en que desarrollan su labor.

Análisis de Contingencia y Bondad de Ajuste (χ^2 – *Cuadrado*)

Se realizaron 11 tablas de contingencia (Ver Anexos), para analizar relaciones entre variables demográficas, operativas y de percepción en talleres de reparación. La mayoría de las relaciones no mostraron significancia estadística ($p > 0.05$). Solo se identificaron 2 relaciones significativas entre nivel educativo y uso de componentes de segunda mano, y una relación marginal entre edad y dificultad para conseguir repuestos.

A continuación, se muestra las relaciones significativas y relevantes del estudio:

Tabla 1. *Relación entre Nivel Educativo y Percepción del Precio de Repuestos como Obstáculo*

Nivel Educativo	No (%)	Sí (%)	Total
Primaria	97.6%	2.4%	82
Secundaria	89.2%	10.8%	102
Técnico	83.6%	16.4%	110
Universitario o superior	87.7%	12.3%	106
Total	89.0%	11.0%	400

Pruebas de Chi-Cuadrado

- Chi-cuadrado de Pearson: 9.549
- Valor p: 0.023*
- Phi: 0.155

En la Tabla 1, se identifica una relación estadísticamente significativa entre el nivel educativo y la percepción del precio de los repuestos como obstáculo. Los técnicos con educación formal (16.4%) son los que en mayor proporción consideran que el precio de los repuestos representa una barrera, mientras que aquellos con solo educación primaria son los que menos lo perciben como problema (2.4%). Esta relación sugiere que, a mayor nivel educativo, hay mayor conciencia o sensibilidad hacia los costos de los insumos.

Tabla 2. *Relación entre Edad y Recepción de Apoyo Institucional*

Grupo de Edad	No Recibió Apoyo (%)	Sí Recibió Apoyo (%)	Total
Menos de 25 años	18.2%	81.8%	88
25 a 34 años	19.6%	80.4%	102
35 a 44 años	21.4%	78.6%	98
45 años o más	8.9%	91.1%	112
Total	16.8%	83.3%	400

Pruebas de Chi-Cuadrado

- Chi-cuadrado de Pearson: 7.179
- Valor p: 0.066
- Phi: 0.134

En la Tabla 2, se observa una tendencia marginalmente significativa en la relación entre edad y recepción de apoyo institucional. Contrario a lo que podría esperarse, el grupo de mayor edad (45 años o más) reporta la mayor proporción de recepción de apoyo (91.1%), mientras que los grupos más jóvenes muestran porcentajes menores. Los residuos estándar indican que los técnicos de 45 años o más tienen significativamente menos probabilidad de no haber recibido apoyo (residuo = -2.0).

Tabla 3. Relación entre Tiempo en el Negocio y Ofrecimiento de Garantía

Tiempo en el Negocio	Ofrece Garantía (%)	No Ofrece Garantía (%)	Total
Menos de 2 años	48.2%	51.8%	114
2 a 5 años	62.5%	37.5%	80
6 a 10 años	52.6%	47.4%	97
Más de 10 años	46.8%	53.2%	109
Total	51.7%	48.3%	400

Pruebas de Chi-Cuadrado

- Chi-cuadrado de Pearson: 5.364
- Valor p: 0.147
- Phi: 0.116

En la Tabla 3, se evidencia que, aunque no alcanza significancia estadística, se observa un patrón interesante donde los negocios con 2 a 5 años de operación son los que en mayor proporción ofrecen garantía (62.5%). Los residuos estándar positivos en este grupo (1.3) confirman esta tendencia, sugiriendo que los negocios en etapa de consolidación podrían estar utilizando las garantías como estrategia competitiva.

Tabla 4. Relación entre Tipo de Taller y Capacitación en Gestión

Tipo de Taller	Sí Capacitación (%)	Parcial (%)	No Capacitación (%)	Total
Taller propio	35.8%	33.7%	30.5%	95
Centro técnico	46.4%	24.5%	29.1%	110
Servicio a domicilio	36.1%	34.9%	28.9%	83
Espacio compartido	37.5%	29.5%	33.0%	112
Total	39.3%	30.3%	30.5%	400

Pruebas de Chi-Cuadrado

- Chi-cuadrado de Pearson: 4.555
- Valor p: 0.602
- Phi: 0.107

En la Tabla 4, se observa que no se encuentra una relación significativa entre el tipo de taller y la recepción de capacitación en gestión. Sin embargo, los centros técnicos muestran la mayor proporción de capacitación completa (46.4%), lo que podría reflejar mejores oportunidades de formación en establecimientos más formalizados.

Conclusiones del análisis

- La variable más predictiva identificada es el nivel educativo, que influye significativamente en la percepción de los precios de repuestos como obstáculo.
 - La edad muestra patrones interesantes, particularmente en el acceso a apoyo institucional, donde los técnicos de mayor edad reportan mejor acceso.
 - La experiencia en el negocio (2-5 años) parece asociarse con prácticas más formales como el ofrecimiento de garantías, aunque esta relación no alcanza significancia estadística.
 - La falta de relaciones significativas en múltiples cruces sugiere que factores no medidos en este estudio podrían tener mayor influencia en las prácticas y percepciones de los técnicos de reparación.
 - El tamaño del efecto en las relaciones significativas es pequeño ($\text{Phi} < 0.3$), indicando que, aunque existen asociaciones estadísticas, su fuerza predictiva es limitada.
-

Análisis de Relaciones No Significativas, pero de Interés Analítico

En el siguiente apartado se considera tablas cruzadas con variables no significativas, pero de interés del estudio, como son: el Tiempo de negocio vs Ofrecimiento de garantía, Tipo de taller vs Capacitación, Tipo de dispositivo vs Reutilización de componentes, Edad vs Percepción sobre la formalización.

Tabla 5. *Relación entre Tiempo en el Negocio y Ofrecimiento de Garantía*

Tiempo en el Negocio	Sí Garantía	No Garantía	Total	% Sí Garantía
Menos de 2 años	55	59	114	48.2%
2 a 5 años	50	30	80	62.5%
6 a 10 años	51	46	97	52.6%
Más de 10 años	51	58	109	46.8%
Total	207	193	400	51.7%

Residuos Estándar

- 2 a 5 años: Residuo positivo (1.3) en "Sí garantía"
- Menos de 2 años: Residuo negativo (-0.5) en "Sí garantía"

En la Tabla 5, se analiza que, aunque la relación no es estadísticamente significativa ($p=0.147$), se observa un patrón consistente donde los negocios con 2 a 5 años de experiencia muestran la mayor proporción de ofrecimiento de garantías (62.5%). Este grupo presenta un residuo estándar positivo de 1.3, indicando que ofrecen garantías con mayor frecuencia de lo esperado. Los negocios más nuevos (<2 años) y más establecidos (>10 años) muestran porcentajes más bajos, sugiriendo que existe una "ventana óptima" donde los técnicos pueden estar utilizando las garantías como estrategia para consolidar su clientela y reputación en el mercado.

Tabla 6. *Relación entre Tipo de Taller y Capacitación en Gestión*

Tipo de Taller	Sí Capacitación	Parcial	No Capacitación	Total	% Sí Capacitación
Taller propio	34	32	29	95	35.8%
Centro técnico	51	27	32	110	46.4%
Servicio a domicilio	30	29	24	83	36.1%
Espacio compartido	42	33	37	112	37.5%
Total	157	121	122	400	39.3%

Residuos Estándar

- Centro técnico: Residuo positivo (1.2) en "Sí capacitación"
- Taller propio: Residuos cercanos a cero en todas las categorías

En la Tabla 6, se analiza que a pesar de no ser significativa ($p=0.602$), los centros técnicos muestran la mayor proporción de capacitación completa en gestión (46.4%) con un residuo estándar positivo de 1.2. Esto sugiere que los establecimientos más formalizados y estructurados tienden a tener mejor acceso a programas de capacitación. Los servicios a domicilio y talleres en espacios compartidos muestran porcentajes intermedios, mientras que los talleres propios presentan la menor proporción de capacitación completa, posiblemente debido a limitaciones de tiempo o recursos.

Tabla 7. *Relación entre Tipo de Dispositivo y Reutilización de Componentes*

Dispositivo	Sí Reutiliza	No Reutiliza	No Está Seguro	Total	% Sí Reutiliza
Computadoras	28	30	38	96	29.2%
Laptops	36	37	26	99	36.4%
Teléfonos celulares	30	35	34	99	30.3%
Otros	32	42	32	106	30.2%
Total	126	144	130	400	31.5%

Residuos Estándar

- Laptops: Residuo positivo (0.9) en "Sí reutiliza"
- Computadoras: Residuo positivo (1.2) en "No está seguro"

En la Tabla 7, se analiza que, Aunque no significativa ($p=0.543$), se observa que los técnicos que reparan laptops reportan la mayor proporción de reutilización de componentes (36.4%) con un residuo positivo de 0.9. Esto podría deberse a la mayor disponibilidad de componentes reutilizables en este tipo de dispositivos o a la cultura de reparación específica del sector. Los técnicos de computadoras muestran la mayor incertidumbre (39.6%, residuo 1.2), posiblemente reflejando la complejidad técnica de estos equipos o la variabilidad en la calidad de componentes reutilizables.

Tabla 8. *Relación entre Edad y Percepción sobre la Formalización*

Grupo de Edad	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo	Total Positivo	% Acuerdo/Total Acuerdo
Menos de 25 años	20	19	39	44.3%
25 a 34 años	26	10	36	35.3%
35 a 44 años	23	21	44	44.9%
45 años o más	17	17	34	30.4%
Total	86	67	153	38.3%

Residuos Estándar

- Menos de 25 años: Residuo positivo (1.1) en "Totalmente de acuerdo"
- 25 a 34 años: Residuo negativo (-1.7) en "Totalmente de acuerdo"

En la Tabla 8, se analiza que A pesar de no alcanzar significancia estadística ($p=0.181$), los técnicos más jóvenes (<25 años) muestran la segunda mayor proporción de percepción positiva hacia la formalización (44.3%) y un residuo positivo de 1.1 en "Totalmente de acuerdo". Esto sugiere una mayor apertura de las nuevas generaciones hacia procesos de formalización. En contraste, el grupo de 25-34 años muestra la menor

proporción de acuerdo total (residuo -1.7), posiblemente reflejando experiencias más cercanas con las dificultades del proceso de formalización.

Principales hallazgos:

- El 89% de los encuestados no realiza reparaciones con componentes de segunda mano
- Solo 39.3% usa herramientas digitales completamente
- El 38.3% muestra alta preocupación por el impacto ambiental
- Distribución equilibrada entre tipos de dispositivos reparados

Patrones Emergentes

Patrones Identificados:

- Curva de experiencia óptima, esto quiere decir que los negocios con 2-5 años muestran mejores prácticas comerciales
- Ventaja de formalización, implica que los centros técnicos acceden a más capacitación
- Especialización tecnológica, existe diferencias en prácticas según tipo de dispositivo.
- Brecha generacional, se refiere a que los más jóvenes tienen mejor percepción de la formalización.

Perfil del reparador típico:

- Edad: más de 25 años.
- Educación: 27.5% Técnico, 26.5% Universitario, 25.5% Secundaria, 20.5% Primaria
- Experiencia: 28.5% Menos de 2 años, 27.3% Más de 10 años.

Prácticas operativas

- Herramientas digitales: Uso limitado (solo 39.3% adopción completa)
- Reparaciones sostenibles: Bajo uso de componentes de segunda mano (11%)
- Preocupación ambiental: 38.3% muestra alta preocupación (De acuerdo + Totalmente de acuerdo)

Recomendaciones Operativas:

- Programas segmentados por antigüedad del negocio.
- Esfuerzos de capacitación focalizados en talleres menos formalizados.
- Campañas de sensibilización sobre formalización para técnicos de 25-34 años.
- Promoción de mejores prácticas específicas por tipo de dispositivo reparado

Estos hallazgos, aunque no estadísticamente significativos, proporcionan insights valiosos para el diseño de intervenciones más efectivas y segmentadas en el sector de reparación tecnológica.

Análisis correlacional de Spearman

Se utilizaron variables cualitativas como cuantitativas. Por tanto, se examinó las relaciones existentes entre las percepciones de capacitación, conciencia ambiental e implementación de prácticas sostenibles por parte de técnicos reparadores. Para ello, se emplearon variables medidas en escala de Likert, lo que permite evaluar la fuerza y dirección de las asociaciones entre constructos ordinales relacionados con la sostenibilidad y la formación técnica.

Se utilizó el coeficiente de correlación no paramétrica de Spearman (ρ), adecuado para variables ordinales o cuando no se cumplen los supuestos de normalidad requeridos por la correlación de Pearson. El análisis se realizó con una muestra de 400 técnicos reparadores. La significancia estadística se evaluó a un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$). Las correlaciones se calcularon entre las siguientes variables:

- Importancia del tratamiento de la chatarra electrónica.
- Nivel de capacitación percibido.
- Considera que reparar reduce la contaminación ambiental.
- Qué tan informado se siente sobre el impacto ambiental.
- Viabilidad de implementar un plan sostenible.

Resultados de la correlación

En la Tabla 9, se presentan los coeficientes de correlación de Spearman (ρ) y los valores de significancia bilateral para los pares de variables analizadas. Los resultados indican que no se hallaron correlaciones estadísticamente significativas entre los constructos evaluados, ya que todos los valores de p fueron mayores a 0.05.

Tabla 9. *Correlaciones de Spearman entre variables en escala de Lickert*

Par de Variables	ρ (Spearman)	Sig. (bilateral)	N	Interpretación
Importancia del tratamiento de la chatarra electrónica ↔ Nivel de capacitación percibido	0.035	0.485	400	No significativa
Nivel de capacitación percibido ↔ Nivel de información ambiental	0.058	0.250	400	No significativa
Conciencia ambiental (“Reparar reduce la contaminación”) ↔ Viabilidad del manejo sostenible	-0.059	0.243	400	No significativa
Importancia del tratamiento de la chatarra ↔ Creencia en reducción de contaminación	0.061	0.225	400	No significativa
Nivel de capacitación percibido ↔ Viabilidad del manejo sostenible	0.012	0.806	400	No significativa

Los coeficientes de Spearman obtenidos oscilaron entre 0.012 y 0.061, valores que reflejan asociaciones muy débiles y carentes de significancia estadística ($p > 0.05$). En consecuencia, no se puede afirmar la existencia de una relación monótona entre las variables de percepción analizadas. La falta de correlación indica que la valoración del tratamiento de la chatarra electrónica, la autopercepción de capacitación, la información ambiental y la percepción de viabilidad de planes sostenibles operan de forma independiente en la muestra analizada.

La ausencia de correlaciones significativas sugiere que los factores asociados a la sostenibilidad ambiental no dependen directamente de la capacitación técnica o del nivel de información percibido. Es probable que otros elementos, como la sensibilización ambiental, la experiencia práctica o las oportunidades institucionales de formación, influyan de manera más sustantiva en las actitudes hacia la gestión responsable de residuos electrónicos. Asimismo, los resultados podrían deberse a una baja variabilidad en las

respuestas, lo que reduce la sensibilidad estadística para detectar asociaciones. En términos generales, estos hallazgos evidencian que la formación técnica y la conciencia ambiental constituyen dimensiones diferenciadas del comportamiento sostenible en el contexto de reparación tecnológica

Análisis de Comparación de Medias (ANOVA de un factor)

El presente análisis tiene como objetivo determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las variables de desempeño y sostenibilidad de los técnicos reparadores según factores como los años de experiencia y el nivel educativo. Para ello se aplicó el análisis de varianza de un factor (ANOVA), adecuado para comparar medias entre tres o más grupos independientes. La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene fue utilizada para verificar el supuesto de igualdad de varianzas, considerando un nivel de significancia del 0.05.

Tabla 10. *Porcentaje de éxito en reparaciones según años de experiencia*

Años de experiencia	N	Media (%)	Desv. estándar
Menos de 2 años	114	72.39	13.50
2 a 5 años	80	75.74	14.63
6 a 10 años	97	74.28	13.82
Más de 10 años	109	73.98	15.33
Total	400	73.95	14.32

Se analizó la variable dependiente 'porcentaje de éxito en reparaciones' (p_8) según los grupos de años de experiencia (p_3).

La prueba de Levene indicó homogeneidad de varianzas ($p = 0.267$). El ANOVA no mostró diferencias significativas entre los grupos, $F(3,396) = 0.881$, $p = 0.451$. Se concluye que la experiencia en años no influye significativamente en el porcentaje de éxito en las reparaciones.

Porcentaje de chatarra generada según años de experiencia

Se evaluó la variable dependiente 'porcentaje de equipos considerados chatarra electrónica' (p_9) en función de los años de experiencia (p_3).

Tabla 11. *Porcentaje de chatarra según años de experiencia*

Años de experiencia	N	Media (% chatarra)	Desv. estándar
Menos de 2 años	114	2.44	1.16
2 a 5 años	80	2.26	1.05
6 a 10 años	97	2.41	1.07
Más de 10 años	109	2.39	1.14
Total	400	2.38	1.11

La prueba de Levene confirmó homogeneidad de varianzas ($p = 0.172$). El ANOVA resultó no significativo, $F(3,396) = 0.435$, $p = 0.728$, lo que sugiere que los años de experiencia no influyen en el porcentaje de chatarra generada.

Porcentaje de chatarra generada según nivel educativo

Finalmente, se examinó el efecto del nivel educativo (p_2) sobre el porcentaje de chatarra electrónica generada (p_9).

Tabla 102. *Porcentaje de chatarra según nivel educativo*

Nivel educativo	N	Media (% chatarra)	Desv. estándar
Primaria	82	2.52	1.08
Secundaria	102	2.34	1.12
Técnico	110	2.40	1.12
Universitario o superior	106	2.30	1.11
Total	400	2.38	1.11

La prueba de homogeneidad de varianzas fue no significativa ($p = 0.948$), cumpliéndose el supuesto de igualdad de varianzas. El resultado del ANOVA tampoco mostró diferencias significativas entre los niveles educativos, $F(3,396) = 0.684$, $p = 0.562$.

Los tres análisis de varianza realizados evidencian que no existen diferencias estadísticamente significativas ni en el porcentaje de éxito en reparaciones ni en el porcentaje de chatarra generada según los factores analizados (años de experiencia y nivel educativo). En todos los casos, los valores de p fueron superiores a 0.05, y las medias entre los grupos mostraron variaciones mínimas. Estos resultados sugieren que la eficiencia técnica y la generación de residuos electrónicos no dependen directamente de la experiencia ni del nivel académico, sino posiblemente de otros factores como la capacitación específica, el acceso a insumos y la infraestructura del taller.

Análisis Documental

En la revisión documental permitió identificar una relación directa entre la práctica de reparación y la disminución de residuos electrónicos generados. Diversos estudios Bresanulli et al, (2020), confirman que reparar una computadora puede evitar entre 25 y 200 kg de CO_2 equivalente, dependiendo del tipo de equipo y la naturaleza de la reparación. Asimismo, se reduce significativamente la extracción de materiales críticos como cobalto, litio y tierras raras, cuya obtención está asociada con altos costos ambientales y sociales.

Los factores que inciden en la efectividad de esta práctica son diversos:

- Frecuencia de reparación, en este apartado se comprobó que talleres o técnicos con alta frecuencia de reparación logran mantener mayor número de equipos en uso prolongado, reduciendo el volumen de desechos.
 - Disponibilidad de repuestos, se observó en la documentación que la carencia de piezas originales o compatibles, junto con la falta de canales legales de acceso a repuestos, limita la sostenibilidad de las reparaciones.
-

- Nivel de conocimiento técnico: Los técnicos capacitados pueden realizar intervenciones más duraderas y efectivas. En contextos informales, la falta de formación técnica reduce la calidad y vida útil de las reparaciones.
- Obsolescencia programada: Diseños cerrados, software propietario o bloqueos electrónicos limitan la posibilidad de reparación, obligando al usuario al reemplazo del equipo.
- Condiciones laborales: En países en desarrollo, muchos técnicos trabajan sin protocolos de seguridad ni condiciones adecuadas para la manipulación de componentes peligrosos, exponiéndose a riesgos de salud y contaminando el entorno.
- Políticas públicas: Países que han implementado leyes como el “derecho a reparar” (ej. Francia, Austria) han facilitado el acceso a manuales técnicos, repuestos y capacitación, promoviendo la reparación como una opción viable para consumidores y técnicos.

Discusión

Los hallazgos de este estudio ofrecen una visión multifacética y, en muchos aspectos, contra intuitiva, del rol de los técnicos en reparación de computadoras dentro de la economía circular. La combinación de los análisis descriptivos, correlacional, de varianza (ANOVA) y documental permite una comprensión más profunda de las dinámicas que rigen este sector.

En primer lugar, el análisis descriptivo revela un ecosistema de reparación diverso y dinámico en Guayaquil. La fuerza laboral no es homogénea; coexisten técnicos jóvenes con menos de dos años de experiencia (28.5%) con veteranos con más de una década en

el oficio (27.3%), y operan desde centros técnicos formalizados hasta espacios compartidos informales (28%). Este panorama sugiere un sector vital con potencial para la renovación generacional y la transferencia de conocimiento, pero también con una significativa precariedad estructural.

Sin embargo, este potencial choca con la realidad operativa. La baja adopción de prácticas circulares es un hallazgo crítico: solo el 11% de los técnicos utiliza componentes de segunda mano, y únicamente el 39.3% emplea herramientas digitales de manera completa. Esto indica una brecha importante entre el principio de reutilización, central en la economía circular, y la práctica cotidiana. Esta desconexión se ve agravada por los resultados del análisis correlacional de Spearman, que no encontró relaciones significativas entre el nivel de capacitación percibido, la conciencia ambiental y la viabilidad de implementar planes sostenibles. Esto sugiere que poseer conocimientos técnicos o estar informado sobre el impacto ambiental no se traduce automáticamente en la adopción de comportamientos sostenibles. Es probable que factores externos, como el acceso económico a repuestos, la infraestructura del taller o la demanda del cliente, tengan un peso más decisivo.

Un hallazgo particularmente revelador provino del análisis de Chi-cuadrado, que identificó que el nivel educativo es un factor predictor significativo en la percepción del precio de los repuestos como un obstáculo. Los técnicos con educación técnica (16.4%) y universitaria (12.3%) fueron los que más identificaron esta barrera, en comparación con aquellos con solo educación primaria (2.4%). Esto no implica que los técnicos menos educados enfrenten menores costos, sino que posiblemente tienen una mayor tolerancia al riesgo o operan en mercados informales con mecanismos diferentes de adquisición de insumos. Por otro lado, la relación marginal entre edad y apoyo institucional fue ilustrativa: los técnicos de 45 años o más reportaron el mayor acceso a apoyo (91.1%), lo que apunta

a que la experiencia y las redes consolidadas son capital social crucial en un entorno con escaso apoyo formal.

Los tres análisis de varianza (ANOVA) arrojaron resultados cruciales para desmitificar ciertos supuestos. No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de éxito en las reparaciones ni en el porcentaje de chatarra generada en función de los años de experiencia o el nivel educativo. Esto es fundamental porque indica que un técnico con poca experiencia o educación básica puede ser tan eficaz como uno con titulación universitaria y una larga trayectoria. La eficiencia técnica y la generación de residuos parecen depender menos de estos factores individuales y más de elementos contextuales como la disponibilidad de repuestos, la complejidad del dispositivo (donde las laptops mostraron una tendencia a una mayor reutilización de componentes) y, muy probablemente, de la capacitación específica y práctica recibida.

Esta última idea encuentra respaldo en el análisis documental, el cual establece una relación directa e inequívoca entre la reparación y la reducción del impacto ambiental, evitando entre 25 y 200 kg de CO₂ equivalente por equipo y preservando materiales críticos. No obstante, la literatura también coincide con los hallazgos empíricos al señalar que este potencial se ve severamente limitado por barreras estructurales: la obsolescencia programada, la escasez de repuestos y la falta de un marco regulatorio robusto (como leyes de "derecho a reparar") que habilite un ecosistema de reparación formal y seguro.

En conjunto, estos resultados muestran un panorama complejo. Los técnicos de reparación son, sin duda, agentes ambientales clave cuya labor es fundamental para la transición hacia una economía circular, tal como confirma la revisión documental. Sin embargo, los datos empíricos demuestran que su impacto positivo no se maximiza de manera automática. Existe una desconexión crítica entre el conocimiento, la conciencia y

la acción, mediada por un entorno que no siempre facilita las prácticas sostenibles. La falta de correlaciones y diferencias significativas basadas en credenciales individuales sugiere que las intervenciones futuras deben desplazar su foco desde el técnico como individuo hacia el ecosistema en el que se desenvuelve: las cadenas de suministro, las políticas públicas, los modelos de negocio y la cultura de consumo. Fortalecer este ecosistema es la condición indispensable para que el invaluable trabajo de los técnicos se traduzca en una reducción cuantificable y significativa de la chatarra electrónica.

Conclusiones

El perfil del técnico reparador en Guayaquil es heterogéneo, con una distribución equilibrada entre jóvenes y adultos, y predominio de formación técnica y universitaria.

El nivel educativo influye significativamente en la percepción de los precios de repuestos como obstáculo, evidenciando una mayor sensibilidad económica en técnicos con mayor formación.

No se encontraron correlaciones significativas entre la capacitación percibida, la conciencia ambiental y la viabilidad de implementar prácticas sostenibles, lo que sugiere que estos constructos operan de forma independiente en la muestra estudiada.

Los años de experiencia y el nivel educativo no inciden significativamente en el porcentaje de éxito en reparaciones ni en la generación de chatarra electrónica, indicando que otros factores contextuales son más relevantes.

Existe una baja adopción de prácticas circulares, como el uso de componentes de segunda mano (11%) y herramientas digitales (39.3%), lo que limita el potencial ambiental del sector.

Los técnicos de mayor edad (45 años o más) reportan mayor acceso a apoyo institucional, mientras que los más jóvenes muestran una actitud más favorable hacia la formalización.

La revisión documental confirma que la reparación prolonga la vida útil de los equipos, reduce emisiones de CO₂ y disminuye la demanda de materiales críticos, pero su efectividad depende de factores como el acceso a repuestos, la capacitación y el marco regulatorio.

Referencias bibliográficas

- Adriana Paredes. (2024, abril 30). Los residuos electrónicos aumentan cinco veces más rápido que su reciclaje: ONU. <https://sustentablemente.com/2024/04/30/los-residuos-electronicos-aumentan-cinco-veces-mas-rapido-que-su-reciclaje-onu/>
- Andersen, G. & MoldStud Research Team. (2024). The Role of Computer Technicians in E-Waste Management. <https://moldstud.com/articles/p-the-role-of-computer-technicians-in-e-waste-management>
- Andy Espinoza. (2023). Economía circular: Una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. 25(49), 12-68. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Andy Field. (2024). Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (University of Sussex, UK). <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/discovering-statistics-using-ibm-spss-statistics/book285130>
- Chui Wan Cheung, Markus Berger, & Matthias Finkbeiner. (2018). Comparative life cycle assessment of re-use and replacement for video projectors. 1. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1301-3>
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2018). Diseño de investigación: Investigación de métodos mixtos (3ra.). Pearson Educación.
- Earl R. Babbie. (2020). The Practice of Social Research (Cengage AU, 2020). https://books.google.com.ec/books/about/The_Practice_of_Social_Research.html?id=IFvjDwAAQBAJ&redir_esc=y
- Flick, U. (2015). El diseño de la investigación cualitativa. (Revista de Investigación Cualitativa). Morata. <https://doi.org/10.23935/2016/01018>
- Gaur, T. S., Yadav, V, Sharma, M. K., & Mittal, S. (2024). A systematic review on sustainable E-waste management: Challenges, circular economy practices, and a conceptual framework. 35(4), 858–884. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2023-0139>
- Gianmarco Bressanelli, Nicola Sacconi, Marco Perona, & Irene Baccanelli. (2020). Towards Circular Economy in the Household Appliance Industry: An Overview of Cases. 9(11), 128. <https://doi.org/10.3390/resources9110128>
- Guo, M, Zhang, G, Wang, T, & Li, X. (2023). Driving sustainable circular economy in electronics: A comprehensive review on environmental life cycle assessment of e-waste recycling. 412, 137298. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137298>
- Hernández-Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., & Baptista, L. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.
- J Hidalgo-Crespo, J L Amaya-Rivas, Inês Ribeiro, M Soto, Andreas Riel, & Peggy Zwolinski. (2023). Informal waste pickers in guayaquil: Recycling rates,
-

environmental benefits, main barriers, and troubles. 3(9), 9.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19775>

John-Michael Davis. (2021). A model to rapidly assess informal electronic waste systems. 39(1), 101-107. <https://doi.org/10.1177/0734242X20932225>

Karina Maribel Pincay Chiquito. (2019). "PLAN DE MANEJO DE DESECHOS ELECTRÓNICOS PARA TÉCNICOS DEDICADOS A LA REPARACIÓN DE EQUIPOS TECNOLÓGICOS". https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2313/1/TESIS_PINCAY%20CHIQUITO%20KARINA%20MARIBEL.pdf

Mariana Marcelino, Alberto Macías Alcibar, & María Concepción Martínez. (2021). La economía circular como alternativa hacia un nuevo modelo para la actividad industrial sustentable. 1-18. <https://doi.org/mmarcelino@ipn.mx>

Mariana Rodríguez. (2019). Basura electrónica como consecuencia de la obsolescencia programada y su impacto global. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/30760>

Md Tasbirul Islam, Nazmul Huda, Alex Bahumber, Rezaul Shumon, Atiq Zaman, Forkan Ali, Rumana Hossain, & Veena Sahajwalla. (2021). A global review of consumer behavior towards e-waste and implications for the circular economy. 13 julio 2021, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128297>

Monique Sonogo, Márcia Elisa Soare Echeveste, & Henrique Dalvan. (2022). Repair of electronic products: Consumer practices and institutional initiatives. 30, 556-565. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.031>

Nataliia Roskladka, Gianmarco Bressanelli, Nicola Saccani, & Giovanni Miragliotta. (2025). Repairable electronic products for the circular economy: A review of design for repair features, practices and measures to contrast obsolescence. 30 de enero 2025, 6(66). https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-024-00753-x?utm_source=chatgpt.com

Oladunni B. Abogunrin-Olafisoye & Oladayo Adeyi. (2025). Environmental and health impacts of unsustainable waste electrical and electronic equipment recycling practices in Nigeria's informal sector. 5(4).

Rafael Bisquerra. (2009). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (2da ed.). La Muralla S.A. https://www.academia.edu/38170554/METODOLOG%3%8DA_DE_LA_INVESTIGACI%3%93N_EDUCATIVA_RAFAEL_BISQUERRA_pdf

Rahul Rautela, Shashi Arya, Shilpa Vishwakarma, Jechan Lee, Ki-Hyun Kim, & Sunil Kumar. (2021). E-waste management and its effects on the environment and human health. 773. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145623>

The Regional E-waste Monitor for Latin America. (2022). The Regional E-waste Monitor for Latin-America 2022, results for the 13 countries participating in project UNIDO-GEF 5554.
