

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**MANEJO DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y
ELECTRÓNICOS (RAEE) EN LOS
SERVICIOS TÉCNICOS EN REPARACIÓN, MANTENIMIENTO Y ENSAMBLE
DE COMPUTADORAS DE LA CIUDAD DE SUCRE**

**TRABAJO EN OPCIÓN A DIPLOMADO EN GESTIÓN AMBIENTAL,
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

RANDALL POQUECHOQUE LAMPA

Sucre - Bolivia

2024

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo a la obtención del Diploma en Gestión Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Randall Poquechoque Lampa

Sucre, junio de 2024

DEDICATORIA

...Dedico este trabajo a mis amigos Omar, Ermelinda, Norma y Ana, quienes han sido mi fuente de apoyo incondicional a lo largo de este proceso. También, quiero dedicar este trabajo a mi querida tía María, quien ha sido como mi segunda madre, brindándome su amor, apoyo y sabias palabras en cada paso de mi vida. ¡Gracias por ser mi guía y mi inspiración!"

AGRADECIMIENTOS

...Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

A la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para abordar esta problemática.

A los propietarios y trabajadores de los servicios técnicos de computadoras, por su valiosa participación y apertura para compartir sus experiencias.

A mi familia y amigos, por su constante apoyo y comprensión durante el desarrollo de esta monografía.

Agradezco profundamente a todos quienes, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este estudio que espero sea un aporte significativo para mejorar la gestión de RAEE en nuestra ciudad.

RESUMEN

La gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de computadoras en el Distrito 2 del Municipio de Sucre es el foco de este estudio, que destaca la importancia de abordar adecuadamente estos residuos para prevenir impactos ambientales y proteger la salud pública. A través de un enfoque cuantitativo, se evaluó la situación actual de la gestión de RAEE en 35 servicios técnicos, revelando la necesidad de mejorar las prácticas de manejo de estos residuos. Este análisis detallado proporciona una visión integral de los desafíos y oportunidades en la gestión de RAEE en este sector.

Los resultados más relevantes del diagnóstico muestran que la mayoría de los servicios técnicos no separan adecuadamente los RAEE, lo que indica una falta de conciencia y prácticas inadecuadas en la gestión de estos residuos. Además, se identificó que solo un porcentaje reducido de establecimientos realiza una gestión adecuada de los RAEE, lo que resalta la necesidad de implementar soluciones efectivas para mejorar esta situación. Estos hallazgos subrayan la importancia de abordar de manera urgente la gestión de RAEE en los servicios técnicos de computadoras.

Para abordar estos desafíos, se proponen soluciones integrales que incluyen la implementación de sistemas de recolección y almacenamiento adecuados, programas de educación ambiental, promoción de tecnologías sostenibles para el reciclaje y la reutilización de RAEE, y el establecimiento de una infraestructura centralizada de tratamiento de estos residuos. Estas medidas buscan fomentar prácticas más sostenibles y responsables en la gestión de RAEE, con el objetivo de minimizar su impacto negativo en el entorno y promover su reciclaje y reutilización. ¡Descubre cómo estas acciones pueden transformar la gestión de RAEE en los servicios técnicos y contribuir a un entorno más sostenible!

Palabras clave: RAEE, Gestión, Servicios técnicos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	5
1.4 METODOLOGÍA	6
1.4.1 Diseño de la investigación	6
1.4.2 Enfoque de la investigación	7
1.4.3 Población y muestra	7
1.4.4 Técnicas de recolección de información	8
1.4.5 Método empírico	8
1.4.6 Instrumentos de recolección de datos	8
CAPÍTULO II: DESARROLLO	10
1.5 MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL)	10
1.5.1.1 Importancia del manejo de RAEE a nivel global	10
1.5.1.2 Estudios e iniciativas a nivel global	11
1.5.1.3 Situación en Bolivia	11
1.5.1.4 Marco legal y normativo en Bolivia:	11
1.5.1.5 Situación en el Distrito 2 de Sucre	12
1.5.1.6 Consideraciones finales	12
1.5.2 Marco Conceptual	13
1.5.2.1 Definición de los (RAEE)	13
1.5.2.2 Clasificación de los RAEE	13
1.5.2.3 Elementos tóxicos presentes en los RAEE	15
1.5.2.4 Generación y gestión de los RAEE en los servicios técnicos	17
1.5.3 Marco Contextual	17
1.5.3.1 Municipio de Sucre	17

1.5.3.2	Diagnostico general del Distrito 2.....	18
1.5.3.3	Aspecto Económico	20
1.5.3.4	Aspecto Demográfico	21
1.5.3.5	Situación actual de los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras en el Distrito 2.....	22
1.5.3.6	Servicios Técnicos en Reparación y Mantenimiento de Computadoras en Sucre	23
1.6	INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS.....	24
1.6.1	Tipos y cantidades de RAEE generados	24
1.7	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	34
1.7.1	Cuanto de RAEE generan los servicios técnicos	34
1.7.2	Cuanto de RAEE desechan los servicios técnicos.....	35
1.7.3	Gestión de RAEE en los servicios técnicos en computadoras.	35
1.7.4	Situación ambiental respecto a los residuos obtenidos	36
1.7.5	Propuesta	40
	CAPÍTULO III: CONCLUSIONES	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
	Bibliografía.....	43
	ANEXOS	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1	Límite distrital D - 2.....	18
Figura 2	Zona del Mercado Campesino	19
Figura 3	Zona Aniceto Arce	20
Figura 4	¿Qué son los RAEE?	25
Figura 5	Que tipos de residuos genera	26
Figura 6	¿En promedio, cuanto y cada que tiempo desecha estos RAEE? ...	27
Figura 7	En su lugar de trabajo. ¿Separa los RAEE de otros residuos sólidos?	27
Figura 8	¿Cómo separa los RAEE?	28
Figura 9	¿En su lugar de trabajo, se dispone de los RAEE de manera adecuada?.....	28
Figura 10	¿Cómo dispone de los RAEE?.....	29
Figura 11	¿En su lugar de trabajo, cuenta con un sistema para la gestión adecuada de RAEE?	29
Figura 12	¿Qué hace con los RAEE?.....	30
Figura 13	Resumen de datos cuantitativos de la encuesta	30
Figura 14	Separa los RAEE de otros residuos sólidos en el punto de generación.....	32
Figura 15	Clasifica los RAEE por tipo de material (computadoras, monitores, teclados, etc.) para facilitar su transporte, reciclaje y valorización ...	33
Figura 16	Almacena los RAEE en un lugar seguro y protegido, lejos de fuentes de calor, humedad y fuego	33
Figura 17	Evita la acumulación excesiva de RAEE en los servicios técnicos..	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorías de RAEE (Directiva de Unión Europea)	14
Tabla 2	Clasificación de RAEE según líneas	15
Tabla 3	Elementos existentes en los RAEE	16
Tabla 4	Empleo por tamaño de empresa	21
Tabla 5	Población del Municipio de Sucre.....	21
Tabla 6	Datos estimados de RAEE generados y desechados	31
Tabla 7	RAEE de los servicios técnicos en computadoras.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Encuestas.....	46
ANEXO B. Lista de chequeo	51
ANEXO C. Reporte fotográfico.....	54
ANEXO D. Tabulación de datos obtenidos en la encuesta realizada a los servicios técnicos en computadoras.....	58
ANEXO E. La matriz de Leopold.....	63
ANEXO F. Propuesta para la gestión de RAEE en los Servicios Técnicos en computadoras.....	72

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son productos que están presentes en nuestra vida cotidiana y están conformados por una combinación de piezas o elementos que para funcionar necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos y realizan un sin número de trabajos y funciones determinadas. En el momento en que sus dueños consideran que no les son útiles y los descartan, se convierten en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

En Bolivia, la generación de RAEE se ha incrementado significativamente en los últimos años, impulsada por factores como el desarrollo tecnológico, el crecimiento poblacional y el consumismo. Esta situación ha generado preocupación sobre la gestión apropiada de estos residuos, ya que requieren un tratamiento especial para evitar daños al entorno y a la población.

El presente estudio se enfoca en la evaluación de la gestión de RAEE en los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras en el Distrito 2 de la ciudad de Sucre. Estos establecimientos desempeñan un papel crucial en la generación de RAEE, debido a la naturaleza de sus actividades, que implican la sustitución y actualización frecuente de componentes electrónicos.

Para abordar esta problemática, se utilizó un enfoque cuantitativo, aplicando técnicas de encuesta y observación directa a una muestra de 35 servicios técnicos de computadoras en el Distrito 2.

Los hallazgos y resultados obtenidos a través de esta investigación permitirán comprender la situación actual de la gestión de RAEE en este sector y proponer estrategias para mejorar las prácticas de manejo de estos residuos. A partir de esta información, se describe a continuación todo lo referente a los RAEE en los servicios técnicos en computadoras y lo que se ha realizado.

1.1 ANTECEDENTES

El manejo de Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) es un tema de gran relevancia a nivel global debido al creciente uso de dispositivos electrónicos en la sociedad. Estos residuos contienen materiales peligrosos como el plomo, mercurio y cadmio, los cuales representan un riesgo para el medio ambiente y la salud humana si no son tratados de manera adecuada. Por tal motivo existen diferentes iniciativas y estrategias a nivel mundial para promover el manejo adecuado de los RAEE, con el objetivo de minimizar su impacto negativo en el entorno y fomenta su reciclaje y reutilización.

Los estudios realizados en relación a los RAEE a nivel global son bastantes, tal es el caso del país de Colombia, (Pineda, 2022) realiza un estudio denominado “Economía circular aplicada en el aprovechamiento de los residuos electrónicos en Colombia”, teniendo como resultados la necesidad de mejorar la gestión de los RAEE, así como de aumentar la conciencia pública sobre los impactos ambientales y de salud asociados con una disposición inadecuada de estos residuos. También subraya la importancia de la implementación efectiva de políticas y planes de gestión de RAEE a nivel local y nacional para abordar estos problemas de manera integral.

La generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Bolivia se ha incrementado por factores como el desarrollo tecnológico, el crecimiento poblacional y el consumismo, entre otros; lo que ha generado preocupación sobre la gestión especial que este tipo de residuos necesitan, dado que en su estructura contienen componentes que pueden ser reciclados y otros que, si no son tratados adecuadamente, pueden ser nocivos y peligrosos para la salud humana, y el medio ambiente en general. (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/, 2019)

(Delfin, Guzman, Garay, Yañez, & Delfin, 2009), llevaron a cabo un estudio de Diagnóstico de Residuos Electrónicos en Bolivia, bajo el encargo de Swisscontact. En la cual tuvo como resultados que la generación per cápita para el 2015 de RAEE se incrementara en un 50%, es decir de 2,2 a 3,3 Kg*hab*año. Además de que la demanda de Equipos Electrónicos (EE) en las empresas son: los teléfonos (92%), CPU (83%) e impresoras (79%) y que la vida útil de un EE no supera los cuatro años.

(Baldé, Forti, Gray, Kuehr, & Stegmann, 2019) En la gestión 2019, según el informe “The global e-waste monitor 2017”, Bolivia produce 3.3 kg de RAEE por habitante, lo que equivale a 36,400 toneladas de RAEE al año. Aunque esta cifra coloca a Bolivia por debajo de otros países de América Latina (donde México lidera con 997,800 toneladas de RAEE al año).

Según el informe “situación actual de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Bolivia” de la Fundación para el Reciclaje (FUNDARE) tuvo como resultados que, (FUNDARE, 2022), “Bolivia genera 18.000 toneladas de RAEE al año. Solo el 20% de los RAEE se recicla de forma adecuada. El 80% de los RAEE termina en vertederos o incineradoras”.

(El Deber, 2023), "Bolivia genera 20.000 toneladas de Residuos Electrónicos (RAEE) al año. Se estima que la cifra aumentará a 33.000 toneladas para el año 2025", esto según los resultados de un artículo publicado por el periódico El Deber de la ciudad de Santa Cruz.

En Bolivia, se encuentran leyes específicas que regulan la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. La Ley N. 1672 de 2013 establece los lineamientos para la adopción de medidas destinadas a la gestión de estos residuos. La Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE, promulgada por el Gobierno Nacional de Bolivia en 2017, incorpora los principios, objetivos, componentes y acciones establecidos en la Ley 1672, teniendo en cuenta la situación actual de los RAEE en el país. Además, existen reglamentos municipales que regulan la gestión de estos residuos, como el Reglamento a la Ley N. 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual implementa un sistema de recolección y gestión de RAEE en Bolivia.

En el Distrito 2 de la ciudad de Sucre, se concentra un número significativo de servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras. Estos servicios generan una cantidad considerable de RAEE, incluyendo monitores, CPUs, impresoras, teclados y otros componentes electrónicos (Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, 2020).

Un estudio realizado por la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca (2021) encontró que el manejo de los RAEE en los servicios técnicos del Distrito 2 es deficiente. Los principales problemas que identifica son:

- **Falta de conocimiento sobre la normativa legal vigente:** Muchos propietarios de servicios técnicos no conocen la Ley de Gestión Integral de Residuos (Ley N° 755) y sus reglamentos específicos para RAEE (Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, 2015).
- **Prácticas inadecuadas de almacenamiento y disposición final:** Los RAEE se suelen almacenar en espacios inadecuados y mezclados con otros tipos de residuos. En algunos casos, se eliminan junto a la basura doméstica, lo que representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente (Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, 2021).
- **Infraestructura y logística insuficientes:** No existe un sistema de recolección y tratamiento específico para RAEE en el Distrito 2. Los servicios técnicos no cuentan con la infraestructura ni la logística necesaria para gestionar estos residuos de forma adecuada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

- Elaborar un plan de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los “servicios técnicos en reparación, mantenimiento y ensamble de computadoras”, que permita promover la sostenibilidad en su manejo, en el Distrito 2 del Municipio de Sucre.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar las tendencias teóricas en el manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).
- Evaluar la gestión de residuos generados en el proceso de reparación y mantenimiento de computadoras.

- Describir medidas específicas de mejoramiento en el manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), con el fin de identificar oportunidades para optimizar el proceso de gestión de RAEE y promover prácticas más sostenibles y responsables.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El manejo adecuado de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) es un desafío crucial en la actualidad debido al crecimiento exponencial de dispositivos electrónicos y su impacto ambiental. El 60% de los servicios técnicos almacenan los RAEE de forma inadecuada, mezclados con otros residuos y sin las medidas de seguridad necesarias (Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, 2020). Los RAEE contienen materiales valiosos, pero también sustancias tóxicas como el plomo, mercurio y cadmio, que si no tienen una disposición adecuada puede llegar a contaminar los suelos, las aguas y afectar a la salud

Un estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (2019) reveló que la inadecuada gestión de RAEE libera al medio ambiente 50 millones de toneladas de estos residuos al año y en ella distintas sustancias tóxicas. En la actualidad los servicios técnicos deben implementar prácticas sostenibles y eficientes para el manejo de los RAEE, considerando el aumento constante de dispositivos electrónicos en circulación y la falta de conciencia sobre su correcta disposición final. La OMS (2018) advierte que la exposición a sustancias presentes en los RAEE puede causar enfermedades como cáncer, problemas respiratorios y neurológicos. Esto plantea un desafío ambiental y social que requiere acciones inmediatas para prevenir daños mayores a largo plazo.

La presente investigación es viable, pues se dispone de suficientes fuentes información y recurso humano para llevarse a cabo. Este estudio beneficiará directamente al segmento de la población que reside en el Distrito 2 de la Ciudad de Sucre, así como a los propietarios y trabajadores de los servicios técnicos involucrados en la reparación y mantenimiento de computadoras. Al mejorar las prácticas de gestión de los RAEE, se contribuirá a proteger el entorno local, promover la economía circular y concienciar sobre la importancia del reciclaje electrónico.

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que usaran metodologías compatibles, de manera que se posibilitaran análisis conjuntos, comparaciones entre periodos temporales concretos y evaluaciones de las intervenciones que se estuvieran llevando a cabo.

Realizar este estudio proporcionará un conocimiento profundo sobre una temática relevante en el campo ambiental y tecnológico, permitiendo adquirir habilidades en investigación, gestión ambiental y responsabilidad social corporativa. Además, contribuirá al desarrollo sostenible local y al fortalecimiento de buenas prácticas en el sector tecnológico.

1.4 METODOLOGÍA

Baena (2017) señala que “La metodología ejerce el papel de ordenar, se apoya en los métodos, como sus caminos y éstos en las técnicas como los pasos para transitar por esos caminos del pensamiento a la realidad y viceversa” (p.31). En otras palabras, es un conjunto de procedimientos y técnicas utilizadas en la investigación para recopilar, analizar e interpretar datos.

1.4.1 Diseño de la investigación

Dado que el objetivo del estudio será elaborar un plan de gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos, se recurrió a un diseño no experimental que se aplicara de manera transversal, considerando que el tema de investigación tiene un sustento suficiente se procederá a realizar una investigación de tipo descriptivo para conocer a detalle si existe una gestión adecuada de los RAEE en los servicios técnicos.

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2003) la investigación no experimental “es la que se realiza sin manipular deliberadamente las variables; lo que se hace es este tipo de investigaciones observar fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para después analizarlos” (p.270).

1.4.2 Enfoque de la investigación

La presente monografía será diseñada bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, puesto que este es el que mejor se adapta a las características y necesidades de la investigación.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecida previamente, y confía en “la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamientos en una población” (Hernández, Fernández y Baptista, 2003, p.5).

Del enfoque cuantitativo se tomará la técnica de la encuesta combinada entre preguntas cerradas y abiertas para obtener información. También se tomará la técnica de observación directa, que permitirá recolectar información de los procesos y actividades relacionados con la gestión de estos residuos.

1.4.3 Población y muestra

Según Levin y Rubin (1996) definen la población como “un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones” (p.20).

La población de estudio estaría conformada por los servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras del Distrito 2 del Municipio de Sucre que hace de más de 35 actividades.

La muestra según Pinela, Alvarado y Hernández (1994) es “un subconjunto de la población que se llevara a cabo la investigación con el fin posterior de generalizar los hallazgos del todo” (p.108).

La muestra estaría conformando por 35 servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras. El método que se utilizará, es el muestreo no probabilístico, que de acuerdo a Pinela, Alvarado y Hernández (1994) “se tomaran los casos o unidades que estén disponibles en un momento dado” (p.119), puesto que se

tomará en cuenta al personal relevante como son los técnicos y el encargado de estos servicios.

1.4.4 Técnicas de recolección de información

Las técnicas de recolección de información que se utilizará en la presente investigación será la encuesta y la observación directa.

Las encuestas serán semiestructuradas, que se realizarán sobre todo a los encargados de estos servicios técnicos y permitirán obtener información sobre las percepciones, actitudes y prácticas relacionadas con la gestión de los RAEE en estas actividades.

1.4.5 Método empírico

Observación directa: la observación como tal se realizará a los diferentes servicios técnicos seleccionados, en los procesos y actividades relacionados con la gestión de los RAEE, esto permitirá obtener información sobre cómo se llevan a cabo estas actividades en la práctica y detectar cualquier problema sobre el manejo que llevan de estos residuos dentro de estas actividades.

1.4.6 Instrumentos de recolección de datos

Cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados. (Sabino. 1992, p.88)

El instrumento será un cuestionario diseñado con Preguntas de Opción Múltiple, en este modelo, los encuestados eligen una o más respuestas entre varias opciones predefinidas. Estas opciones pueden ser de selección única (solo se puede seleccionar una opción) o de selección múltiple (se pueden seleccionar varias opciones). también La categorización de las preguntas de opción múltiple es un instrumento de medición o recolección de datos que se dispone en la investigación, de acuerdo con Brunet (2004) “consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales

se solicita la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los individuos” (p.34).

El cuestionario estará estructurado en secciones que abordarán diferentes aspectos relevantes para el estudio, como las prácticas actuales de gestión de RAEE y el conocimiento sobre las regulaciones y políticas ambientales relacionadas con los RAEE. Cada sección contendrá preguntas específicas diseñadas para obtener información detallada sobre estos aspectos.

Las preguntas permitirán a los participantes seleccionar una o varias opciones de respuesta de una serie de alternativas predefinidas, mientras que las Opciones Múltiples proporcionará un rango de opciones que van desde seleccionar solo una, a varias respuestas, permitiendo así capturar la intensidad de las respuestas.

CAPÍTULO II: DESARROLLO

1.5 MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL Y CONTEXTUAL)

El año 2012, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) publicó el documento titulado “Programa Plurinacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos” (MMAyA, 2012), “se establece claramente que en Bolivia todavía no se han desarrollado sistemas específicos para la gestión diferenciada de los Residuos Especiales, entre ellos los RAEE”. Por otra parte, “en Bolivia, la mayor parte de los Aparatos Eléctrico y Electrónicos (AEE) que pasan al desuso se quedan almacenados en las viviendas, instituciones públicas o privadas, comercios y otras fuentes que los generan. Lamentablemente, una proporción no determinada termina siendo simplemente desechada en terrenos baldíos donde están expuestos a la acción de la intemperie que acelera el deterioro de estos desechos”. (MMAyA y GIZ 2017).

En las referencias citadas se puede contemplar que aún no se cuenta con una práctica sobre la gestión de los RAEE, ya que lo único que se realiza es el almacenamiento y la disposición final en algún botadero que no trata de manera adecuada estos residuos.

“A nivel municipal el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, establece que los Municipios deben planificar la organización de las fases de la gestión de residuos sólidos y asumir la responsabilidad global por el servicio de aseo. El vínculo con relación a los RAEE para los diferentes municipios en cuestión, solo es de interés general y no hay planes desarrollados sobre este tema” (Delfin, Guzman, Garay, Yañez, & Delfin, 2009)

1.5.1.1 Importancia del manejo de RAEE a nivel global

El manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) es un tema de gran relevancia a nivel global debido al creciente uso de dispositivos electrónicos en la sociedad (Baldé et al., 2019). Estos residuos contienen materiales peligrosos como el plomo, mercurio y cadmio (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/, 2019), que representan un riesgo para el medio ambiente y la salud humana si no son tratados de manera adecuada (Delfín et al., 2009).

1.5.1.2 Estudios e iniciativas a nivel global

Existen diferentes estudios e iniciativas a nivel mundial para promover el manejo adecuado de los RAEE. Un ejemplo es el estudio "Economía circular aplicada en el aprovechamiento de los residuos electrónicos en Colombia" (2022), que subraya la necesidad de mejorar la gestión de los RAEE, así como de aumentar la conciencia pública sobre los impactos ambientales y de salud asociados con una disposición inadecuada de estos residuos (FUNDARE, 2022).

1.5.1.3 Situación en Bolivia

La generación de RAEE en Bolivia se ha incrementado por factores como el desarrollo tecnológico, el crecimiento poblacional y el consumismo (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/, 2019). Delfín et al. (2009) encontraron que la generación per cápita de RAEE se incrementó en un 50% entre 2015 y 2019. Baldé et al. (2019) reportan que, en 2019, Bolivia producía 3.3 kg de RAEE por habitante, lo que equivale a 36,400 toneladas de RAEE al año. Sin embargo, FUNDARE (2022) y El Deber (2023) reportan cifras diferentes: 18.000 y 20.000 toneladas de RAEE al año, respectivamente. Estas discrepancias en las cifras podrían deberse a diferentes metodologías de medición o a la falta de datos precisos.

1.5.1.4 Marco legal y normativo en Bolivia:

El marco legal y normativo en relación con el manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) es fundamental para garantizar prácticas adecuadas y responsables en su gestión. En el tema de investigación se hace necesario comprender la legislación internacional y nacional que regula este ámbito.

Gupta y Sahni (2019), la regulación internacional sobre RAEE ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, con la creación de acuerdos y convenciones que buscan abordar los desafíos ambientales y sociales asociados con estos residuos. En el contexto de la Unión Europea, por ejemplo, la Directiva RAEE establece objetivos específicos para la recolección, tratamiento y reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos, así como la responsabilidad extendida del productor.

En el ámbito nacional, Bolivia también ha implementado normativas para regular el manejo de RAEE. alguna de estas normas y leyes más relevantes que rigen este tema en Bolivia son:

- Ley N° 755: Ley de Gestión Integral de Residuos (2015) - Establece principios para la gestión integral de residuos, incluyendo los RAEE.
- Norma Boliviana NB 69018: Residuos de Aparatos Eléctricos y/o Electrónicos. Definiciones y Clasificación (2012) - Norma que define y clasifica los RAEE.
- Norma Boliviana NB 69019: Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y/o Electrónicos (2012) - Norma que regula el manejo de los RAEE.
- Constitución Política del Estado (2009) - Marco constitucional que establece disposiciones relacionadas con el medio ambiente y la gestión de residuos.
- Ley 1333: Ley del Medio Ambiente (1992) - Ley que aborda aspectos ambientales, incluyendo la protección del medio ambiente en relación con los residuos.

Estas normativas y leyes en Bolivia proporcionan el marco legal necesario para regular y promover la gestión adecuada de los RAEE, asegurando la protección del medio ambiente y la salud pública.

1.5.1.5 Situación en el Distrito 2 de Sucre

El Distrito 2 de la ciudad de Sucre concentra un número significativo de servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras, lo que genera una cantidad considerable de RAEE (Gobierno Autónomo Municipal de Sucre, 2020). Sin embargo, no existe un sistema adecuado para la recolección y gestión de estos residuos en el Distrito.

1.5.1.6 Consideraciones finales

De acuerdo a los estudios e informes mencionados, se puede concluir que:

- El manejo de RAEE es un problema importante a nivel global y nacional.

- Existe un marco legal e institucional para la gestión de RAEE en Bolivia, pero su implementación aún es débil.
- Se necesita mejorar la gestión de RAEE en el Distrito 2 de Sucre.

Se considera que, para abordar el problema del manejo de RAEE en Bolivia, se necesitan medidas como:

- Fortalecer el marco legal e institucional para la gestión de RAEE.
- Implementar programas de educación ambiental para sensibilizar a la población sobre la importancia del manejo adecuado de los RAEE.
- Fomentar el desarrollo de tecnologías para el reciclaje y la reutilización de los RAEE.
- Implementar un sistema de recolección y gestión de RAEE eficiente en el Distrito 2 de Sucre.

1.5.2 Marco Conceptual

1.5.2.1 Definición de los (RAEE)

Según ESPINOZA et al. (2011), los RAEE son aparatos que han dejado de realizar el servicio para lo que fueron comprados y adentro de su composición tienen 5 materiales peligrosos en un porcentaje, que exigen un especial tratamiento a fin de prevenir negativos impactos, también poseen materiales con valor, la recuperación representa un ahorro en energía y recursos al poder ser reaprovechados. De acuerdo con PAES et al. (2016) define a los RAEE como residuos electrónicos que ya han cumplido su vida útil en el tiempo.

1.5.2.2 Clasificación de los RAEE

De acuerdo a la Directiva de la Unión Europea, existen 10 categorías de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos que son:

Tabla 1 Categorías de RAEE (Directiva de Unión Europea)

Nº	Categoría	Ejemplos
1	Grandes electrodomésticos	Neveras, congeladoras, lavaplatos, etc.
2	Pequeños electrodomésticos	Aspiradoras, planchas, secadoras de pelo, etc.
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	Procesadoras de datos centralizados (minicomputadoras, impresoras) y elementos de computación personal.
4	Aparatos electrónicos de consumo	Aparatos de radio, televisores, cámaras de video, etc.
5	Aparatos de alumbrado	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.
6	Herramientas eléctricas y electrónicas	Taladros, sierras y máquinas de coser.
7	Juguetes, equipos deportivos y de tiempo libre	Consolas de video, video juegos, etc.
8	Aparatos médicos	Aparatos de radioterapia, hemodiálisis, etc.
9	Instrumentos de medida y de control	Termostatos, detectores de humo, reguladores de calor.
10	Máquinas expendedoras	Máquinas expendedoras de bebidas calientes, botellas, latas, etc.

Nota. Tomado del Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2002).

Que también son clasificados, desde el punto de vista de producción y comercialización, en tres líneas:

Tabla 2 Clasificación de RAEE según líneas

N°	Categoría	Ejemplos
1	Línea Blanca	Refrigeradores, lavadoras, cocinas, licuadoras, entre otros.
2	Línea Marrón	Televisores, equipos de sonido, reproductores de video, entre otros.
3	Línea Gris	Computadoras y sus periféricos, teléfonos celulares, entre otros.

Nota. Tomado de: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2017).

1.5.2.3 Elementos tóxicos presentes en los RAEE

Cuando los Aparatos Electrónicos y Eléctricos se convierten en obsoletos, presentan fallas, se encuentran dañados y pasan a ser residuos, estos deben tener un tratamiento o manejo diferenciado, pero la población opta por:

- Almacenarlos de forma inadecuada.
- Venderlos a servicios técnicos y compro todo que desmantelan los AEE y venden sus partes.
- Desecharlos conjuntamente con los residuos sólidos urbanos.
- Depositarlos o enterrarlos en botaderos de forma clandestina

De esta manera, se provoca un impacto negativo al medio ambiente y a la salud de la población por la dispersión de contaminantes.

Tabla 3 Elementos existentes en los RAEE

Elemento	Daños potenciales a la salud humana	Daños potenciales para el medio ambiente
Arsénico (As)	En pequeñas dosis llega a ser un veneno letal.	La flora es propensa a la absorción de este elemento y la bioacumulación en los seres vivos además de ser altamente tóxicos
Bario (Ba)	Genera problemas gastrointestinales.	Se disuelve fácilmente en cursos de agua y es altamente toxico como bioacumulable en los seres vivos
Berilio (Be)	La exposición a este contaminante llega a generar cáncer pulmonar como afectación al sistema respiratorio.	Produce cáncer y mutaciones en los seres vivos además de contaminar cursos de agua, suelo y son altamente tóxicos
Cadmio (Cd)	Posibles efectos irreversibles en los riñones; provocan cáncer o inducen a la desmineralización ósea.	Bioacumulativos, persistentes tóxicos para el medio ambiente.
Cobalto (Co)	Genera alteraciones o mutaciones genéticas.	Es fácilmente asimilable por seres vivos y genera un impacto al medio ambiente.
Cromo VI (Cr-VI)	Provoca reacciones alérgicas; en contacto con la piel, es caustico y genotóxicos.	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos.
Materiales ignífugos bromados o retardantes de llama	Cancerígenos y neurotóxicos; pueden inferir asimismo en la función reproductora.	En los vertederos son solubles, en cierta medida volátiles, bioacumulativos y persistentes. Al incinerarlos se generan dioxinas y furanos.
Mercurio (Hg)	Posibles daños cerebrales; impactos acumulativos.	Disuelto en agua, se va acumulando en los organismos vivos.
Plomo (Pb)	Posibles daños en el sistema nervioso, endocrino y cardiovascular; también en los riñones.	Acumulación en el ecosistema; efectos tóxicos en la flora, la fauna y los microorganismos.

Nota. Potenciales daños para la Salud y para el medio ambiente de algunos componentes de aparatos eléctricos y electrónicos (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/, 2019)

1.5.2.4 Generación y gestión de los RAEE en los servicios técnicos

López et al. (2018), subraya que “la generación de RAEE en este sector puede ser significativa debido a la naturaleza de las actividades realizadas, que a menudo implican la sustitución o actualización de componentes electrónicos y dispositivos obsoletos”.

En la ciudad de Sucre, al igual que en otras áreas urbanas, los servicios técnicos de computadoras pueden contribuir considerablemente a la generación de RAEE debido a la frecuencia con la que se realizan reparaciones, actualizaciones y reemplazos de equipos. Estos residuos electrónicos pueden incluir componentes como placas de circuito, pantallas, teclados, baterías y otros dispositivos periféricos, que requieren una gestión adecuada para prevenir impactos ambientales y sanitarios negativos.

La gestión de RAEE en el sector de servicios técnicos no solo implica la recolección y disposición final adecuada de los residuos electrónicos, sino también la implementación de medidas preventivas para reducir su generación y promover prácticas sostenibles. Estrategias como el reacondicionamiento de equipos, la reutilización de componentes y la implementación de programas de reciclaje pueden contribuir a minimizar el impacto ambiental de las actividades del sector.

1.5.3 Marco Contextual

1.5.3.1 Municipio de Sucre

Generalidades

El Municipio de Sucre ubicado en la Provincia Oropeza del Departamento de Chuquisaca, cuenta con una superficie de 1.876,91 kilómetros cuadrados (km²) y forma parte de la unidad geomorfológica denominada “Cordillera Andina Oriental”. La topografía por lo tanto es abrupta, con predominancia de cerros y montañas y reducidas superficies planas aptas para cultivo. El clima dominante es templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 15°C y una máxima media de 22°C. (GMS, 2003-2007).

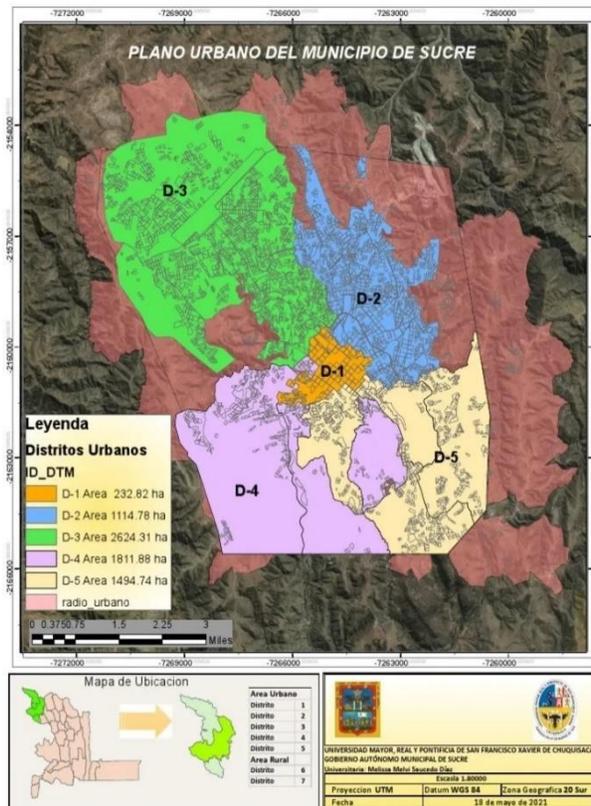
1.5.3.2 Diagnostico general del Distrito 2

Extensión y Localización

El distrito 2 se encuentra ubicado en la Provincia Oropeza del Municipio de Sucre, siendo la que ocupa mayor extensión en superficie en la que se refiere al área urbana, con una superficie de 1.064 has. (GMS, 2003-2007)

Asimismo, el distrito 2, se encuentra aproximadamente situado entre los paralelos 19°01'34" latitud sur y 65°15'24" latitud oeste, a una altura promedio de 2813 m.s.n.m.

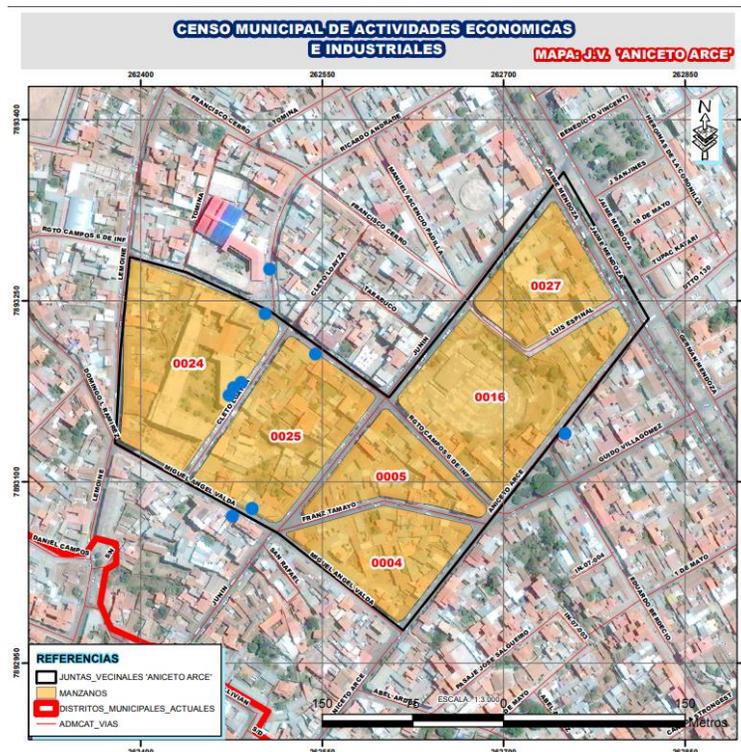
Figura 1 Límite distrital D - 2



Nota. La figura muestra el plano urbano del Municipio de Sucre y sus Distritos. Fuente: Melissa M. Saucedo (2021).

El distrito 2 limita al oeste con el distrito 3, al suroeste con el 1, al sur con el distrito 5, norte y este con el distrito 6. (GMS, 2003-2007).

Figura 3 Zona Aniceto Arce



Nota. Mapa de la zona Aniceto Arce del D-2 del Municipio de Sucre, puntos de ubicación de los servicios técnicos. Fuente: elaboración propia

1.5.3.3 Aspecto Económico

El distrito 2 del Municipio del Sucre se caracteriza por el rápido crecimiento poblacional, donde se concentran las principales actividades industriales y comerciales, industrias medianas, prestación de servicios de taller mecánica, carpinterías y metal metalurgia.

El sector productivo en el municipio tiene como ente matriz a la Federación de Empresarios privados de Chuquisaca y tiene como afiliadas, a las siguientes organizaciones gremiales y/o sindicales: Cámara de Industria y Comercio de Chuquisaca, Cámara Departamental de la Construcción, Cámara Departamental de Hotelería, Asociación de Mujeres Empresarias y Profesionales de Chuquisaca, Asociación de Aseguradoras filial Chuquisaca, Mutual "La Plata" y el Diario "Correo del Sur".

Tabla 4 Empleo por tamaño de empresa

Tamaño de Empresa	Empleo que generan (%)
Gran Empresa	5.97 %
Mediana Empresa	3.4 %
Pequeña y Micro Empresa	90.62 %
Total 100 %	Total 100 %

Nota. Fuente PDM 1999, datos INE 2007

Las pequeñas y micro empresas absorben algo más del 90% de la Población Económicamente Activa (PEA) empleada en el sector productivo, por esta razón, son estas unidades productivas las que mayor importancia adquieren en el contexto de la realidad económico – productiva. (GMS, 2003-2007)

1.5.3.4 Aspecto Demográfico

Según los datos obtenidos del PDM y PMOT 2014, el Municipio de Sucre cuenta con una población total de 344.083 habitantes, de los cuales el 91,84% de la población se concentra en el área urbana y el 8,16% en el área rural, donde se puede apreciar que el Municipio es eminentemente urbano.

Tabla 5 Población del Municipio de Sucre

Distritos	Población 2014	Porcentajes %
Distrito 1	37.445	10,88
Distrito 2	161.188	46,85
Distrito 3	54.761	15,92
Distrito 4	27.287	7,93
Distrito 5	35.331	10,27
Sub total	316.012	91,84
Distrito 6	6.355	1,85

Distrito 7	14.459	4,2
Distrito 8	7.257	2,11
Sub total	28.071	8,16
Total	344.083	100

Nota. Datos tomados de PDM 2003-2007 y PMOT 2014.

El distrito 2, ha tenido un crecimiento poblacional acelerado de 36.302 habitantes entre el año 2008 al 2014, actualmente el D-2 cuenta con 161.188 habitantes en la gestión 2014, este incremento es resultado de una mayor dinámica industrial y comercial por el que atraviesa el distrito. Del total de habitantes en el distrito 2, el 48,56% está representado por los hombres, mientras que el 51,44% por mujeres. (GMS, 2003-2007). Los datos no fueron actualizados aun por CENSO 2024 según el INE, por lo que no se tiene datos de a cuánto asciende los habitantes del distrito 2 del Municipio de Sucre a la gestión actual.

1.5.3.5 Situación actual de los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras en el Distrito 2

El manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras del Distrito 2 del municipio de Sucre presenta una situación compleja y preocupante. Si bien no existen datos precisos sobre la cantidad de RAEE generada en este sector, se estima que es considerable debido al creciente número de servicios técnicos y la alta tasa de renovación de equipos informáticos.

En ese sentido, las zonas con más crecimiento de estos servicios técnicos en computadoras en el Distrito 2 del Municipio de Sucre, son las zonas del Mercado Campesino y la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Así pues, estas zonas concentran el mayor número de estas actividades, debido a la gran concentración de gente y tiendas tecnológicas.

Se desconoce el número exacto de estos servicios técnicos en computadoras, puesto que mientras más crece la población más actividades abren sus puertas a la población. Haciendo una contabilización in-situ, de estos servicios técnicos en computadoras, se

estima que existen más de 35 de estas actividades dentro del Distrito 2 del Municipio de Sucre.

1.5.3.6 Servicios Técnicos en Reparación y Mantenimiento de Computadoras en Sucre

Los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras en la ciudad de Sucre son fundamentales para abordar los desafíos relacionados con el manejo de los RAEE en esta área. Según González (2020), los servicios técnicos de computadoras desempeñan un papel importante en el funcionamiento y mantenimiento de equipos informáticos en la comunidad, brindando servicios que van desde la reparación de hardware hasta la instalación de software y el soporte técnico.

En la ciudad de Sucre, al igual que en muchas otras ciudades, los servicios técnicos de computadoras son parte integral de la infraestructura tecnológica, atendiendo las necesidades de individuos, empresas y organizaciones. Estos establecimientos, que van desde pequeños talleres hasta empresas especializadas, ofrecen una amplia gama de servicios para garantizar el funcionamiento óptimo de los dispositivos informáticos.

Es importante destacar que los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras no solo se ocupan de resolver problemas técnicos, sino que también juegan un papel importante en la prolongación de la vida útil de los equipos y la optimización de su rendimiento. Esta función adquiere una relevancia aún mayor en el contexto de la gestión de los RAEE, ya que el mantenimiento adecuado puede contribuir a reducir la generación de residuos electrónicos al extender la vida útil de los dispositivos.

1.6 INFORMACIÓN Y DATOS OBTENIDOS

A partir de las encuestas diseñadas (ANEXO A) para una población de 35 servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras, solo 30 (86 %) aceptaron participar con las encuestas, esto con el objetivo de recabar información sobre el conocimiento de los RAEE, las prácticas de gestión que realizan estas actividades y el tipo de residuo que desecha. También se realizó una lista de verificación (ANEXO B) para evaluar la situación de estos servicios técnicos en computadoras, que al momento de realizar las encuestas y mediante la observación directa se aprovechó de llenar estas listas en todos los servicios técnicos que participaron. Los resultados obtenidos tanto de las encuestas como de las listas de verificación se detallan a continuación.

1.6.1 Tipos y cantidades de RAEE generados

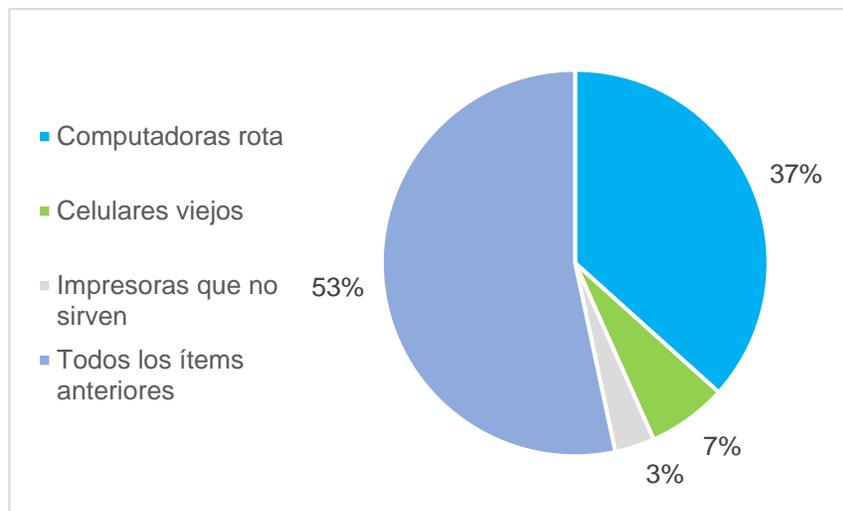
Los servicios técnicos de reparación, mantenimiento y ensamble de computadoras generan una amplia variedad de RAEE, estos incluyen:

- Equipos informáticos:
 - CPU's y portátiles
 - Monitores
 - Impresoras
 - Rúters
 - Cables
 - Memorias USB
- Componentes electrónicos:
 - Placas madre
 - Tarjetas gráficas
 - Memorias RAM
 - Discos duros
 - Unidades de estado sólido y M.2
 - Baterías de laptops
 - Ventiladores
 - Fuentes de poder

- Periféricos:
 - Altavoces o audífonos
 - Controles de juego
 - Teclados
 - Ratones

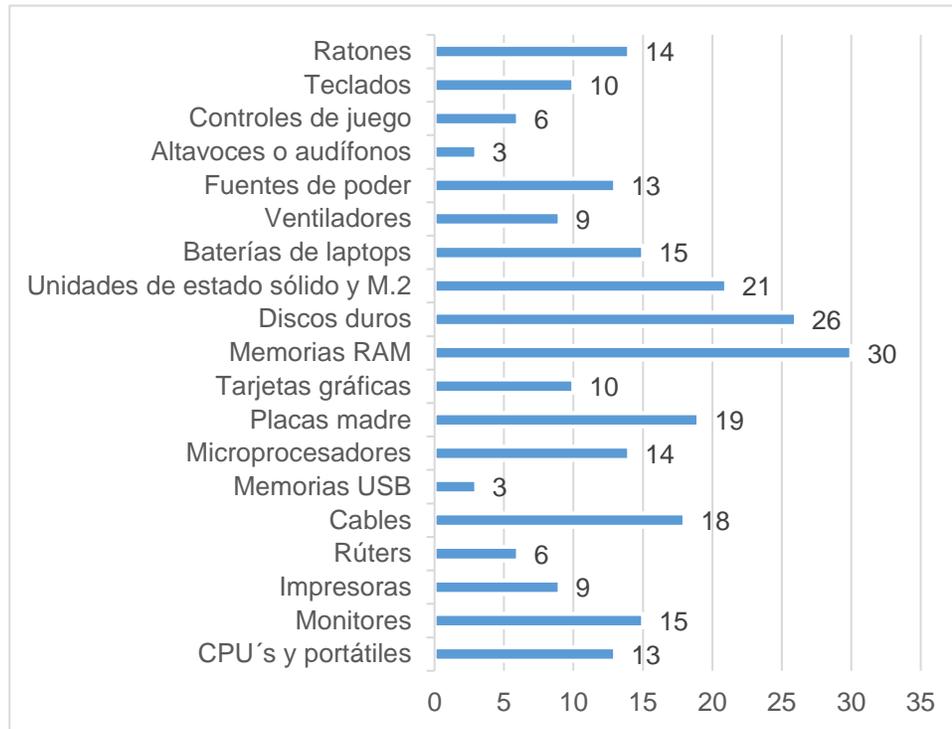
Estos servicios técnicos suelen guardar los RAEE hasta que ven que es necesario desecharlos, por lo general lo hacen entre 1 a 2 veces al año (83 %). Por otra parte, suelen regalar algunos componentes o venderlos a estudiantes de escuelas y universidades que practican la robótica.

Figura 4 ¿Qué son los RAEE?



Nota. La grafica muestra cuanto saben de los RAEE los servicios técnicos. Fuente: elaboración propia.

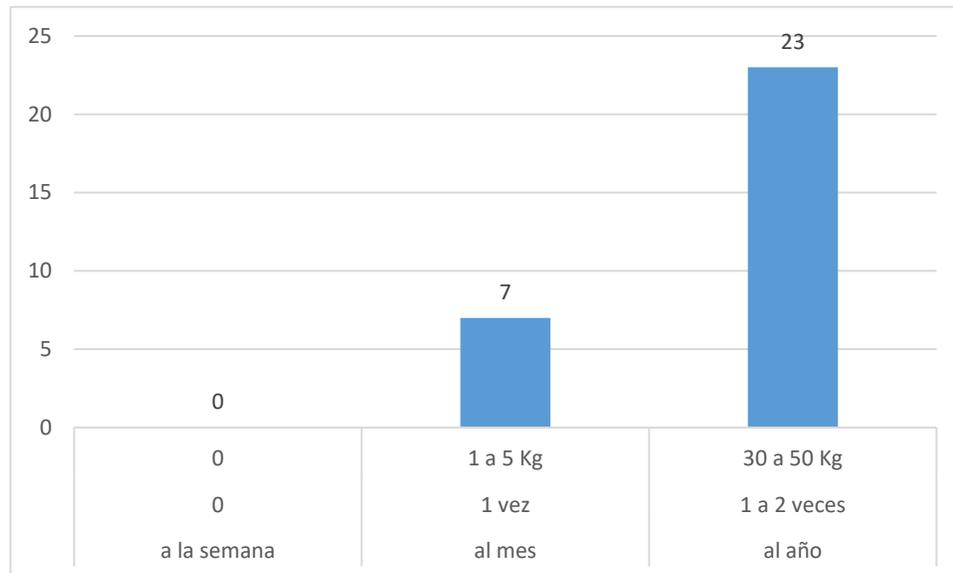
Figura 5 ¿Qué tipos de residuos genera?



Nota. La grafica muestra todos los tipos de RAEE que se genera en los servicios técnicos de computadoras. Fuente: elaboración propia.

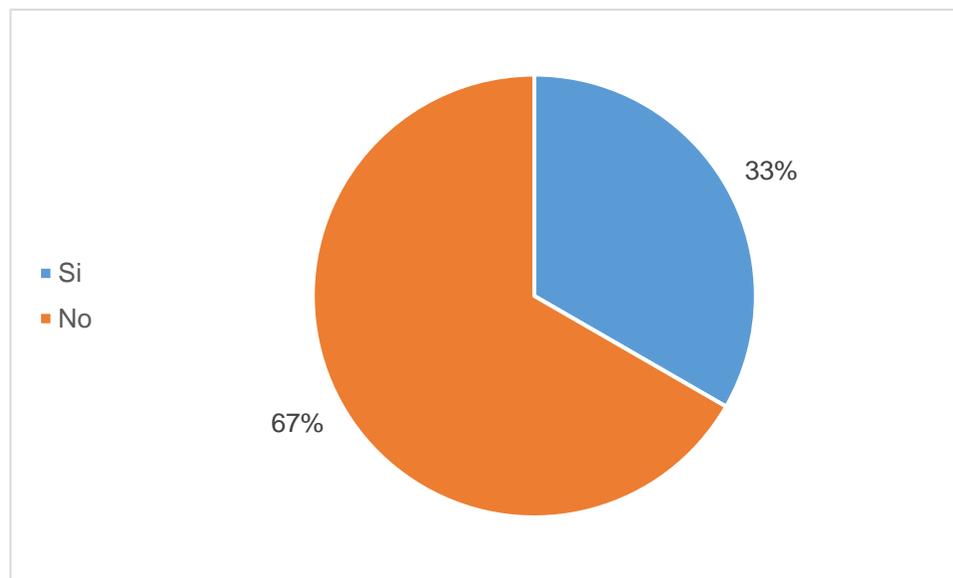
Cada servicio técnico genera distintos tipos de RAEE que, por lo general, el que más generan son las memorias RAM 30 (100 %). La Figura 7 muestra claramente el porcentaje de distintos tipos de RAEE que generan estos servicios técnicos.

Figura 6 ¿En promedio, cuanto y cada que tiempo desecha estos RAEE?



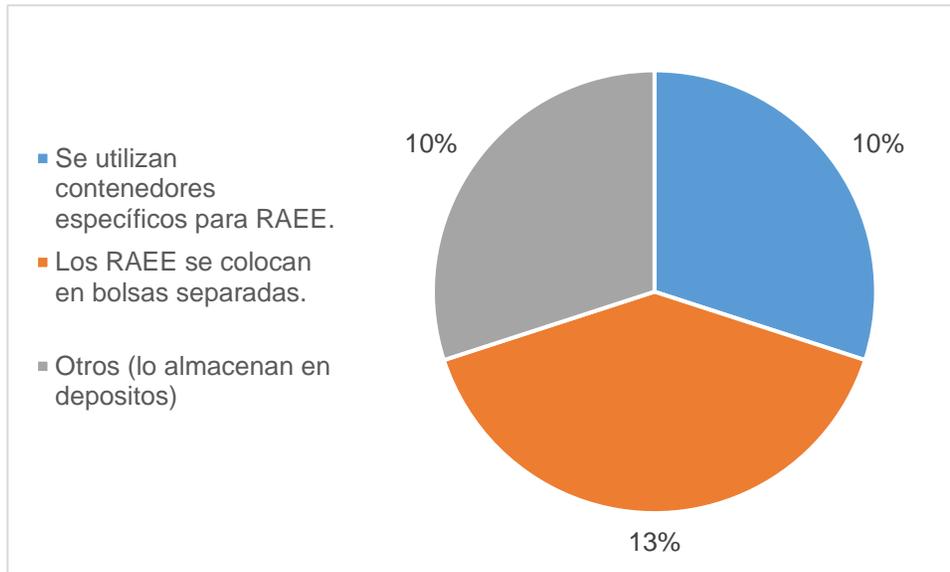
Nota. La grafica muestra el promedio y la frecuencia de cuanto RAEE se desecha por semana, mes y año. Fuente: elaboración propia.

Figura 7 En su lugar de trabajo. ¿Separa los RAEE de otros residuos sólidos?



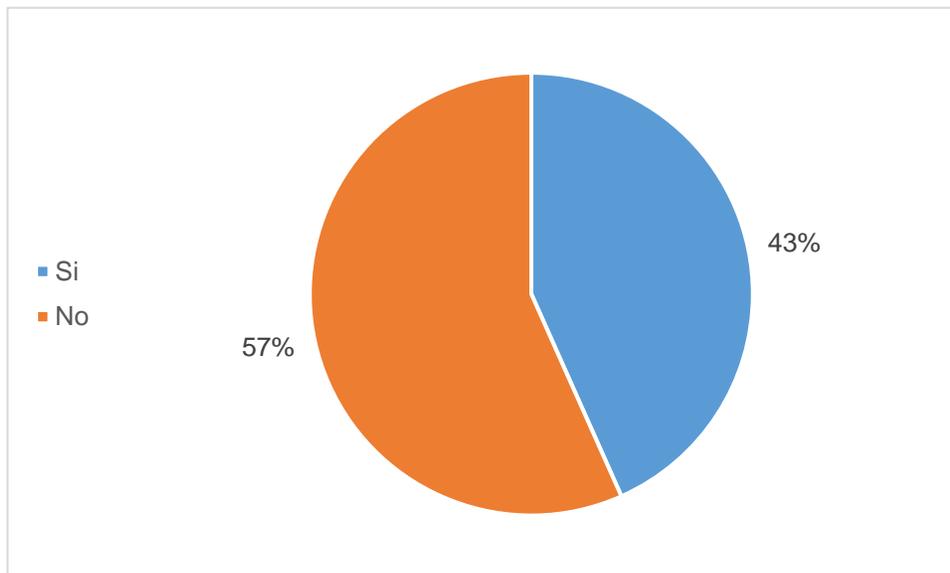
Nota. La grafica muestra si los servicios técnicos en computadoras separan los RAEE de otros residuos sólidos. Fuente: elaboración propia.

Figura 8 ¿Cómo separa los RAEE?



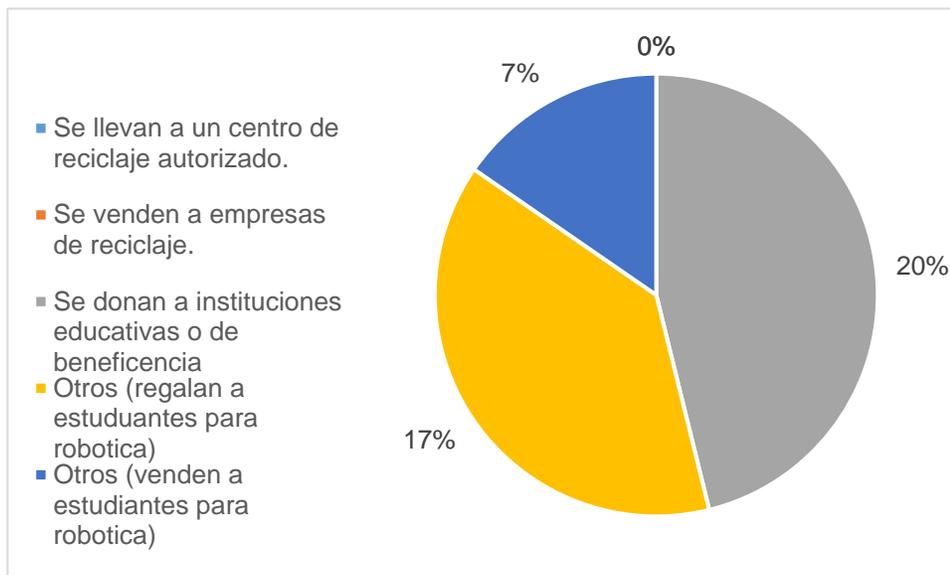
Nota. La grafica muestra a los servicios técnicos en computadoras que separan los RAEE y de qué manera lo realizan. Fuente: elaboración propia.

Figura 9 ¿En su lugar de trabajo, se dispone de los RAEE de manera adecuada?



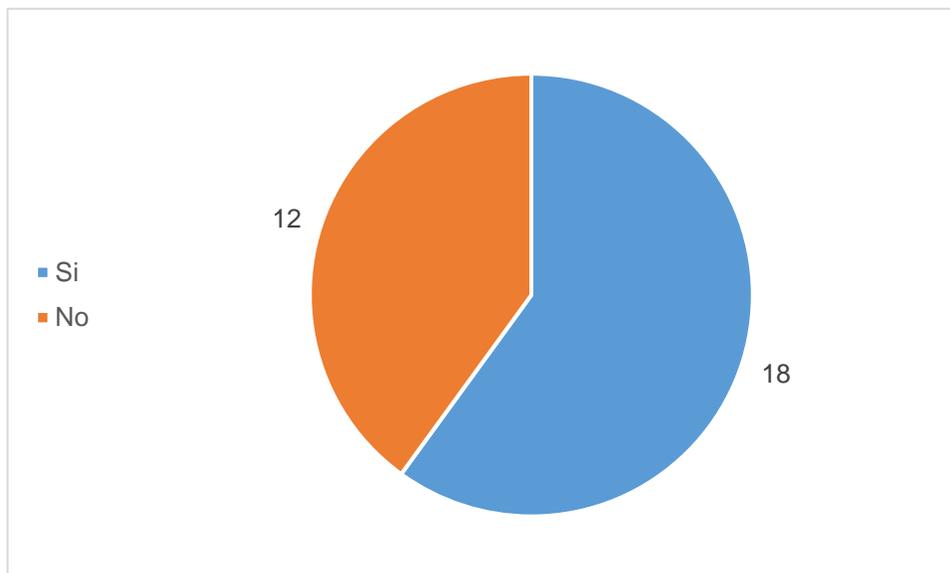
Nota. La grafica muestra si la disposición de los RAEE en los servicios técnicos es adecuada. Fuente: elaboración propia.

Figura 10 ¿Cómo dispone de los RAEE?



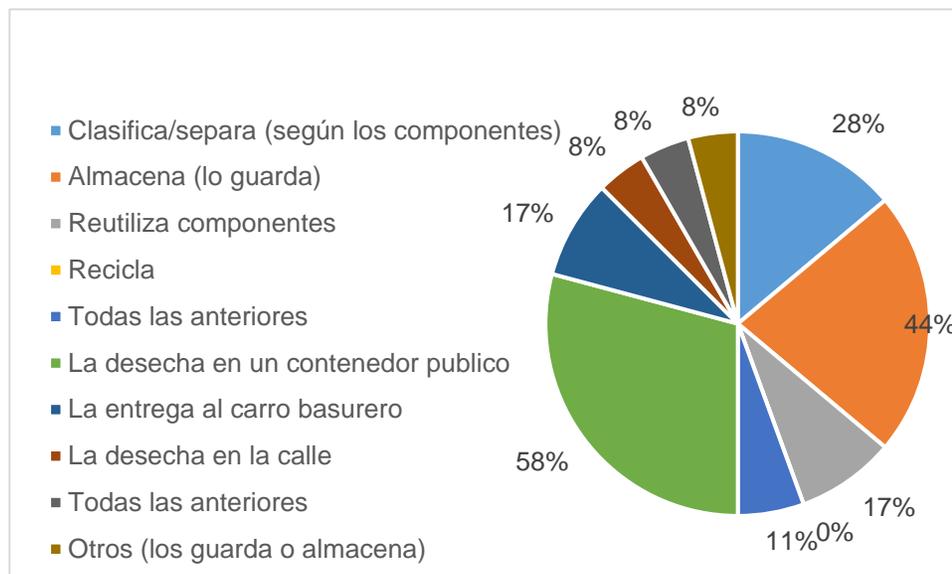
Nota. La grafica muestra que del 43% de los servicios técnicos en computadoras que dispone de manera adecuada los RAEE, el 24% vende o regala los RAEE a estudiantes. Fuente: elaboración propia.

Figura 11 ¿En su lugar de trabajo, cuenta con un sistema para la gestión adecuada de RAEE?



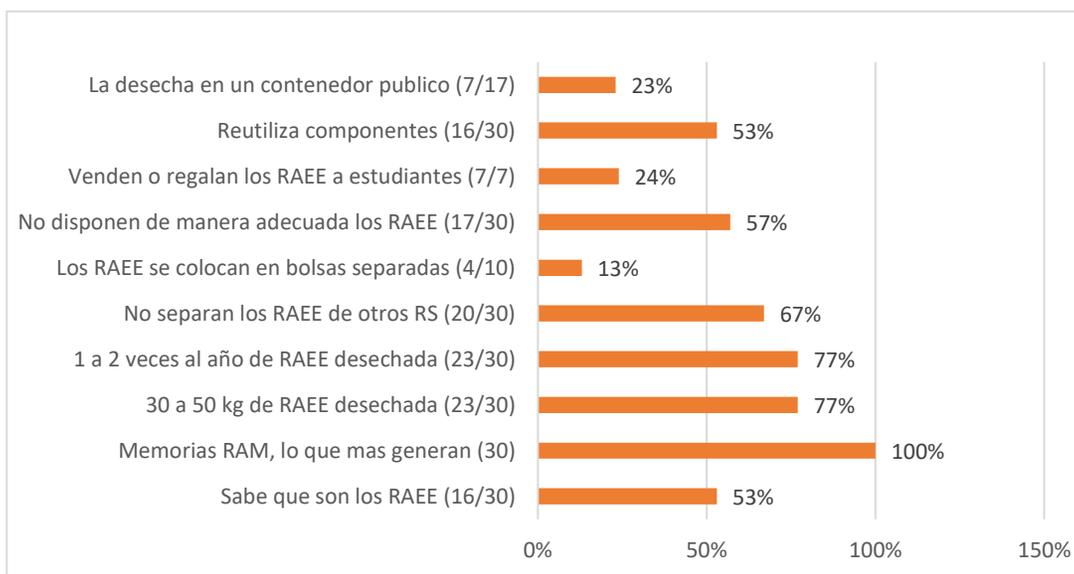
Nota. La grafica muestra, a los servicios técnicos en computadoras que siguen una gestión para los RAEE. Fuente elaboración propia.

Figura 12 ¿Qué hace con los RAEE?



Nota. La grafica muestra que, ya sea adecuada o no, que se hace con los RAEE que generan los servicios técnicos. Fuente: elaboración propia.

Figura 13 Resumen de datos cuantitativos de la encuesta



Nota. La grafica muestra, un resumen de los datos obtenidos mediante la encuesta realizada a los servicios técnicos en computadoras. Fuente: elaboración propia.

Según los datos obtenidos a través de la encuesta realizada a una muestra de 35 servicios técnicos de computadoras en el Distrito 2 de Sucre, se estimó la cantidad de

RAEE generada en estos establecimientos. Para ello, se preguntó a los encuestados sobre la frecuencia y el volumen aproximado de RAEE desechados

Tabla 6 Datos estimados de RAEE generados y desechados

Indicador	Valor
Promedio de RAEE generados por servicios técnicos (variado)	22.91 kg/mes
Promedio de RAEE desechados por servicios técnicos	3.14 kg/mes
Porcentaje de servicios técnicos que separan RAEE	20%
Porcentaje de servicios técnicos que disponen adecuadamente RAEE	10%

Nota. Datos cuantitativos de RAEE generada y desechada por los servicios técnicos. Fuente: elaboración propia.

Para poder calcular el promedio mensual de la generación de RAEE se tomó en cuenta los datos de la Figura 5, que muestra el listado de los RAEE que generan los servicios técnicos y haciendo una estimación de peso promedio por componente en kg, se hizo una sumatoria de los pesos calculados, llegando a un resultado de 274,88 kg/año, lo que se traduce en 22,91 kg/mes de RAEE generado por los servicios técnicos.

Para calcular el promedio mensual de la cantidad de RAEE que se desecha, se consideró el rango medio de 40 kg (promedio entre 30 y 50 kg) y la frecuencia de generación de 1 a 2 veces al año. Entonces, el cálculo sería: $(40 \text{ kg} * 23 \text{ servicios técnicos}) / (12 \text{ meses}) = 76,67 \text{ kg/mes}$

Y el promedio entre 1 a 5 kg, se consideró el rango medio de 2,5 kg al mes. Entonces se tiene el siguiente cálculo: $2,5 \text{ kg} * 7 \text{ servicios técnicos} = 17,5 \text{ kg/mes}$

Sumando los resultados desechados por mes de RAEE se tiene: $76,67 \text{ kg/mes} + 17,5 \text{ kg/mes} = 94,17 \text{ kg/mes}$

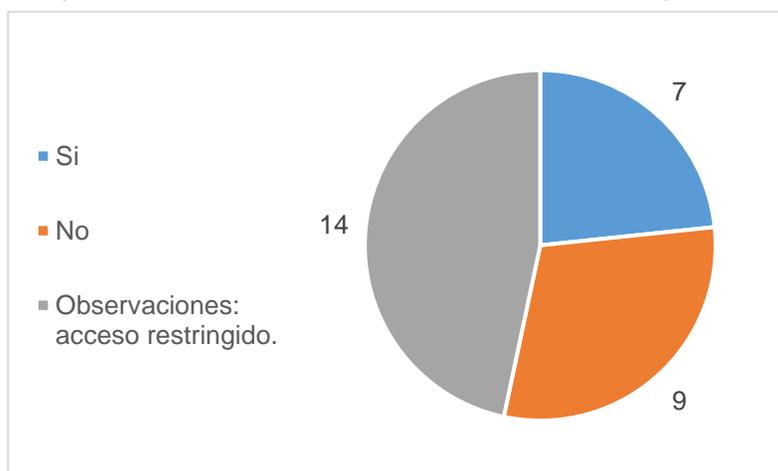
Y dividiendo este resultado entre el total de 30 servicios técnicos encuestados, se obtiene el promedio de RAEE desechados por servicio técnico al mes: $94,17 \text{ kg/mes} \div 30 \text{ servicios técnicos} = 3,14 \text{ kg/mes}$

Para obtener estos datos, se utilizó la técnica de encuesta, aplicando un cuestionario semiestructurado a los propietarios de los servicios técnicos seleccionados. Las preguntas incluyeron opciones de respuesta múltiple para que los encuestados pudieran estimar de manera aproximada la cantidad y frecuencia de generación de RAEE en sus establecimientos.

Además, se realizó observación directa en los servicios técnicos para corroborar las prácticas de gestión de RAEE reportadas en las encuestas. Sin embargo, debido a que los RAEE se almacenaban en áreas restringidas, no fue posible cuantificar directamente las cantidades generadas.

De las listas de verificación se pudo evaluar que los 30 (100%) servicios técnicos en computadoras no utiliza contenedores adecuados para los RAEE, no entrega los RAEE a empresas de reciclaje, no llevan un registro de la cantidad de RAEE generados y tampoco se designa a un personal responsable para la gestión de RAEE. A continuación, se muestra los datos obtenidos:

Figura 14 Separa los RAEE de otros residuos sólidos en el punto de generación.



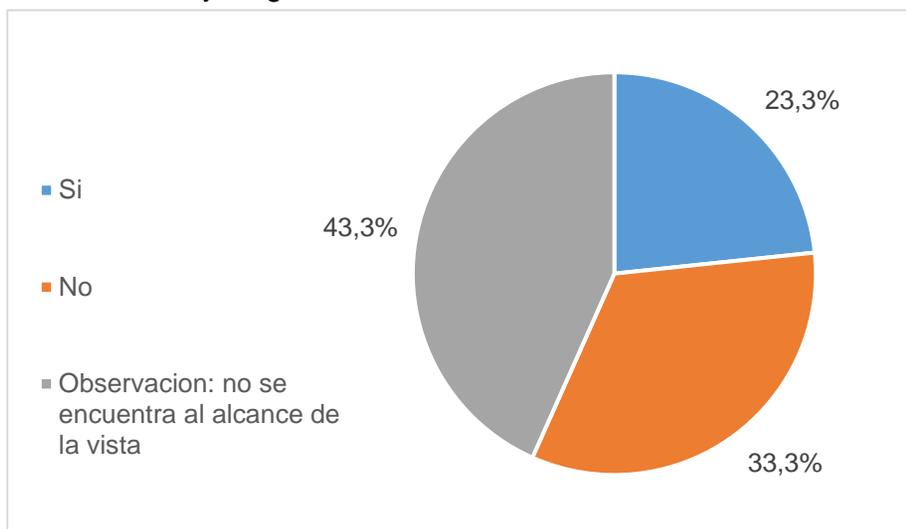
Nota. La grafica muestra que, no se pudo observar si separan o no los RAEE debido a que sus contenedores se encontraban dentro de sus talleres donde realizar las reparaciones y mantenimiento de las computadoras. Fuente: elaboración propia.

Figura 15 Clasifica los RAEE por tipo de material (computadoras, monitores, teclados, etc.) para facilitar su transporte, reciclaje y valorización



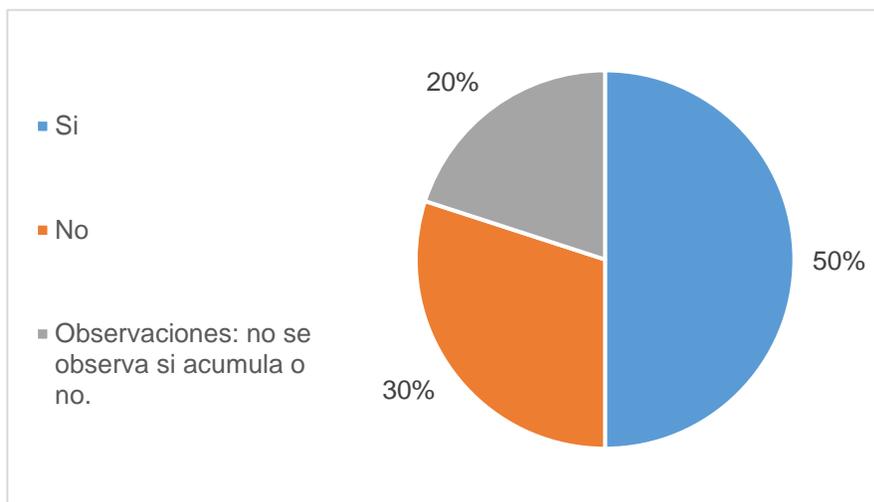
Nota. La figura muestra que tanto de RAEE se clasifica en los servicios técnicos en computadoras, aunque no se pudo observar más allá de lo que nos permitía la vista. Fuente: elaboración propia.

Figura 16 Almacena los RAEE en un lugar seguro y protegido, lejos de fuentes de calor, humedad y fuego



Nota. La figura muestra que, el almacenamiento puede variar debido a que un gran porcentaje no tiene a simple vista su RAEE. Fuente: elaboración propia.

Figura 17 Evita la acumulación excesiva de RAEE en los servicios técnicos



Nota. La figura muestra que, si se evita una acumulación excesiva de RAEE en los servicios técnicos, aunque este porcentaje podría variar, debido a que no se puede acceder más allá de lo que se puede observar. Fuente: elaboración propia.

Prácticas de gestión de RAEE: La mayoría de estas actividades por lo general realizan el almacenamiento y la reutilización de componentes, son negocios que implementan prácticas de gestión de RAEE y suelen generar menos RAEE que los negocios que no implementan estas prácticas.

1.7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos según el instrumento de investigación fueron la encuesta y la observación directa, donde la muestra que se tenía, eran de 35 servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras dentro del Distrito 2 del Municipio de Sucre, de las cuales solo se trabajó con un total de 30 participantes, el restante no quiso ser encuestados por diferentes motivos.

1.7.1 Cuanto de RAEE generan los servicios técnicos

En primera instancia observaremos la Figura 5, que indica el tipo de RAEE que más se genera en estos servicios técnicos, tenemos que las Memorias RAM 30 (100 %) son las que se generan más, le sigue los Discos duros 26 (87 %), las unidades de estados solido (SSD) y M.2 con 21 (70 %), las placas madre 19 (63 %) y los cables 18 (60 %).

Haciendo una comparativa con (MMAyA, 2017) en su informe “Diagnóstico de la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bolivia y Análisis Estadístico Informe Final”, dice que “la mayor cantidad de basura electrónica corresponde a teclados, computadoras, impresoras, celulares, teléfonos, licuadoras, tostadoras, planchas, disquetes y discos compactos y otros materiales. Muchos de estos aparatos eléctricos y electrónicos son depositados en las calles, debido a la desinformación de la población”.

Como se puede observar, no se coincide en la generación de estos RAEE, esto puede deberse a que su campo de estudio es mucho más amplio ya que abarca a toda la ciudad de La Paz, e incluye instituciones públicas y privadas, domicilios y comercios.

1.7.2 Cuanto de RAEE desechan los servicios técnicos

En cuanto a la cantidad que se desecha de RAEE, no se establece un peso exacto debido a que no se desecha de manera continua estos residuos, por lo general el 77 % (23) de estos servicios técnicos, desecha entre 1 a 2 veces al año sus RAEE, una cantidad muy variable que según las encuestas va de 30 a 50 kg de RAEE. En promedio se tendría que, anualmente se desecha alrededor de 920 kg/año, esto solo si se desecha una vez al año.

En comparativa con (Delfin, Guzman, Garay, Yañez, & Delfin, 2009), muestra que estos residuos son mucho más altos, manejados en toneladas/día y que estos son domiciliarios además de que es de todo un municipio, teniendo como resultados una generación de 461 Ton/día.

1.7.3 Gestión de RAEE en los servicios técnicos en computadoras.

Teniendo en cuenta las encuestas y la lista de verificación, se pudo constatar que existe una variación, teniendo que 10 (33 %) Figura 7 y 7 (23,3 %) Figura 14 respectivamente, si separan los RAEE, esto debido que en la observación no se pudo verificar si realmente realiza la separación de RAEE, ya que el acceso era restringido, de esta manera se tiene estos dos datos que varían una de la otra.

En las Figuras 7 y 8, se muestra cuantos servicios técnicos separan los RAEE y de esos que separan, como realizan la separación. Esos datos demuestran que solo el 33 % de estos talleres realiza la separación ya sea para almacenarlos o desecharlos.

En las Figuras siguientes (Figuras 9 y 10) solo el 43 % dispone de manera adecuada estos residuos y de este grupo, regalan o venden a estudiantes y la otra parte lo donan a instituciones, y en las Figuras 11 y 12, se muestra lo poco que se realiza de una gestión de RAEE , que llega a ser la separación, almacenamiento y el aprovechamiento de algunos componentes, lo que llegaría a abarcar solo 12 (40 %) de los servicios técnico, de este grupo se divide en los que siguen la gestión y otro que solo la desecha en los contenedores públicos.

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos (755) en el Capítulo III, artículo 26. Se establece la gestión operativa de los residuos, que contiene las siguientes etapas: separación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final. Procediendo de manera diferenciada para los residuos no peligrosos, especiales y peligrosos.

En comparativa a esta normativa, la gestión que siguen los servicios técnicos en computadoras es pobre, debiendo seguir lo establecido en los artículos 26 al 31 además del artículo 35 que es específico para los residuos especiales.

1.7.4 Situación ambiental respecto a los residuos obtenidos

La metodología utilizada para evaluar el estado de la situación ambiental se basa en la aplicación de técnicas de encuesta y observación directa a una muestra de 35 servicios técnicos de computadoras en el Distrito 2 de Sucre. Estas técnicas permiten recopilar información sobre las prácticas de manejo de RAEE en estos establecimientos, incluyendo la separación, almacenamiento y disposición final de estos residuos.

Para realizar el análisis de los impactos ambientales generados por la mala disposición de los RAEE en los servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras, se utilizó una matriz de Leopold, que a continuación se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7 Matriz de Leopold, calificación de los indicadores de impacto y de magnitud.

Factores ambientales	Acciones	Falta de un plan de manejo de RAEE	Almacenamiento inadecuado de RAEE	Disposición inadecuada de RAEE	Disponer de RAEE en la calle	Disponer de RAEE en el vertedero	Afectaciones		Impacto agregado
							+	-	
Agua		-10	-5	-7	-7	-7	0	5	-360
		10	10	10	10	10			
Aire		-10	-2	-3	-3	-7	0	5	-210
		10	5	5	5	10			
Suelo		-10	-5	-9	-9	-7	0	5	-400
		10	10	10	10	10			
Social		-5	-1	-5	-8	-6	0	5	-197
		7	5	7	10	7			
Flora y fauna		-8		-8	-5	-6	0	4	-224
		8		9	8	8			
Afectaciones	+	0	0	0	0	0	0	24	-1391
	-	5	4	5	5	5	24		
Impacto agregado		-399	-115	-282	-295	-300	-1391		-278,2

Nota. Matriz de Leopold adaptada para los RAEE generados por los servicios técnicos en computadoras. Fuente: elaboración propia.

El llenado de la Matriz se la realizo en base al Anexo E. y de esa manera dar el paso a la calificación de los indicadores de magnitud y de impacto, que se realizó empezando con la definición de los indicadores de impacto, es decir, trazando una línea diagonal en las casillas que se consideró que existe interacción entre un factor ambiental y una acción o actividad.

Posteriormente, se realizó la calificación de los indicadores de magnitud, este indicador se encuentra ubicado en la esquina superior derecha de cada casilla, la calificación se realizó con números que van desde el 1 hasta 10, siendo 10 la máxima afectación que puede ocasionar una determinada actividad, mientras que, el valor de 1 representa la mínima afectación. De acuerdo al tipo de impacto que la actividad tiene sobre el factor, se colocará signo (+) si el efecto es positivo o signo (-) si es negativo.

El indicador de impacto se encuentra ubicado en la esquina inferior izquierda de cada casilla, y la calificación se realizó de manera similar al anterior indicador, con valores que van desde el 1 hasta 10, siendo 10 la calificación correspondiente al mayor impacto, con la diferencia de que este indicador no fue calificado con algún signo.

Posteriormente, se realizó la multiplicación de ambos indicadores y se colocó el producto en la casilla correspondiente, teniendo presente el signo del impacto causado por la interacción. Por último, se procedió a contabilizar la cantidad de afectaciones positivas y negativas obtenidas y a realizar las sumatorias correspondientes para calcular el impacto agregado de cada uno de los factores ambientes y de las actividades o acciones.

Evaluación de impacto ambiental

El análisis de impactos ambientales realizado en la matriz de Leopold, permitió identificar los factores ambientales que resultan mayormente afectados por la inapropiada disposición de los RAEE generados por los servicios técnicos en computadoras.

Según los resultados obtenidos, los factores agua y suelo son los factores que resultan mayormente afectados por los desechos eléctricos y electrónicos, siendo la carencia de un plan de manejo su principal causa de afectación. Otras actividades que resultaron altamente perjudiciales para estos factores fueron, disponer de los RAEE en las calles y

disponer de los RAEE en los vertederos, esto se debe a que los distintos compuestos y elementos que se encuentran en estos desechos, se liberan en el ambiente cuando estos entran en contacto con cuerpos de agua.

También, el análisis demostró que, el factor flora y fauna resultó el tercero más afectado por los RAEE, sus principales causas de afectación fueron la falta de manejo de un plan para los RAEE y la disposición inadecuada de los mismo, esto como consecuencia de que muchos de los RAEE en su estructura contienen metales pesados, que pueden llegar a contaminar cuerpos de agua e ingresar al cuerpo humano a través de la cadena trófica y poder causar problemas en la salud, todo esto a causa de la mala disposición de estos RAEE.

El factor aire, resultó relativamente menos afectado en comparación con el factor flora y fauna. Se pudo evidenciar que, además de la ausencia del plan de manejo, otra de las actividades que causaron mayor afectación fue, la disposición de RAEE en los vertederos. Se sabe que, al estar estos RAEE al aire libre pueden liberar algunos de los elementos o compuestos por los que están fabricados muchos de los aparatos eléctrico y electrónicos (AEE) directamente a la atmosfera, los mismos que además de causar problemas ambientales, generan graves problemas a la salud.

Por último, los resultados demostraron que el factor social resultó el menos afectado por los RAEE. La actividad que causó mayor afectación a este factor fue, disponer de los RAEE en la calle. Esto se debe a que, los RAEE son altamente contaminantes de cuerpos de agua y suelo, al tener presente entre sus componentes metales pesados como el Cadmio, lo cual representa un problema al ser estos dos los principales recursos que necesitan las poblaciones para subsistir.

La situación ambiental con respecto a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el Distrito 2 de Sucre es preocupante debido a la falta de conocimiento sobre la normativa legal vigente, las prácticas inadecuadas de almacenamiento y disposición final de RAEE en vertederos o en la vía pública, puede liberar sustancias tóxicas y peligrosas que pueden contaminar el suelo y las aguas subterráneas, afectando la salud humana y los ecosistemas. Estas prácticas inadecuadas representan un riesgo para la

salud pública y el medio ambiente, lo que plantea un desafío ambiental y social que requiere acciones inmediatas para prevenir daños mayores a largo plazo.

1.7.5 Propuesta

Encontrado la situación inadecuada de gestión de RAEE en los servicios técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras y entendiendo las tendencias teóricas de las normativas (MMAyA/VAPSB/DGGIRS/, 2019) y (MMAyA, 2017)

La propuesta se centra en la evaluación de la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de reparación y mantenimiento de computadoras en el Distrito 2 de la ciudad de Sucre. A través de un enfoque cuantitativo que incluyó técnicas de encuesta y observación directa a una muestra de 35 servicios técnicos, se busca comprender la situación actual de la gestión de RAEE en este sector y proponer estrategias para mejorar las prácticas de manejo de estos residuos. La propuesta se enfoca en la implementación de medidas sostenibles y eficientes para el manejo de los RAEE, considerando el aumento constante de dispositivos electrónicos en circulación y la falta de conciencia sobre su correcta disposición final.

La investigación realizada revela la importancia de abordar de manera efectiva la gestión de RAEE en los servicios técnicos de computadoras, destacando la necesidad de implementar prácticas adecuadas para evitar daños al entorno y a la población. Se destaca la relevancia de promover el reciclaje y la reutilización de los RAEE, así como la adopción de medidas de seguridad necesarias para su tratamiento. La propuesta busca concienciar sobre la importancia del manejo adecuado de los RAEE y promover prácticas sostenibles en la gestión de estos residuos, contribuyendo a la protección del entorno local y a la concienciación sobre la importancia del reciclaje electrónico. Para lo cual la propuesta se desarrolla en el ANEXO E.

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES

La investigación realizada determina que la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de computadoras en el Distrito 2 del Municipio de Sucre, revelan la importancia de abordar de manera efectiva esta problemática. Según los autores Pineda (2022) y Delfin et al. (2009), el manejo inadecuado de los RAEE representa un riesgo para el medio ambiente y la salud humana, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias para minimizar su impacto negativo. A través de un enfoque cuantitativo, que incluyó técnicas de encuesta y observación directa, se evaluó la situación actual de la gestión de RAEE en 35 servicios técnicos, lo que permitió comprender la realidad de este sector.

En relación a los objetivos planteados en el estudio, se evidenció que la mayoría de los servicios técnicos no separan adecuadamente los RAEE, lo que indica una falta de conciencia y prácticas inadecuadas en su gestión. Estos hallazgos, en concordancia con Hernández, Fernández y Baptista (2003), resaltan la necesidad de fortalecer la implementación de medidas para mejorar la gestión de RAEE en estos establecimientos. La falta de separación y disposición adecuada de los RAEE en los servicios técnicos refleja la urgencia de implementar soluciones efectivas para abordar esta problemática.

Para responder al objetivo general de promover la sostenibilidad en el manejo de RAEE en los servicios técnicos de computadoras, se requiere fortalecer el marco legal e institucional, implementar programas de educación ambiental y fomentar el desarrollo de tecnologías para el reciclaje y la reutilización de los RAEE. Estas medidas, en línea con la Ley de Gestión Integral de Residuos (755), buscan mejorar la gestión de RAEE en el Distrito 2 de Sucre, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud pública.

Aunque también están la Ley del Medio Ambiente y sus reglamentos conexos, no existe legislación específica sobre la gestión de RAEE. El Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, establece según su origen el control de los electrodomésticos, no especifica qué tipo de control.

El nivel de aplicación de la legislación actual en materia de RAEE es escaso en un contexto general, principalmente porque no hay un conocimiento del tema y las

prioridades de estudio aún son residuos sólidos urbanos. En este campo se han elaborado diversas normas legales para su cumplimiento.

Recomendaciones

Se recomienda considerar la implementación futura del proyecto en el ámbito nacional, ampliando su alcance y replicabilidad en otras regiones del país. Es fundamental planificar estrategias de difusión y colaboración con entidades gubernamentales y organizaciones relevantes para promover una gestión efectiva de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) a nivel nacional.

Se recomienda implementar un enfoque mixto que combine tanto técnicas cuantitativas como cualitativas en futuras investigaciones sobre la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de computadoras. Esta combinación permitirá obtener una comprensión más profunda de las prácticas de manejo de RAEE, así como de las percepciones y actitudes de los involucrados en este sector. Además, de ampliar la muestra de servicios técnicos evaluados y tomar en cuenta otros generadores de RAEE para obtener una representación más amplia y diversa de la realidad de la gestión de RAEE en el Distrito 2 del Municipio de Sucre.

Considerando que la problemática de los RAEE es un desafío a nivel nacional, se recomienda que el plan de gestión desarrollado para el Distrito 2 de Sucre sirva como modelo para su replicación en otros municipios del país. Para ello, se sugiere establecer alianzas con el Gobierno Autónomo Municipal de Sucre y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua para promover la adopción de estrategias similares en otras ciudades, adaptándolas a las particularidades de cada contexto local.

Por último, se recomienda fortalecer la sensibilización y capacitación sobre la normativa legal y la importancia del manejo adecuado de RAEE en los servicios técnicos y otros negocios que manejan RAEE. Esto mediante propagandas y divulgación, ya sea en redes sociales, televisión y otros medios de comunicación, todo esto ayudará a concientizar y conocer acerca de los RAEE a propietarios y trabajadores sobre la importancia de una gestión responsable de estos residuos, minimizando su impacto negativo en el entorno ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- Anderson, N. P. (2021). *Análisis de Impactos Ambientales Generados por los Desechos Electrónicos en la Universidad Agraria del Ecuador*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- Aroca, K. M. (2022). *Plan de Manejo Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*. Sistema Integrado de Transporte de Valledupar Siva S.A.S.
- Asamblea Legislativa Plurinacional. (2015, 28 de octubre). *Ley De Gestión Integral De Residuos*. Obtenido de <https://bolivia.infoleyes.com/norma/5736/ley-de-gesti%C3%B3n-integral-de-residuos-755>
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2019). The Global E-waste Monitor 2017. *Quantities, Flows and Resources*, 64.
- Claudia Alexandra Zambrano Yépez, J. C. (01 de Abril de 2022). Buenas prácticas en el manejo de residuos electrónicos en América Latina. *SciELO*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-01322022000100005&script=sci_arttext
- Contreras, Y. M. (2017). estudio de factibilidad para la creacion de una empresa recicladora de residuos de aparatos electricos y electronicos (RAEE) en Bogota. 21.
- Delfin, M., Guzman, D., Garay, E., Yañez, P., & Delfin, M. (2009). Diagnostico de Residuos Electricos en Bolivia.
- Dionicia Cleofe Carpio Del Carpio, M. A. (2021). *Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para*. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú.
- Facultad de Ciencias y Tecnología. (marzo de 2006). Revista Informativa de la Facultad de Tecnología. 1, 120. Sucre, Bolivia: Imprenta Editorial Tupac Katari.
- GMS. (2003-2007). Plan de desarrollo del Municipio de Sucre.

- Instituto Nacional De Estadística — INE. (2024). *www.ine.gob.bo*.
- Jara, J. L. (2017). *Contabilidad de Residuos de Aparatos Eléctricos Electrónicos (RAEE - WEEE, caso: Equipos de Informática y Telecomunicaciones*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- MMAyA y GIZ. (2017). *Diagnóstico de la Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bolivia y Análisis Estadístico "Informe Final"*.
- MMAyA/VAPSB/DGGIRS. (2019). *Guía de Baja para Disposición de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Instituciones Públicas y Privadas*.
- Ortega, C. (2023). *Método analítico: Qué es, para qué sirve y cómo realizarlo*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-analitico/>
- Pineda, K. (2022). *Economía Circular Aplicada en el Aprovechamiento de los Residuos Eléctricos en Colombia. Programa de Especialización en Gestión Ambiental*. Fundación Universidad de América, Bogotá D.C.
- Ponce, V. M. (s.f.). *La Matriz de Leopold*. *La Matriz de Leopold - Libro Ingeniería Ambiental*. Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- Ramírez Martínez, I. F. (2013). *Apuntes de Metodología de la Investigación. Un Enfoque Crítico*. Sucre: Servicios Gráficos PRISMA - 6465261. Obtenido de https://usfx.bo/Documentos/RepositorioLibros/APUNTES_DE_METODOLOGIA_DE_LA_INV.pdf
- Rubiano, C. A. (2003). *Diagnóstico de la Generación de Residuos Eléctricos y Electrónicos RAEE Provenientes del Uso de Computadores en el Sector Institucional en Bogotá D.C*. Universidad de la Salle, Bogotá DC, Colombia.
- Sánchez Ruiz, E. E. (1991). *Apuntes sobre una metodología histórico-estructural (con énfasis en el análisis de medios de difusión)*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2613>

ANEXOS

ANEXO A. ENCUESTAS

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**Manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en los
servicios técnicos en reparación, mantenimiento y ensamble de computadoras
de la ciudad de Sucre.**

Presentado por: Randall Poquechoque Lampa

**Encuesta 1: A los Servicios Técnicos en reparación y mantenimiento de
computadoras del Distrito 2 del Municipio de Sucre.**

Evaluación del conocimiento sobre RAEE

1. **¿Qué son los RAEE?** (Seleccionar una opción)



Todos los ítems anteriores

2. **¿En su lugar de trabajo, se cuenta con un sistema para la gestión adecuada
de RAEE?** (Seleccionar una opción)

Sí

No

3. **Si respondió "sí" a la pregunta anterior, selecciona que hace con los RAEE.**

Clasifica (según los componentes)

Almacena (guarda)

Reutiliza componentes

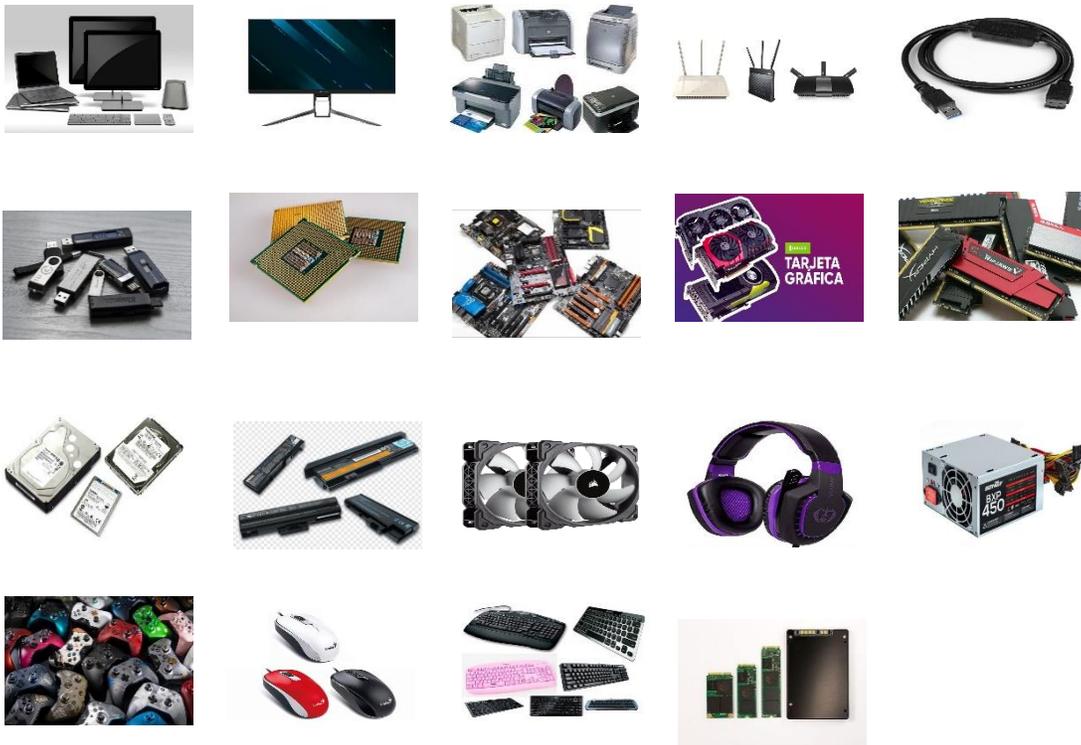
Recicla

Todas los anteriores

4. Si respondió "no" a la pregunta anterior, selecciona que hace con los RAEE.

- La desecha en un contenedor
- La entrega al carro basurero
- La bota a la calle
- Todas las anteriores

5. ¿Qué tipo de RAEE genera en su lugar de trabajo?



6. ¿En promedio, cuanto y cada que tiempo desecha estos RAEE?

	Frecuencia	Cantidad (Kg)
Semanal	1 – 2	0 - 2
Mes	1 – 2	3 - 10
Año	1 – 2	11 - 50

Encuesta 2: A los Servicios Técnicos en reparación y mantenimiento de computadoras del Distrito 2 del Municipio de Sucre.

Evaluación de prácticas de gestión de RAEE

1. **¿En su lugar de trabajo, se separan los RAEE de otros residuos sólidos?**
(Seleccionar una opción)
 - Sí
 - No

2. **¿Si respondió "sí" a la pregunta anterior, ¿cómo se separan los RAEE?**
(Seleccionar una opción)
 - Se utilizan contenedores específicos para RAEE.
 - Los RAEE se colocan en bolsas separadas.
 - Se utilizan otros métodos (describir).

3. **¿En su lugar de trabajo, se almacenan los RAEE de manera segura?**
(Seleccionar una opción)
 - Sí
 - No

4. **Si respondió "sí" a la pregunta anterior, ¿cómo se almacenan los RAEE?**
(Seleccionar una opción)
 - En un área designada y protegida.
 - En contenedores cerrados.
 - Se utilizan otros métodos (describir).

5. **¿En su lugar de trabajo, se dispone de los RAEE de manera adecuada?**
(Seleccionar una opción)
 - Sí
 - No

6. Si respondió "sí" a la pregunta anterior, ¿cómo se dispone de los RAEE?
(Seleccionar una opción)

- Se llevan a un centro de reciclaje autorizado.
- Se venden a empresas de reciclaje.
- Se donan a instituciones educativas o de beneficencia.
- Se utilizan otros métodos (describir).

Técnico llenando la encuesta



Nota. Servicio técnico colaborando con el llenado de la encuesta. Ph: propia.

ANEXO B. LISTA DE CHEQUEO

Lista de Chequeo para Verificar cumplimiento de normas y gestión de RAEE en Servicios Técnicos de Computadoras

1. Checklist normativa y de gestión:

1.1. Separación y clasificación de RAEE:

- Separar los RAEE de otros residuos sólidos en el punto de generación.

Si No

- Clasificar los RAEE por tipo de material (computadoras, monitores, teclados, etc.) para facilitar su transporte, reciclaje y valorización.

Si No

1.2. Almacenamiento seguro de RAEE:

- Almacenar los RAEE en un lugar seguro y protegido, lejos de fuentes de calor, humedad y fuego.

Si No

- Utilizar contenedores adecuados para cada tipo de RAEE, etiquetados correctamente para su identificación.

Si No

- Evitar la acumulación excesiva de RAEE en los servicios técnicos.

Si No

1.3. Reciclaje y valorización de RAEE:

- Entregar los RAEE a empresas de reciclaje o valorización autorizadas.

Si No

- Solicitar certificados de disposición final responsable para demostrar el cumplimiento de la normativa.

Si No

- Llevar registros de la cantidad de RAEE generados, almacenados, transportados y reciclados.

Si No

1.4. Implementación de una política interna para la gestión de RAEE:

- Establecer objetivos y metas para la gestión adecuada de RAEE en el taller.

Si No

- Designar a un responsable para la gestión de RAEE.

Si No

La lista de verificación está basada en las normativas vigentes sobre los residuos sólidos de Bolivia que siguen a continuación:

- **Ley N° 1672 de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos (2014):**
Esta ley establece el marco legal general para la gestión de residuos sólidos en Bolivia, incluyendo RAEE.
- **Reglamento a la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2018):**
Este reglamento desarrolla los aspectos técnicos y operativos de la gestión de residuos sólidos, incluyendo RAEE.
- **Norma Boliviana NB 1183:2010 - Gestión de Residuos Sólidos - Especificaciones para el Almacenamiento de Residuos Sólidos Peligrosos:**
Esta norma establece los requisitos para el almacenamiento seguro de RAEE.

ANEXO C. REPORTE FOTOGRÁFICO

Almacenamiento de RAEE



Nota. Almacenamiento de los RAEE sin clasificar. Ph: propia.

Mala disposición de RAEE



Nota. RAEE dispuesta en la puerta de un servicio técnico. Ph: propia.

Mala disposición de RAEE



Nota. Servicio técnico usando los RAEE como soporte y teniéndolo en la intemperie.
Ph: propia.

Almacenamiento de computadoras portátiles



Nota. Computadoras portátiles un desuso, almacenadas para reutilizar algunos componentes, Ph: propia.

**ANEXO D. TABULACIÓN DE DATOS OBTENIDOS EN LA
ENCUESTA REALIZADA A LOS SERVICIOS TÉCNICOS EN
COMPUTADORAS**

¿Qué son los RAEE?

Respuestas	Frecuencia	%
Computadoras rotas	11	37%
Celulares viejos	2	7%
Impresoras que no sirven	1	3%
Todos los ítems anteriores	16	53%
Total	30	100%

Nota. Cuanto saben los encuestados de los servicios técnicos en computadoras sobre los RAEE.
Fuente: elaboración propia.

¿Qué tipos de RAEE genera?

Respuestas	Frecuencia	%
Portátiles	13	43%
Monitores	15	50%
Impresoras	9	30%
Rúters	6	20%
Cables	18	60%
Memorias USB	3	10%
Microprocesadores	14	47%
Placas madre	19	63%
Tarjetas gráficas	10	33%
Memorias RAM	30	100%
Discos duros	26	87%
Unidades de estado sólido y M.2	21	70%
Baterías de laptops	15	50%
Ventiladores	9	30%
Fuentes de poder	13	43%
Altavoces o audífonos	3	10%
Controles de juego	6	20%
Teclados	10	33%
Ratones (mouse)	14	47%

Nota. RAEE que los servicios técnicos en computadoras generan. Fuente: elaboración propia.

¿En promedio, cuanto y cada que tiempo desecha estos RAEE?

Tiempo	Frecuencia	Cantidad (kg)	Resultados	%
a la semana	1 a 2	0	0	0 %
al mes	1 a 2	1 a 5	7	17 %
al año	1 a 2	30 a 50	23	83%
Total			30	100%

Nota. La cantidad de RAEE que se desecha es variable en estos servicios técnicos en computadoras, que por lo general se desechan anualmente. Fuente: elaboración propia.

¿En su lugar de trabajo, se separan los RAEE de otros residuos sólidos?

Respuestas	Frecuencia	%
Si	10	33 %
No	20	67 %
Total	30	100 %

Nota. Frecuencia en la que los servicios técnicos en computadoras separan los RAEE de otros residuos. Fuente: elaboración propia.

¿Si respondió "sí" a la pregunta anterior, ¿Cómo se separan los RAEE?

Respuestas	Frecuencia	%
Se utilizan contenedores específicos para RAEE.	3	10 %
Los RAEE se colocan en bolsas separadas.	4	13 %
Otros (lo almacenan en depósitos)	3	10 %

Nota. Del total de encuestados, menos del 50 % realiza una separación de los RAEE de los residuos comunes. Fuente: elaboración propia.

¿En su lugar de trabajo, se dispone de los RAEE de manera adecuada?

Respuestas	Frecuencia	%
Si	13	43 %
No	17	57 %
Total	30	100 %

Nota. Encuesta de respuesta cerrada, tiene relación con la tabla que sigue. Fuente: elaboración propia.

Si respondió "sí" a la pregunta anterior, ¿Cómo se dispone de los RAEE?

Respuestas	Frecuencia	%
Se llevan a un centro de reciclaje autorizado	0	0 %
Se venden a empresas de reciclaje	0	0 %
Se donan a instituciones educativas o de beneficencia	6	20 %
Otros (regalan a estudiantes para robótica)	5	17 %
Otros (venden a estudiantes para robótica)	2	7 %

Nota. Algunas buenas prácticas que realizan estos servicios técnicos con los RAEE. Fuente: elaboración propia.

¿En su lugar de trabajo, se cuenta con un sistema para la gestión adecuada de RAEE?

Respuestas	Frecuencia	%
Si	18	40%
No	12	60%
Total	30	100%

Nota. Gran parte de estos servicios técnicos almacena y reutiliza componentes de los RAEE ver tabla 14. Fuente: elaboración propia.

Si respondió "sí" a la pregunta anterior, selecciona que hace con los RAEE.

Respuestas	Frecuencia	%
Clasifica/separa (según los componentes, placa madre, graficas, memorias, discos, etc.)	5	28%
Almacena (lo guarda)	8	44%
Reutiliza componentes	3	17%
Recicla	0	0%
Todas las anteriores	2	11%

Nota. Fuente: elaboración propia.

Si respondió "no" a la pregunta anterior, selecciona que hace con los RAEE.

Respuestas	Frecuencia	%
La desecha en un contenedor publico	7	58%
La entrega al carro basurero	2	17%
La desecha en la calle	1	8%
Todas las anteriores	1	8%
Otros (los guarda o almacena)	1	8%

Nota. Fuente: elaboración propia.

ANEXO E. LA MATRIZ DE LEOPOLD

MATRIZ DE LEOPOLD

Cuadro 1. Acciones listadas en el eje horizontal de la matriz de Leopold.		
ACCIONES • [Acciones propuestas las cuales pueden causar impacto ambiental] •	A. Modificación del régimen	a. Introducción de flora o fauna exóticas
		b. Controles biológicos
		c. Modificación de hábitat
		d. Alteración de la cobertura vegetal del suelo
		e. Alteración del flujo de agua subterránea
		f. Alteración de patrones de drenaje
		g. Control de ríos y modificación de flujo
		h. Canalización
		i. Irrigación
		j. Modificación del clima
		k. Quema de bosques
		l. Pavimentación
		m. Ruido y vibraciones
	B. Transformación del terreno y construcción	a. Urbanización
		b. Sitios y edificios industriales
		c. Aeropuertos
		d. Carreteras y puentes
		e. Caminos y senderos
		f. Ferrocarriles
		g. Cables y ascensores
		h. Líneas de transmisión, gasoductos y corredores
		i. Barreras, incluyendo cercas
		j. Dragado y enderezamiento de canales
		k. Revestimiento de canales
		l. Canales
		m. Presas y embalses
n. Muelles, malecones, marinas, y terminales marítimos		
o. Estructuras de altamar		
p. Estructuras de recreación		
q. Perforación y voladura		
r. Corte y relleno		

		s. Túneles y estructuras subterráneas
	C. Explotación de recursos	a. Perforación y voladura
		b. Excavación de superficie
		c. Excavación del subsuelo
		d. Perforación de pozos
		e. Dragado
		f. Tala de bosques
		g. Pesca comercial y caza
	D. Procesamiento	a. Agricultura
		b. Ganadería y pastoreo
		c. Plantas de engorde de ganado
		d. Plantas de producción de leche
		e. Generación de energía
		f. Procesamiento de minerales
		g. Industria metalúrgica
		h. Industria química
		i. Industria textil
		j. Automóviles y aeronaves
		k. Refinación de petróleo
		l. Alimentos
		m. Madera
	n. Pulpa y papel	
	o. Almacenamiento de productos	
	E. Modificación del terreno	a. Control de erosión y terrazas
b. Sellado de minas y control de desechos		
c. Rehabilitación de minas a tajo abierto		
d. Paisajismo		
e. Dragado de puertos		
f. Drenaje de humedales y pantanos		
F. Renovación de recursos	a. Reforestación	
	b. Gestión de vida silvestre	
	c. Recarga de agua subterránea	

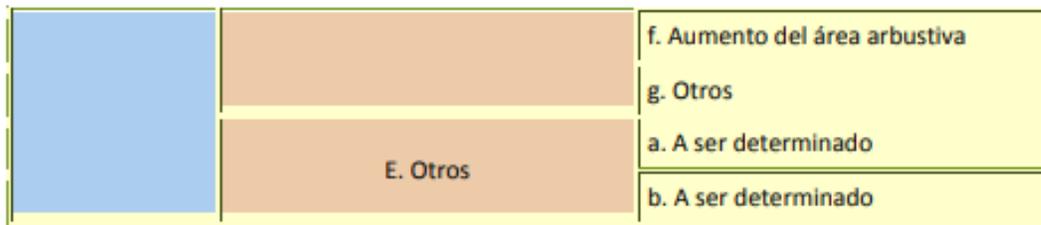
		d. Aplicación de fertilizantes
		e. Reciclaje de residuos
	G. Cambios en el tráfico	a. Red ferroviaria
		b. Automóviles
		c. Camiones
		d. Transporte de carga
		e. Aviones
		f. Ríos y canales
		g. Botes de placer
		h. Senderos
		i. Cables y ascensores
		j. Comunicación
		k. Tuberías y conductos forzados
	H. Emplazamiento y tratamiento de residuos	a. Vertido en los océanos
		b. Rellenos sanitarios
		c. Colocación de residuos mineros
		d. Almacenamiento debajo del terreno
		e. Eliminación de basura
		f. Inundación de pozos de petróleo
		g. Colocación de pozos de petróleo
		h. Agua de enfriamiento industrial
		i. Aguas servidas municipales, incluyendo irrigación
		j. Descarga de efluentes municipales
		k. Lagunas de estabilización y oxidación
		l. Tanques sépticos, comerciales y domésticos
m. Emisiones de chimeneas al aire libre		
n. Lubricantes usados		
I. Tratamientos químicos	a. Fertilización	
	b. Deshielo de carreteras	
	c. Estabilización de suelos	
	d. Control de malezas	
	e. Control de insectos con pesticidas	

	J. Accidentes	a. Explosiones b. Vertidos y filtraciones c. Falla operacional
	K. Otros	a. A ser determinado b. A ser determinado

Cuadro 2. Factores listados en el eje vertical de la matriz de Leopold.			
FACTORES • [Características y condiciones existentes en el medio ambiente] •	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	a. Recursos minerales
			b. Materiales de construcción
			c. Suelos
			d. Forma del terreno
			e. Ondas electromagnéticas y radiación de fondo
			f. Condiciones físicas únicas
		2. Agua	a. Superficial
			b. Oceáno
			c. Subterránea
			d. Calidad del agua
			e. Temperatura
			f. Recarga
			g. Nieve, hielo y hielo perenne
		3. Atmósfera	a. Calidad del aire (gases, partículas)
			b. Clima (micro, macro)
			c. Temperatura
4. Procesos	a. Avenidas		
	b. Erosión		
	c. Deposición (sedimentación, precipitación)		
	d. Solución		
	e. Adsorción (intercambio iónico)		
	f. Compactación y asentamiento		
	g. Estabilidad de taludes (deslizamientos)		

			h. Esfuerzo-deformación (terremotos)
			i. Movimientos de masas de aire
	B. Condiciones biológicas	1. Flora	a. Árboles
			b. Arbustos
			c. Pastos
			d. Productos agrícolas
			e. Microflora
			f. Plantas acuáticas
			h. Especies en peligro
			h. Barreras
			i. Corredores
			2. Fauna
	b. Animales terrestres, incluyendo reptiles		
	c. Peces y moluscos		
	d. Organismos bénticos		
	e. Insectos		
	f. Microfauna		
	g. Especies en peligro		
	h. Barreras		
	i. Corredores		
	C. Factores culturales	1. Uso de la tierra	
b. Humedales			
c. Bosques			
d. Pastoreo			
e. Agricultura			
f. Residencial			
g. Comercial			
h. Industrial			
i. Minería y extracción de materiales			
2. Recreación			a. Caza
	b. Pesca		

			c. Navegación por placer
			d. Natación
			e. Camping y caminatas
		3. Interés estético y humano	f. Salidas al campo
			g. Centros de vacaciones y placer
			a. Vistas escénicas
			b. Calidad de vida silvestre
			c. Calidad de espacio abierto
			d. Diseño del paisaje
			e. Condiciones físicas únicas
			f. Parques y reservas forestales
			g. Monumentos
			h. Especies o ecosistemas raros y únicos
		i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos	
		j. Presencia de elementos raros	
4. Aspectos culturales	a. Patrones culturales (estilo de vida)		
	b. Salud y seguridad		
	c. Empleo		
5. Facilidades y actividades humanas	d. Densidad de población		
	a. Estructuras		
	b. Red de transporte		
	c. Redes de servicios		
	d. Manejo de residuos		
	e. Barreras		
D. Relaciones ecológicas	f. Corredores		
	a. Salinización de recursos hídricos		
	b. Eutroficación		
	c. Insectos vectores de enfermedades		
	d. Cadenas tróficas		
e. Salinización del terreno			



No todas las acciones y factores listadas en los Cuadros 1 y 2 se aplican a un proyecto dado. Además, en algunos casos pueden considerarse otras acciones y factores no listadas. De acuerdo a Leopold et al. (1971), el número de interacciones de un proyecto típico varía entre 25 y 50.

La manera más eficaz de utilizar la matriz es identificar las acciones más significativas. En general, sólo alrededor de una docena de acciones serán significativas. Cada acción se evalúa en términos de la magnitud del efecto sobre las características y condiciones medioambientales que figuran en el eje vertical. Se coloca una barra diagonal (/) en cada casilla donde se espera una interacción significativa. La discusión en el texto del informe deberá indicar si la evaluación es a corto o a largo plazo.

Se evalúan las casillas marcadas más significativas, y se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos.

El siguiente paso es evaluar los números que se han colocado en las casillas. Es conveniente la construcción de una matriz reducida, la cual consiste sólo de las acciones y factores que han sido identificados como interactuantes. Debe tomarse especial atención a las casillas con números elevados. El alto o bajo número en cualquier casilla indica el grado de impacto de las medidas. La asignación de magnitud e importancia se basa, en la medida de lo posible, en datos reales y no en la preferencia del evaluador.

El sistema de calificación requiere que el evaluador cuantifique su juicio sobre las probables consecuencias. El esquema permite que un revisor siga sistemáticamente el

razonamiento del evaluador, para asistir en la identificación de puntos de acuerdo y desacuerdo. La matriz de Leopold constituye un resumen del texto de la evaluación del impacto ambiental.

Evaluación del Impacto Ambiental

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) consiste en una discusión de cada una de las casillas marcadas con los números más altos de magnitud e importancia. Las columnas que tienen un gran número de factores marcados se examinan en detalle, independientemente de los números asignados. Del mismo modo, las filas que tienen un gran número de acciones marcadas se examinan en detalle, independientemente de los números.

La discusión comprende los siguientes aspectos: Una descripción de la acción propuesta. El probable impacto de la acción sobre cada factor identificado. Los efectos ambientales adversos que no se puedan evitar. Las alternativas a la acción propuesta. La relación entre el uso humano del medio ambiente a corto plazo y el mantenimiento y mejora de la productividad del ecosistema a largo plazo. Cualquier compromiso irreversible e irrecuperable de recursos involucrados en la acción propuesta. Otros aspectos levantados por agencias del gobierno federal, estatal, y local, y por organizaciones y personas individuales apropiadas.

El texto de la EIA es un análisis de la asignación de números de magnitud y importancia de los impactos. Debe incluir una discusión de las principales características de la acción propuesta y de los ecosistemas afectados. Debe incluir también una descripción de la geografía, entorno físico, vegetación, clima y otros datos sobre la física, química, y biología de la acción propuesta y del ecosistema afectado. Sin embargo, la cantidad de detalle sólo debe ser el necesario para evaluar el impacto ambiental. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una parte intrínseca de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

**ANEXO F. PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE RAEE EN
LOS SERVICIOS TÉCNICOS EN COMPUTADORAS**

Propuesta de un plan de gestión de RAEE en los Servicios Técnicos de Computadoras dentro del Distrito 2 del Municipio de Sucre.

Introducción:

La gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los servicios técnicos de computadoras es crucial para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública. Este plan propone estrategias integrales para mejorar la gestión de RAEE en el Distrito 2 del Municipio de Sucre, promoviendo la sostenibilidad en su manejo y fomentando prácticas responsables.

Diagnóstico de la Situación Actual:

- Los servicios técnicos en el Distrito 2 presentan deficiencias en el manejo de RAEE, con prácticas inadecuadas de almacenamiento y disposición final.
- Existe una falta de conciencia sobre la importancia del manejo adecuado de RAEE, lo que ha llevado a la disposición inapropiada de estos residuos.
- La exposición a sustancias presentes en los RAEE puede causar enfermedades graves, lo que resalta la urgencia de mejorar la gestión de estos residuos.

Objetivos del Plan:

- Mejorar el conocimiento y cumplimiento de la normativa legal sobre RAEE en los servicios técnicos.
- Implementar un sistema eficiente de recolección, almacenamiento y disposición final de RAEE.
- Desarrollar una infraestructura centralizada de tratamiento de RAEE en el Distrito 2.
- Promover la educación ambiental y concienciar sobre la importancia del reciclaje electrónico.

Estrategias y Acciones:

1. Conformación del Equipo de Gestión de RAEE:

- Establecer un equipo multidisciplinario conformado por representantes de los servicios técnicos, la universidad, el gobierno municipal y expertos en gestión de RAEE.
- Definir roles, responsabilidades y un plan de trabajo para la implementación del plan.

2. Capacitación y Sensibilización: Realizar programas de capacitación sobre la normativa y la importancia del manejo adecuado de RAEE.

Metodología:

El programa de capacitación se desarrollará a través de sesiones presenciales y virtuales, utilizando una metodología participativa y dinámica que permita la interacción de los participantes. Se emplearán diversas técnicas de enseñanza como exposiciones, debates, talleres prácticos y análisis de casos.

Contenidos:

- **Módulo 1: Normativa legal sobre RAEE**
 - Legislación nacional e internacional sobre RAEE.
 - Responsabilidades de los generadores de RAEE.
 - Obligaciones de los gestores de RAEE.
 - Sanciones por el incumplimiento de la normativa legal.
- **Módulo 2: Impactos ambientales y sociales del manejo inadecuado de RAEE**
 - Contaminación del suelo y las aguas por sustancias tóxicas presentes en RAEE.
 - Liberación de gases de efecto invernadero.

- Impactos en la salud humana.
- Problemas sociales y económicos asociados al manejo inadecuado de RAEE.
- **Módulo 3: Mejores prácticas de gestión de RAEE**
 - Identificación y clasificación de RAEE.
 - Almacenamiento seguro de RAEE.
 - Reutilización y reparación de componentes electrónicos.
 - Reciclaje de RAEE.
 - Disposición final responsable de RAEE.
- **Módulo 4: Implementación de un sistema de gestión de RAEE en un servicio técnico en computadoras**
 - Identificación de los RAEE generados en el servicio técnico.
 - Establecimiento de procedimientos para la separación, clasificación y almacenamiento de RAEE.
 - Búsqueda de alternativas para la reutilización, reparación y reciclaje de RAEE.
 - Elaboración de registros y documentación relacionados con la gestión de RAEE.

Evaluación:

La evaluación del programa de capacitación se realizará mediante la combinación de diferentes instrumentos, incluyendo:

- Pruebas de conocimiento
- Análisis de casos prácticos
- Evaluación de la actitud de los participantes

- Seguimiento a la implementación de las mejores prácticas de gestión de RAEE en los servicios técnicos en computadoras

Recursos:

Para el desarrollo del programa de capacitación, se contará con los siguientes recursos:

- Equipo de capacitadores expertos en gestión de RAEE
- Materiales didácticos impresos y digitales
- Salas de capacitación equipadas

Financiamiento:

El financiamiento del programa de capacitación se podrá obtener a través de diferentes fuentes, como:

- Aportes del Municipio de Sucre
- Colaboración de empresas privadas
- Donaciones de organizaciones no gubernamentales

Cronograma:

El programa de capacitación se desarrollará durante un período de seis meses, de acuerdo al siguiente cronograma:

- **Mes 1:** Elaboración del programa de capacitación y selección de participantes
- **Mes 2:** Desarrollo del módulo 1: Normativa legal sobre RAEE
- **Mes 3:** Desarrollo del módulo 2: Impactos ambientales y sociales del manejo inadecuado de RAEE
- **Mes 4:** Desarrollo del módulo 3: Mejores prácticas de gestión de RAEE
- **Mes 5:** Desarrollo del módulo 4: Implementación de un sistema de gestión de RAEE en un servicio técnico en computadoras

- **Mes 6:** Evaluación del programa de capacitación y seguimiento a la implementación de las mejores prácticas de gestión de RAEE.

Impacto esperado:

Se espera que el programa de capacitación tenga un impacto positivo en la gestión de RAEE por parte de los servicios técnicos en computadoras del Distrito 2 de Sucre, contribuyendo a:

Reducir la cantidad de RAEE generados:

Se espera que los servicios técnicos en computadoras implementen medidas para reducir la generación de RAEE, como la reparación y reutilización de componentes electrónicos, la prolongación de la vida útil de los equipos y la compra de productos con mayor eficiencia energética.

Minimización de los impactos ambientales del manejo inadecuado de RAEE:

Se espera que los servicios técnicos en computadoras adopten prácticas responsables para el manejo de RAEE, evitando la disposición final en vertederos o la quema incontrolada, y promoviendo el reciclaje y la valorización de estos residuos.

Mejora en el cumplimiento de la normativa legal:

Se espera que los servicios técnicos en computadoras comprendan y cumplan con las obligaciones establecidas en la normativa legal vigente sobre RAEE, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud pública.

Fortalecimiento de la responsabilidad social empresarial:

Se espera que los servicios técnicos en computadoras implementen la gestión de RAEE como parte de su compromiso con la responsabilidad social empresarial, demostrando su compromiso con el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

Contribución a una economía circular:

Se espera que el programa de capacitación fomente la implementación de prácticas de economía circular en el sector de servicios técnicos en

computadoras, promoviendo la reutilización, reparación y reciclaje de RAEE, lo que contribuirá a la reducción del consumo de recursos naturales y la generación de residuos.

- 3. Implementación de un Sistema de Recolección:** Establecer un sistema de recolección y almacenamiento temporal de RAEE en los servicios técnicos.

Componentes del sistema:

Contenedores específicos para RAEE: Se colocarán contenedores identificados claramente para RAEE en cada servicio técnico participante. Estos contenedores deben ser de tamaño adecuado, resistentes y contar con tapas para evitar la entrada de agua, polvo o animales.

Sistema de registro y control: Se establecerá un sistema de registro y control para llevar un seguimiento de la cantidad y tipo de RAEE recolectados en cada servicio técnico. Esto permitirá evaluar la efectividad del sistema y tomar decisiones para optimizar su funcionamiento.

Personal capacitado: El personal de los servicios técnicos participantes será capacitado en la identificación, clasificación y manejo adecuado de RAEE, así como en el uso del sistema de registro y control.

Vehículos de transporte: Se establecerá un sistema de transporte regular para la recolección de RAEE de los servicios técnicos participantes y su traslado a un centro de almacenamiento temporal.

Centro de almacenamiento temporal: Se habilitará un centro de almacenamiento temporal de RAEE que cumpla con las condiciones de seguridad y protección ambiental necesarias. Este centro debe contar con espacio suficiente, ventilación adecuada, sistemas de control de acceso y medidas de seguridad para evitar robos o incendios.

Funcionamiento del sistema:

- **Generación de RAEE:** Los servicios técnicos participantes generarán RAEE en el desarrollo de sus actividades habituales.

- **Clasificación y almacenamiento temporal:** Los técnicos clasificarán los RAEE en los contenedores específicos, separándolos por tipo de material (plásticos, metales, circuitos electrónicos, etc.).
- **Registro y control:** El personal responsable registrará la cantidad y tipo de RAEE almacenados en cada contenedor.
- **Recolección y transporte:** El vehículo de transporte realizará la recolección periódica de RAEE de los servicios técnicos participantes, siguiendo una ruta establecida.
- **Almacenamiento temporal:** Los RAEE recolectados serán transportados al centro de almacenamiento temporal, donde se depositarán de manera ordenada y segura.
- **Gestión posterior:** Los RAEE almacenados en el centro de almacenamiento temporal serán gestionados posteriormente, ya sea para su reutilización, reparación, reciclaje o disposición final responsable, de acuerdo con la normativa vigente y las mejores prácticas ambientales.

Beneficios del sistema:

Reducción del riesgo ambiental: El sistema de recolección y almacenamiento temporal de RAEE permitirá minimizar el riesgo de contaminación ambiental por la disposición inadecuada de estos residuos.

Facilita la gestión posterior: El sistema facilitará la gestión posterior de RAEE, permitiendo su reutilización, reparación, reciclaje o disposición final responsable, contribuyendo a la economía circular y a la reducción del consumo de recursos naturales.

Mejora la imagen pública: La implementación del sistema de gestión de RAEE contribuirá a mejorar la imagen pública de los servicios técnicos de computadoras, posicionándolos como empresas comprometidas con el medio ambiente y la sostenibilidad.

Cumplimiento de la normativa: El sistema permitirá a los servicios técnicos participantes cumplir con las obligaciones establecidas en la normativa legal vigente sobre RAEE.

- 4. Desarrollo de Infraestructura:** Crear un centro de tratamiento de RAEE en el Distrito 2 para la disposición final responsable de estos residuos.

La generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en el Distrito 2 de Sucre representa un desafío ambiental que requiere una solución integral. La creación de un centro de tratamiento de RAEE en este distrito será una medida fundamental para la disposición final responsable de estos residuos, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud pública.

Ubicación:

El centro de tratamiento de RAEE deberá ubicarse en un área alejada de zonas residenciales y con fácil acceso a vías de comunicación. Se deberá considerar la disponibilidad de servicios básicos como agua, electricidad y drenaje, así como la capacidad de carga del suelo para soportar las instalaciones.

Diseño y construcción:

El diseño del centro de tratamiento de RAEE deberá considerar los siguientes aspectos:

Zonas de recepción y almacenamiento: Deberá contar con espacio suficiente para la recepción y almacenamiento temporal de RAEE, con áreas separadas para diferentes tipos de residuos (plásticos, metales, circuitos electrónicos, etc.).

Zonas de tratamiento: Deberá incluir áreas para el desmontaje, clasificación, trituración, separación de materiales y extracción de componentes valiosos. Estas áreas deberán estar diseñadas para minimizar la generación de polvo, ruido y emisiones contaminantes.

Zonas de almacenamiento final: Deberá contar con espacio para el almacenamiento final de residuos no reciclables, como materiales inertes o peligrosos. Estas áreas deberán cumplir con las normas ambientales y de seguridad establecidas.

Laboratorios: El centro deberá contar con laboratorios equipados para realizar análisis y estudios de los RAEE, con el fin de identificar su composición y determinar el tratamiento adecuado.

Oficinas y áreas administrativas: El centro deberá contar con espacios para el personal administrativo, salas de reuniones y áreas de descanso.

Equipamiento:

El centro de tratamiento de RAEE deberá contar con el siguiente equipamiento:

- **Equipos de desmontaje:** Para la separación de componentes de los RAEE.
- **Trituradoras y separadoras de materiales:** Para la reducción de volumen y la separación de diferentes materiales.
- **Sistemas de extracción de componentes valiosos:** Para la recuperación de metales preciosos y otros materiales valiosos.
- **Sistemas de tratamiento de emisiones:** Para el control de polvo, ruido y emisiones contaminantes.
- **Vehículos de transporte:** Para el traslado de RAEE y materiales reciclables.

Personal:

El centro de tratamiento de RAEE deberá contar con personal capacitado en las siguientes áreas:

- **Gestión de RAEE:** Para la recepción, clasificación, almacenamiento y tratamiento de RAEE.
- **Operación de maquinaria:** Para el manejo de equipos de desmontaje, trituración y separación de materiales.
- **Análisis de laboratorio:** Para la realización de análisis y estudios de los RAEE.
- **Administración y gestión ambiental:** Para la gestión administrativa, financiera y ambiental del centro.

Normativa legal:

El diseño, construcción, operación y mantenimiento del centro de tratamiento de RAEE deberá cumplir con la normativa legal vigente en materia de gestión de residuos sólidos y protección ambiental.

Financiamiento:

El financiamiento para la creación del centro de tratamiento de RAEE puede provenir de diferentes fuentes, como:

- **Aportes del gobierno local:** A través de fondos públicos destinados a proyectos de protección ambiental.
- **Colaboración del sector privado:** A través de aportes de empresas comprometidas con la responsabilidad social empresarial.
- **Donaciones de organizaciones no gubernamentales:** A través de fondos de cooperación internacional o programas de apoyo al desarrollo sostenible.

5. **Educación Ambiental:** Realizar campañas de educación ambiental dirigidas a los servicios técnicos y la comunidad.

Población objetivo:

- Técnicos y propietarios de servicios técnicos en computadoras del Distrito 2 de Sucre.
- Estudiantes de instituciones educativas del Distrito 2 de Sucre.
- Residentes del Distrito 2 de Sucre.

Estrategias:

Talleres y charlas informativas: Se realizarán talleres y charlas informativas para los técnicos y propietarios de servicios técnicos en computadoras, con el objetivo de brindarles información sobre la normativa legal vigente sobre RAEE, los impactos ambientales y de salud del manejo inadecuado de estos residuos, y las mejores prácticas para su gestión.

Campañas de sensibilización: Se realizarán campañas de sensibilización a través de diferentes medios de comunicación, como radio, televisión, redes sociales y materiales impresos, para informar a la comunidad sobre la importancia de la gestión adecuada de RAEE y los riesgos asociados a su manejo inadecuado.

Jornadas de recolección de RAEE: Se organizarán jornadas de recolección de RAEE en diferentes puntos del Distrito 2 de Sucre, para facilitar a los servicios técnicos y la comunidad la disposición adecuada de estos residuos.

Concursos y actividades interactivas: Se realizarán concursos y actividades interactivas para fomentar la participación de la comunidad en la gestión de RAEE, como concursos de diseño de carteles, concursos de fotografía y jornadas de limpieza de espacios públicos.

Programa de educación ambiental en escuelas: Se implementará un programa de educación ambiental en las escuelas del Distrito 2 de Sucre, para concientizar a los estudiantes sobre la importancia de la gestión adecuada de RAEE y promover la adopción de hábitos responsables desde temprana edad.

Recursos:

Personal capacitado: Se contará con un equipo de profesionales capacitados en educación ambiental y gestión de RAEE para la implementación de las campañas.

Materiales informativos: Se elaborarán materiales informativos como folletos, trípticos, carteles y presentaciones digitales para distribuir a la población objetivo.

Recursos audiovisuales: Se utilizarán recursos audiovisuales como videos, documentales y presentaciones multimedia para reforzar los mensajes de las campañas.

Equipos de sonido y amplificación: Se contará con equipos de sonido y amplificación para la realización de talleres, charlas y eventos públicos.

Vehículos para la recolección de RAEE: Se dispondrá de vehículos para la recolección de RAEE en las jornadas de recolección.

Evaluación:

Se realizará una evaluación periódica de las campañas de educación ambiental para medir su impacto y realizar los ajustes necesarios. La evaluación se basará en los siguientes indicadores:

- Nivel de conocimiento de la población objetivo sobre la gestión de RAEE.
- Actitudes y comportamientos de la población objetivo en relación con la gestión de RAEE.
- Cantidad de RAEE recolectados en las jornadas de recolección.
- Nivel de participación de la comunidad en las actividades de educación ambiental.

Monitoreo y Evaluación:

- Establecer indicadores de desempeño para medir el impacto del plan de gestión de RAEE.

Establecimiento de indicadores de desempeño:

Para evaluar el impacto del plan de gestión de RAEE, se establecerán indicadores de desempeño específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un plazo determinado (SMART). Estos indicadores abarcarán diversas dimensiones del plan, incluyendo:

Generación y gestión de RAEE:

Cantidad de RAEE generados: Este indicador permitirá medir la evolución de la generación de RAEE en el Distrito 2 de Sucre a lo largo del tiempo.

Cantidad de RAEE recolectados: Este indicador permitirá evaluar la efectividad de las estrategias de recolección implementadas, como puntos de recolección, campañas de sensibilización y colaboración con empresas.

Cantidad de RAEE reciclados y reutilizados: Este indicador permitirá medir el progreso en el reciclaje y la reutilización de RAEE, lo cual contribuye a la reducción de residuos y la valorización de materiales.

Cantidad de RAEE dispuestos en vertederos: Este indicador permitirá evaluar la reducción de RAEE destinados a la disposición final en vertederos, minimizando el impacto ambiental negativo.

Conocimiento y comportamiento de la población:

– **Nivel de conocimiento de la población sobre la gestión de RAEE:** Este indicador permitirá medir el impacto de las campañas de educación ambiental realizadas, evaluando el nivel de conocimiento de la población sobre la importancia de la gestión adecuada de RAEE.

– **Actitudes y comportamientos de la población en relación con la gestión de RAEE:** Este indicador permitirá medir el cambio en las actitudes y comportamientos de la población en relación con la gestión de RAEE, como la separación correcta de residuos y la participación en iniciativas de reciclaje.

Eficacia del plan y cumplimiento de normativas:

Costo por tonelada de RAEE gestionado: Este indicador permitirá evaluar la eficiencia económica del plan de gestión de RAEE, midiendo el costo total por tonelada de RAEE gestionado.

Cumplimiento de las normativas legales: Este indicador permitirá verificar el cumplimiento del plan con las normativas legales vigentes en materia de gestión de residuos sólidos y RAEE.

Satisfacción de las partes interesadas: Este indicador permitirá evaluar la satisfacción de las partes interesadas en el plan, como la comunidad, las empresas y las autoridades locales.

- Realizar auditorías periódicas para verificar el cumplimiento de las normativas y evaluar la eficacia de las medidas implementadas.

Metodología de las auditorías:

Las auditorías periódicas se realizarán de manera sistemática y rigurosa, siguiendo una metodología definida que incluye:

Planificación de la auditoría: Se establecerán los objetivos específicos, el alcance, el cronograma y el equipo de auditores para cada auditoría.

Recopilación de información: Se recopilará información documental, como registros, informes, manuales y procedimientos, así como datos estadísticos y testimonios de las partes interesadas.

Inspecciones y entrevistas: Se realizarán inspecciones en los centros de recolección, tratamiento y reciclaje de RAEE, así como entrevistas con el personal responsable, las autoridades locales y las partes interesadas.

Análisis y evaluación de la información: Se analizará la información recopilada para identificar hallazgos, evaluar el cumplimiento normativo y la eficacia de las medidas implementadas.

Elaboración de un informe de auditoría: Se elaborará un informe detallado que presente los hallazgos, conclusiones y recomendaciones para mejorar el plan de gestión de RAEE.

Seguimiento y acciones correctivas:

Las recomendaciones y acciones correctivas identificadas en el informe de auditoría serán comunicadas a las partes responsables del plan de gestión de RAEE. Se establecerá un plan de seguimiento para verificar la implementación de las acciones correctivas y la mejora continua del plan.

- Evaluar continuamente el plan para identificar oportunidades de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario.

Proceso de evaluación continua:

La evaluación continua del plan de gestión de RAEE se realizará de manera sistemática y participativa, siguiendo un proceso que incluye:

Revisión periódica de indicadores de desempeño: Se revisarán periódicamente los indicadores de desempeño establecidos para el plan, como la cantidad de RAEE recolectados, reciclados y dispuestos en vertederos, el nivel de conocimiento de la población y la satisfacción de las partes interesadas.

Análisis de tendencias y factores externos: Se analizarán las tendencias en la generación de RAEE, los avances tecnológicos en el tratamiento y reciclaje, los cambios en las normativas legales y los factores socioeconómicos que pueden influir en el plan.

Reuniones con partes interesadas: Se realizarán reuniones periódicas con las partes interesadas del plan, como la comunidad, las empresas, las autoridades locales y las organizaciones no gubernamentales, para obtener retroalimentación sobre su funcionamiento y posibles mejoras.

Identificación de oportunidades de mejora: A partir de la revisión de indicadores, el análisis de tendencias y la retroalimentación de las partes interesadas, se identificarán oportunidades de mejora en el plan, como la optimización de rutas de recolección, la implementación de nuevas tecnologías de reciclaje o la ampliación de campañas de educación ambiental.

Ajuste de estrategias y acciones: Se ajustarán las estrategias y acciones del plan de gestión de RAEE en función de las oportunidades de mejora identificadas, buscando maximizar su impacto positivo y la eficiencia en la gestión de RAEE.

Beneficios de la evaluación continua:

La evaluación continua del plan de gestión de RAEE ofrece los siguientes beneficios:

- **Flexibilidad y adaptación:** Permite adaptar el plan a las necesidades cambiantes del contexto, nuevas tecnologías y normativas.
- **Mejora continua:** Facilita la identificación de oportunidades para optimizar el plan y aumentar su efectividad.
- **Eficiencia y eficacia:** Contribuye a la utilización eficiente de los recursos y la maximización del impacto positivo del plan.

- **Participación y transparencia:** Promueve la participación de las partes interesadas y la transparencia en la gestión de RAEE.

Conclusiones:

El plan de gestión de RAEE en los servicios técnicos de computadoras del Distrito 2 del Municipio de Sucre buscará promover la sostenibilidad en el manejo de estos residuos, protegiendo el entorno local y concienciando sobre la importancia del reciclaje electrónico. La implementación de estas estrategias contribuirá a mejorar la gestión de RAEE y a prevenir daños ambientales y sociales a largo plazo.