

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Oportunidades y desafíos en la gestión de Residuos de
Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los centros
de acopio formales: el caso del distrito de Comas

Tesis para obtener el grado académico de
Maestra en Desarrollo Ambiental que
presenta:

Hillari Chipana Cuadros

Asesor:

Zoila Martha Rodríguez Achung

Lima, 2025

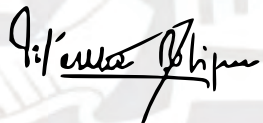
Informe de Similitud

Yo, Rodríguez Achung, Zoila Martha, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesora de la tesis titulada(o) Oportunidades y desafíos en la GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) EN LOS CENTROS DE ACOPIO FORMALES: el caso DEL DISTRITO DE COMAS, de la autora Hillari Chipana Cuadros, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 12%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 18/07/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 18 de Julio de 2025.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: Rodríguez Achung, Zoila Martha	
DNI: 06176995	Firma 
ORCID: 0000-0002-4617-2778	

AGRADECIMIENTOS

A mi Jesús, que es el centro de mi vida, quien le da sentido a todo lo que hago y en quien todo lo puedo. A Nikol, mi hermana, por ser la razón por la cual esta tesis empezó y terminó. Gracias por estar, por escuchar, por tolerar, por animar, por darme ideas, por aterrizar mi mente confusa, Este trabajo es de ambas. A mi mami, Elizabeth, porque Dios no me pudo dar una mejor mamá que tú, por cuidarme, por acompañarme, por secar mis lágrimas y por alegrarte de mis triunfos, por quedarte y nunca irte, por dar más de lo que cualquier madre daría por sus hijas, por enseñarme a ser valiente y a que en esta vida todo tiene solución. A mi Alba y Valentina, por ser los rayitos de sol que iluminan mi hogar. A mi asesora, Martha Rodríguez, por su apoyo y orientación para desarrollar la presente tesis.



RESUMEN

El crecimiento acelerado del consumo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) ha generado un incremento sostenido en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), representando un desafío ambiental, sanitario y social. En el Perú, aunque existe un marco normativo específico para su gestión, como el Régimen Especial de RAEE (D.S. N.º 009-2019-MINAM), la brecha entre la norma y su implementación persiste, especialmente a nivel local. La presente investigación analiza el caso del distrito de Comas, donde los centros de acopio formalizados y autorizados únicamente para el almacenamiento, acondicionamiento y comercialización de residuos sólidos no peligrosos manejan además RAEE sin cumplir con los requisitos particulares para la gestión de este tipo de residuo y actuando en este rubro dentro de la informalidad.

El estudio tiene como objetivo identificar las oportunidades y barreras para que estos centros de acopio se formalicen como operadores de RAEE. Se utiliza una metodología cualitativa basada en entrevistas, grupos focales, observación directa y revisión normativa. Entre los principales hallazgos se identifica que la obsolescencia programada, la baja cultura de reparación, y el alto valor de componentes como el cobre explican la expansión del mercado informal de RAEE. A pesar de contar con capital y estructura, los centros de acopio enfrentan obstáculos como el desconocimiento normativo, la alta inversión inicial y la ausencia de incentivos desde la política pública.

La tesis concluye que los centros de acopio no se han formalizado debido a barreras como el desconocimiento, volumen bajo de RAEE recibido y requerimiento elevado de inversión inicial. Sin embargo, estos actores tienen el potencial de insertarse en la cadena formal de gestión de RAEE, bajo una lógica de economía circular, siempre que se superen las barreras regulatorias y se promueva un entorno institucional que favorezca su transición hacia la formalidad.

ÍNDICE

RESUMEN	1
LISTA DE TABLAS	4
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE ACRÓNIMOS	5
INTRODUCCIÓN	6
PRIMERA PARTE: MARCO DE LA INVESTIGACIÓN	8
1. Capítulo 1: Planteamiento de la investigación	8
1.1 Problema socioambiental	8
1.2 Justificación.....	10
1.3 Objetivos	11
1.4 Pregunta de investigación	12
2. Capítulo 2: Marco Conceptual	14
2.1 La industrialización	14
2.2 Las nuevas tecnologías y el desarrollo	14
2.3 Obsolescencia programada.....	16
2.4 Responsabilidad Extendida del Productor	17
2.5 Economía circular.....	18
2.6 Formalización de la actividad de reciclaje.....	19
2.7 Gestión de residuos.....	21
3. Capítulo 3: Marco Contextual	23
3.1 Definición y características de los RAEE	23
3.2 Manejo actual de RAEE.....	26
3.2.1 Gestión formal de RAEE	26
3.2.2 Gestión informal de RAEE.....	27
3.2.3 Actores formales e informales de RAEE	29
3.3 Normas y políticas peruanas sobre la gestión de RAEE	30
3.3.1 Normas Nacionales	30
3.3.2 Normas Técnicas	31
3.3.3 Ordenanzas Municipales	32
4. Capítulo 4: Diseño Metodológico	33
4.1 Fuentes de información y herramientas de análisis	33
4.2 Matriz metodológica	38
SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
5. Capítulo 5: Análisis y Discusión de Resultados	41
5.1 Funcionamiento del mercado informal de RAEE	41
5.2 Funcionamiento del mercado formal de RAEE	48
5.2.1 Normativa sobre gestión de RAEE	48
5.2.2 Mercado de operadores de RAEE	50

5.2.3	Requisitos para constituirse como operador de RAEE	52
5.3	Factores de formalización.....	57
5.4	Análisis de oportunidades y barreras para la formalización	59
5.4.1	Oportunidades de formalización	59
5.4.2	Barreras de formalización.....	64
	Discusiones y reflexiones finales.....	72
	Conclusiones.....	80
	Bibliografía.....	83
	Anexos	90

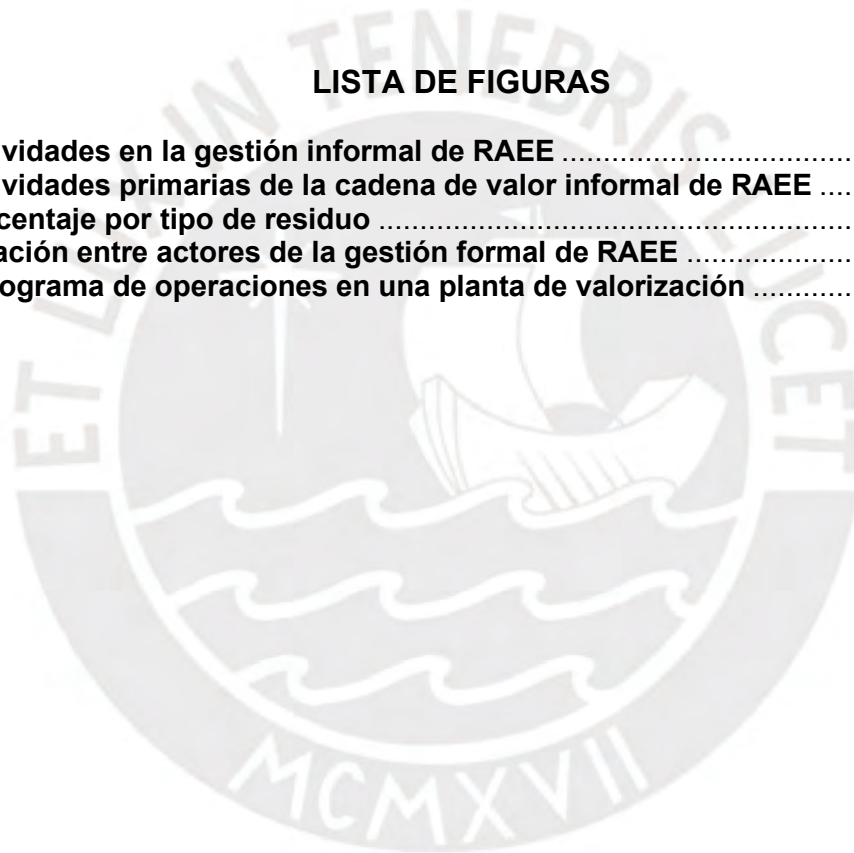


LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de RAEE.....	23
Tabla 2. Composición de los RAEE por categorías	24
Tabla 3. Componentes peligrosos en los RAEE.....	24
Tabla 4. Riesgos asociados a la exposición de componentes peligrosos	25
Tabla 5. Actores formales de la cadena de valor central de RAEE	29
Tabla 6. Actores informales de la cadena de gestión de RAEE en Colombia	29
Tabla 7. Perfil de participantes entrevistados	34
Tabla 8. Características del centro de acopio observado.....	36
Tabla 9. Características de los grupos focales	36
Tabla 10. Matriz metodológica de la investigación	38
Tabla 11. Metales presentes en los RAEE	55
Tabla 12. Oportunidades y barreras de la formalización en Bogotá.....	59
Tabla 13. Inversión para constituirse como operador de RAEE	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Actividades en la gestión informal de RAEE	28
Figura 2. Actividades primarias de la cadena de valor informal de RAEE	44
Figura 3. Porcentaje por tipo de residuo	46
Figura 4. Relación entre actores de la gestión formal de RAEE	48
Figura 5. Flujograma de operaciones en una planta de valorización	53



LISTA DE ACRÓNIMOS

AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
MDC	Municipalidad Distrital de Comas
MINAM	Ministerio del Ambiente
NTP	Normas Técnicas Peruanas
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el avance tecnológico y el crecimiento del consumo han generado una transformación en los hábitos de adquisición y descarte de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE). Este fenómeno ha traído consigo un incremento considerable en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los cuales representan un desafío ambiental y social debido a su composición, que incluye tanto materiales valiosos como sustancias peligrosas. Frente a esta realidad, los modelos tradicionales de gestión de residuos han resultado insuficientes, haciendo necesaria la implementación de estrategias que integren enfoques de sostenibilidad, economía circular y responsabilidad extendida del productor.

En el Perú, si bien existe un marco normativo que regula la gestión de RAEE, como el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE (D.S. N.º 009-2019-MINAM), en la práctica aún persiste una amplia brecha entre la normativa y su implementación, especialmente en contextos locales. El distrito de Comas, en Lima Norte, es un claro ejemplo de esta situación. Este territorio concentra un número significativo de centros de acopio que, pese a estar formalizados únicamente como gestores de residuos sólidos no peligrosos, manejan RAEE sin contar con las autorizaciones necesarias, lo que implica riesgos ambientales y sanitarios, pero también evidencia un dinamismo económico no reconocido formalmente.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo principal identificar las oportunidades y desafíos que enfrentan los titulares de centros de acopio formalizados del distrito de Comas para constituirse como operadores formales de RAEE. Para ello, se analizan los factores que explican el crecimiento del flujo de RAEE, como la obsolescencia programada, la aparición de nuevas tecnologías y la débil cultura de reparación y segundo uso. Asimismo, se explora la interacción entre la cadena de valor formal e informal de los RAEE, destacando las condiciones laborales precarias en el sector informal y las barreras normativas para la formalización.

La tesis se estructura en cinco capítulos. El primer capítulo desarrolla el marco contextual del problema, incluyendo la formulación del problema de investigación, los objetivos, la justificación y las preguntas que guían el estudio. El segundo capítulo presenta el marco conceptual,

abordando temas como industrialización, economía circular, responsabilidad extendida del productor e informalidad. El tercer capítulo revisa el estado del arte sobre la gestión de RAEE en el Perú, diferenciando entre los actores formales e informales, así como el marco normativo aplicable. El cuarto capítulo describe el diseño metodológico de la investigación, las técnicas utilizadas para la recolección de información y la construcción de la matriz metodológica. Finalmente, el quinto capítulo expone los resultados obtenidos del trabajo de campo, contrastando el funcionamiento real de los centros de acopio con lo estipulado en la normativa vigente, e identifica las principales oportunidades y barreras para su transición hacia operadores de RAEE.



PRIMERA PARTE: MARCO DE LA INVESTIGACIÓN

1. Capítulo 1: Planteamiento de la investigación

1.1 Problema socioambiental

El Ministerio del Ambiente (MINAM) define a los centros de acopio como “infraestructuras donde se acondicionan los residuos sólidos inorgánicos no peligrosos” (2017, p. 23), y establece como actividades autorizadas la “segregación, almacenamiento, limpieza, compactación física, picado, triturado, empaque y/o embalaje de residuos sólidos inorgánicos” (DS 014-2017-MINAM, 2017, p. 33). No obstante, en la actualidad, en algunas de estas infraestructuras se vienen realizando de manera informal e ilegal actividades como el desmantelamiento y reciclaje de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Es importante señalar que el manejo de RAEE está regulado de manera específica por el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM, el cual establece procedimientos diferenciados y exige que su gestión se realice exclusivamente en instalaciones autorizadas, quedando excluidos los centros de acopio para residuos inorgánicos no peligrosos.

La presente investigación se enfocó en un tipo específico de residuo: los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Estos corresponden a Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE), definidos como “productos dotados de circuitos o componentes eléctricos y una fuente de alimentación o una batería” (Forti et al., 2020, p. 19), que han sido descartados por sus generadores debido a la “obsolescencia, avance tecnológico, vida útil reducida” (Wilson, 2015, p. 96) o por decisión personal.

Wilson (2015) estudió la composición de los RAEE y concluyó que, por lo general, estos contienen “metals, plastics, chemicals, glass and other substances” [metales, plásticos, químicos, vidrios y otras sustancias] (p. 96). Asimismo, los RAEE contienen componentes peligrosos como “metales pesados como el mercurio, el cadmio o el plomo, y productos químicos como los clorofluorocarburos (CFC), los hidroclorofluorocarburos (HCFC) y los retardantes de la llama” (Forti et al., 2020, p. 60). No obstante, también presentan componentes de alto valor como el hierro, aluminio y cobre, lo cual ha generado un

mercado económicamente atractivo para muchas empresas y personas (Forti et al., 2020). Por ejemplo, Forti et al. indicaron que, al año 2019, el valor potencial de los metales tradicionales presentes en los RAEE ascendía a 57 mil millones de dólares.

El mercado de reciclaje de RAEE, como ya se ha mencionado, resulta económicamente rentable, pero puede representar un riesgo significativo cuando se emplean métodos inadecuados para extraer los materiales valiosos. Entre estas prácticas se encuentra la quema, la cual expone a las personas a la “inhalación de gases tóxicos, cancerígenos y dioxinas” (Wilson, 2015, p. 97), además de causar emisiones de gases tóxicos al medio ambiente (Yu et al., 2010, p. 3232). En este contexto, las cifras justifican la relevancia del problema: según Forti et al. (2020), la generación de RAEE está aumentando a un ritmo alarmante de 2 millones de toneladas (Mt) por año (p.24). Esta realidad ha motivado que países como Ecuador, Chile, Colombia, Brasil y Perú implementen regímenes especiales para la gestión de estos residuos.

En el caso peruano, el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE, establecido mediante el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM, define los lineamientos para la gestión formal de estos residuos, incluyendo procesos de recolección, tratamiento, reciclaje y valorización, bajo autorización de entidades competentes. Sin embargo, a pesar de la existencia de este marco normativo, la tasa de reciclaje formal sigue siendo baja. Forti et al. (2020) estiman que, en 2019, solo el 17% de los RAEE generados a nivel mundial fueron recogidos y reciclados de manera adecuada (p. 14); en América del Sur, la tasa fue del 0.7%; mientras que en Perú, en 2018, fue de aproximadamente 4%, y en 2020 disminuyó a 3.6% (Clerc et al., 2021).

El RAEE no reciclado adecuadamente suele tener destinos como los botaderos o comercialización informal (Forti et al., 2020, p. 24), sin embargo, las rutas de gestión de estos residuos son aún poco conocidas. En el Perú, por ejemplo, el estudio realizado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2021) sobre la cadena de valor de RAEE indicó que los volúmenes reciclados de manera informal son significativos (p. 30). Complementariamente, la investigación de Huiman Cruz (2018), centrada en el reciclaje

formal e informal en Lima Norte, evidenció que esta zona se caracteriza por un predominio de la informalidad en el reciclaje de residuos sólidos no peligrosos reaprovechables (orgánicos, plásticos, cartón, papel, vidrios, latas, chatarra), con una tasa de informalidad del 16.7%, frente a un 2.3% de reciclaje formal (p. 48).

El reciclaje de RAEE representa una fuente potencial de ingresos para quienes participan en esta actividad. En este marco, el sujeto de estudio de la presente investigación fueron los centros de acopio del distrito de Comas, los cuales están formalizados por la Municipalidad Distrital conforme a la normativa vigente. Estos centros de acopio tienen autorización para el acopio de residuos sólidos no peligrosos como papeles, cartón, plásticos y metales entre otros similares. Sin embargo, como ya se ha detallado, su autorización se limita exclusivamente a los residuos mencionados y no al desmantelamiento o tratamiento de RAEE.

No obstante, según una observación in situ, se identificó que en estos centros se vienen realizando actividades de desmantelamiento de RAEE con el objetivo de extraer sus componentes valiosos. Dicha actividad se desarrolla dentro de infraestructuras que no están autorizadas para dicho fin, lo que representa una infracción a la normativa vigente, la cual establece que únicamente los operadores de RAEE autorizados pueden realizar actividades de tratamiento y reciclaje de estos residuos.

En base a lo expuesto y al problema socioambiental descrito, la presente investigación se centrará en analizar por qué los centros de acopio estudiados del distrito de Comas no han transitado hacia una especialización y formalización que les permita realizar actividades de reciclaje formal de RAEE conforme a lo establecido en el marco normativo peruano.

1.2 Justificación

La presente investigación se enfocó en identificar y analizar las oportunidades que posibilitan y las barreras que dificultan la formalización como operadores de RAEE de los centros de acopio del distrito de Comas. Este tema tiene gran relevancia debido al incremento exponencial en la generación de RAEE y la tasa de reciclaje que no crece al mismo ritmo (Yu et al., 2010). Así pues, la falta de un sistema de reciclaje formal eficiente

para este tipo de residuos conlleva un desafío urgente para la gestión ambiental y el bienestar social, ya que el reciclaje informal, se realiza en condiciones inadecuadas que pueden generar impactos negativos tanto en el ambiente como en la salud de los trabajadores que se dedican a esta actividad.

La investigación contribuye con el avance y consolidación del mercado de reciclaje formal de RAEE, lo cual – como consecuencia- reduce los efectos negativos de un mal manejo de RAEE. Ahora bien, dado que la formalización del reciclaje genera mejores condiciones laborales y ambientales, la presente investigación puede ayudar a disminuir las prácticas informales que afectan la calidad de vida de las personas que se dedican a esta actividad, y -a la vez- contribuir a una mejor gestión de los RAEE.

Asimismo, la investigación puede servir para cambiar la percepción negativa que actualmente tienen las autoridades gubernamentales hacia el reciclaje informal de RAEE. En este sentido, esta investigación puede evidenciar el potencial que este sector tiene para integrarse de manera formal al sistema de reciclaje de RAEE, lo que permitirá mejorar tanto su capacidad de gestión como el impacto positivo en el medio ambiente. El estudio busca así proporcionar evidencia sobre cómo se podrían formalizar los centros de acopio o qué aspectos podrían reforzarse para lograr una inclusión progresiva y exitosa.

Finalmente, la presente investigación tiene el objetivo de estudiar las barreras y las oportunidades existentes que afectan la especialización de los centros de acopio como operadores de RAEE. Al identificar las barreras existentes y las oportunidades, esta investigación tiene el potencial de contribuir al diseño de estrategias más efectivas que promuevan un reciclaje formal que no solo impulse la sostenibilidad ambiental, sino también el bienestar social y económico de los recicladores de RAEE.

1.3 Objetivos

En base a lo expuesto, el objetivo principal de la presente investigación es:

- Estudiar y analizar por qué los centros de acopio formales del distrito de Comas no se han constituido como operadores formales de RAEE.

Los objetivos secundarios son los siguientes:

- OS1: Describir y analizar los lineamientos para la formalización como operadores de RAEE.
- OS2: Explicar y analizar cómo se manejan los RAEE en los centros de acopio formales del distrito de Comas.
- OS3: Presentar y analizar las oportunidades y dificultades para que los titulares de los centros de acopio del distrito de Comas se constituyan como operadores de RAEE.

1.4 Pregunta de investigación

La pregunta principal de la investigación es:

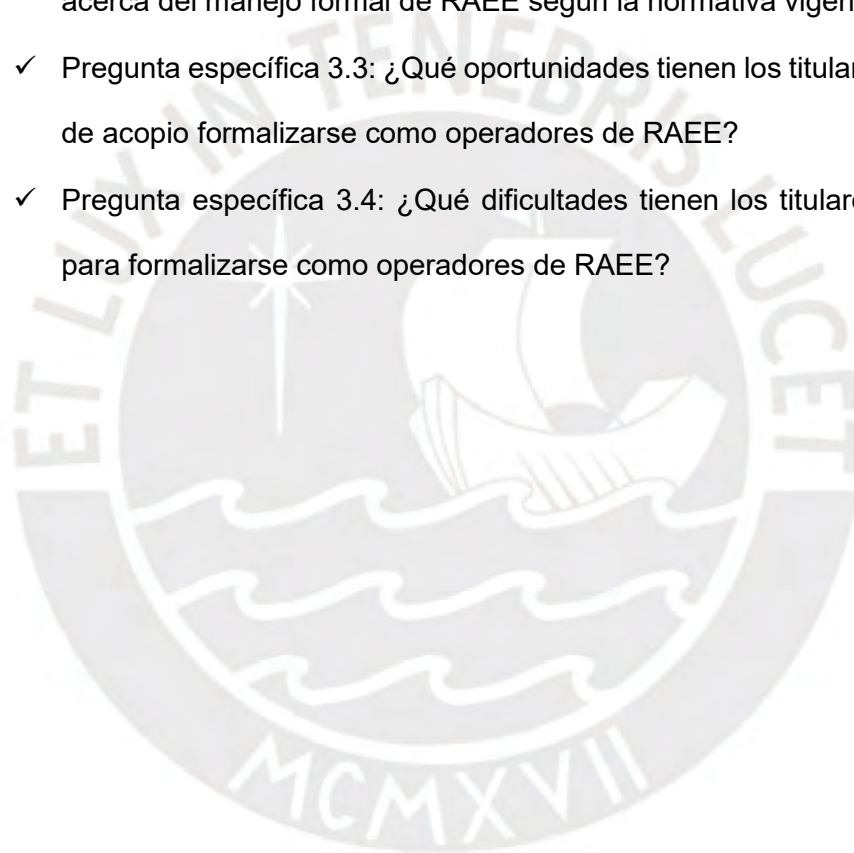
- ¿Por qué los centros de acopio formales del distrito de Comas no se han constituido como operadores formales de RAEE?

Las preguntas secundarias de la investigación son las siguientes:

- Pregunta secundaria 1: ¿Cuáles son los lineamientos para la formalización como operadores de RAEE?
 - ✓ Pregunta específica 1.1: ¿En qué consiste la gestión formal de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) según la normativa nacional?
 - ✓ Pregunta específica 1.2: ¿Cuáles son los requisitos de formalización como operador de RAEE?
 - ✓ Pregunta específica 1.3: ¿Cómo funciona un operador de RAEE?
- Pregunta secundaria 2: ¿Cómo se manejan los RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas?
 - ✓ Pregunta específica 2.1: ¿Cuál es la cadena de valor de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) manejados en los centros de acopio?
 - ✓ Pregunta específica 2.2: ¿Cuáles son los lineamientos para la gestión y manejo de RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas según la normativa peruana?
 - ✓ Pregunta específica 2.3: ¿Cuáles son las obligaciones que deben cumplir

los centros de acopio en manejo de RAEE según lo establecido por el Área de Valorización de inorgánicos de la MDC?

- Pregunta secundaria 3: ¿Cuáles son las oportunidades y dificultades para que los titulares de los centros de acopio se constituyan como operadores de RAEE?
 - ✓ Pregunta específica 3.1: ¿Cuáles son las barreras identificadas en la formalización como actores de la cadena formal de RAEE en casos latinoamericanos?
 - ✓ Pregunta específica 3.2: ¿Qué conocen los titulares de centros de acopio acerca del manejo formal de RAEE según la normativa vigente?
 - ✓ Pregunta específica 3.3: ¿Qué oportunidades tienen los titulares de centros de acopio formalizarse como operadores de RAEE?
 - ✓ Pregunta específica 3.4: ¿Qué dificultades tienen los titulares de centros para formalizarse como operadores de RAEE?



2. Capítulo 2: Marco Conceptual

2.1 La industrialización

Dulanto (2013) afirma que la idea de desarrollo como el consumo inmediato e ilimitado de recursos “necesarios” para vivir comenzó a evidenciarse con más fuerza a partir de la Revolución Industrial, momento en el que se produjo un incremento demográfico y económico significativo que diversificaron los hábitos de consumo. Asimismo, según The World Health Organization (2022) “el avance tecnológico contribuyó con la aparición de nuevos AEE cuyos componentes peligrosos y no peligrosos eran más variados y de mayor valor” (p. 4), pero también eran “más contaminantes para el ambiente” (Castro, 2018, p. 266).

Como consecuencia, se produjo una diversificación en la composición de los residuos. Tal como menciona Wilson (2015), estos presentan un “flujo de mayor y más rápido crecimiento a nivel mundial debido a la demanda de consumidores, la percepción de obsolescencia y las invenciones y cambios de la tecnología” (p. 96). Incluso Dulanto (2013) sostiene que “la cantidad y diversidad de residuos sólidos difieren mucho de lo que se tenía que manejar hace 10 o 50 años” (p. 13).

De lo expuesto, se entiende que el incremento en la generación responde a un cambio de mentalidad iniciado en la Revolución Industrial, basado en una forma consumo centrado en la extracción “ilimitada” de recursos de la naturaleza para alcanzar el desarrollo humano. Esto ha llevado a un aumento sostenido en la demanda de productos, entre los cuales se encuentran los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).

En este contexto, la generación y el manejo de RAEE se han convertido actualmente en un tema relevante dentro de las “agendas políticas a nivel local, nacional, regional y mundial” (Yu et al., 2010, p. 3232). Un ejemplo de ello es el Proyecto COP RAEE, desarrollado entre los años 2020 al 2023 en 13 países de América Latina y El Caribe para garantizar la gestión adecuada de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) presentes en los RAEE.

2.2 Las nuevas tecnologías y el desarrollo

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha enfatizado que las tecnologías han

transformado profundamente la economía, la sociedad y el ambiente (citado en Martínez et al., 2020, p. 11). En ese sentido, Martínez et al. (2020) mencionan que desde inicios del siglo XXI se dio inicio a la "Cuarta Revolución Tecnológica", la cual se caracteriza por la aparición masiva de tecnologías (Oliván Cortés, 2016). Esta revolución tecnológica se distingue por ser dinámica, exponencial y disruptiva (p. 14), reemplazando con rapidez las tecnologías existentes.

Entre las tecnologías con mayor potencial de transformación, Martínez et al. (2020) mencionan la "tecnología digital, biotecnología, nanotecnología, neurotecnología e incluso las denominadas tecnologías verdes" (p. 14). Los autores añaden que estas nuevas tecnologías tienen el potencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a través de diversos mecanismos: el aumento de la productividad laboral, el acceso y manejo masivo de información, el fortalecimiento de la educación en línea, avances en salud alimentaria mediante la diversificación de semillas, mejoras en el ámbito médico y farmacéutico, eficiencia en el uso de recursos mediante la neurotecnología, así como el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial capaces de realizar tareas cognitivas, entre otros.

A pesar de estos beneficios, también es evidente que esta nueva era tecnológica ha intensificado los patrones de producción y consumo iniciados con la Revolución Industrial. El reemplazo constante de tecnologías ha dado lugar a ciclos de vida más cortos de los productos electrónicos, lo que, a su vez, incrementa la generación de residuos tecnológicos. En este contexto, una de las tecnologías más representativas del dinamismo de la Cuarta Revolución es la inteligencia artificial (IA), especialmente la IA regenerativa. Schwaller (2024) analiza el estudio "E-waste challenges of generative artificial intelligence" (párr. 1), en el cual se señala que la IA regenerativa —capaz de producir "textos, imágenes, videos o música a partir de grandes volúmenes de datos" (párr. 9)— impulsa la necesidad de actualizaciones constantes de hardware, generando una creciente obsolescencia tecnológica. De mantenerse esta tendencia, se estima una generación de hasta 2.5 millones de toneladas de RAEE para el año 2030 (párr. 5).

Ante este panorama, Schwaller (2024) recoge las propuestas de uno de los autores del estudio, Asaf Tzachor, quien destaca la necesidad de adoptar enfoques desde la economía circular, con el objetivo de extender la vida útil del hardware, reutilizar componentes y valorizar aquellos materiales valiosos presentes en los RAEE.

En síntesis, los avances tecnológicos que buscan responder a las demandas del mundo actual están directamente relacionados con la creciente generación de RAEE. Por ello, se hace urgente el diseño de una hoja de ruta y estrategias de política pública anticipadas que garanticen la adecuada gestión de estos residuos, incorporando incluso a actores del sector informal en los procesos de recolección y valorización.

2.3 Obsolescencia programada

Según González (2022), la obsolescencia programada consiste en la fabricación de un producto con un tiempo de vida útil determinado, esto quiere decir que los productos son diseñados para funcionar correctamente solo durante un periodo determinado, luego del cual comienzan a fallar o a presentar un rendimiento deficiente. Yang (2016) añade que el propósito de esta estrategia es incentivar al consumidor a reemplazar el producto por uno nuevo, favoreciendo así la repetición del ciclo de compra.

Desde una perspectiva económica, la obsolescencia programada permite a los fabricantes maximizar sus beneficios al estimular el consumo constante y garantizar la rotación del inventario en el mercado. Yang (2016). sostiene además que esta práctica puede ser utilizada por algunas empresas como una “barrera de entrada frente a nuevos competidores, ya que ofrecer productos con menor durabilidad podría reforzar la lealtad del consumidor a determinadas marcas” (p. 10). No obstante, el mismo autor advierte que esta estrategia tiene impactos negativos, ya que promueve el consumo excesivo de recursos naturales y contribuye al aumento de residuos.

En este sentido, se puede afirmar que la obsolescencia programada constituye una de las estrategias comerciales que sostienen el modelo económico actual, facilitando la continuidad del avance tecnológico, pero a costa de una mayor presión sobre los sistemas de gestión de residuos, en particular los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

(RAEE).

2.4 Responsabilidad Extendida del Productor

Del Valle Mora (2017) indica que la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) es un enfoque para la gestión de residuos que puede ser empleado en la formulación de políticas ambientales nacionales. Su objetivo es que los productores asuman los costos asociados al posconsumo de sus productos hasta su disposición final, con el fin de reducir los impactos ambientales negativos.

Por su parte, Buclet y Godard (2001) afirman que este enfoque surgió como respuesta a las dificultades que enfrentaban las autoridades estatales para gestionar adecuadamente los residuos y mejorar las políticas de reciclaje (p. 25), en un contexto de creciente generación de residuos desde finales del siglo XX (p. 30).

Del Valle Mora (2017) también menciona que otros autores consideran la REP como una solución ante la escasez de materias primas vírgenes, ya que estas pueden ser recuperadas mediante procesos de reciclaje. En esta línea, Simpson y Samson (2002) señalan que la incorporación de este enfoque en las políticas públicas ha incentivado a quienes se dedican al reciclaje a mejorar sus prácticas en la recuperación de componentes valiosos presentes en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (citado en Del Valle Mora, 2017, p. 26). Además, ha motivado a los productores a optimizar sus diseños y materiales, promoviendo así una mayor reciclabilidad de los productos. No obstante, Matthews (2004) advierte que, aunque la REP fomenta la incorporación de criterios de reciclabilidad en los procesos de diseño, los productores también deben enfrentar la constante presión del avance tecnológico, que —como ya se ha desarrollado— impulsa el reemplazo frecuente de productos mediante estrategias como la obsolescencia programada (p. 27).

En consecuencia, al trasladar la responsabilidad de la gestión de los RAEE a los productores, estos se ven obligados a considerar múltiples variables en el proceso de diseño: el ritmo del cambio tecnológico, la selección de materiales reciclables, la reducción de costos y el posible uso de la obsolescencia programada. Estas variables influyen

directamente en los métodos de reciclaje empleados, en la definición de los componentes valorizables, en la cantidad de RAEE efectivamente reciclado y en el número de empresas y trabajadores involucrados en esta actividad.

2.5 Economía circular

La creciente generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y los efectos negativos de su tratamiento inadecuado han evidenciado, según Oblitas Cruz (2019), la necesidad de desarrollar alternativas más sostenibles para su gestión (p. 197). El modelo predominante ha sido el de economía lineal, caracterizado por la “extracción de materias primas para convertirlas en bienes, luego venderlas y descartarlas al final de su vida útil” (p. 198), lo cual genera importantes externalidades negativas como el agotamiento de recursos naturales.

Como alternativa, se propone la economía circular (EC), un enfoque orientado a minimizar la generación de residuos mediante la extensión de la vida útil de los productos y sus componentes. Gardetti (2019) señala que este modelo promueve que los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) permanezcan en funcionamiento el mayor tiempo posible.

La esencia de la EC, según Nußholz (2017), radica en la necesidad de repensar los modelos de negocio, orientándolos hacia la prolongación del ciclo de vida de los productos. En lugar de centrarse en el producto como tal, este modelo se enfoca en el servicio. Por ejemplo, Parajuly y Wenzel (2017) destacan que la remanufactura, la reutilización y la reparación permiten extender la vida útil de un AEE, o bien recuperar componentes para prolongar la funcionalidad de otros (p. 199). Dentro de este modelo, el reciclaje también constituye una estrategia fundamental, ya que busca recuperar materiales para utilizarlos como insumos en nuevos procesos productivos.

A pesar de su potencial, la transición hacia la economía circular aún representa un desafío. Sin embargo, se han registrado avances mediante la implementación de normativas vinculadas al reciclaje. Clerc et al. (2021) afirman que el Estado viene promoviendo el reciclaje formal, debido a que permite reducir la demanda de extracción primaria de metales (p. 71), así como el consumo de energía y agua (p. 72).

Además, la EC tiene un impacto socioeconómico positivo, ya que genera empleos a lo largo de la cadena de valor del reciclaje de RAEE por cada kilotonelada procesada (Clerc et al., 2021). No obstante, Circle Economy et al. (2023) señalan que, si bien existe un interés creciente en promover el trabajo decente dentro de este modelo, dicha dimensión socioeconómica aún no ha sido suficientemente estudiada ni implementada, predominando hasta ahora el enfoque ambiental.

A partir de lo expuesto, se concluye que el modelo de economía circular ha impulsado el reciclaje formal a través de su inclusión en la normativa. Sin embargo, otras actividades alineadas con este enfoque, como la remanufactura y la reparación, continúan siendo marginales o informales, pese a sus beneficios ambientales. Estas prácticas suelen implicar un menor consumo de energía y agua, ya que sus procesos son menos complejos que los del reciclaje.

En el contexto peruano, Vargas (2017) observa la existencia de mercados de segunda mano donde se compran y venden RAEE con fines de reparación o reutilización de componentes. No obstante, estas actividades no han sido formalmente integradas en el marco normativo, razón por la cual siguen operando en la informalidad.

2.6 Formalización de la actividad de reciclaje

Navarra-Viacava et al. (2019) realizaron un estudio sobre los factores que limitan la formalización de las micro y pequeñas empresas (MYPE) del sector manufacturero en el Perú, y mencionaron que “las pequeñas y microempresas son el principal generador de empleo en el Perú, pero al mismo tiempo, se caracterizan por un alto grado de informalidad” (p. 204).

Asimismo, Kuramoto Huamán (2011) señala que el Comité de Donantes para el Desarrollo Internacional (DCED), entidad que busca reducir la pobreza mediante el fortalecimiento del sector privado, ha desarrollado un marco conceptual para explicar las diferencias entre los agentes y los factores que influyen en su decisión de formalizarse o permanecer en la informalidad (p. 19). Este marco identifica cuatro tipos de agentes informales: (i) empresas de subsistencia; (ii) empresas no oficiales no registradas; (iii) empresas no oficiales con

algún grado de registro; y (iv) empresas formales que mantienen ciertas actividades en la informalidad. Este último grupo —empresas registradas que cumplen parcialmente con sus obligaciones legales— presenta características similares al sujeto de estudio de la presente investigación (p. 19).

Kuramoto Huamán (2011) sostiene que estas empresas pueden mantener parte de sus actividades en la informalidad por diversos factores, entre ellos: análisis costo–beneficio basado en información disponible; altos costos de formalización; bajas expectativas de utilidad; y la facilidad de operar informalmente sin enfrentar sanciones.

De manera específica, Tovar (2018) estudió la informalidad en el reciclaje y señaló que históricamente esta actividad ha sido considerada como informal, realizada por personas en situación de vulnerabilidad y con escasos recursos (p. 45). No obstante, desde hace algunas décadas ha surgido un cambio en la perspectiva, orientado hacia el aprovechamiento y valorización de residuos mediante la formalización de estas prácticas. Este proceso, sin embargo, sigue caracterizándose por una alta concentración de mano de obra intensiva, compuesta mayormente por personas de bajos ingresos, quienes aún son percibidas como actores informales y no son integradas plenamente en el diseño de políticas públicas.

Al respecto, el autor Navarrete-Hernández (citado en Tovar, 2018) identifica cuatro tipos de enfoques en las políticas públicas dirigidas al reciclaje informal: *i)* “diseño de políticas represivas contra la actividad desarrollada por los recicladores” (p. 46), *ii)* “diseño e implementación de políticas de refuerzo débiles hacia los recicladores” (p. 46), *iii)* “promoción de la competencia en recolección de residuos con otras alternativas de reciclaje sin asesoría del Estado” (p. 46), *iv)* “apoyo con políticas locales para promover el reciclaje de ciertos residuos” (p.46).

De lo anterior se desprende que las políticas públicas orientadas a la formalización del reciclaje pueden ser restrictivas y poco adaptadas a las condiciones reales de la economía informal. Además, se observa que la estructura institucional encargada de esta transición es débil, lo cual dificulta la consolidación de las organizaciones de recicladores.

Por otro lado, el proceso de inclusión y formalización del reciclaje en Bogotá ofrece un caso relevante para el análisis. Tovar (2018) estudió la experiencia de formalización de organizaciones de recicladores en dicha ciudad y concluyó que, si bien la formalidad promovida por las políticas públicas busca legalizar las actividades informales, a menudo estas terminan subordinando la lógica propia de la actividad informal y omiten su contexto y dinámica real.

En la misma línea, Barrero Ramírez et al. (2021), en su análisis de los “Programas de Minimización, Reúso, Reciclaje y Aprovechamiento” implementados en Bogotá, destacan que en los últimos ocho años se ha intensificado el proceso de inclusión del reciclaje en la gestión de residuos sólidos (p. 67). Sin embargo, este proceso se ha enfocado exclusivamente en los residuos sólidos no peligrosos, dejando fuera de la política pública a los RAEE.

2.7 Gestión de residuos

La gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) abarca un conjunto de procesos técnicos, ambientales y legales cuyo objetivo es garantizar que estos residuos, altamente contaminantes, pero también valorizables, sean tratados de forma segura y eficiente. Esta gestión comienza con la generación del residuo, es decir, cuando un AEE llega al final de su vida útil. En esta etapa, los generadores (domiciliarios o empresas) desechan el equipo, los cuales luego son recolectados selectivamente del resto de residuos sólidos municipales, transportados de forma segura y almacenados temporalmente bajo condiciones que eviten daños, fugas o exposición a sustancias peligrosas (Forti et al., 2020).

Posteriormente, en las infraestructuras de valorización autorizadas, los RAEE se clasifican según su tipo y se evalúa su estado para determinar su potencial de reutilización, reciclaje o disposición final. Los RAEE son desmantelados para extraer componentes valiosos como cobre, aluminio, plásticos técnicos o circuitos impresos. Este proceso de valorización permite reintegrar materiales al ciclo productivo y reducir la extracción de recursos naturales, alineándose con los principios de la economía circular (Baldé et al., 2017).

Una parte clave de esta cadena es el tratamiento de los residuos peligrosos presentes en muchos RAEE, como pilas, baterías de litio, gases refrigerantes, plomo o mercurio, los cuales requieren una gestión especializada para evitar impactos a la salud humana y al ambiente. La etapa final, la disposición, debe reservarse únicamente a los residuos no valorizables y realizarse en instalaciones autorizadas y controladas. Además, todo el proceso debe estar sujeto a trazabilidad, monitoreo y reporte, elementos que garantizan el cumplimiento normativo y la mejora continua del sistema. En el Perú, estas obligaciones están normadas por el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE (DS 014-2017-MINAM, 2017), que establece los requisitos para los actores autorizados y promueve la valorización sobre la disposición final.

Finalmente, la gestión de RAEE se enmarca en el principio de responsabilidad extendida del productor (REP), que obliga a los fabricantes e importadores de AEE a asumir la responsabilidad sobre sus productos una vez convertidos en residuos. Esta política busca que los productores financien sistemas de recolección y tratamiento, fomenten el ecodiseño y participen activamente en la reducción del impacto ambiental de sus productos. En suma, una gestión adecuada de RAEE permite no solo mitigar riesgos ambientales y sanitarios, sino también aprovechar recursos estratégicos, generar empleo verde y fortalecer la transición hacia una economía más circular y sostenible (Forti et al., 2020).

3. Capítulo 3: Marco Contextual

3.1 Definición y características de los RAEE

El Real Decreto 110/2015 (2015) define los RAEE como los residuos de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) incluyendo sus componentes y sus consumibles (p. 17) los cuales son descartados por sus propietarios sin intención de reuso (Forti et al., 2018, p. 12). Como se ha revisado anteriormente, el avance tecnológico ha incrementado la cantidad y variedad de AEE producido, para ello, Forti et al. (2018) sugieren una clasificación por categorías que considere funciones similares, la composición de sus componentes y las consideraciones al final de su vida útil (p.12). La categorización propuesta por Forti et al. (2018) –denominada UNU-KEYS- considera la normativa vigente en materia de gestión de RAEE de la Unión Europea. La misma clasifica los RAEE en 10 categorías (ver Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de RAEE

UNU-KEYS UE-10
Grandes electrodomésticos
Aparatos de consumo
Pequeños electrodomésticos
Informática y equipos de telecomunicaciones
Aparatos de alumbrado
Herramientas eléctricas y electrónicas
Juguetes
Dispositivos médicos
Instrumentos de vigilancia y control
Dispensadores automáticos

Fuente: Adaptado de Forti et al. (2018, pp. 14-15)

Cabe resaltar que la normativa peruana en materia de RAEE si bien considera 11 categorías de RAEE, las 10 primeras corresponden a la lista de UNU-KEYS del Real Decreto.

Ahora, no todas las categorías tienen la misma tasa de generación, de hecho Magalani et al. (2015) indicaron que en el 2014, las categorías de AEE que generaron mayor porcentaje de residuos en el mundo fueron los pequeños electrodomésticos y los grandes electrodomésticos, ambos concentraron casi el 60% de los RAEE generados en ese año; y en Latinoamérica la tendencia fue similar: ambas categorías en el mismo año concentraron el 55% de los RAEE generados.

La composición de los RAEE es variada, pero en general se caracterizan por contener

“metales ferrosos, metales no ferrosos, plásticos, químicos, vidrio y otras sustancias” (Wilson, 2015, p. 96; OIT, 2021, p. 11); entre los metales valiosos se encuentran “el oro, plata, paladio, cobre, aluminio o hierro” (Wilson, 2015, p. 96), los cuales son extraídos para ser comercializados en el mercado nacional y extranjero. En la Tabla 2 se muestra la composición de los RAEE (Egea Ruiz, 2005); de la misma se visualiza la composición por categoría.

Tabla 2. Composición de los RAEE por categorías

Categoría	Metales ferrosos	Metales no ferrosos	Vidrio	Plástico	Otros
Grandes electrodomésticos	61%	7%	3%	9%	20%
Pequeños electrodomésticos	19%	1%	0%	48%	32%
Equipos informáticos	43%	0%	4%	30%	23%
Telecomunicaciones	13%	7%	0%	74%	6%

Fuente: Adaptado de ICER (2005, citado en Egea Ruiz, 2005, p. 17)

Sin embargo, al mismo tiempo, los RAEE también contienen componentes peligrosos los cuales se encuentran de manera compacta dentro de los RAEE. En la Tabla 3 se muestran los metales y químicos peligrosos que se encuentran dentro de algunos RAEE.

Tabla 3. Componentes peligrosos en los RAEE

Componentes	Ubicación	Sustancias peligrosas
Tubos de rayos catódicos (TRC)	Aparatos de TV, pantallas de computadora	Plomo, bario, cadmio, níquel, sulfuro de zinc
Circuitos integrados	Todos los AEE	Plomo, antimonio, cadmio, berilio, mercurio, retardantes de llama bromados (BFR)
Emisores de luz LED	Aparatos antiguos	Arsénico
Sistemas de refrigeración	Discos duros y almacenamientos de datos	Cromo Hexavalente
Baterías y pilas	Aparatos portátiles	Cadmio, plomo, mercurio, níquel
Lámparas de descarga	Pantallas LCD	Mercurio, arsénico
Lámparas fluorescentes	Luminarias	Bario, plomo, mercurio
Plásticos y cables	Carcasas plásticas, circuitos integrados, termoplásticos, cables, tarjetas madres, otros circuitos, otros revestimientos plásticos, placas de circuitos impresos	Retardantes de llama bromados (BFR), compuestos bromados y policloruro de vinilo
Condensadores y transformadores	Circuitos electrónicos	Biflenos policlorados
Fuentes de poder	Cajas de suministro eléctrico	Berilio
Circuitos refrigerantes	Frigoríficos, congeladores, aparatos de aire acondicionado	Cromo hexavalente, freón, CFC, HCFC, HFC

Fuente: Adaptado de la OIT (2021, pp. 12-13)

La Organización Internacional del Trabajo ([OIT], 2021) señala que los componentes peligrosos están en estado sólido sin riesgo a ser propagados (p. 12); por ello, cuando se realiza el desmantelamiento, es necesario emplear técnicas adecuadas para evitar “la

contaminación cruzada o roturas en el desensamble” (p.13). Sin embargo, el manejo de los RAEE no siempre es adecuado, pues existen métodos informales de extracción de los componentes valiosos que exponen los componentes peligrosos generando efectos negativos principalmente en países en desarrollo (Yu et al., 2010).

En primer lugar, en cuanto a la afectación a la salud, según la OIT (2021) las vías de exposición de las personas que manipulan este tipo de residuo son “inhalación, ingesta oral y exposición cutánea” (p. 13) siendo los efectos comunes las “dificultades respiratorias, irritación respiratoria, tos, asfixia, neumonitis, temblores, problemas neuropsiquiátricos, convulsiones, coma e incluso la muerte” (Lundgren, 2012, p. 18). La Tabla 4 muestra los efectos generados de los componentes peligrosos de RAEE sobre el ser humano.

Tabla 4. Riesgos asociados a la exposición de componentes peligrosos

Sustancias peligrosas	Potenciales riesgos
Metales pesados	
Plomo	Vómitos, diarrea, daños en los riñones y en el cerebro, efectos sobre el sistema nervioso central y reproductivo.
Berilio	Cáncer, beriliosis, enfermedades pulmonares, reacciones alérgicas
Cadmio	Intoxicación, cáncer, daños a los riñones, enfisema pulmonar, enfermedades óseas.
Bario	Hinchazón del cerebro, daños al corazón, hígado y bazo, hipertensión
Arsénico	Enfermedades de la piel, afectación del sistema nervioso, cáncer de pulmón
Mercurio	Intoxicación, efectos sobre el sistema nervioso central, cardiovascular y pulmonar, daños a los riñones y la vista.
Compuestos halogenados	
Retardantes de llama bromados	Neurotoxicidad, problemas de aprendizaje y memoria, afectación de la tiroides y del sistema hormonal
Policloruro de vinilo (PVC)	Problemas de respiración, efectos en la salud reproductiva y el desarrollo
Bifenilos policlorados	Efectos sobre el sistema inmunológico, reproductivo, nervioso y endocrino y bioacumulación en tejidos grasos
Otras sustancias peligrosas	
Clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos	Cáncer de piel en humanos y daño genético en organismos
Americio	Cáncer en los huesos, daño en los pulmones, hígado, riñones y tiroides

Fuente: Adaptado de la OIT (2021, p. 14)

En segundo lugar, la OIT (2021) menciona que durante el desensamble se pueden generar efluentes con contenido de plomo y mercurio los cuales pueden ser absorbidos por organismos acuáticos. Por otro lado, cuando los gases de CFC y HCFC son liberados a la atmósfera “reaccionan con las moléculas de ozono (O₃) y generan oxígeno molecular que reduce la capa de ozono de la estratosfera (agujero de ozono)” (Forti et al., 2020, p. 61) lo cual genera el ingreso de mayor cantidad de rayos ultravioletas a la atmósfera.

Finalmente, al ser los RAEE residuos de mayor crecimiento, se convierten en un tema de especial preocupación para los Estados y también para la comunidad científica. Al respecto,

Magalani et al. (2015) hicieron un análisis estadístico sobre los RAEE generados en América Latina en el 2014, donde encontraron que en América Latina se generaron casi 4 mil toneladas con una tasa de crecimiento esperada del 6% para el 2018 (p. 16). Si bien este incremento responde al crecimiento demográfico, también se debe a la generación per cápita, ya que en el 2014 la generación per cápita en América Latina fue de casi 7 kg/persona y con una tasa de crecimiento esperado para el 2018 del 16% aproximadamente (p. 17). En el Perú, en el 2014, se generaron 147 mil toneladas de RAEE (p. 19) con una generación per cápita de 4.7 kg/persona (p. 20). Asimismo, en el 2020, la generación de RAEE en el Perú fue de aproximadamente 260 mil toneladas siendo las categorías predominantes los pequeños electrodomésticos, aparatos de consumo y grandes electrodomésticos (OIT, 2021, p. 20).

3.2 Manejo actual de RAEE

Los componentes valiosos de los RAEE descritos justifican la existencia de personas naturales y empresarios que compiten por extraerlos a través de procedimientos técnicos formales y otros informales para luego comercializarlos con actores dedicados a la producción de materias primas secundarias (Müller, 2021, p. 43). A continuación, se describirán las formas de gestión de RAEE.

3.2.1 Gestión formal de RAEE

La gestión formal se abordará desde el concepto de cadena de valor (CDV), la cual describe respecto a los RAEE las “actividades que se realizan desde su generación hasta su eliminación” (Kaplinsky, 2004, citado en OIT, 2021, p. 32). En la presente investigación se tomará como referencia lo desarrollado por la OIT en el año 2021 respecto a la cadena de valor de RAEE en el Perú, enfocándose específicamente en la cadena de valor central, la cual comprende las etapas de “recolección, transporte, descontaminación / tratamiento y valorización” (p. 32).

La recolección y transporte formal de RAEE se realizan a través de las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) u operadores de RAEE directamente en el punto de generación. Sin embargo, es posible que el generador traslade sus RAEE directamente

a la planta de valorización.

En la planta de valorización, luego de la recepción, clasificación y segregación, se inicia la operación de segregación / desensamblaje / descontaminación, en los cuales puede hacerse uso de mano de obra intensiva y/o tecnologías que permitan el adecuado tratamiento y posterior disposición final de los componentes peligrosos.

En la etapa de comercialización los componentes valiosos extraídos de los RAEE son vendidos a intermediarios, quienes luego los venden a siderúrgicas y “empresas recicladoras o exportadoras” (OIT, 2021, p. 34) los cuales “reinsertan los RAEE en los procesos productivos” (OIT, 2021, p. 34). En esta etapa también hay criticidad porque no se asegura que los actores que intervienen en los intercambios de compra venta sean formales y más aún no se asegura que el destino de los componentes o el RAEE en bruto sea empleado en procesos productivos adecuados.

Finalmente, la disposición final de los residuos que no pudieron ser valorizados son transportados hacia rellenos de seguridad y sanitarios.

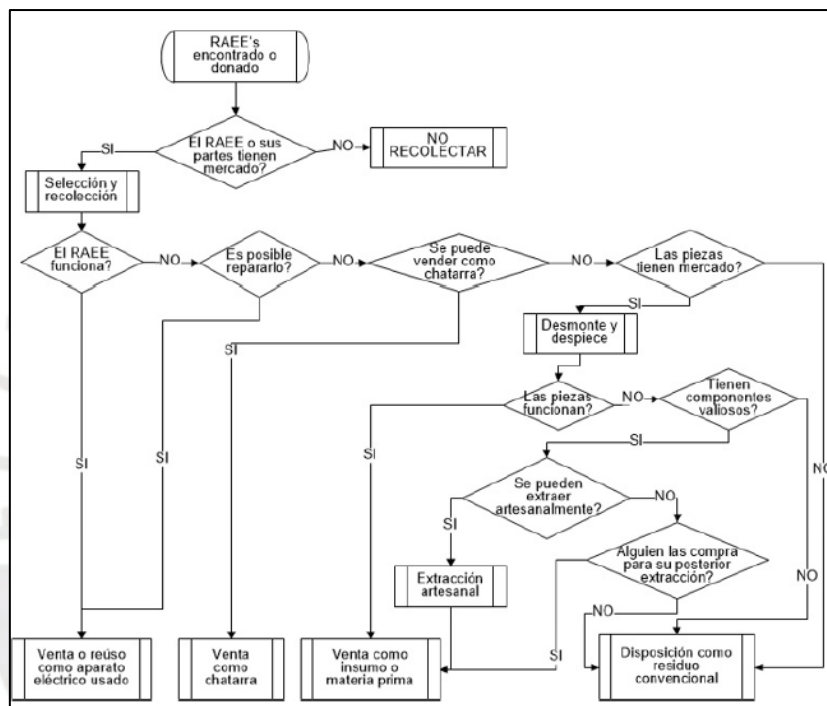
3.2.2 Gestión informal de RAEE

Wilson (2015) afirma que el reciclaje informal es una actividad presente en muchos países, especialmente en aquellos donde no existe un sistema formal de recolección selectiva (p. 177). El Perú es un ejemplo de ello, pues si bien existen Programas de Minimización y Segregación orientados al recojo selectivo de residuos aprovechables en los domicilios, los mismos se enfocan principalmente en los residuos no peligrosos valorizables como el papel, cartón, plásticos, entre otros; los RAEE -no obstante- no son considerados, debido a que esta actividad es competencia de los operadores de RAEE formalizados, además que estos residuos requieren un tratamiento especializado por la naturaleza de su composición. Ahora bien, dado que los actores formales no tienen la suficiente cobertura para atender a los todos generadores domiciliarios, los actores informales cubren esa brecha (Camacho Lozano et al., 2023).

Este tipo de reciclaje genera preocupación, debido a los efectos negativos sobre la salud humana y el ambiente ya descritos. Las cifras confirman la gravedad de las consecuencias

de este tipo de reciclaje. Según Forti et al. (2020) en el 2020, a través del reciclaje informal, “se han liberado a la atmósfera un total de 98 Mt de CO2 equivalente en procesos de reciclaje deficientes de aires acondicionados y frigoríficos no documentados” (p. 61) y se ha detectado que cada año se liberan “50 toneladas de mercurio y 71 mil toneladas de plásticos” con contenido BFR producto de un reciclaje informal e inadecuado (p. 16). En la siguiente Figura 1 se muestra las actividades de la gestión informal de RAEE.

Figura 1. Actividades en la gestión informal de RAEE



Fuente: (Casas-Merchán & Toro-Calderón, 2020)

De la figura anterior se aprecia que el manejo informal de RAEE puede tener 4 destinos: venta directa, reparación, venta como chatarra o disposición final. Asimismo, según indican Casas-Merchán & Toro-Calderón (2020), la presencia de la gestión informal de RAEE es en la cadena de valor central vista en la sección anterior, pero en la etapa de valorización la presencia de la gestión formal se va haciendo más notoria. De esta manera, los componentes valorizables extraídos a través de una ruta informal son destinados hacia “empresas formales nacionales e internacionales que aprovechan y reinsertan la materia prima a nuevos ciclos productos” (p. 48).

3.2.3 Actores formales e informales de RAEE

En cada una de las etapas de manejo de RAEE se involucran diferentes actores. La OIT (2021) identificó principalmente actores formales de la cadena, aunque reconoce que también existe participación de actores informales no contemplados de manera exhaustiva en su investigación. Los actores y su descripción se muestran en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5. Actores formales de la cadena de valor central de RAEE

ACTOR FORMAL	DESCRIPCIÓN
Productores de AEE	Incluye a fabricantes, importadores, ensambladores, distribuidores y comercializadores.
Generadores de RAEE	Persona natural o jurídica que genera RAEE.
Operadores de residuos RAEE	Empresas formales con registro autoritativo del Ministerio del Ambiente para realizar actividades de recolección, transporte, desensamble, tratamiento y valorización.
Comercializadores	Son operadores de residuos sólidos autorizados por el MINAM para realizar comercialización.
Catadores / desensambladores	Catadores compran RAEE a recicladores y los venden a intermediarios y desensambladores.
Servicios técnicos y técnicos electricistas	Técnicos que se dedican a la reparación de AEE, venta de AEE de segundo uso o venta de componentes de AEE.
Valorizadores de materiales	Cuentan con una planta de valorización para la venta de componentes de AEE a las empresas.
Operadores y actores para la disposición final	Empresas operadoras de residuos sólidos (EO-RS) que cuentan con infraestructuras de disposición final.

Fuente: Adaptado de la OIT (2021, pp. 40-41)

Dado el objetivo de la presente investigación, fue necesario identificar a los actores informales (Ver Tabla 6). En ese sentido, se tomará como base el estudio sobre la informalidad en el manejo de RAEE desarrollado por Camacho et al. (2023). Es importante mencionar que, si bien se considerarán lo concluido por Camacho, esta información podría ser actualizada luego del trabajo de campo.

Tabla 6. Actores informales de la cadena de gestión de RAEE en Colombia

ACTOR INFORMAL	PERSONERÍA	NATURALEZA	ACTIVIDAD
Recicladores de oficio	Persona natural	Informal	Recolección, desensamble y comercialización permanente de RAEE
Recuperadores flotantes	Persona natural	Informal	Recolección, desensamble y comercialización ocasional de RAEE
Estaciones de clasificación y almacenamiento (ECA)	Persona jurídica	Formal e informal	Clasificación de residuos no peligrosos reaprovechables y comercialización de RAEE
Bodegas de acopio para compra y venta de residuos	Persona jurídica	Formal e informal	Reciclaje y reaprovechamiento de residuos no peligrosos reaprovechables y comercialización de RAEE
Chatarrerías	Persona jurídica	Formal e informal	Almacenamiento y comercialización de chatarra. Gestionan RAEE.
Restauradores de aparatos de segunda mano	Persona jurídica	Informal	Reparación, reuso y reacondicionamiento de AEE y RAEE.
Intermediarios	Persona jurídica	Informal	Compran y acopian grandes cantidades de RAEE para desensamblar y comercializar componentes valorizables.
Intermediarios de componentes de alta	Persona jurídica	Informal	Compra de RAEE para exportarlos.

Fuente: Adaptado de Camacho Lozano et al. (2023, pp. 60-75)

El objeto de la presente investigación son los centros de acopio del distrito de Comas

definidos como “infraestructuras donde se acondicionan los residuos sólidos inorgánicos no peligrosos” (DS 014-2017-MINAM, 2017, p. 23). Así, en base a lo descrito de ambos autores, los centros de acopio tienen similitud a las chatarrerías definidas por Camacho Lozano et al., pues son actores formalizados por la Municipalidad de su jurisdicción cuyas actividades incluyen únicamente la “segregación, almacenamiento, limpieza, compactación física, picado, triturado, empaque y/o embalaje de residuos sólidos inorgánicos” (DS 014-2017-MINAM, 2017, p. 33). Sin embargo, en base a observaciones preliminares de campo realizadas por la autora de la investigación, se halló que en estos centros de acopio también se manejan RAEE.

3.3 Normas y políticas peruanas sobre la gestión de RAEE

En esta sección se describen las normas legales y políticas en materia de gestión de RAEE a nivel nacional y también las vigentes en el distrito de Comas.

3.3.1 Normas Nacionales

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DL 1501 que modifica el DL 1278) es la norma principal en materia de residuos sólidos en el ámbito nacional y tiene como objetivo la “minimización y valorización de residuos sólidos” (p. 7). Si bien no se hace mención a los RAEE, en el artículo 13 de la Ley sí se mencionan los “bienes priorizados” (D.L. 1278, 2017, p. 6) y la necesidad de un Régimen Especial para su gestión. Particularmente, los RAEE son considerados bienes priorizados, debido al volumen de generación y sus características de peligrosidad. Es así que, en noviembre del año 2019, se aprobó el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE (DS 009-2019-MINAM, 2019) para establecer pautas para su adecuada gestión.

El Régimen tiene como principio la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). El productor es quien debe hacerse cargo de la gestión de AEE hasta el fin de su ciclo de vida. Por ello, detalla las obligaciones y responsabilidades de los actores clave en la gestión de los RAEE de manera diferenciada. Uno de los actores que será estudiado en la presente investigación es el operador de RAEE, quien es el único actor autorizado para manejar los RAEE en cualquiera de sus etapas.

Sin embargo, si bien este Régimen establece los lineamientos para la gestión de los RAEE incluyendo a los actores formales involucrados en cada una de las etapas, no consideró la inclusión de actores informales de reciclaje de RAEE o los actores formales que realizan la actividad de reciclaje de RAEE de manera informal.

Otra norma relevante para el presente estudio es la “Ley que regula la Actividad de los recicladores”, la cual tiene como objetivo establecer los lineamientos para regular el trabajo de los recicladores, promoviendo incluso su formalización. No obstante, la actividad de reciclaje que considera la presente Ley hace referencia únicamente a los residuos comunes no peligrosos, en ese sentido, la Ley no tiene alcance para los recicladores de RAEE.

Asimismo, el Reglamento de la Ley mencionada y aprobado por el Decreto Supremo DS N° 005-2010-MINAM, establece aspectos específicos para la formalización de recicladores de residuos no peligrosos; aspectos técnicos y administrativos de reciclaje; pautas para el otorgamiento de incentivos promovidos por la Municipalidad de la jurisdicción; fiscalización de actividades y financiamiento para la creación de alianzas con instituciones privadas. Sin embargo, el ámbito de aplicación no incluye aquellos actores informales que gestionan RAEE.

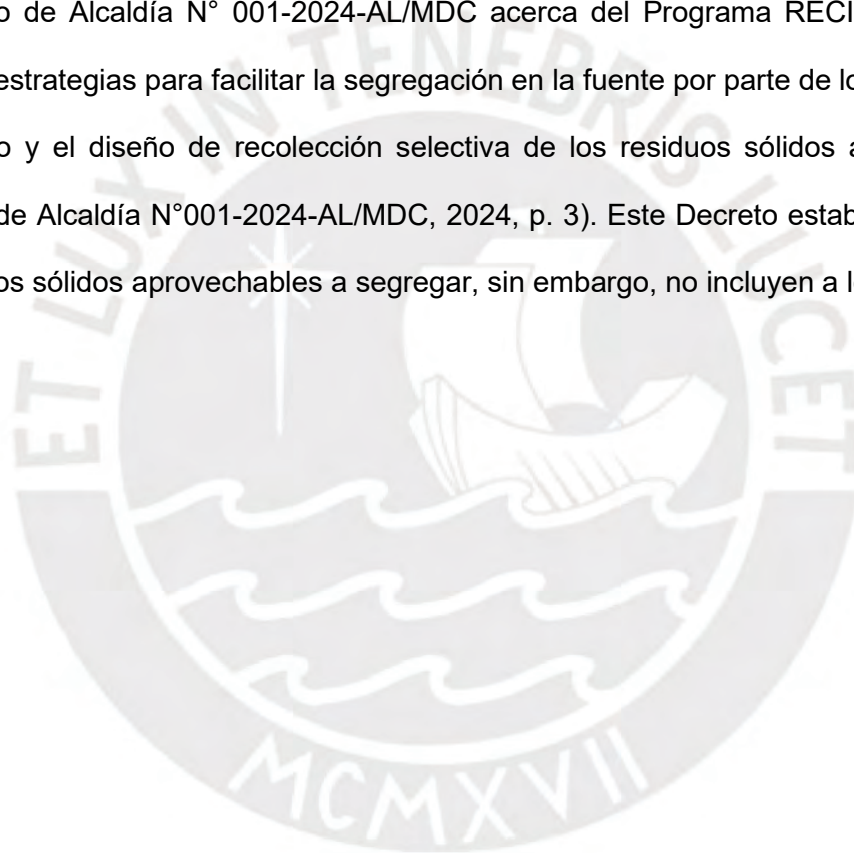
3.3.2 Normas Técnicas

La creación de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) responde al incremento en la generación de RAEE y el riesgo de un manejo inadecuado. En sentido, las presentes Normas establecen criterios técnicos y de calidad para estandarizar el producto, proceso y servicio de la gestión de RAEE. La primera NTP 900.064:2012 correspondiente al “Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Generalidades” describe las consideraciones generales para el manejo de un RAEE. La segunda NTP 900.065:2012 correspondiente al “Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Generación, recolección interna, clasificación y almacenamiento. Centros de acopio” describe las consideraciones para el manejo de RAEE en la fuente y las características de centro de acopio. Finalmente, la NTP 900.066:2012 correspondiente al “Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE. Parte 1: Tratamiento de RAEE con monitores y

pantallas” establece las consideraciones que deben tener los operadores de RAEE durante el tratamiento de las categorías de RAEE 1 y 2.

3.3.3 Ordenanzas Municipales

En el año 2023, el gobierno del distrito de Comas promulgó la Ordenanza Municipal N° 673-MDC en la cual se detallan los lineamientos para el funcionamiento de centros de acopio y la actividad de reciclaje, así como los requisitos para la formalización. Sin embargo, el Programa únicamente se centra en el reciclaje de residuos comunes no peligrosos y se enfoca principalmente en los actores formales. Asimismo, en el año 2024, la MDC promulgó el Decreto de Alcaldía N° 001-2024-AL/MDC acerca del Programa RECICLA donde se detallan “estrategias para facilitar la segregación en la fuente por parte de los generadores del distrito y el diseño de recolección selectiva de los residuos sólidos aprovechables” (Decreto de Alcaldía N°001-2024-AL/MDC, 2024, p. 3). Este Decreto establece un listado de residuos sólidos aprovechables a segregar, sin embargo, no incluyen a los RAEE.



4. Capítulo 4: Diseño Metodológico

La metodología empleada para el desarrollo de la presente investigación fue de tipo cualitativa. Según Hernández Sampieri et al. (2010), esta metodología facilita la comprensión de cómo el sujeto de investigación percibe el objeto analizado a través del uso de métodos de recolección de datos. Según el mismo autor, este tipo de metodología tienen un carácter inductivo (p. 390) que permite partir de un caso específico hasta concluir en una idea general sobre el sujeto de estudio.

La presente investigación estudió y analizó por qué los centros de acopio no se han formalizado como operadores de RAEE según la normativa vigente. Para ello, se hizo una revisión documental de la normativa vigente y se emplearon herramientas como la observación, grupos focales y entrevistas semiestructuradas a los titulares de centros de acopio para dar respuesta a la pregunta de investigación.

4.1 Fuentes de información y herramientas de análisis

Las herramientas para recolectar los datos que se emplearon en la presente investigación fueron: revisión bibliográfica, entrevista semiestructurada, observación y los grupos focales. La revisión bibliográfica se realizó a las normas nacionales sobre la gestión de RAEE, el proceso de formalización en la gestión de RAEE, trabajos de investigación sobre el funcionamiento de una planta de valorización de RAEE y la cadena de valor de RAEE. Por otro lado, la entrevista semiestructurada fue aplicada a los titulares de centros de acopio, actores formales en la gestión de RAEE, una representante de la Municipalidad distrital y docente especialista en gestión de residuos sólidos. Asimismo, la observación se aplicó en el estudio de un centro de acopio del distrito de Comas. Finalmente, se realizaron grupos focales con los titulares de los centros de acopio para conocer sus conocimientos, oportunidades y barreras sobre la formalización en la gestión de RAEE.

Revisión bibliográfica

El desarrollo de la presente investigación implicó la revisión de la normativa específica en gestión de RAEE en base a marco normativo descrito en el estado del arte; asimismo, trabajos de investigación relacionados a la operación formal de RAEE en la planta de

valorización de COMIMTEL S.A y el estudio de viabilidad de una planta de valorización en Arequipa; y un estudio realizado en Bogotá acerca de las oportunidades y barreras en la formalización de la gestión de RAEE. Este instrumento fue empleado para dar respuesta a las preguntas 1.1, 1.2, 2.2 y 3.1.

Entrevista

Según King y Horrocks, “la entrevista cualitativa es más íntima, flexible y abierta” (2009, citado en Hernández Sampieri et al., 2010, p. 418), la cual consiste en un reunión de intercambio de información entre un entrevistador y un entrevistado.

Este instrumento se empleó para dar respuesta a las preguntas específicas 1.2, 1.3, 2.3, 3.3 y 3.4. La Tabla 7 mostrada a continuación describe el perfil de las personas entrevistadas para dar respuesta a cada una de las preguntas.

Tabla 7. Perfil de participantes entrevistados

ENTREVISTADO	CARGO	SECTOR	ÁREA	PROFESIÓN	SEXO	EDAD	FECHA DE ENTREVISTA
E1	Jefe de planta de un operador formal de RAEE	PRIVADO	Operaciones	Ingeniero ambiental	Masculino	35-45	16/09/2024
E2	Supervisora de operaciones de un operador formal de RAEE	PRIVADO	Operaciones	Ingeniera ambiental	Femenino	30-40	19/09/2024
E3	Analista de operaciones de un operador formal de RAEE	PRIVADO	Operaciones	Ingeniero ambiental	Masculino	30-40	5/08/2024
E4	Coordinadora de Valorización de Residuos Inorgánicos	PÚBLICO	Operaciones	Ingeniera ambiental	Femenino	25-35	26/07/2024
E5	Titular de un centro de acopio del distrito de Comas	INDEPENDIENTE	Negocio propio	Ingeniero metalúrgico	Masculino	55-65	9/08/2024
E6	Titular de un centro de acopio del distrito de Comas	INDEPENDIENTE	Negocio propio	Sin estudios superiores	Masculino	55-65	01/11/2024
E7	Titular de un centro de acopio del distrito de Comas	INDEPENDIENTE	Negocio propio	En estudios	Femenino	35-45	01/11/2024
E8	Docente especialista en gestión de residuos sólidos	ACADEMIA	Universidad / consultoría	Ingeniero Geógrafo	Masculino	35-45	19/09/2024
E9	Ejecutivo de negocios de un sistema de manejo de RAEE	PRIVADO	Comercial	Técnico en Marketing	Masculino	25-35	25/10/2024
E10	Asesora comercial de una EO-RS	PRIVADO	Comercial	Técnico en Administración	Femenino	25-35	05/11/2024

E11	Especialista en normativa de RAEE	PRIVADO	Sostenibilidad	Ingeniero ambiental	Masculino	40-45	25/03/2025
-----	-----------------------------------	---------	----------------	---------------------	-----------	-------	------------

Fuente: Elaboración propia

Las entrevistas a E4, E5, E6, E7 y E11 fueron realizadas de manera presencial en las localidades de trabajo de cada entrevistado. Asimismo, las entrevistas a E1, E2, E3, E8, E9 y E10 fueron realizadas de manera virtual a través de la plataforma zoom. En ambos casos, las entrevistas fueron grabadas de manera con el previo consentimiento de los entrevistados, sin embargo, solicitaron no ser mencionados en el proyecto, debido a la sensibilidad de la información ya que el tema de investigación involucra la informalidad en la gestión de RAEE con posibles implicancias administrativas, económicas e imagen corporativa e incluso sancionatorias.

Es importante resaltar que inicialmente la metodología consideró solo los grupos focales GF1 y GF2 para conocer las oportunidades y barreras para formalizarse; sin embargo, luego de su aplicación, se evidenció que los titulares de los centros de acopio carecen de información técnica, normativa y económica sólida para identificar las oportunidades y barreras de formalización. Debido a esta situación, se decidió ampliar la metodología diseñada: aplicación de entrevistas a profundidad a 3 titulares de los centros de acopio y entrevistas a profundidad a actores clave de la gestión formal de RAEE, entre ellos, 5 especialistas en la gestión formal de RAEE, 1 representante del sistema de manejo y 1 docente especialista en la gestión de residuos sólidos.

Observación

Hernández Sampieri et al. (2010) menciona que la observación implica más que solo observar, sino un enfoque más investigativo. En ese sentido, esta técnica permitió responder a la pregunta secundaria sobre cómo funciona un centro de acopio. Se realizó una observación participante dentro de un centro de acopio ubicado en la zona 4 del distrito de Comas al cual se tiene facilidad de acceso. La observación no participante fue durante los días 08, 09 y 12 de agosto del 2024 en un horario de 9 a 4pm de manera presencial en el centro de acopio. Durante la entrevista se anotaron los flujos de ingreso y salida de RAEE de la planta y se realizaron preguntas a los actores involucrados para aclarar puntos no

evidentes. La Tabla 8 muestra la codificación correspondiente.

Tabla 8. Características del centro de acopio observado

PREG.	OBSERVACIÓN	CENTRO DE ACOPIO	FECHA DE ENTREVISTA
2.1	O1	Sexo del titular: masculino Residuos acopiados: papel, vidrio, cartón, plástico, chatarra, RAEE. Año de formalización: 2015	08/08/2024 09/08/2024 12/08/2024

Fuente: Elaboración propia

Grupos focales

Los grupos focales -según indica Hernández Sampieri et al. (2010)- son considerados por algunos autores como “entrevistas grupales realizadas en grupos pequeños donde los participantes conversan en torno a un tema en un espacio relajado, bajo la conducción de un moderador” (p. 425). Krueger (1994) añade que, dentro de estos grupos, los participantes presentan sus ideas y se influyen entre ellos mismos (p. 6). En base a lo descrito, se evidencia su potencial no solo descriptivo, sino también comparativo (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 426).

Algunos autores coinciden en que, para tratar temas complejos en grupos focales se podrían considerar entre 3 a 5 personas y, dado que en el distrito de Comas existen 17 centros de acopio formales, se decidió formar 2 grupos focales. Los grupos focales se desarrollaron en paralelo, cada grupo focal tuvo un monitor encargado de realizar las preguntas en un orden específico. Se les solicitó la autorización para grabar la sesión, a lo cual accedieron.

En la Tabla 9 indica se indican las características de los grupos focales.

Tabla 9. Características de los grupos focales

PREG.	GRUPO FOCAL	CANTIDAD DE TITULARES	SEXO	FECHA DE ENTREVISTA
3.2, 3.3, 3.4	GF 1	5	3 mujeres, 2 hombres	09/08/2024, 13/08/2024
	GF 2	3	3 mujeres	09/08/2024 y 13/08/2024

Fuente: Elaboración propia

Los grupos focales fueron desarrollados en 2 fechas. El 09 de agosto del 2024, se coordinó con la Municipalidad Distrital de Comas para realizar una reunión con los titulares de centros de acopio e informar acerca del proyecto de tesis. Luego de informar y exponer las razones del proyecto, se procedió a armar dos grupos focales de 5 y 3 titulares tal como se indicó en

la Tabla 9. Se solicitó el consentimiento para grabar la reunión para facilitar la toma de datos, a lo cual ellos accedieron. El grupo focal fue desarrollado durante 1 hora, ya que era el tiempo disponible con el que contaban y en dicho tiempo solo se conversó acerca de la primera sección del instrumento: los conocimientos que tienen los titulares de centros de acopio acerca de la gestión formal de RAEE. Al finalizar la reunión, se coordinó con los titulares la siguiente fecha para culminar el instrumento. El día 13 de agosto del 2024 se llevó a cabo la reunión y se conformaron los mismos grupos de la primera fecha para culminar con las preguntas faltantes.

En el Anexo 1 se incluyeron los instrumentos aplicados en el presente estudio.



4.2 Matriz metodológica

Tabla 10. Matriz metodológica de la investigación

OBJETIVO	PREGUNTAS SECUNDARIAS	VARIABLES / PREGUNTAS ESPECÍFICAS	INDICADORES	TÉCNICA	FUENTE DE INFORMACIÓN
<p>Objetivo 1. Describir y analizar los lineamientos para la formalización como operadores de RAEE</p>	<p>1. ¿Cuáles son los lineamientos para la formalización como operadores de RAEE?</p>	<p>1.1 ¿En qué consiste la gestión formal de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) según la normativa nacional?</p>	<p>-Actores formales de RAEE y sus obligaciones de los actores formales -Oferta de operadores de RAEE</p>	<p>Revisión documental</p>	<p>Reglamento de Gestión de RRSS DS-014-2017-MINAM, Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE DS 009-2019-MINAM</p>
		<p>1.2 ¿Cuáles son los requisitos de formalización como un operador de RAEE?</p>	<p>Requisitos para constituirse como Operador de RAEE</p>	<p>Revisión documental / entrevista estructurada</p>	<p>-Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE DS 009-2019-MINAM -Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental -Solicitud de clasificación de proyecto de inversión: Resolución Directoral N° 00054-2021-SENACE-PE/DEIN. -Especialistas en formalización como operadores de RAEE.</p>
		<p>1.3 ¿Cómo funciona un operador de RAEE?</p>	<p>Funcionamiento operativo y comercial de una planta de valorización de RAEE</p>	<p>Revisión documental / entrevista semiestructurada</p>	<p>-Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE DS 009-2019-MINAM -Tesis de análisis de ciclo de vida de RAEE por COMIMTEL -Tesis estudio de viabilidad de una planta de valorización de</p>

					<p>RAEE en HUNTER-AREQUIPA</p> <p>-Resolución Directoral N° 00068-2024-SENACE-PE/DEIN. Informe técnico de COMIMTEL</p> <p>-Entrevista con el analista de operaciones de un operador de RAEE</p>
<p>Objetivo 2. Explicar y analizar cómo se manejan los RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas</p>	<p>2 ¿Cómo se manejan los RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas?</p>	<p>2.1 ¿Cuál es la cadena de valor de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) manejados en los centros de acopio?</p>	<p>Cadena de valor de RAEE en centro de acopio</p>	<p>Revisión documental / Observación</p>	<p>-Cadena de Valor formal de RAEE en el Perú, investigación de la OIT</p> <p>-Observación de las actividades de reciclaje de RAEE en 1 centro de acopio del distrito de Comas</p>
		<p>2.2 ¿Cuáles son los lineamientos para la gestión y manejo de RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas según la normativa peruana?</p>	<p>Lineamientos para la gestión y manejo de RAEE en los centros de acopio</p>	<p>Revisión documental</p>	<p>Reglamento de Gestión de RRSS DS-014-2017-MINAM, Norma Técnica Peruana NTP 900.065.2012, Decreto de Alcaldía 001-2024-DA</p>
		<p>2.3 ¿Cuáles son las obligaciones que deben cumplir los centros de acopio del distrito de Comas en manejo de RAEE según lo establecido por el Área de Valorización de inorgánicos de la MDC?</p>	<p>Obligaciones de los centros de acopio para el manejo de RAEE</p>	<p>Entrevista semiestructurada</p>	<p>Entrevista con la jefa de Valorización de Inorgánicos de la MDC</p>
<p>Objetivo 3. Presentar y analizar las oportunidades y</p>	<p>3 ¿Cuáles son las oportunidades y dificultades para que</p>	<p>3.1 ¿Cuáles son las barreras identificadas en la formalización para la</p>	<p>Barreras en la formalización para la gestión de RAEE</p>	<p>Revisión documental</p>	<p>Estudio de la informalidad en el manejo de los RAEE en Bogotá: diagnóstico y</p>

dificultades para que los titulares de los centros de acopio del distrito de Comas se constituyan como operadores RAEE	los titulares de los centros de acopio del distrito de Comas se constituyan como operadores de RAEE?	gestión de RAEE en casos latinoamericanos?			propuestas de integración con el sector formal.
		3.2 ¿Qué conocen los titulares de centros de acopio acerca del manejo formal de RAEE según la normativa vigente?	Conocimiento acerca de la normativa sobre gestión de RAEE	Grupos focales	Dos grupos focales entre 3 a 4 titulares de centros de acopio del distrito de Comas
		3.3 ¿Qué oportunidades tienen los titulares de centros de acopio para constituirse como operadores de RAEE?	Oportunidades para constituirse como operadores de RAEE	Grupos focales / Entrevista semiestructurada / Observación	-Dos grupos focales entre 3 a 5 titulares de centros de acopio del distrito de Comas -5 titulares de centros de acopio -5 especialista en gestión de RAEE
		3.4 ¿Qué dificultades tienen los titulares de centros para constituirse como operadores de RAEE?	Dificultades para constituirse como operadores de RAEE	Grupos focales / Entrevista semiestructurada / Observación	-Dos grupos focales entre 3 a 5 titulares de centros de acopio del distrito de Comas -5 titulares de centros de acopio -5 especialista en gestión de RAEE

Fuente: Elaboración propia

SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS DE RESULTADOS

5. Capítulo 5: Análisis y Discusión de Resultados

5.1 Funcionamiento del mercado informal de RAEE

Los centros de acopio del caso de estudio son “establecimientos donde se realizan actividades de compra, almacenamiento, clasificación y venta de metales valiosos como hierro, cobre y aluminio principalmente” (Camacho Lozano et al., 2023, p. 68). A su vez, el artículo 13 de la Ordenanza Municipal N°673/MDC (2023) indica que las áreas de acondicionamiento en los que “se pueden realizar actividades como segregación, almacenamiento, limpieza, trituración o molido, compactación física, empaque y/o embalaje, entre otros, de residuos no peligrosos, municipales y no municipales” (sección “Artículo 19”, párr. 3). Asimismo, el Decreto de Alcaldía N°001-2024-AL/MDC (2024) en el marco del “PROGRAMA RECICLA 2024-2028 DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COMAS” (p. 2) menciona que los tipos de residuos valorizables que pueden ser manejados en las áreas de acondicionamiento son el papel, film, cartón, vidrio, PET, PVC, aluminio, latas, fierro, bronce, cobre y Tetrapak.

Estos establecimientos deben cumplir condiciones mínimas para su funcionamiento, entre ellos “ubicación fuera de la zona residencial, ubicación a una distancia superior a 100 metros de cualquier establecimiento de salud y a una distancia superior a 300 metros de cualquier almacén de productos inflamables” (Ordenanza Municipal N°673/MDC, 2023, sección «Artículo 20», párr. 5). Habiendo cumplido estos requisitos, deben gestionar la formalización como centro de acopio presentando su certificado de inspección técnica de Seguridad de Edificaciones (ITSE), ficha registral, plano de ubicación y distribución del área. Los requisitos antes mencionados son gestionados por los mismos titulares, salvo el ITSE y plano de ubicación y distribución del área, los cuales, según los grupos focales GF1 y GF2, por la complejidad, recurren a un profesional colegiado para su elaboración. Adicionalmente, las obligaciones que tienen con la Municipalidad son simples. Al respecto, la entrevistada E4 indicó que los titulares de centros de acopio deben mantener en vigencia sus permisos y reportar mensualmente la cantidad reciclada por cada tipo de residuo.

Asociación de recicladores ACOSUR

El expediente N°2024-01-0000033171 emitido por la MDC menciona que ACOSUR es una asociación de recicladores formales y -a diferencia de las otras 3 asociaciones formales- cada uno de ellos, cuenta un área de acondicionamiento formalizado ante la Municipalidad. La asociación fue constituida formalmente en los Registros Públicos en agosto del año 2021¹. Actualmente, está conformada por 17 titulares (9 hombres y 8 mujeres) y cuenta con un Consejo Directivo conformado por un presidente, vicepresidente, secretario, vocal y fiscal.

El entrevistado E5 indicó que la razón por la que se asociaron fue para “hacer fuerza ante cualquier intento de abuso” y el entrevistado E6 indicó que la asociación lo beneficia porque “no me cierran mi local, en cambio a los piratas sí los fastidian”. De lo indicado, se evidencia que los entrevistados reconocen a la asociación como un organismo que respalda la continuidad de su trabajo, lo cual les genera más seguridad frente a posibles “abusos” de la autoridad estatal. Lo indicado también es corroborado en su Registro de personas jurídicas, donde se indica que la asociación tiene el deber de defender los intereses del colectivo y sus miembros ante el Estado y sus poderes.

Ahora bien, como ya se mencionó, durante la observación en campo (O1) se evidenció que en los centros de acopio formales del distrito de Comas no solo se manejan residuos sólidos no peligrosos, sino que también se desarrollan actividades de acopio, desmantelamiento y venta de RAEE para segundo uso. En base a la observación, se aplicaron entrevistas con el objetivo de profundizar en la gestión de los RAEE desde el punto de vista de la asociación. Los entrevistados E5 y E6 indicaron que se dedican al reciclaje de residuos en general desde la década de los 90 (no recuerdan exactamente), incluso el entrevistado E6 mencionó que empezó trabajando con el entrevistado E5 y luego se independizó en el año 2016.

Opinión de actores formales sobre la gestión informal de RAEE

¹ Consulta hecha en: “Consulta aquí: Consulta gratis tu partida registral” de la página web de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP).

Se consideró necesario profundizar lo encontrado con entrevistas a actores formales de RAEE para tener un panorama más completo de la gestión informal de RAEE.

El entrevistado E8 indicó que la gestión informal de RAEE está muy arraigada en el distrito de Comas, pues tiene diversos elementos de la cadena informal presentes en su cadena de valor y cuenta con un sistema “estructurado” de acopio y desmantelamiento principalmente de las categorías 1 y 2 que permite el funcionamiento de este mercado. Añadió que se caracteriza por no ser susceptible a la fiscalización por parte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), ente rector en materia de fiscalización ambiental, contradictoriamente porque no es un actor formal.

El entrevistado E9 resaltó que estos actores cumplen una función importante en el acopio de las diferentes fuentes de recolección y según el entrevistado E1, ellos cubren una demanda que el actor formal no puede atender, sin embargo, al mismo tiempo carecen de procesos seguros para la salud de las personas y el ambiente.

La entrevistada E2 indicó que estos actores no tienen iniciativa por trabajar con el sector formal, pues la empresa que ella representa les ha brindado capacitaciones acerca de los peligros del manejo informal de RAEE y la normativa, además, los han invitado a las campañas de recolección, pero los titulares no han asistido. Respecto a esta afirmación, el entrevistado E5 indicó que, si bien fueron capacitados por un operador de RAEE, dicho operador les solicitó que entreguen gratuitamente los RAEE acopiados en sus instalaciones, ya que la normativa lo prohíbe². Esta propuesta no era rentable para los titulares, por lo que decidieron no participar.

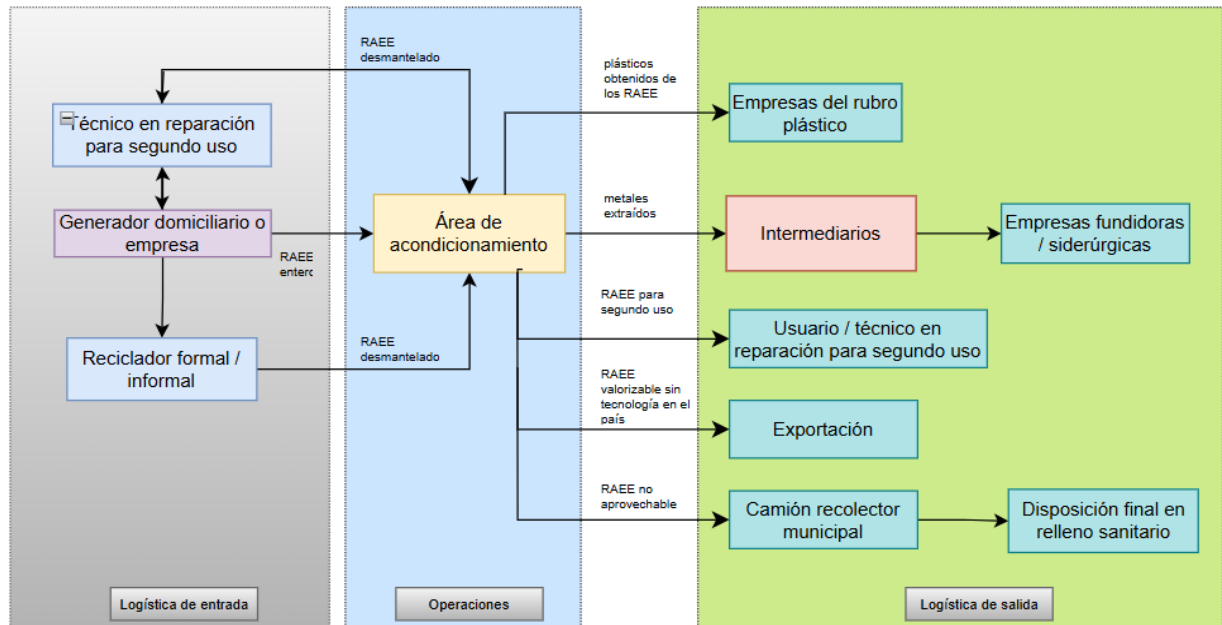
Cadena de valor de RAEE en los centros de acopio

La cadena de valor de RAEE manejados en los centros de acopio de manera informal se construyó en base a la aplicación del instrumento de observación (O1) y a la entrevista con E5. Cabe mencionar que la cadena de valor se describirá tomando como referencia lo planteado por Michael Porter. Quintero y Sánchez (2006) indican que la cadena de valor de Porter se divide en dos categorías: actividades primarias y actividades de soporte.

² Se profundizará este aspecto normativo en la sección 5.1.2

En La Figura 2 muestra las actividades primarias de la cadena de valor de RAEE manejado en el centro de acopio.

Figura 2. Actividades primarias de la cadena de valor informal de RAEE



Fuente: Elaboración propia

Actividades primarias

- Logística de entrada: los recicladores de ACOSUR -a diferencia de otras asociaciones de recicladores- tienen una acción pasiva en la recolección de residuos, esto significa que no realizan la recolección de ningún tipo de residuo. Por ello, diferentes actores acuden a los locales como recicladores formales e informales, generadores domiciliarios, empresas menores y técnicos reparadores de RAEE.

Los recicladores formales tienen una ruta establecida por la Municipalidad y se encargan de recolectar diversos tipos de residuos valorizables casa por casa, entre ellos los RAEE; por otro lado, los recicladores informales se encargan de recorrer los vecindarios y puntos críticos del distrito en búsqueda de residuos valorizables, entre ellos los RAEE, en este último caso, cuando la recolección se realiza desde los domicilios, el reciclador informal ofrece un pago en efectivo o un intercambio por algún otro producto de uso domiciliario. Al finalizar sus labores, trasladan los RAEE a centros de acopio para su venta con el uso de carretillas, mototaxis o camiones.

Los generadores domiciliarios trasladan sus RAEE directamente a los centros de acopio cercanos a sus domicilios o pueden solicitar el envío de una unidad en caso el RAEE tenga mucho volumen o masa. De acuerdo con los entrevistados E5, E6 y E7, las 2 razones más frecuentes por las que los generadores domiciliarios venden sus RAEE en los centros de acopio es porque se malograron o son muy antiguos.

En cuanto a las empresas menores, éstas pueden trasladar sus propios RAEE hasta el centro de acopio o solicitar que sean llevados. Cabe resaltar que estas empresas son locales, al no contar con instrumentos de gestión ambiental, realizan la gestión de sus residuos al margen de la norma.

Los técnicos reparadores de RAEE reciben estos bienes de recicladores o generadores domiciliarios para repararlos y venderlos, pero cuando estos AEE no han podido ser vendidos, los mismos son llevados al centro de acopio. Todos los actores que contribuyen con llevan sus RAEE a un centro de acopio obtienen un pago por el bien entregado.

- Operaciones: Cuando cualquiera de los actores listados anteriormente llega con un RAEE al centro de acopio, el titular realiza una primera inspección del RAEE con el fin de establecer el precio que se pagará por el bien. El precio que el titular paga por el RAEE se calcula en función al precio del fierro, conocido como “chatarra”³. El precio se puede calcular de 2 maneras: en función al peso o en función a la categoría de RAEE. Dada la experiencia empírica, en el caso de las categorías 1, 2 y 4 el titular estima el valor del bien considerando aspectos como tipología, componentes aprovechables, antigüedad, estado del RAEE o el precio que podría pagar un usuario por el bien; mientras que en el caso de la categoría 3, específicamente celulares y tablets consideran los tipos y la cantidad de metales que contienen sus placas de circuito impresos.

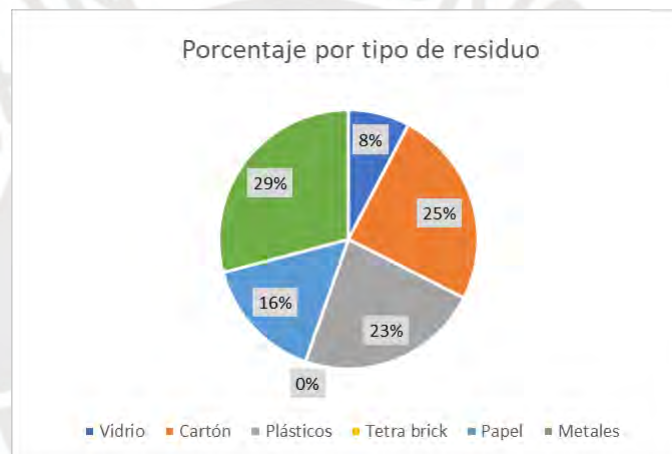
Una vez que el bien es recibido en el centro de acopio, las operaciones posteriores dependerán de muchos factores. Por un lado, a los RAEE de la categoría 3 (celulares,

³ Diccionario de la Real Academia Española: Def. 2. Conjunto de trozos de metal viejo o de desecho, especialmente de hierro

tablets y similares) se les retira la tapa y la batería quedándose expuestos solo la placa y la pantalla; por otro lado, las categorías 1, 2 y 4 son almacenados sin desmantelarse durante unos días, con el objetivo de esperar a algún comprador que adquiera el RAEE completo. Si luego de unos días el RAEE no ha sido comprado, el mismo es desmantelado por trabajadores del centro de acopio con la ayuda de martillos, combas, proceso de oxicorte, entre otras herramientas similares.

En el Expediente N°2024-01-0000033171 entregado por la MDC se presentaron la cantidad por cada tipo de residuo reciclado en los centros de acopio formales del distrito de Comas. La Figura 3 muestra una primera clasificación.

Figura 3. Porcentaje por tipo de residuo



Fuente: Elaboración propia

De la Figura anterior, se visualiza que los residuos no peligrosos como plásticos, cartones, vidrios y papel representan el 71% de lo comercializado dentro de los centros de acopio, mientras que los metales representan únicamente el 29%.

- Logística de salida: los técnicos que se dedican a reparar celulares y equipos similares acuden a los centros de acopio para comprar RAEE de categoría 3 los cuales emplearán como componentes para reparación. Por otro lado, para el caso de las categorías 1, 2 y 4, cuando los RAEE no han podido ser vendidos como producto, se desmantelan y se extraen componentes valiosos como motores o metales que luego son comercializados a través de intermediarios con empresas fundidoras o empresas siderúrgicas. Para lograrlo, deben acopiar un volumen considerable que

les permita absorber los costos de flete. Otro subproducto obtenido son los plásticos del RAEE, estos residuos son vendidos a empresas de la zona quienes los emplean como materia prima en sus procesos de fabricación de plásticos. Otro subproducto son las placas de circuitos impresas que no han sido adquiridas por los técnicos, estos residuos son vendidos a intermediarios, quienes -a través de empresas autorizadas- exportan las placas a Bélgica. Finalmente, aquellos componentes de RAEE que no son aprovechables son mezclados con residuos domiciliarios y trasladados por el camión recolector municipal hacia el relleno sanitario Kurumi, ubicado en el valle de Trapiche, distrito de Santa Rosa de Quives. Cabe resaltar que, dado que un relleno sanitario únicamente puede recibir residuos no peligrosos, se estaría incumpliendo la norma y generando potenciales daños a la salud de los trabajadores y pobladores aledaños, además del medio ambiente.

Actividades de soporte

- La infraestructura del centro de acopio observada tiene un área promedio de 600m² con un cerco perimétrico, pero carece de techo, divisiones internas de concreto y piso de cemento, podría describirse como un área abierta. Existe una división con mallas metálicas para separar los diferentes residuos que acopian, entre ellos papel y cartón, plásticos suaves, plásticos duros, chatarra ferrosa y no ferrosa. El área es alquilada y subarrienda a pequeños negocios dentro de la misma infraestructura.
- En cuanto a la gestión de recursos humanos, la actividad de acopio en el distrito de Comas tiene un fuerte componente familiar y generacional, es decir, diferentes miembros de la familia trabajan en el negocio desarrollando un fuerte grado de confianza. El titular del centro de acopio se encarga de enseñar el manejo de residuos y la dinámica de compra-venta. A su vez, cuentan con trabajadores, por lo general sin estudios, que se encargan de la recepción, el pesado, clasificación y desmantelamiento en el caso de los RAEE. Ellos reciben un pago por día de trabajo, por ende, ninguno de ellos se encuentra en planilla ni cuentan con beneficios sociales.
- En cuanto a las compras, como ya se especificó, las negociaciones de compra-venta

están a cargo del titular del centro de acopio o el familiar de confianza que esté a cargo, por lo general es un hijo del titular.

5.2 Funcionamiento del mercado formal de RAEE

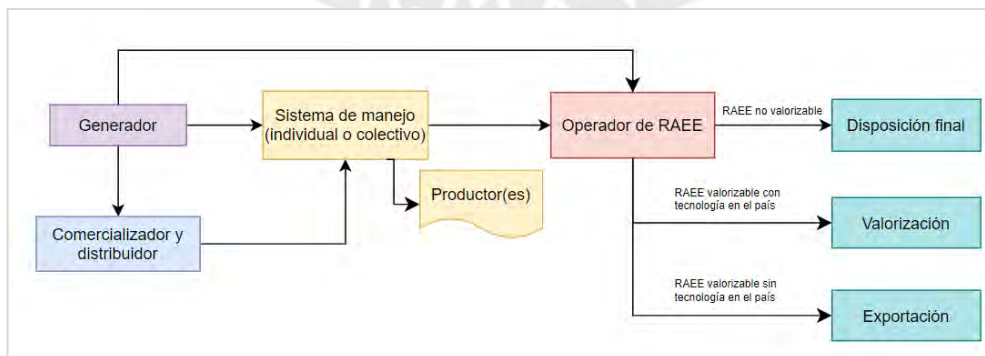
En esta sección se describirá el manejo de los RAEE en los centros de acopio y en las plantas de valorización de los operadores de RAEE de acuerdo con la normativa vigente, investigaciones realizadas por otros autores y entrevistas realizadas a actores formales de RAEE.

5.2.1 Normativa sobre gestión de RAEE

La Ley de Gestión de Residuos Sólidos, su Reglamento y el Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos (en adelante Régimen) son las normas principales sobre la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). De manera específica, se analizó el Régimen, ya que el mismo establece las “obligaciones y responsabilidades para todos los actores que están involucrados en la etapa de gestión y manejo de RAEE, entre ellas la segregación, almacenamiento, recolección, transporte, valorización y disposición final de los RAEE” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 10). Asimismo, los actores considerados en la norma son “los generadores, productores, operadores, distribuidores o comercializadores” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 10) que realizan actividades de gestión y manejo de RAEE.

En la Figura 4 se presentan las interacciones de los actores y el flujo de RAEE.

Figura 4. Relación entre actores de la gestión formal de RAEE



Elaboración propia

Fuente: Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE (2019)

De la figura anterior, el generador es “toda persona natural, entidad privada o entidad

pública, que, producto de sus actividades domésticas, industriales, comerciales, de servicios, administrativas o profesionales, utilizan AEE y generan residuos a partir de ellos” (DS 009-2019-MINAM, p. 14) y tiene la obligación de “entregar los RAEE a los sistemas de manejo de RAEE de manera directa o indirecta” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 15), esto significa que puede entregarlos a los operadores de RAEE, distribuidores y comercializadores, o incluso a los mismos productores, siempre que formen parte del sistema de manejo. Cabe resaltar que -según la norma descrita anteriormente- no está contemplado en la norma el recibir un pago por el RAEE entregado.

Los distribuidores y comercializadores quienes “realizan la distribución mayorista o minorista de AEE” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 14) tienen como obligación “coordinar con los sistemas de manejo y establecer puntos de acopio de RAEE sin realizar cobro alguno al generador” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 14).

El productor es “toda persona natural o entidad privada que realiza actividades vinculadas a los AEE con fines comerciales, sea como fabricante, ensamblador o importador, y que pone el AEE por primera vez en el mercado” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 11) y tiene responsabilidad sobre el AEE durante toda su vida, lo cual incluye la etapa posterior al consumo. Sus obligaciones principales son “diseñar, implementar y administrar sistemas de manejo de RAEE, de forma individual o colectiva que garanticen la adecuada gestión y manejo de dichos residuos” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 12); “recibir los RAEE de sus clientes u otros generadores sin realizar ningún cobro” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 12); y “entregar los RAEE a un operador de RAEE a través de sistemas de manejo” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 12).

El operador de RAEE, definido como una “persona jurídica titular de una planta de valorización de RAEE, [...] está debidamente autorizado para realizar la operación de valorización de RAEE” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 14). Sus obligaciones son “recolectar, transportar y valorizar los RAEE” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 14); “asegurar una adecuada disposición final para aquellos residuos peligrosos o residuos no valorizables” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 15); “en caso de necesidad de exportación de RAEE o

algunos componentes, deberá cumplir con los procedimientos administrativos y legales exigidos por la norma” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 15); “remitir a los productores la copia de los registros de los residuos que son dispuestos en infraestructuras de disposición final” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 15); y “remitir al MINAM su Declaración Anual de Manejo de RAEE” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 15). El operador de RAEE puede recibir estos residuos únicamente desde un sistema de manejo.

En lo descrito anteriormente, se observa que todos los actores de la gestión formal de RAEE interactúan con los sistemas de manejo. Estos sistemas están conformados por los productores de manera individual o colectiva (más de un productor) constituyéndose como personas jurídicas. El DS 009-2019-MINAM (2019) indica que su principal obligación es “facilitar la entrega de RAEE por parte de sus clientes; cumplir con las metas de recolección estipuladas en el Plan de Manejo de RAEE y asegurar su financiamiento; y garantizar que el RAEE recolectado sea entregado a un operador de RAEE” (p. 12). Respecto al cumplimiento de metas, el MINAM ha establecido “metas anuales de recolección para las categorías que tienen mayor incidencia en la generación de RAEE” (p. 13), entre ellos, los de la categoría 3 y 4 cuya meta para el año 2024 fue de 28%⁴. En caso de no cumplimiento, la OEFA tiene la facultad de aplicar multas a los actores de la cadena dependiendo de la gravedad de la infracción. Por ejemplo, los productores pueden ser sancionados hasta con 790 UIT⁵, en caso de no cumplir con la meta de recolección definida.

5.2.2 Mercado de operadores de RAEE

Tal como se mencionó, uno de los objetivos de la presente investigación es conocer las barreras y oportunidades para que los centros de acopio se formalicen como operadores de RAEE. Por ello, se profundizará en describir la realidad y funcionamiento de los operadores de RAEE.

Actualmente, en el país existen 8 operadores de RAEE, todos ellos ubicados en distritos periféricos de Lima tales como San Martín de Porres, Ventanilla, Lurín, Villa El Salvador,

⁴ Decreto Supremo 009-2019-MINAM: Metas de recolección

⁵ Tipificación de infracciones y sanciones – RAEE de la OEFA.

Puente Piedra y San Juan de Lurigancho (MINAM, 2024). En conjunto logran valorizar apenas el 7.17% de lo generado en 1 año (Andina, 2024). Si bien esta realidad representa una oferta reducida de gestión formal de RAEE, también representa una oportunidad para la formalización, pues el mercado de AEE tiene una gran demanda y la REP es una tendencia que va en crecimiento, esto se evidencia con lo indicado por el entrevistado E8, quien afirmó que. pese a la recesión posterior a la pandemia, el consumo de AEE no ha caído de manera significativa. Es más, según Ramos Medina (2024), “los peruanos incrementaron su gasto en productos electrónicos a un promedio de S/911 mensuales, lo que marca un aumento de S/300 comparado con el periodo previo a la pandemia del coronavirus” (párr. 1).

El entrevistado E8 menciona que la formalización brinda dos ventajas: a nivel social, pues da seguridad laboral a los trabajadores, principalmente en cuanto al salario y seguros de salud y a nivel económico, porque permite la asociatividad entre pequeños y microempresarios. Asimismo, el entrevistado E1 indica que un operador de RAEE tiene un mercado formal fijo y directo: los productores, quienes -como se ha visto- tienen obligaciones normativas. Además, tienes acceso a líneas de crédito más grande que permite realizar inversiones como incremento de capacidad de planta y por tanto atención mayor cobertura de la demanda. Por otro lado, la entrevistada E2 indica que, a nivel operativo, un operador de RAEE trabaja bajo principios de la seguridad y salud en el trabajo, lo cual implica la obligatoriedad de uso de EPPs para todo el personal, seguro contra todo riesgo (SCTR), capacitaciones en identificación y segregación de materiales peligrosos y procesos estandarizados. Además, cuentan con maquinaria que reduce el volumen del material valioso segregado, lo cual reduce el espacio de almacenamiento y permite disminuir los costos del flete. Finalmente, el entrevistado E9 añade que un operador de RAEE tiene acceso a incentivos estatales orientados a la mejora de la gestión de RAEE. Sin embargo, los mismos actores coincidieron que existen desventajas en la formalización. El entrevistado E8 indica que la inversión inicial para la operación de una planta de valorización es elevada, pero que a largo plazo los costos de operación se vuelven sostenibles. Asimismo, los

entrevistados E1, E2 y E9 indicaron que los costos operativos para los operadores de RAEE son muy elevados, lo cual disminuye la ganancia neta. Resaltaron aquellos relacionados a los monitoreos ambientales durante el primer año de funcionamiento de la planta. Durante las fiscalizaciones, se pueden aplicar procesos administrativos sancionadores al operador de RAEE por montos muy elevados. El entrevistado E8 coincide con lo indicado por el entrevistado E1, el mismo indicó que los monitoreos suelen ser engorrosos sin diferenciar sus procedimientos por cada categoría de RAEE. Lo cual podría desalentar a la formalización.

En base a lo descrito, si bien la formalización como operadores de RAEE tiene ventajas como la seguridad laboral y social, lo cual puede representar una oportunidad para incentivar la formalización; al mismo tiempo requiere una gran inversión para el inicio de sus operaciones y altos costos en el cumplimiento de monitoreos ambientales, al menos el primer año de operación. Estas exigencias iniciales podrían ser representadas por una barrera mayor a las oportunidades que desaliente a los titulares de centros de acopio a formalizarse. A continuación, se describirán los requisitos técnicos para constituirse como operador de RAEE, así como las condiciones de operación de una planta de valorización.

5.2.3 Requisitos para constituirse como operador de RAEE

El Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos y el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE indican que “el funcionamiento de una planta de valorización requiere de un IGA aprobado por la Autoridad competente” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 20). Asimismo, el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (DS-019-2009-MINAM, 2009) ratifica la necesidad de “gestionar una Certificación Ambiental ante la autoridad competente que corresponda” (DS-019-2009-MINAM, 2009 sección «Disposición Complementaria Transitoria», párr. 3). Esta Certificación condiciona el otorgamiento de cualquier licencia para la ejecución de un proyecto de inversión de esta categoría. Asimismo, lo indicado en la norma se complementó con las entrevistas a E1 y E2, ellos indicaron que, si bien el instrumento de gestión ambiental (IGA) es la certificación más

complicada de gestionar⁶ por los plazos⁷ y su complejidad, existe documentación adicional necesaria para la formalización, la cual se muestra a continuación:

- Registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) otorgado por el MINAM
- Licencia de construcción otorgado por la Municipalidad distrital
- Certificado de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE) para la construcción otorgado por la Municipalidad distrital
- Licencia de funcionamiento otorgado por la Municipalidad distrital
- La compatibilidad de uso otorgado por la Municipalidad distrital
- El certificado de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE) para el funcionamiento otorgado por la Municipalidad distrital.

De lo visto, se evidencia que el proceso para formalizarse como operador de RAEE requiere un alto nivel técnico. Sin embargo, según lo expuesto en los GF1 y GF2, los titulares de centro de acopio carecen del conocimiento técnico en lo indicado.

Funcionamiento técnico-comercial de una planta de valorización

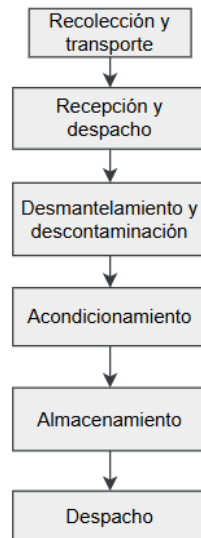
La descripción del funcionamiento se realizó en base al informe 00582_2024_SENACE_PE/DEIN (SENACE, 2024) emitido por el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) a la empresa COMIMTEL S.A.C.; a una investigación desarrollada por los autores Luna Calderón & Quinta Ochoa y el autor Dextre Minaya; y a la entrevista con E3.

Tomando como base a las 3 fuentes citadas, las operaciones llevadas a cabo dentro de una planta de valorización inician con la recolección y culminan con el despacho tal como se muestra en la Figura 5:

Figura 5. Flujograma de operaciones en una planta de valorización

⁶ El IGA debe ser elaborado por una consultora ambiental aprobada por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

⁷ Entrevistados E1 y E2 estiman un plazo entre 1 a 2 años.



Elaboración propia

Fuente: Dextre Minaya (2020); entrevistado E3 (2024) e Informe Técnico del SENACE 00582_2024_SENACE_PE/DEIN (SENACE, 2024)

De acuerdo con la Figura anterior, se describirán cada una de las etapas.

- **Recolección y transporte:** según indica el entrevistado E3, su fuente de recolección principal son los RAEE de los productores quienes entregan sus residuos a través de los sistemas de manejo. Sin embargo, existen casos puntuales donde los generadores domiciliarios transportan directamente sus RAEE hasta la planta. El traslado puede ser a través de medios propios del productor o generador, o con la flota del operador de RAEE.
- **Recepción y despacho:** Dextre Minaya (2020) y el entrevistado E3 mencionan que una vez el RAEE se encuentra en planta, se identifica y asigna la categoría de RAEE a la que pertenece y luego es pesado. Al respecto, el entrevistado E3 detalló que tanto la categoría como el peso son información de entrada para el certificado en informe elaborado por el operador de RAEE y posteriormente entregado al productor, generador y el MINAM.
- **Desmantelamiento, descontaminación y segregación:** Dextre Minaya (2020) y en el entrevistado E3 mencionaron que estas 3 operaciones se desarrollan de manera simultánea. Mientras el RAEE es desmantelado, se segregan los componentes “dando prioridad a su valorización” (Dextre Minaya, 2020, p. 26). Así, aquellos

componentes peligrosos no aprovechables “que contengan mercurio, policlorobifenilos, cadmio, plomo y otras consideradas peligrosas; componentes peligrosos como condensadores, bombillas con iluminación de fondo con cristal líquido, pilas y baterías, cartuchos tóner, de pasta o líquidos, tubos de rayos catódicos (TRC), pantallas LCD” (NTP 900.066-1:2016, 2016, p. 14) son separados de los componentes valorizables no peligrosos (a esta operación se le denomina descontaminación, según lo indicado por el entrevistado E3).

En cuanto a los componentes valiosos, Luna Calderón & Quinta Ochoa (2021) desarrollaron una investigación sobre el funcionamiento de una planta de valorización de RAEE en el departamento de Arequipa en el cual se indicaron los componentes valiosos en un rango de porcentajes que se suelen obtener de un RAEE valorizado. El listado se observa en la Tabla 11.

Tabla 11. Metales presentes en los RAEE

Metal	Concentración
Cobre	20-50%
Hierro	8-20%
Estaño	4-5%
Níquel	2-5%
Aluminio	2-5%
Zinc	1-3%
Plomo	2%
Oro	1%
*Plata	0.1%
Paladio	0.005%

Fuente: Castro (2019, citado en Luna Calderón & Quinta Ochoa, 2021, p. 44)

Según lo indicado por Dextre Minaya (2020), en el 2018, la categoría de RAEE que más se recibió en las plantas de valorización fue la categoría 3, esto es, equipos de informática y telecomunicaciones, el cual representó un 96% del total recibido. Asimismo, el 56% del peso total de RAEE que ingresó fue valorizable, de este total, el 89% fue destinado al mercado interno, mientras que el 11% restante se destinó a exportación.

- Acondicionamiento de RRSS: se realizan “operaciones mecánicas de trituración, prensado y embalaje, [...] con el fin de reducir su volumen y preparar el producto terminado para la fase de despacho” (Dextre Minaya, 2020, pp. 26-27). En el informe de respuesta de SENACE (2024) se indicó que la planta de COMIMTEL S.A.C realiza la operación con la siguiente maquinaria: prensa compactadora, trituradora, máquina peladora de cable, sierra circular, tornillo de banco, amoladora, taladros, cizalla, entre otros.
- Almacenamiento: se almacenan residuos no aprovechables, residuos que serán comercializados, residuos que serán dispuestos, NFU y baterías, para luego ser trasladados a su destino final (SENACE, 2024).
- Despacho y comercialización: Dextre Minaya (2020) indica que los componentes peligrosos y no peligrosos no aprovechables son enviados a una infraestructura de disposición final, mientras que, aquellos componentes que son aprovechables, se comercializan en el mercado interno o externo. Los componentes aprovechables no peligrosos para la comercialización interna son la “chatarra de aluminio, acero, cobre, cartón, entre otros” (p. 27) y representan el 75% de lo generado; asimismo, los componentes aprovechables peligrosos se encuentran las baterías en desuso recuperadas de equipos de telecomunicación y representa el 23% de lo generado. Por otro lado, la comercialización externa se enfoca a componentes que, si bien son aprovechables, no existe la tecnología adecuada para su valorización en el mercado nacional. Entre los componentes más frecuentes se encuentran las “tarjetas electrónicas, cables, disco duro y memorias” (p. 27), los cuales son almacenados hasta lograr un volumen adecuado para su exportación donde serán sometidos a “un proceso de refinación y recuperación de metales valiosos y escasos” (p. 27).

El entrevistado E3 dio más detalle sobre la comercialización en el mercado interno de una empresa operadora de RAEE. La chatarra ferrosa es vendida a una empresa siderúrgica; y la chatarra de aluminio y el acero se venden a una empresa fundidora y al sector construcción; en ambos casos, las empresas que compran estos residuos

no tienen ningún requisito para la compra. Por otro lado, el cobre es vendido a empresas fundidoras quienes sí exigen un certificado acerca de dónde proviene el cobre.

5.3 Factores de formalización

En esta sección se mencionarán los estudios realizados por otros autores y se analizarán los factores que ellos identificaron y que afectan la formalización de agentes o actores informales a nivel general y de manera específica en la gestión de RAEE.

El primer autor analizado fue Kuramoto Huamán (2011), autor del libro sobre la articulación empresarial y formalización. Él menciona que el Comité de Donantes para el Desarrollo Internacional (DCED) desarrolló un marco conceptual para explicar los factores que afectan a los agentes para tomar la decisión de formalizarse o no. En el análisis se incluyeron 4 tipos de agentes informales: empresas de subsistencia, empresas no oficiales (no registradas o parcialmente registradas) y empresas formales con algunas actividades informales. De manera específica, se describirán a los 2 últimos tipos de agente (empresas no oficiales parcialmente registradas y empresas formales con algunas actividades informales), ya que se asemejan al sujeto de la presente investigación. Estos agentes se caracterizan porque “parte de sus ventas no son declaradas y parte de sus trabajadores no están planilla; el propietario no es pobre; incluso puede tener un alto nivel educativo; el mercado tiene altas barreras de entrada y la inversión y capital de trabajo al inicio son altas” (Kuramoto Huamán, 2011, p. 20). De igual forma estos aspectos caracterizan a los centros de acopio.

La explicación de la informalidad desarrollado por el autor mencionado se basa en 2 enfoques abordados por diferentes autores. El primer enfoque es el análisis costo-beneficio: los agentes hacen un análisis de los costos asociados a la formalización y los beneficios de la misma. Asimismo, Galal (2005) explica que luego de realizar dicho análisis, los agentes pueden permanecer en la informalidad por 3 razones: “altos costos de entrada y operación; expectativa de bajas utilidades si se formalizan; los agentes informales han desarrollado mecanismos para proteger sus derechos de propiedad, hacer contratos informales y evitar

el pago de penalidades” (citado en Kuramoto Huamán, 2011, p. 21). El segundo enfoque, el cual es el empoderamiento, explica que algunos agentes han sido excluidos de beneficios públicos como protección de la propiedad o derechos laborales y estos los han imposibilitado de crecer y, por ende, formalizarse. Ambos enfoques, Zinnes (2009, citado en Kuramoto Huamán, 2011) señala que para construir reformas que fomenten la formalización, se deben considerar los enfoques de costo-beneficio y del empoderamiento. Kuramoto Huamán (2011) describe algunas reformas que han sido promovidas para fomentar la formalización de los diferentes agentes. Particularmente, para las empresas parcialmente registradas o formales que realizan algunas actividades informales, las reformas han consistido en “mejorar el acceso al financiamiento bancario, mejorar la eficiencia y confiabilidad en la autoridad judicial, simplificación en los procesos de formalización, reducción de impuestos y mejora de las capacidades técnicas” (p. 22).

Los siguientes autores analizados son el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al. (2023). Estos autores realizaron un estudio sobre la informalidad en la gestión de RAEE dentro de la ciudad de Bogotá. El trabajo de campo realizado como parte del estudio obtuvo los siguientes resultados: las actividades de actores informales se basan en conocimientos empíricos transmitidos de generación en generación; existe un potencial para el aprovechamiento de plásticos extraídos de RAEE en la industria de plásticos; la competencia por la recolección de RAEE se ha incrementado, debido a que cada vez surgen más actores que ofrecen pagos mayores por los RAEE; existe un desinterés por la formalización en la gestión de RAEE debido a que consideran que no agrega valor a sus operaciones; consideran que la formalización implica trámites tediosos y una alta inversión; y persiste un desconocimiento técnico y normativo sobre la peligrosidad de estos residuos y la necesidad de contar con los permisos necesarios para su gestión, respectivamente. Asimismo, se identificaron oportunidades y barreras del trabajo de campo realizado (ver Tabla 12).

Tabla 12. Oportunidades y barreras de la formalización en Bogotá

OPORTUNIDADES	BARRERAS
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor acceso al generador local. • Elevada oferta de mano de obra para la recolección de RAEE. • Mayor capacidad para acopiar RAEE recolectado. • Conocimiento sobre el comportamiento del generador local de RAEE. • Conocimiento sobre el flujo de RAEE que no llega a los locales. • Acceso a generador domiciliario. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menores costos logísticos por la informalidad. • Normativa rígida que no promueve la formalización progresiva. • Resistencia a cumplir las normas. • Requerimiento de un pago por el RAEE entregado. • Falta de conocimiento de las normas. • Inexistencia de pautas para la formalización de actores informales. • No existen relaciones de confianza con entidades gubernamentales. • Riesgos burocráticos y de soborno para transitar a la formalidad. • Mercado de segundo uso como competencia de actores informales. • Las ganancias no se distribuirían equitativamente.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al. (2023); (Casas-Merchán & Toro-Calderón (2020)

5.4 Análisis de oportunidades y barreras para la formalización

En las secciones 5.1.1 y 5.1.2 se describieron la gestión formal de RAEE en el país y la gestión informal de RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas con el fin de identificar las oportunidades y barreras que tienen los centros de acopio para formalizarse.

En esta sección se detallarán dichos hallazgos.

5.4.1 Oportunidades de formalización

a. Conocimiento empírico sobre el manejo operativo y mercado de metales

La observación (O1) hecha en campo evidenció que los titulares y trabajadores tienen un conocimiento en el desmantelamiento de RAEE, identificación de componentes valiosos como metales y el precio de compra de los mismos. Para tener más detalle de lo observado, se profundizó la observación con 2 entrevistas semiestructuradas. Los entrevistados E5 y E6 indicaron que todo lo que han aprendido sobre el manejo de residuos ha sido en base a la práctica. Particularmente, el entrevistado E5 expresó: “abrí el televisor para ver qué tenía y encontré cobre, plástico, todo podía venderlo” y, por otro lado, el entrevistado E5 mencionó que descubrió los componentes valiosos por

conocimiento técnico previo: “pensé que si usa corriente es porque tiene cobre dentro, entonces lo abrí y vi que tenía otros metales como bronce y aluminio que podía vender”. No obstante, el conocimiento que tienen es en las categorías 1, 2 y 4 según la observación (O1), los grupos focales y las entrevistas con E5 y E6. La categoría 3, al ser bienes con componentes tecnológicos complejos, únicamente los revenden a técnicos en reparación para segundo uso.

Adicionalmente, se les consultó acerca de cómo se enteran sobre los precios de compras de metales en el mercado y qué criterio emplean para definir el precio que pagarán al generador y/o reciclador. El entrevistado E5 respondió que diariamente revisa una página en internet (no indicó cuál) y lo contrasta con lo indicado por otros miembros recicladores a nivel nacional con quienes ha formado un grupo de WhatsApp. Asimismo, el entrevistado E6 respondió que él se informa valida el precio diario de los metales a través de lo indicado por un intermediario que le compra los metales y a su vez es proveedor de una fundidora. Luego él lo informa a sus compañeros más cercanos de la asociación. Finalmente, ambos coincidieron en que el precio que pagan por el RAEE entero se basa en el precio base del hierro y el peso del mismo.

b. Rentabilidad del mercado de RAEE

Esta oportunidad que favorece la formalización es la rentabilidad que pueden obtener de la venta de metales extraídos de los RAEE. Al respecto, el grupo focal GF1 indicó que el mercado es económicamente atractivo por el margen de ganancia que pueden obtener principalmente por metales como el cobre, hierro y aluminio, los cuales han aprendido a identificar de manera empírica. Ellos indican que los RAEE se compran por kilo al precio de compra del hierro el cual es el metal de más bajo costo y luego del desmantelamiento, se pueden obtener otros metales de mayor valor con precios unitarios de hasta 10 veces el valor pagado. El segundo grupo focal GF2 coincidió en que los precios de los metales son más rentables que los precios de residuos no peligrosos como papeles, cartones, vidrios, plásticos, etc., convirtiéndolo en un mercado muy atractivo.

c. Clientes fidelizados y recurrentes

Esta oportunidad se basa en el conocimiento que tiene el generador domiciliario de RAEE de la existencia de los centros de acopio. Según la observación en campo (O1) y lo indicado en la sección 5.1.1, se evidenció que los generadores domiciliarios acuden directamente a los centros de acopio para vender sus RAEE. Esta interacción se debe a que en el distrito de Comas existe un alto grado de venta, reúso y tratamiento informal de RAEE, según lo indicado por el entrevistado E8. Es decir, el vecino del distrito de Comas es consciente que los residuos tienen un valor y que existen lugares, como los centros de acopio, donde pueden venderlos. Al respecto, el entrevistado E1 resaltó que “los centros de acopio cubren un mercado que la normativa y el sector privado no atienden como los generadores domiciliarios de RAEE”, esto debido a que tienen mayor cobertura, acceso y comunicación con un público cuya actividad de recolección no está contemplada en la norma. Por su parte, la entrevistada E2 coincidió en que una de las principales ventajas de la formalización de estos actores es la relación comercial que existe con el generador domiciliario, al respecto mencionó que “los chatarreros ya tienen sus clientes comunes que son los domiciliarios”. Finalmente, los entrevistados E5 y E6 indicaron que sus principales clientes son los generadores domiciliarios, más del 80% de RAEE completo que llega a su local proviene de ellos. Siendo la razón principal, según lo indicado por el entrevistado E6: “ellos lo traen entero porque no saben lo que tiene dentro. Siempre vienen los mismos, se pasan la voz”.

De lo antes expuesto, la oportunidad consiste en mantener una lista de clientes (generadores domiciliarios de RAEE) ya fidelizados que podrían seguir vendiéndoles sus RAEE.

d. Marketing “boca a boca”

Uno de los hallazgos del trabajo de campo fue la relación que tienen los titulares con los generadores domiciliarios. El entrevistado E8 dijo “los centros de acopio aprovechan la relación cercana con los generadores domiciliarios y la red de comunicación que se genera entre ellos”, asimismo, el mismo entrevistado desarrolló un estudio sobre la

informalidad en el reciclaje en Lima Norte e identificó que existe un marketing “boca a boca” que se genera en el distrito. Esta característica, sumada a los clientes ya fidelizados con los que cuentan, se constituye como una oportunidad para formalizarse como operador de RAEE, pues existe un potencial al crecimiento del RAEE recolectado y, por ende, impactaría en sus ventas.

e. Crecimiento de la generación de RAEE

El entrevistado E8 indicó que el mercado de RAEE es económicamente atractivo y está en constante crecimiento, por eso afirmó que “pese a la recesión de los 2 últimos años, pese a ello el consumo de electrodomésticos no ha caído de manera significativa, como sí ha pasado en otros países, entonces sí es sostenible, sí existe potencial de hacer sostenible a las personas que ingresen al mundo formal”. Al respecto, Ramos Medina (2024) indica que el consumo de productos electrónicos se ha incrementado a un aproximado de S/ 900 mensuales en comparación con el periodo previo a la pandemia, no obstante, ha disminuido con respecto al 2021. Estas cifras confirman lo indicado por el entrevistado E8. Ramos Medina (2024) añade que las categorías más demandadas son las categorías 1, 2, 3 y 4. En base a lo mencionado, la oportunidad identificada consiste en el potencial que tiene el mercado de RAEE a seguir creciendo y por ende ser un mercado rentable.

f. Oferta de mano de obra no calificada

- a. El entrevistado E3 mencionó que el manejo operativo de RAEE no requiere especialización para las personas que se dedican a ello, específicamente dijo que “solo tienes que capacitarlo, que tenga criterio propio y ganas de aprender. Buena capacidad física porque hay equipos pesados, tienen que cargar”. En este sentido, el requerimiento de mano de obra no calificada es un aspecto importante para la formalización. Por ello, al revisar el “Diagnóstico de brechas del distrito de Comas 2021-2023” (Municipalidad de Comas, 2023), se encontró que la población del distrito de Comas se caracteriza predominantemente por no tener estudios superiores (65%), lo que hace que la oferta de mano de obra no calificada sea alta.

g. Empleos generados por la economía circular

La economía circular explica la existencia de empleos relacionados a los centros de acopio: reciclaje, reparación y reuso. Como ya se explicó, el reuso se evidencia en la compra y venta de RAEE para segundo uso de los centros de acopio; la reparación se evidencia con la compra de RAEE por parte de los técnicos que se dedican a la reparación de AEE; y el reciclaje de RAEE a través de su desmantelamiento y segregación para su posterior venta. Las personas dedicadas a este rubro han ido aumentando a medida que los residuos se han incrementado y diversificado; y esta tendencia es creciente, pues tal como lo mencionan Forti et al. (2020), al 2030 se espera un crecimiento del 40% en la generación mundial de RAEE respecto a lo que se generó en el 2019. Más aún, como se describió en el marco conceptual, las nuevas tecnologías como la IA regenerativa justifican dicho incremento.

De lo expuesto, el crecimiento de empleos en economía circular genera una oportunidad para la formalización, pues implicará mayores fuentes de recolección de RAEE que impactarán en las ventas y harán rentable el negocio.

h. Oferta reducida de operadores de RAEE

La existencia de solo 8 operadores de RAEE en el Perú, todos ellos ubicados en distritos periféricos de Lima (MINAM, 2024) conlleva una oportunidad para la formalización como operador de RAEE, debido a que el mercado de RAEE tiene una gran demanda no atendida de maneja formal, evidencia de ello es que en conjunto logran valorizar apenas el 7.17% de lo generado en 1 año (Andina, 2024). Al respecto, el entrevistado E11 mencionó que algunos de los operadores de RAEE han sido previamente “chatarreros”, pero tuvieron una visión a largo plazo sobre la rentabilidad del negocio a largo plazo.

i. Obligatoriedad de cumplimiento de altas metas de recolección de RAEE

Los tipos de RAEE que se reciben principalmente en los centros de acopio son los de categoría 1, 4, 2 y menor cantidad la categoría 3, según la observación en campo y entrevistas semiestructuradas realizadas a los entrevistados E5 y E6. Incluso al revisar la gestión formal de RAEE actual, vemos metas diferenciadas y de mayor porcentaje

para este tipo de RAEE, debido a la incidencia en la generación. En este sentido, vemos que una oportunidad para la formalización de los centros de acopio es que las metas para estas categorías son más elevadas (siendo lo que más reciben), lo cual genera mayor presión sobre los productores para obtener los RAEE necesarios y poder cumplir con las metas de recolección, lo cual a su vez genera que los productores requieran diferentes fuentes de recolección de RAEE, entre ellos lo centro de acopio.

5.4.2 Barreras de formalización

a. Inexistencia de un marco normativo para la formalización

La revisión de la normativa evidenció que la gestión formal no considera a los centros de acopio como actores formales para la gestión de RAEE, ni incluye lineamientos para su formalización. Además, tal como lo mencionó la entrevistada E4, “nosotros no brindamos asesoría para que se formalicen como operadores de RAEE”, se entiende porque, según el Artículo 8 del Régimen, el asesoramiento en la formalización no forma parte de sus funciones como autoridad local. Por otro lado, al parecer, tampoco existe voluntad política para incluirlos en la próxima actualización del Régimen. Al respecto, el entrevistado E8 -quien participa de la mesa de trabajo que evalúa la actualización del Régimen- indicó que “los tomadores de decisiones suelen ser elitistas y no discuten en mesa la formalización de actores informales, es como si no existieran, no conocen el funcionamiento del mercado informal, porque no realizan una investigación a profundidad los mayores flujos de RAEE”.

b. Inexistencia de un modelo de éxito documentado de formalización

Esta barrera se basa en lo mencionado por el entrevistado E8, quien indicó que “en el país necesitamos un modelo que pueda enseñar que sí es posible hacer el cambio”. La falta de casos de éxito documentados genera un panorama incierto para la sostenibilidad de la formalización a largo plazo, desincentivando a los titulares de centros de acopio en optar por la formalización. Asimismo, al revisar la normativa nacional sobre procesos de formalización en el rubro del reciclaje, se identificó únicamente la Ley N° 29419 “Ley que regula la actividad de los recicladores” y su Reglamento, los cuales tienen como objetivo

regular y promover la formalización de los trabajadores dedicados al reciclaje únicamente de residuos sólidos no peligrosos. En este sentido, estas normas no son aplicables para la formalización como operadores de RAEE. Las investigaciones consultadas que se han desarrollado en el país abarcan principalmente la formalización de actores informales en el marco de la ley citada. Únicamente, han habido iniciativas para el trabajo colaborativo entre organizaciones de recicladores y sistemas de manejo de RAEE, esto fue explicado por Cáceres & Briceño (2023) con el respaldo del Sustainable Recycling Industries (SRI). En su informe publicado sobre las propuestas para reducir la informalidad de RAEE en el Perú mencionaron el convenio actual entre “el sistema de manejo Almi International, la municipalidad de los Olivos y algunos recicladores de 3 asociaciones formales del distrito” (p. 24). El objetivo de esta alianza es que los recicladores entreguen sus RAEE a los sistemas de manejo y a cambio reciben “un pago por el servicio de acopio y entrega de RAEE acopiados, completos y cerrados” (p.22), de esta manera evitan que los RAEE sean manejados de manera inadecuada.

c. Desconocimiento de la normativa, proceso de formalización y el manejo administrativo

Las normas mencionadas en la presente investigación son públicas y de fácil acceso, sin embargo, durante la realización de los grupos focales, GF1 y GF2 se encontró que los titulares desconocen la normativa de gestión de RAEE y el funcionamiento de este mercado. Al respecto, una titular del GF2 indicó: “El problema es que no sabemos cómo extraerlos ni dónde venderlos; nos gustaría que haya una empresa que nos capacite a aprender a comprar e identificar qué componentes valiosos podemos encontrar por cada RAEE y a dónde podemos venderlo”, otros titulares del mismo grupo focal incluso mencionaron que desconocían que su manejo era ilegal en sus instalaciones. Asimismo, no existe voluntad e interés para formalizarse. Esta afirmación se sustenta en la información obtenida de los grupos focales, a quienes se les consultó si consideraban rentable formalizarse como operadores de RAEE. Al respecto, ambos GF coincidieron

en que por ahora no lo veían como una posibilidad, pues no tenían conocimiento de la normativa. Adicionalmente, una titular del grupo focal GF1 indicó: “más adelante, teniendo más conocimiento sobre el tema, qué requiero para operar con RAEE”; otra titular del mismo GF comentó: “más adelante, teniendo más conocimiento sobre el tema y qué necesito para operar con RAEE”. En conclusión, el desconocimiento de la gestión formal de RAEE y la falta de interés genera una barrera para su formalización.

d. Ausencia de fiscalización del manejo informal de RAEE

En el distrito existe una alta tasa de informalidad en el reciclaje (Huiman Cruz, 2018). Esta realidad se agrava por la baja efectividad en el control del manejo informal de RAEE por parte de alguna autoridad gubernamental. Tal como se ha descrito en las secciones anteriores, los centros de acopio estudiados son actores formales ante la Municipalidad, pero dentro de sus instalaciones manejan RAEE de manera informal. Así, por un lado, la formalidad con la que cuentan les otorga el derecho de operar sin mayores complicaciones. Por otro lado, no existe una autoridad del gobierno central, provincial o distrital que supervise el correcto manejo de los residuos y los sancione cuando manejan residuos peligrosos como los RAEE.

Según el entrevistado E8, la falta de fiscalización por el gobierno central se debe a que los establecimientos no están en el radar de OEFA, dado que no son considerados actores formales. Lo indicado por el entrevistado se contrastó con la Resolución de Consejo Directivo N° 13-2021-OEFA-CD (2021). De la revisión, se encontró que los Artículos 3, 4, 5 y 6 indican que las infracciones y sanciones son aplicables únicamente a los actores formales reconocidos en el Régimen que no cumplen con las obligaciones previamente establecidas; estos actores son los generadores, productores, operadores de RAEE, comercializadores y distribuidores. Los centros de acopio formales que manejan RAEE no están contemplados dentro de la norma.

Se consultó esta falta de fiscalización con la entrevistada E4. Ella mencionó que “nosotros solo visitamos el área, pero no con un sentido de fiscalización porque no queremos alejarlos de la formalidad que ha sido difícil construir”. Para complementar lo

expuesto, en el Expediente N°2024-01-0000033171, que fue presentado por la tesista a través de Mesa de Partes de la Municipalidad Distrital de Comas, la Municipalidad listó los tipos de residuos que son reportados por los centros de acopio a la Municipalidad, siendo uno de ellos los metales. Sin embargo, la MDC no exige información sobre su origen y el titular tampoco brinda esa información, es decir, no se diferencia si el metal fue recibido como tal o si este fue extraído de un RAEE.

Como se ha detallado, existe una débil acción fiscalizadora para este tipo de actores basada en vacíos normativos, que se fortalece por su carácter dual entre lo formal e informal. Ello genera que los titulares de centros de acopio no “consideren necesario” formalizarse, pues desde su posición pueden manejar RAEE sin ningún tipo de sanción.

e. Requerimiento de pago por el RAEE

Esta barrera se genera a partir de la prohibición de pagar o exigir un cobro por el RAEE recolectado. En la sección 5.1.1 se describió la logística de entrada de los RAEE a los centros de acopio, en la misma se indicó que los titulares realizan un pago a todos los actores que llevan los RAEE a los centros de acopio, es decir, tienen una forma estandarizada de trabajo. Aquí es importante resaltar, en primer lugar, que la gestión formal de RAEE ha dejado una brecha de atención al generador doméstico de RAEE, tal como se ha descrito en la sección 5.1.2., debido a que este actor espera recibir una compensación económica por su RAEE entregado y, dado que el operador formal está impedido por norma, el generador doméstico decide optar por un actor informal quien sí ofrece un pago por el RAEE entregado. En segundo lugar, los titulares tienen una forma de trabajo predeterminada a la cual ya se han acostumbrado, pues es un negocio por lo general generacional y familiar. Por ello, cuando se planteó a los grupos focales GF1 y GF2 la forma de adquisición de RAEE de un operador, los titulares expresaron enfáticamente que no estarían dispuestos a cambiar su forma de trabajo, en ese sentido, tampoco estarían dispuestos a desatender a los actores que acuden a sus instalaciones esperando un pago por el RAEE entregado. En este sentido, esta prohibición de pago marcada por la norma desalentaría su formalización.

f. Informalidad y falta de fiscalización en los compradores de metales

Esta barrera se genera porque dentro de la cadena de valor formal de RAEE, existen empresas formales que compran indirectamente metales extraídos de manera informal de los RAEE⁸. Por ejemplo, la empresa compradora que adquiere metales de un operador de RAEE adquiere también metales de un actor informal a través de un intermediario. Esta realidad se puede explicar en base al estudio sobre la informalidad en la gestión de RAEE desarrollado por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible et al. (2023): los gestores de RAEE que fueron entrevistados, consideran que no existen mecanismos para conocer el origen de las materias primas secundarias, lo cual hace posible que los componentes gestionados de manera informal ingresen a la industria. En el caso de estudio de la presente investigación, los entrevistados E3, E5 y E10 aseguran que las empresas que les compran los residuos valiosos obtenidos no exigen ningún tipo de certificado de origen o procedencia del residuo que garantice que su tratamiento haya sido realizado de acuerdo a la normativa vigente. Por ejemplo, el entrevistado E5, quien se encarga de proveer de metales valorizados indicó “nosotros vendemos sus metales ferrosos a un carro que viene y luego él lo lleva a una fundición, pero no me piden ningún documento”. Asimismo, el entrevistado E3 confirmó que las empresas que compran estos residuos, no exigen ningún tipo de certificado de origen y la entrevistada E10 añadió que las empresas que les compran chatarra y otros metales solo les exigen el certificado de comercialización, mas no un certificado de origen. Debido a lo expresado por los entrevistados y el caso colombiano, se revisó el Artículo 75 del Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos para analizar si existía alguna exigencia de verificación de origen de los residuos; sin embargo, solo se encontró como requisito que la comercialización de residuos sólidos debe ser realizada por generadores, recicladores formales o EO-RS.

Ahora bien, dado que las empresas que compran metales extraídos de RAEE establecen relaciones comerciales tanto con actores informales como formales, la formalización es

⁸ No se tiene información si es por desconocimiento o con conocimiento de caso.

poco atractiva para los centros de acopio, ya que desde la informalidad pueden seguir vendiendo los metales extraídos. Y la informalidad es más atractiva porque, según los entrevistados E1, E2 y E9, los centros de acopio que manejan informalmente los RAEE incurren en menos costos a diferencia del actor formal.

g. Resistencia al cambio de trabajo actual

Los grupos focales GF1 y GF2 y la observación de campo (O1) indicaron que su forma de trabajo implica una recolección pasiva, es decir, los diferentes actores acuden a los centros de acopio para vender sus RAEE. A diferencia de lo que ocurre con los sistemas de manejo, pues según el entrevistado E9 los sistemas de manejo se encargan de captar RAEE, por ejemplo, coordinando puntos de acopio de RAEE, en algunos casos la municipalidad distrital. Es decir, su labor es más activa. En base a lo mencionado, los titulares participantes de los grupos focales dijeron que no estarían dispuestos a cambiar su forma de trabajo, ya que dicha forma de trabajo es “como les enseñaron a trabajar y están acostumbrados así” (GF1). Esta resistencia al cambio en la forma de trabajo, genera la séptima barrera para la formalización, pues los titulares no se sentirían dispuestos a cambiar su forma de trabajo, lo cual eventualmente podría generar que la empresa tenga ventas bajas y no sea sostenible en el tiempo.

h. Volumen de residuos no peligrosos predominante

Esta barrera se basa en que el manejo de los RAEE no es el principal rubro de venta de los centros de acopio. En la cadena de valor de los RAEE manejados en los centros de acopio se evidenció que los residuos que más se reciben en los centros de acopio formales son papel, cartón, vidrio y plástico, representando el 71% del total, mientras que los metales representan solo el 29%. De este porcentaje no todo se extrae de los RAEE, pues según la observación (O1) realizada en un centro de acopio, no todos los metales provienen de los RAEE, sino también pueden ser entregados directamente como materia prima o extraídos de carros, bicicletas, latas, etc. Así que, para profundizar en esta realidad, se conversó con los entrevistados E5 y E6. Al respecto, los entrevistados E5 y E6 coincidieron en que el 50% del cobre y el 25% de fierro provienen

de los RAEE.

En este sentido, los titulares de centros de acopio podrían no optar por la formalización como operadores de RAEE al no ser el principal rubro al que se dedican.

i. Alta inversión y costos de operación

Los entrevistados E1, E2 y E8 indicaron que la inversión para constituirse como operador de RAEE es muy alta. Sin embargo, no todos los entrevistados respondieron a esa pregunta, al respecto, el entrevistado E11 mencionó que “los chatarreros necesitan comprar la idea de que el negocio es rentable, siempre que encuentres quién financie los costos, esos son los productores que por obligación tienen que cumplir sus metas y pagar por ellas”. Por ello, para tener mayor información, se revisaron 2 informes de solicitud de clasificación de una Planta de Valorización de RAEE de acceso público. El primer informe N° 00391-2021-SENACE-PE/DEIN (SENACE, 2021) fue presentado por la empresa Urban Service SAC y el segundo informe N° 0058-2024-SENACE-PE/DEIN (SENACE, 2024) fue presentado por la empresa Comimtel S.A.C. Sus requerimientos de inversión se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Inversión para constituirse como operador de RAEE

EMPRESA	INVERSIÓN	ÁREA DE LA PLANTA	VIDA ÚTIL
COMIMTEL SAC	S/. 631,000.00	1994.78 m ²	25 años
URBAN SERVICE SAC	S/. 7'933,490.59	1029.83 m ²	20 años

Fuente: SENACE (2021), (2024)

**Estos montos no consideran los gastos de elaboración del IGA.*

Se desconoce cómo se realizó el cálculo de las inversiones para cada empresa, pero en base a la información de la Tabla, se visualiza que la inversión es elevada. Ahora bien, en el campo de oportunidades se explicó que los titulares no tienen una economía de subsistencia, por ello tenían una gran oportunidad para constituirse como operadores de RAEE. Sin embargo, luego de analizar el monto de inversión requerido y plantearlo durante el desarrollo de los grupos focales GF1 y GF2, se evidenció que los titulares no contarían con la cantidad requerida para la inversión inicial. Por ejemplo, el entrevistado E5 mencionó “mi crédito actual en el banco es bajo, no tengo para cubrir una inversión

así”.

j. Imposibilidad de constituir una empresa mancomunada

Los entrevistados E5 y E6 fueron consultados acerca de la relación que mantienen con los demás miembros de la asociación. Si bien ambos respondieron que la relación era buena, cada uno manifestó su postura acerca de la posibilidad de agruparse para constituirse como una empresa. El entrevistado E5 mencionó “alguna vez en una Asamblea, les pregunté si podíamos crear una empresa en conjunto, pero todos dijeron que preferían mantener sus negocios solos”. Del mismo modo, el entrevistado E6 indicó que tuvo la iniciativa de formar una empresa con 2 titulares más, pero finalmente desistieron porque consideraron que tendrían conflictos de poder. Por tanto, se convierte en una barrera para la formalización, pues no existe la intención de crear una empresa en conjunto.

k. Falta de apoyo de la MDC

El Artículo 8 del Régimen indica que las municipalidades distritales tienen la obligación de ayudar -junto con los sistemas de manejo- en la instalación de puntos de acopio de RAEE. Sin embargo, según lo indicado por los GF1 y GF2, la Municipalidad no ha tenido ninguna iniciativa en los que hayan sido convocados promoviendo la recolección de RAEE. Para profundizar lo indicado por los grupos focales, se conversó con la entrevistada E4, quien mencionó que estuvieron en conversaciones con un sistema de manejo colectivo para colaborar con la instalación de puntos de acopio de RAEE itinerantes, no obstante, no llegaron a un acuerdo y no han tenido intención de tomarlo. Por su lado, el entrevistado E3, quien trabaja conjuntamente con los sistemas de manejo, manifestó que no llegaron a un acuerdo porque la Municipalidad exigía capacitaciones que el operador de RAEE no podía cumplir. Adicionalmente, los entrevistados E5 y E6 fueron consultados sobre este aspecto e indicaron que -en efecto- la Municipalidad no ha convocado campañas de recolección o acopio de RAEE en las que ellos pudiesen participar.

En este sentido, el desinterés por contribuir con la instalación de puntos de acopio de

RAEE por parte de la Municipalidad se convierten en una barrera para la formalización, ya que los titulares no tendrían el apoyo para incrementar la recolección de RAEE que les permita generar mayores ingresos en el arranque de negocio.

Discusiones y reflexiones finales

- Los conceptos de nuevas tecnologías, obsolescencia programada y el mercado de reparación y segundo uso de AEE abordados en el marco conceptual explican el incremento en la generación de RAEE. Durante las entrevistas de campo hechas a los titulares de centros de acopio, se evidenció que la creación de nuevas tecnologías y su ingreso al mercado han desplazado a los AEE que funcionan con tecnologías antiguas y que no armonizan con los demás AEE del hogar rápidamente ha convertido estos equipos en RAEE. Asimismo, la obsolescencia programada con la cual se fabrican muchos AEE en la actualidad ha incrementado la generación de RAEE, pues los equipos reducen su vida útil. A esta realidad se le añade la falta de una cultura de reparación y segundo uso de AEE en los generadores domiciliarios de RAEE del distrito, lo cual produce que aquellos quieran deshacerse pronto de sus AEE y no están dispuestos a hacer el esfuerzo de trasladar el RAEE hacia un técnico que los repare para luego venderlos, solo desean la retribución económica inmediata para adquirir un AEE más actual.
- Habiendo descrito cómo es el manejo de RAEE en un centro de acopio, la existencia de estos actores se puede explicar desde el concepto de la economía circular. Desde la dimensión ambiental y económica, el trabajo que realizan estos actores está basado en el reciclaje, reparación y reúso. El reúso se evidencia en la compra y venta de RAEE para segundo uso de los centros de acopio. Asimismo, si bien en el centro de acopio no se realizan actividades de reparación, los técnicos en reparación de AEE acuden a los centros de acopio para comprar componentes que les sirven como material para la reparación, por ejemplo, celulares averiados. Por otro lado, se evidencia también el reciclaje de RAEE a través de su desmantelamiento y segregación, luego de ello se obtienen metales valiosos que son vendidos a empresas fundidoras, siderúrgicas, plásticos y para la exportación. Desde la dimensión socioeconómica, si bien estas

actividades contribuyen de manera positiva a la conservación del ambiente y a la economía de las partes involucradas, al mismo tiempo, tal como indica Circle Economy et al. (2023), los empleos aún no se desarrollan como trabajos decentes, pues el trabajo que se desarrolla en los centros de acopio no implica condiciones laborales seguras para las personas y -contradictoriamente- para el ambiente⁹. De lo expuesto, la economía circular tiene el potencial de generar empleos en diversas ramas, pero para lograr dinamizar este mercado, según indica el entrevistado E8, se requerirá mayor voluntad política en la implementación de normas, principalmente en una ley de responsabilidad extendida del productor que establezca las obligaciones para los productores y ello conlleve una de empleos formales en el rubro, tal como sucede en Chile y su Ley que establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (Ley-20920, 2016).

- La existencia y funcionamiento de los centros de acopio se pueden explicar desde el concepto de informalidad, entendida no necesariamente como ausencia de formalización legal, sino como la realización de actividades fuera del marco normativo específico que las regula. En este sentido, aunque los centros de acopio analizados están formalmente constituidos —es decir, cuentan con RUC, licencia de funcionamiento y operan desde locales arrendados—, desarrollan de manera informal la actividad de manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), ya que no están registrados como operadores autorizados para dicha gestión ni cumplen con todos los requisitos establecidos por la normativa ambiental vigente.

El tipo de informalidad que caracteriza a estos centros es la informalidad con capacidad de acumulación, ya que no representan poblaciones vulnerables que carecen de protección laboral o perciben salarios mínimos vitales. Por el contrario, se trata de entidades legales con capacidad adquisitiva que eluden ciertos aspectos normativos —por desconocimiento o de manera deliberada—, a pesar de estar en condiciones de operar dentro del marco regulador.

⁹ Los efectos negativos se describieron en el capítulo III.

Según el entrevistado E6, los centros de acopio formales del distrito de Comas son establecimientos que operan en locales arrendados con áreas aproximadas de 200 a 500 m² y pagan alquileres promedio de S/ 6 por m². Además, disponen de un capital de trabajo que cubre gastos de arrendamiento, pago a los actores que entregan sus residuos, remuneraciones a sus trabajadores, entre otros costos operativos. Sus ingresos mensuales superan ampliamente el salario mínimo vital del país.

Con base en lo mencionado, se presume que este tipo de informalidad deja abierta la posibilidad de una transición hacia la plena formalización en la gestión de RAEE. Estos actores no enfrentan la presión de asegurar el ingreso mínimo diario para subsistir, lo que podría facilitar que vean en la formalización una oportunidad para acceder a un mercado económicamente atractivo y en crecimiento, con potencial de mayores ingresos a futuro. Esta característica puede ser un punto de partida para evaluar la viabilidad de que se constituyan como operadores de RAEE. En la sección 5.1.3 se identificarán aquellas oportunidades y barreras para dicha formalización.

- Durante el trabajo de campo, se identificó que en el distrito de Comas existen organizaciones de recicladores formalizados de acuerdo con el Decreto de Alcaldía N°001-2024-AL/MDC (2024). El caso de estudio se enfocó en la organización de recicladores formales ACOSUR, cada uno de ellos cuenta con áreas de acondicionamiento o centros de acopio y actualmente trabajan como una asociación constituida en Registros Públicos. Asimismo, durante la observación de un centro de acopio, se evidenció que dentro de estas instalaciones se reciben, desmantela, segrega y comercializa RAEE. Sin embargo, de acuerdo con el Decreto de Alcaldía N°001-2024-AL/MDC (2024) en estas instalaciones únicamente se pueden manejar residuos no peligrosos como papeles, plásticos, cartones, vidrios y metales. Por ello, el manejo de RAEE dentro de estas instalaciones es considerado informal.
- La criticidad ambiental y de salud del manejo informal de RAEE observada en los centros de acopio, además de los niveles de incremento en su generación, motivaron el estudio de caso en el distrito de Comas. De la investigación realizada se encontró que el mercado informal de RAEE tiene una presencia predominante en el distrito de

Comas. Se presume que el ciudadano comeño tiene por conocimiento que sus residuos tienen un valor económico. Ello lo evidencian las altas tasas de reciclaje que existe en Lima Norte, con un 19% entre la cadena formal o informal (Huiman Cruz, 2018), frente al promedio nacional reciclaje que es de aproximadamente 2% (MINAM, 2018). Sin embargo, no todos los residuos pueden ser manejados de la misma manera, pues los RAEE tienen un manejo diferente. Pese a ello, el mercado informal de manejo de RAEE sigue ampliando su cobertura y dinamizándose.

- Se realizó una revisión de la normativa para el manejo formal de RAEE y se obtuvo que el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE (DS 009-2019-MINAM, 2019) tiene como fin asegurar una gestión adecuada para los RAEE priorizando la valorización frente a su disposición final. En el Régimen se han establecido 4 actores institucionales formales como generadores, comercializadores y distribuidores, productores y operadores de RAEE. De estos, el productor es el actor con mayor responsabilidad, por lo cual se rige bajo el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) debiendo asumir la responsabilidad de una adecuada gestión del RAEE. Asimismo, los generadores, comercializadores y distribuidores y productores comparten una obligación en común: entregar sus RAEE directa o indirectamente a operadores de RAEE, siendo éstos los únicos actores autorizados de realizar el desmantelamiento y/o desensamblaje y la comercialización. El incumplimiento de dichas obligaciones es susceptible a multas.

Cualquier otro actor que no esté establecido en la norma es considerado un actor informal en la gestión de RAEE.

- Los requisitos para constituirse como operador de RAEE se especifican en el Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos, el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE y el Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. En las 3 normas se coincide en que “el funcionamiento de una planta de valorización requiere de un IGA aprobado por la Autoridad competente” (DS 009-2019-MINAM, 2019, p. 20). Adicionalmente, se requiere gestionar el registro Autoritativo de Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS) y licencias de

funcionamiento y defensa civil aprobadas por la Municipalidad distrital. Sin embargo, de acuerdo con las entrevistas realizadas, el IGA es la documentación cuello de botella, pues su obtención puede tardar un periodo de 1 a 2 años.

- Existen 2 operaciones en las que existe una interacción tácita entre la cadena de valor de gestión informal y la cadena de valor formal de RAEE. La primera de ellas es la recolección de RAEE en la cual existe una competencia indirecta por la obtención de RAEE: mientras los generadores domiciliarios del distrito optan por entregar sus RAEE (categoría 1,4 y 2) directamente a los centros de acopio, los productores -a través de sus sistemas de manejo- procuran obtener los RAEE de los generadores domiciliarios. La segunda de ellas es el destino de los componentes valiosos: tanto los titulares como los operadores de RAEE comercializan lo obtenido con empresas formales (directa o indirectamente). Aunque tienen el mismo destino, no existe competencia entre ambos.
- Los centros de acopio se han convertido en actores que brindan un servicio a una comunidad no atendida, pero, al carecer de capacidades técnicas para un manejo seguro y actuar al margen de la ley, su gestión genera problemas al ambiente y a la salud de las personas (Forti et al., 2020). Por ello, se planteó como pregunta de investigación: ¿por qué los centros de acopio formales del distrito de Comas no se han constituido como operadores formales de RAEE? Asimismo, las preguntas secundarias pretendieron conocer: el manejo informal de RAEE en un centro de acopio; los lineamientos para la gestión formal de RAEE; y las oportunidades y barreras para que los centros de acopio se formalicen como operadores de RAEE.
- La primera pregunta secundaria buscaba conocer los lineamientos para la formalización como operadores de RAEE. Del estudio realizado se obtuvo que en los centros de acopio únicamente se pueden manejar residuos no peligrosos. Además, se describió la organización de la asociación ACOSUR, única asociación de recicladores formalizados cuyos miembros tienen áreas de acondicionamiento donde se manejan los residuos. Asimismo, se encontró que la cadena de valor de RAEE manejado informalmente se asemeja a la cadena de valor de RAEE manejado formalmente, encontrándose -además- que: en estos lugares se manejan tanto residuos peligrosos

- como no peligrosos; existe un conocimiento empírico del desmantelamiento y mercado de compra-venta de metales adquirido por los titulares que ha sido transmitido por familiares; existe un desconocimiento de la normativa para el manejo de RAEE y de los peligros asociados a un inadecuado manejo de los mismos; un manejo predominante de las categorías de RAEE 1, 2 y 4. Adicionalmente, se encontró que los principales clientes de RAEE de los centros de acopio son los generadores domiciliarios, pero que -de acuerdo a las cantidades- no son el principal rubro al que estos actores se dedican.
- La segunda pregunta secundaria buscaba conocer cómo se manejan los RAEE en los centros de acopio del distrito de Comas. Del estudio realizado se encontró que la norma no promueve ni brinda apoyo para la formalización, sino más bien el Régimen, norma específica en gestión de RAEE está orientada únicamente a los actores formales, los cuales claramente no representan, en la realidad, a todos los actores de la gestión de RAEE. Se encontró que la gestión formal de RAEE requiere un alto conocimiento técnico, una gran inversión y una adaptación a la forma de trabajo dictada por la norma, pero a su vez es un mercado que genera mucha rentabilidad.
 - Luego de hacer una comparación entre la gestión formal y la gestión informal de RAEE se identificaron las oportunidades y barreras que afectan la formalización como operadores de RAEE. En cuanto a las oportunidades, las más resaltantes son la rentabilidad que ofrece el mercado, principalmente por metales como el cobre, bronce y aluminio; y por la cercanía que tiene el centro de acopio con los generadores de RAEE domiciliario, la cual podría mantenerse y ampliarse cuando se formalicen como operadores de RAEE. Por otro lado, en cuanto a las barreras, las más resaltantes fueron la alta inversión que requiere para el arranque del negocio; la prohibición de pago por el RAEE entregado lo cual los alejaría de ese grupo de cliente ya ganados; y la falta de fiscalización en cada una de las etapas de la cadena.
 - Se ha encontrado una cadena de servicios a la comunidad el cual no es atendido: el ciudadano. Ellos son los principales clientes de RAEE de los centros de acopio, debido al pago que reciben a cambio del residuo entregado y por la cercanía de sus hogares a sus instalaciones. Incluso, son ellos mismos quienes trasladan sus RAEE hacia sus

locales. En este sentido, se puede entender que estas infraestructuras siguen operando por esta fuerte relación que existe entre los ciudadanos y los titulares de centros de acopio.

- Durante el análisis del caso de estudio y entrevistas realizadas a los diferentes actores, se encontraron locales que realizan las mismas actividades que los centros de acopio, pero a diferencia de ellos, no cuentan con licencia y/o permiso municipal para funcionar, se trata de locales informales para realizar cualquier tipo de actividad de reciclaje. Dado que son locales abiertos al público, se realizó una visita al local como cliente para la venta de papeles. Durante la realización de la venta, se observó que – a diferencia de los centros de acopio formales, aquellos no cuentan con áreas definidas para cada tipo de residuo, sino que todo está mezclado, aumentando el riesgo de incendios, pues se observó que uno de los depósitos se encontraba a menos de 10 metros de ferreterías donde se venden productos químicos inflamables. Asimismo, se pudo observar que el desmantelamiento de RAEE lo realizan en la vía pública, lo cual expone a las personas que circulan y contamina el ambiente. En base a lo descrito, estos locales informales representan un peligro aún mayor para los vecinos, para su salud y para el ambiente.
- Se ha encontrado que las barreras para la formalización de los centros de acopio predominan sobre las oportunidades, por ello, se concluyó que no podrían formalizarse como operadores de RAEE. Sin embargo, existe la propuesta de incluirlos dentro de la gestión formal de RAEE siendo socios estratégicos de los sistemas de manejo.

La propuesta fue mencionada por los entrevistados E1 y E2, quienes resaltan la capacidad de acopio que tienen estos actores y que, debido a ello, podrían establecerse alianzas para la entrega de los RAEE acopiados a cambio de un pago por el servicio de acopio y/o traslado. Adicionalmente, existen propuestas similares desarrolladas por Cáceres & Briceño (2023). En su informe publicado sobre las propuestas para reducir la informalidad en la gestión informal de RAEE en el Perú mencionan un caso que se viene desarrollando en el marco del “Programa de Segregación y Recolección Selectiva” de una municipalidad distrital de Lima Metropolitana. Específicamente, se vienen

promoviendo acuerdos entre los sistemas de manejo, la municipalidad de los Olivos y 3 asociaciones de recicladores formales del distrito. El objetivo de esta alianza es evitar que dichos RAEE sean manejados de manera inadecuada, así, los recicladores entregan sus RAEE a los sistemas de manejo y a cambio reciben “un pago por el servicio de acopio y entrega de RAEE acopiados, completos y cerrados” (p.22).

Asimismo, la propuesta generar alianzas entre los recicladores y sistemas de manejo puede fortalecerse con un trabajo articulado con la MDC, quien -según el Artículo 8 del Reglamento de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos- tiene la obligación de implementar acciones para el recojo selectivo y segregación de RAEE conjuntamente con los sistemas de manejo.

- Como se ha mencionado, una de las barreras principales que dificulta la formalización es la prohibición del cobro o pago por el RAEE. Al respecto, el entrevistado E1 propuso que los sistemas de manejo realicen un pago por el servicio de recolección y acopio de RAEE, este costo permitiría que los titulares paguen el valor de RAEE entregado al generador o reciclador que acuda a sus instalaciones. De lo propuesto, se considera que la propuesta debería ser fortalecida con medidas adicionales como: el incremento en las metas de recolección en la actualización de las del Régimen para el año 2025; erradicación de los puntos de acopio informales, pues estos se conectan con los intermediarios a empresas formales; cambio normativo donde se exija que las empresas que compren chatarra ferrosa y no ferrosa presente certificados de procedencia u origen de la chatarra obtenida, al cual deberá ser a través de la ruta formal.
- De las entrevistas realizadas con actores formales, se encontró que la prohibición de pago o cobro por el RAEE entregado genera procedimientos informales dentro del mercado formal de la gestión de RAEE. Al respecto, Cáceres & Briceño (2023) indicaron que algunos productores hacen pasar RAEE por chatarra para recibir una compensación por el RAEE entregado; al consultar con el entrevistado E3 se confirmó que lo expresado por aquellos autores seguía ocurriendo en la actualidad dentro del mercado formal. Asimismo, por experiencia de la tesista durante su trabajo en una empresa de

disposición final de residuos sólidos presencié que los operadores de RAEE ofrecen un pago por el RAEE entregado, siempre que este sea considerado como chatarra y no se solicite el certificado correspondiente.

- La realidad explicada genera opiniones en favor del pago por el RAEE y en contra de las normas. Por ejemplo, el entrevistado E1 opinó que esta parte de la norma le parece inconstitucional, pues el RAEE es un bien que tiene un propietario y, por ende, como cualquier bien, debería estar sujeto a un pago por su entrega. Añadió que la norma debería regular “que, si quieres vender residuos RAEE, no puedes venderlo a cualquiera, sino a aquellos que me van a asegurar un tratamiento seguro. No se debe prohibir, sino regular, pues la prohibición genera mercado informal”.
- Uno de los entrevistados es miembro de la International Solid Waste Association (ISWA). Los miembros de ISWA generan mesas de diálogo entre los representantes de diferentes nacionalidades, durante el desarrollo de las mesas de diálogo, los representantes dieron avances sobre la Ley de Responsabilidad Extendida del productor de sus países respectivos. Sin embargo, afirmó que él no tuvo información que compartir, ya que en el Perú no se tiene ningún avance de la ley de REP que fortalezca el marco normativo de las obligaciones de los productores en el país. Como señaló el entrevistado: para lograr un avance en la gestión de RAEE se requiere que el poder ejecutivo, específicamente el Ministerio del Ambiente den un mayor énfasis en la REP.

Conclusiones

Los centros de acopio cumplen un rol clave en el circuito de economía circular, a través del reúso y reciclaje de RAEE. Estos actores compran y venden componentes reutilizables, contribuyendo indirectamente al alargamiento del ciclo de vida de estos aparatos. A pesar de estar formalmente constituidos ante la Municipalidad del distrito y el Ministerio del Ambiente, no se encuentran registrados como operadores autorizados para el manejo de RAEE, por lo que son considerados actores informales según la normativa ambiental. Sin embargo, su labor promueve prácticas sostenibles y abastece de piezas a técnicos en reparación.

El grado de informalidad que caracteriza a los centros de acopio es la capacidad de acumulación, es decir, no corresponde a actores vulnerables sino a unidades económicas con infraestructura, capital de trabajo y experiencia en el sector. Esta condición les brinda un potencial real para transitar hacia la formalización, especialmente si encuentran incentivos adecuados. Los centros de acopio no dependen de ingresos diarios para subsistir y podrían beneficiarse del acceso a un mercado más estructurado y rentable en el futuro.

El Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE presenta obstáculos técnicos y burocráticos significativos para la formalización de los centros de acopio. Está diseñada exclusivamente para actores formales, sin considerar mecanismos de transición para quienes operan al margen del sistema. Entre los requisitos más exigentes está la aprobación del Instrumento de Gestión Ambiental (IGA), cuya obtención puede tardar entre uno y dos años. Además, se exige el cumplimiento de registros y licencias municipales, pero no se brinda ningún tipo de acompañamiento técnico o incentivo económico por parte del Estado.

Existen interacciones entre la cadena de gestión formal e informal de RAEE. La primera se da en la etapa de recolección, donde ambos actores compiten por obtener los residuos domiciliarios. La segunda ocurre en la comercialización final de los materiales reciclables, ya que tanto actores formales como informales comercializan a las mismas empresas recicladoras o exportadoras. A pesar de estas coincidencias, no se ha identificado una competencia directa en todas las etapas, sino una coexistencia con objetivos similares, pero enfoques distintos.

Se identificaron oportunidades y barreras que afectan la formalización de los centros de acopio. Entre las oportunidades destacan la alta rentabilidad del mercado, especialmente por la valorización de metales como el cobre, aluminio y bronce, así como la cercanía y confianza que tienen con los generadores domiciliarios. Por otro lado, las principales barreras son el alto costo inicial que implica la formalización y los

altos costos de operación que deben ser asumidos por la empresa y que no poder ser asumidos por los generadores, la prohibición del pago por RAEE entregado —lo cual podría alejar a sus actuales clientes— y la ausencia de fiscalización efectiva en cada etapa del proceso, lo que reduce el incentivo para operar dentro del marco legal.



Bibliografía

- Andina. (2024). *¡Preocupante! En el Perú se generan al año más de 200,000 toneladas de residuos eléctricos*. <https://andina.pe/agencia/noticia-preocupante-el-peru-se-generan-al-ano-mas-200000-toneladas-residuos-electricos-979417.aspx>
- Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor 2017*.
- Barrero Ramírez, M. E., Garzón Ramírez, J. A., Sarmiento Lopez, A., & Gonzalez Mendez, A. M. (2021). *Análisis de los programas de minimización, reúso, reciclaje y aprovechamiento en el manejo de los residuos sólidos inorgánicos con potencial de recuperación y propuesta de lineamientos en gestión ambiental, en la ciudad de Bogotá* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.53368>
- Buclet, N., & Godard, O. (2001). THE EVOLUTION OF MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN EUROPE: HOW DIFFERENT ARE NATIONAL REGIMES? *Journal of Environmental Policy & Planning*, 3, 303-317.
- Cáceres, O., & Briceño, L. (2023). *Situación y propuestas para reducir la informalidad en la Cadena de Valor de los RAEE en el Perú*.
- Camacho Lozano, Á. E., Escobar Ocampo, D., & Guevara Ulloa, L. S. (2023). *ESTUDIO DE LA INFORMALIDAD EN EL MANEJO DE LOS RAEE EN BOGOTÁ: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE INTEGRACIÓN CON EL SECTOR FORMAL*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://quimicos.minambiente.gov.co/raee-documentos/>
- Casas-Merchán, I. D. P., & Toro-Calderón, J. (2020). Análisis de la vinculación de organizaciones de recicladores al Sistema de Gestión Formal de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Bogotá D.C. *Luna Azul*, 50, 40-65. <https://doi.org/10.17151/luaz.2020.50.3>
- Castro, A. (2018). Los conflictivos vínculos humanos con el territorio. En *El desafío de un*

- pensar diferente: Pensamiento, sociedad y naturaleza* (1a ed.). CLACSO.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvnp0jz2.17>
- Circle Economy, International Labour Organization, & Solutions for youth employment. (2023). *Decent work in the circular economy*. <https://www.circle-economy.com/circular-jobs-initiative/initiatives>
- Clerc, J., Pereira, A. M., Alfaro, C., & Yunis, C. (2021). Economía circular y valorización de metales: Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Medio Ambiente y Desarrollo*, 171(2021), 151.
- Decreto de Alcaldía N°001-2024-AL/MDC. (2024). *PROGRAMA RECICLA 2024-2028 DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COMAS*. (14 de febrero de 2024). [Entrevista].
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.municomas.gob.pe/resources/upload/normas-emitidas/UNVKHZBRDA-001-2024-COMPLETO--APROBAR-EL-PROGRAMA-RECICLA-2024---2028-DE-LA-MDC.pdf>
- Del Valle Mora, E. (2017). Introducción al concepto de Responsabilidad Extendida del Productor. En *La responsabilidad extendida del productor y los programas posconsumo en Colombia*. Universidad del Rosario.
<https://doi.org/10.12804/tj9789587388305>
- Dextre Minaya, R. M. A. (2020). *ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) DEL MANEJO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) POR LA EMPRESA OPERADORA DE RESIDUOS COMIMTEL S.A.C., LIMA, PERIODO 2017-2019* [UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4326>
- DS 009-2019-MINAM, M. del A. (2019). *Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE* [Entrevista]. <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/354138-009-2019-minam>
- DS 014-2017-MINAM. (2017). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos* [Entrevista].

<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2017-minam/DS-019-2009-MINAM>. (2009). *Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental* [Entrevista]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds-019-2009-minam-a.pdf>

Dulanto Tello, A. (2013). *Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/4689>

Egea Ruiz, S. (2005). *Descomposición térmica de materiales eléctricos y electrónicos* [Universidad de Alicante]. <http://hdl.handle.net/10045/62734>

Forti, V., Baldé, C. P., Kuehr, R., & Bel, G. (2020). *Observatorio mundial de los residuos electrónicos 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular*. La Universidad de las Naciones Unidas (UNU), El Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA). <http://handle.itu.int/11.1002/pub/815aced8-en>

Forti, V., Baldé, K., & Kuehr, R. (2018). *E-Waste Statistics: Guidelines on classification reporting and indicators* (2da ed.). United Nations University.

Gardetti, M. A. (2019). Introduction and the concept of circular economy. En *Circular Economy in Textiles and Apparel* (pp. 1-11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102630-4.00001-7>

González, J. F. N. (2022). *La obsolescencia programada como práctica generadora de RAEE: Análisis de su impacto en el desarrollo sostenible en Colombia* [Universidad de los Andes]. <http://hdl.handle.net/1992/65385>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A.

Huiman Cruz, A. (2018). Evaluación de la actividad de reciclaje en Lima Norte. *Revista Del*

- Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 2(42), 47-54.
- Krueger, R. A. (1994). *Focus Groups. A Practical Guide for Applied Research*.
- Kuramoto Huamán, J. (2011). *Articulación empresarial y formalización* (1era ed.). r Ediciones Nova Print S. A. C.
- Ley-20920 (2016).
- Luna Calderón, Y. B., & Quinta Ochoa, M. (2021). *ESTUDIO DE VIABILIDAD AMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) EN EL DISTRITO DE HUNTER-AREQUIPA 2020* [Universidad Católica de Santa María].
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11320>
- Lundgren, K. (2012). *The global impact of e-waste: Addressing the challenge*. International Labour Office.
- Magalani, F., Kuehr, R., & Baldé, C. P. (2015). *O.MAGALANI ANALISIS ESTADISTICO EWASTE.pdf*. Universidad de las Naciones Unidas.
<https://www.gsma.com/latinamerica/es/resources/ewaste2015/>
- Martínez, R., Palma, A., & Velásquez, A. (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social: Reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina*.
<https://hdl.handle.net/11362/45901>
- Matthews, H. S. (2004). Thinking outside 'the Box': Designing a Packaging Take-Back System. *California Management Review*, 46(2), 105-119. <https://doi.org/10.2307/41166213>
- MINAM. (2018). *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reprovechables*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reprovechables/>
- MINAM. (2024). *Listado de empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas por el MINAM*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/274465-listado-de-empresas-operadoras-de-residuos-solidos-autorizadas-por-el-minam>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Escobar Ocampo, D., Camacho Lozano, A. E.,

- Hernández Santana, C. A., Ortiz Ortiz, O. C., Valero Jiménez, M. N., Guarín Cardona, D., Benavidez Rueda, L. P., & Daza Ferrer, A. L. (2023). *ESTUDIO DE LA INFORMALIDAD EN EL MANEJO DE LOS RAEE EN BOGOTÁ: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE INTEGRACIÓN CON EL SECTOR FORMAL* (1era ed.). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.andi.com.co/Uploads/Estudio-de-la-informalidad-en-el-manejo-de-los-RAEE-en-Bogota-MinAmbiente-1_638453956240998055.pdf
- Müller, J. (2021). 'Urban Mining' in Bolivia: Global Value Chains of Local Electronic 'Waste'. *Etnofoor*, 33(2), 41-56.
- Municipalidad de Comas. (2023). *DIAGNOSTICO DE BRECHAS DEL DISTRITO DE COMAS PMI 2021-2023*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.municomas.gob.pe/resources/upload/transparencia/informacion-adicional/DIAGNOSTICO-DE-BRECHAS-DEL-DISTRITO-DE-COMAS-PMI-2021-2023.pdf
- Navarro-Viacava, M. A., Saenz-Lopez, K. A. C., & Alarcón-Martínez, G. (2019). Factores que Limitan la Formalización de las Micro y Pequeñas del Sector Manufacturero en Perú. *Vinculatégica EFAN*, 3(3), 201-212. <https://doi.org/10.29105/vtga3.3-997>
- NTP 900.066-1:2016, I. (2016). *GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos—RAEE. Parte 1: Tratamiento de RAEE con monitores y pantallas* [Entrevista]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sar.pe/wp-content/uploads/2018/06/8.pdf
- Nußholz, J. (2017). Circular Business Models: Defining a Concept and Framing an Emerging Research Field. *Sustainability*, 9(10), 1810. <https://doi.org/10.3390/su9101810>
- Oblitas Cruz, J. F., Sangay Terrones, M. E., Rojas de la Puente, E. E., & Castro Silupu, W. M. (2019). Economía circular en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Revista de Ciencias Sociales*, 4.

- OIT. (2021). *Investigación-acción para el desarrollo de la cadena de valor de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el Perú*. Organización Internacional del Trabajo.
- Oliván Cortés, R. (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 6(2), 101-111.
- Ordenanza Municipal N°673/MDC. (2023). *Ordenanza Municipal que establece la formalización de Recicladores para la recolección selectiva, áreas de acondicionamiento de residuos aprovechables y la valorización de residuos sólidos municipales en el distrito de Comas* [Entrevista].
<https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2205429-4>
- Parajuly, K., & Wenzel, H. (2017). Potential for circular economy in household WEEE management. *Journal of Cleaner Production*, 151, 272-285.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.045>
- Quintero, J., & Sanchez, J. (2006). *La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico*. 8(3), 377-389.
- Ramos Medina, A. (2024). *Gasto de peruanos en electrodomésticos sube en más de S/900 al mes tras la pandemia, según estudio de GfK*. infobae.
<https://www.infobae.com/peru/2024/02/22/gasto-de-peruanos-en-electrodomesticos-suben-en-mas-de-s900-al-mes-tras-la-pandemia-segun-estudio-de-gfk/>
- Resolución de Consejo Directivo N° 13-2021-OEFA-CD. (2021). *Aprueban el “Cuadro de tipificación de Infracciones administrativas y escala de sanciones aplicable al incumplimiento de las obligaciones para la gestión y manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos” y dictan otras disposiciones* [Entrevista].
<https://www.gob.pe/institucion/oefa/normas-legales/2123173-013-2021-oeфа-cd>
- Schwaller, F. (2024). *Residuos de computadoras de IA pueden «aumentar sin control»* – DW – 29/10/2024. dw.com. <https://www.dw.com/es/residuos-de-computadoras-de-ia-pueden-aumentar-sin-control/a-70635178>
- SENACE. (2021). *INFORME N° 00391-2021-SENACE-PE/DEIN*.
<https://www.gob.pe/institucion/senace/normas-legales/1891852-00054-2021-senace->

pe-dein

SENACE. (2024). *INFORME N° 00582-2024-SENACE-PE/DEIN*.

<https://www.gob.pe/institucion/senace/normas-legales/5650758-00068-2024-senace-pe-dein>

Tovar, L. F. (2018). Formalización de las organizaciones de recicladores de oficio en Bogotá: Reflexiones desde la economía popular. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 62, 39-63. <https://doi.org/10.17141/iconos.62.2018.3230>

Vargas Olivera, F. O. (2017). *Gestión Ambiental del Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización en Tiendas por Departamento* [Pontificia Universidad Católica del Perú].

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/9107>

Wilson, D. C. (Ed.). (2015). *Global waste management outlook*. United Nations Environment Programme.

World Health Organization. (2022). Tendencias, entornos y vías de exposición de los residuos electrónicos. En *Los niños y los basureros digitales: Exposición a los residuos electrónicos y salud infantil*. World Health Organization.

<http://www.jstor.org/stable/resrep56662.8>

Yang, Z. (2016). *LA OBSOLESCENCIA PROGRAMADA* [Universidad del País Vasco].

<http://hdl.handle.net/10810/19046>

Yu, J., Williams, E., Ju, M., & Yang, Y. (2010). Forecasting Global Generation of Obsolete Personal Computers. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3232-3237.

<https://doi.org/10.1021/es903350q>

Anexos

Anexo A. Entrevista semiestructurada al analista de operaciones de un operador formal de RAEE

Guía de entrevista para el analista de operaciones de un operador formal de RAEE
<p>CONSENTIMIENTO INFORMADO</p> <p>Mi nombre es Hillari Chipana Cuadros y soy alumna de la Maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP. Actualmente estoy desarrollando el trabajo de investigación “Estudio de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en los centros de acopio formales del distrito de Comas: análisis de la especialización como operadores formales”. El propósito de la investigación es estudiar y analizar por qué los centros de acopio formales del distrito de Comas no se han constituido como operadores formales de RAEE. En base lo indicado, si usted accede a participar, se solicita responder las preguntas listadas a continuación.</p>
<p>PREGUNTAS</p> <ul style="list-style-type: none">b. ¿Cuáles son las fuentes de generación de los RAEE que reciben en la planta?c. ¿Cuál es la forma de recolección más frecuente? (recogidos en la fuente, el cliente o un transportista los lleva a la planta de valorización)d. ¿Cuentan con unidades propias para el transporte de RAEE?e. Parte de la cadena de valor formal de gestión de RAEE incluye el desmantelamiento, contaminación, segregación de RAEE ¿Podría dar más detalles en qué consiste cada operación?f. ¿Cuál es el método que emplean para la descontaminación y/o tratamiento de RAEE?g. ¿Cuál es el grado de especialización que requiere el personal a cargo de la operación de descontaminación y/o tratamiento de RAEE?h. ¿Cuál es el grado de tecnificación (herramientas / máquina) que se requiere

para realizar la descontaminación y/o tratamiento de RAEE?

- i. ¿Qué metales / componentes son los más extraídos y cuáles tienen más valor económico?
- j. ¿Qué porcentaje de la composición de los RAEE son valorizados y cuál es su destino?
- k. ¿A qué empresas o mercados envían los RAEE valorizados? ¿el contacto es directo o intermediado? ¿Qué porcentaje es exportado y qué porcentaje se dispone?

Muchas gracias por su participación.



**Anexo B. Entrevista semiestructurada a la encargada de Valorización de
Inorgánicos de la MDC**

Guía de entrevista para la encargada de Valorización de Inorgánicos de la MDC

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Soy alumna de la Maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP y actualmente estoy desarrollando el trabajo de investigación “Estudio de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en los centros de acopio formales del distrito de Comas: análisis de la especialización como operadores formales”. La investigación será desarrollada por la estudiante Hillari Chipana Cuadros. El propósito de la investigación es estudiar y analizar por qué los centros de acopio formales del distrito de Comas no se han constituido como operadores formales de RAEE. En base lo indicado, si usted accede a participar, se solicita responder las preguntas listadas a continuación.

PREGUNTAS

- a. ¿Cuáles son las obligaciones que tienen los centros de acopio con la MDC?
- b. ¿Qué monitoreos o auditorías realiza la MDC en los centros de acopio?
- c. ¿Cuál es su opinión sobre la gestión de RAEE a nivel nacional y en el distrito?
- d. ¿Con qué sistemas colectivos o individuales ha trabajado de manera conjunta para la recolección selectiva de RAEE?
- e. ¿Qué acciones se han llevado a cabo para fomentar la segregación en la fuente y recolección selectiva de RAEE?
- f. ¿De qué manera la MDC puede coadyuvar a los sistemas de manejo con la instalación de puntos de acopio de RAEE?
- g. ¿Qué opina sobre la posibilidad de especialización de los centros de acopio como operadores formales de RAEE?

Anexo C. Guía de Observación en un centro de acopio

Guía de Observación			
<p>Nombre del estudio: Estudio de la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en los centros de acopio formales del distrito de Comas: análisis de la especialización como operadores formales</p> <p>Objetivo de la observación: Explicar y analizar cómo se desarrolla la actividad de reciclaje de RAEE en los centros de acopio de Comas</p> <p>Datos generales de la observación en el centro de acopio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de sesiones observadas: • Año de fundación del centro de acopio: • Lugar de la observación: • Materiales comercializados: 			
CATEGORÍAS	INDICADORES	MARCAR (X)	DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN
Recolección y Transporte	El transporte de material valorizable lo realizan los titulares de los centros de acopio		
	El transporte de material valorizable lo realizan los recicladores u otros actores		
	El transporte de material valorizable lo realizan los generadores domiciliarios		
Tipos de RAEE	Categorías de RAEE recibidos		
	Cantidad de RAEE recibidos por categoría		
Descontaminación y/o	Tipos de RAEE que serán desmantelados		

tratamiento	Metales de RAEE que serán comercializados		
	Métodos de descontaminación de RAEE		
	Métodos de desmantelamiento y/o tratamiento de RAEE		
	Componentes de RAEE que serán comercializados		
	Tipos de RAEE que son revendidos		
	Tipos de RAEE que son reparados		
Valorización	Mercado de destino de los metales		
	Mercado de destino de los componentes desmantelados		
	Mercado de destino de los RAEE no desmantelados		
Disposición Final	Destino final de los componentes de RAEE no comercializados		
Recursos Humanos	Perfil del personal dedicado al manejo de RAEE		
	Cantidad de personal dedicado al manejo de RAEE		
Infraestructura	Tamaño de la infraestructura		
	Distribución de áreas dentro de la infraestructura		
	Propietario de la infraestructura		
Compras	Recursos para el manejo de RAEE		

Fuente: Elaboración propia

**Anexo D. Grupos de enfoque para los titulares de centros de acopio del distrito
de Comas**

Guía de <i>focus group</i> para los titulares de centros de acopio del distrito de Comas
<p>PRESENTACIÓN</p> <p>Moderador: Buenas tardes. Soy Hillari Chipana, estudiante de la maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP. En primer lugar, agradezco a cada uno de ustedes por el tiempo y disposición a participar de esta reunión. A continuación, les comentaré el objetivo de esta reunión: me encuentro realizando un estudio sobre la especialización de los centros de acopio como operadores de RAEE. La idea es generar un ambiente de diálogo donde puedan opinar libremente en base a las preguntas que iré realizando durante la reunión. Por favor, siéntanse en la completa libertad de compartir sus ideas y experiencias, considerando que todas las opiniones son válidas; por ello, requiero su mayor sinceridad al responderlas.</p> <p>Cabe recalcar que todo lo conversado se utilizará únicamente con fines académicos y las respuestas que registremos serán de manera anónima. Finalmente, para facilitar el levantamiento de información, será muy útil grabar la reunión, pues escribir a mano demorar mucho tiempo y podría perder información valiosa durante la transcripción. Entonces, ¿están de acuerdo con que la reunión sea grabada?</p>
<p>PREGUNTA MOTIVADORA</p> <p>¿Recuerdan cómo iniciaron el trabajo en su centro de acopio?</p>
<p>CONOCIMIENTOS</p> <ol style="list-style-type: none">¿Saben qué son los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)?Existe una normativa de la Ley de Gestión de Residuos Sólidos que uds conocen, pero, ¿saben que también existe una norma específica para la gestión y manejo de RAEE?

- c. ¿Saben qué entidades del estado intervienen en la gestión de RAEE y cuáles son sus funciones?
- d. ¿Conocen la diferencia entre generadores, productores, comercializadores / distribuidores y operadores de RAEE?
- e. ¿Qué conocen acerca de las metas de recolección de RAEE que tienen los productores de RAEE?
- f. ¿Conocen las infracciones y sanciones monetarias por un inadecuado manejo de los RAEE?

Técnica “El mejor de los escenarios posibles”. Imaginemos que hoy ustedes son 1 año más jóvenes de cuando fundaron el centro de acopio. Además, se sabe que -según la OIT (2021), hasta el 2027 se habrán generado 6 millones de RAEE siendo las categorías 1,2,3 y 4 las predominantes. En base a lo indicado, por favor responder las siguientes preguntas.

OPORTUNIDADES

- a. ¿Qué oportunidades / facilidades han tenido para formalizar su centro de acopio?
- b. Considerando los aspectos económicos como inversión inicial, capital de trabajo y costos operativos, ¿qué oportunidades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- c. ¿Consideraría rentable el constituirse como operador de RAEE?
- d. Considerando la necesidad de mano de obra y el grado de conocimiento, además de procedimientos técnicos, ¿qué oportunidades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- e. Considerando la norma actual, ¿qué oportunidades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- f. Considere otras formas de recolección de RAEE como establecer relaciones comerciales con empresas productoras de RAEE u otras empresas privadas,

¿encuentra alguna oportunidad en esta forma de recolección?

- g. ¿Pueden mencionar alguna otra oportunidad que no esté contemplada dentro de las preguntas anteriores?

DIFICULTADES

- a. ¿Qué dificultades / obstáculos han tenido para formalizar su centro de acopio?
- b. Considerando los aspectos económicos como inversión inicial, capital de trabajo y costos operativos, ¿qué dificultades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- c. Considerando la necesidad de mano de obra y el grado de conocimiento, además de procedimientos técnicos, ¿qué dificultades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- d. Considerando la norma, ¿qué dificultades encuentran para constituirse como operadores de RAEE?
- e. Considere otras formas de recolección de RAEE como establecer relaciones comerciales con empresas productoras de RAEE u otras empresas privadas, ¿encuentra alguna dificultad en esta forma de recolección?
- f. ¿Pueden mencionar alguna otra dificultad que no esté contemplada dentro de las preguntas anteriores?

Muchas gracias.

Anexo E. Docente experto en gestión de residuos sólidos

Guía de entrevista para el docente investigador experto en gestión de residuos sólidos de la PUCP

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Soy alumna de la Maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP y actualmente estoy desarrollando el tema de investigación “Estudio de la gestión informal de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Comas”. La investigación será desarrollada por la estudiante Hillari Chipana Cuadros. El uso que se le dará a la información será netamente académico. Por ello, si usted accede a participar, se solicita responder las preguntas listadas a continuación.

1. ¿Cuál es su opinión acerca de la gestión informal de RAEE en el Perú y, en especial, en el distrito de Comas (Lima Norte)?
2. ¿Cuál es su opinión acerca de los centros de acopio (chatarrerías) que gestionan RAEE en el distrito de Comas (Lima Norte)?
3. ¿Cuáles considera que son las ventajas de la gestión formal de RAEE en comparación con la gestión informal de RAEE?
4. ¿Cuáles considera que son las desventajas de la gestión formal de RAEE en comparación con la gestión informal de RAEE?
5. ¿Considera que los actores informales como centros de acopio son una competencia en el rubro?
6. ¿Considera importante la inclusión de actores informales en la gestión formal de RAEE?
7. Desde la academia y el sector privado, ¿qué oportunidades identifica para la integración del sector informal en la gestión de los RAEE? ¿Cuáles serían los requerimientos mínimos que se deben considerar?

Muchas gracias.

Anexo F. Actores formales de RAEE

Guía de entrevista para actores formales de RAEE

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Soy alumna de la Maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP y actualmente estoy desarrollando el tema de investigación “Estudio de la gestión informal de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Comas”. La investigación será desarrollada por la estudiante Hillari Chipana Cuadros. El uso que se le dará a la información será netamente académico. Por ello, si usted accede a participar, se solicita responder las preguntas listadas a continuación.

INTRODUCCIÓN

Nombre:

Sexo:

Edad:

Cargo:

Años de experiencia en el rubro:

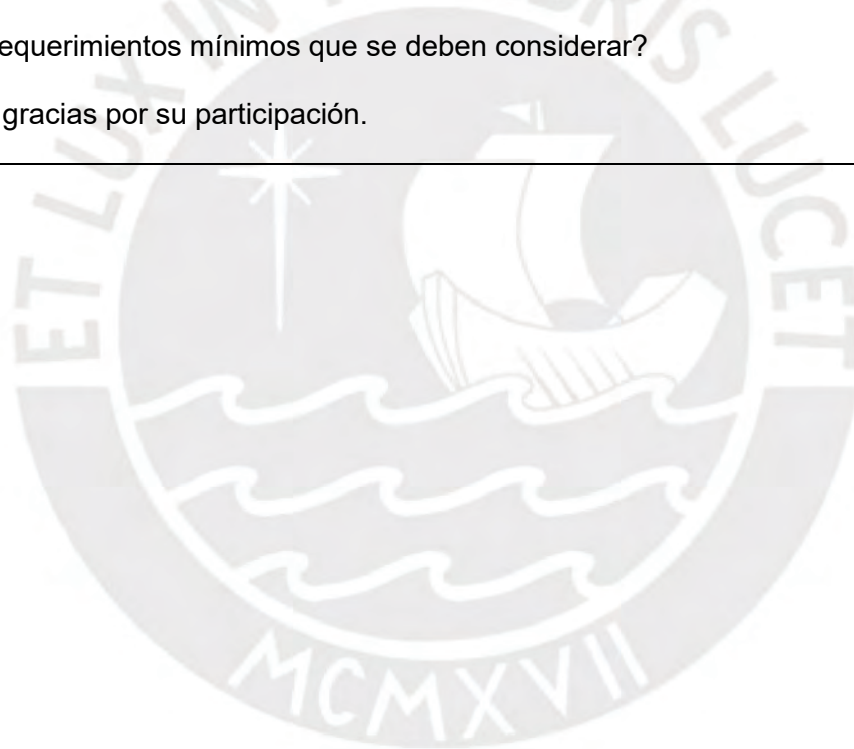
PREGUNTAS

1. ¿Cuál es su opinión acerca de la gestión informal de RAEE en el Perú y, en especial, en el distrito de Comas (Lima Norte)?
2. ¿Cuál es su opinión acerca de los centros de acopio (chatarrerías) que gestionan RAEE en el distrito de Comas (Lima Norte)?
3. ¿Cuáles considera que son las ventajas que tiene un operador RAEE frente a un centro de acopio (chatarrería) en la gestión de RAEE?
4. ¿Cuáles considera que son las desventajas que tiene un operador RAEE frente a un centro de acopio (chatarrería) en la gestión de RAEE?
5. ¿Considera que los actores informales como centros de acopio (chatarrerías) son una competencia en el rubro?
6. ¿Cuáles son las fuentes principales de RAEE (usuarios/generadores) para un

operador RAEE?

7. ¿Cuáles son los RAEE más comercializados por el sector informal vs el sector formal? ¿Por qué?
8. En su opinión, ¿considera que se encuentran en ventaja o desventaja en la comercialización de materiales provenientes de RAEE frente a los actores informales?
9. ¿Considera importante la inclusión de actores informales en la gestión formal de RAEE?
10. Desde su rol como actor formal de RAEE, ¿qué oportunidades identifica para la integración del sector informal en la gestión de los RAEE? ¿Cuáles serían los requerimientos mínimos que se deben considerar?

Muchas gracias por su participación.



Anexo G. Entrevistas a titulares de centros de acopio

Guía de entrevista para titulares de centros de acopio

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Soy alumna de la Maestría de Desarrollo Ambiental de la PUCP y actualmente estoy desarrollando el tema de investigación “Estudio de la gestión informal de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el distrito de Comas”. La investigación será desarrollada por la estudiante Hillari Chipana Cuadros. El uso que se le dará a la información será netamente académico. Por ello, si usted accede a participar, se solicita responder las preguntas listadas a continuación.

INTRODUCCIÓN

Nombre:

Sexo:

Edad:

Cargo:

Años de experiencia en el rubro:

SOCIAL

- a. ¿Desde qué año se dedican a este negocio? ¿Qué denominación tenían?
- b. ¿Por qué y cuándo se formalizaron?
- c. ¿Por qué se constituyeron como asociación?
- d. ¿Cómo funciona la asociación de ACOSUR? ¿Qué funciones tienen? ¿Tienen alguna jerarquía?
- e. ¿Qué opina sobre la asociación ACOSUR, cree que lo beneficia?
- f. ¿Mantienen buenas relaciones con los demás miembros de la asociación?
¿Podrías formar una empresa con ellos?
- g. ¿Tendrían algún problema u obstáculo para cambiar de ubicación para su infraestructura?

- h. ¿Tiene conocimiento sobre los posibles riesgos y afectación a la salud en el manejo de los RAEE?
- i. ¿Tiene conocimiento sobre los posibles riesgos y afectación al medio ambiente en el manejo de los RAEE?
- j. ¿Tienen hijos/pareja con estudios universitarios que puedan asistirlos?

ECONÓMICA

- a. ¿Cuál es el área de su local? ¿Es propio o alquilado? ¿subarriendan su local a alguien más?
- b. ¿Cuánta venta tienen al mes?
- c. ¿Tienen acceso a créditos bancarios o de cajas municipales?

OPERATIVAS

- a. ¿Cuál es el motivo por el que los generadores dejan sus RAEE en su local?
- b. ¿De dónde provienen sus generadores son domiciliarios? ¿Los conocen? ¿Son recurrentes? ¿Cómo se enteran de ustedes?
- c. ¿Qué tipo de RAEE reciben más?
- d. ¿Cantidades aproximadas de RAEE por semana?
- e. ¿Qué hacen con los RAEE, los revenden o los desmantelan?
- f. ¿Cómo aprendieron acerca de qué componentes son valiosos?
- g. ¿Cómo aprendieron cómo se debe desmantelar?
- h. ¿Qué partes o materiales obtienen de los RAEE?
- i. ¿Qué tipo de experiencia tienen desmantelando RAEE?, ¿además, qué categoría suelen desensamblar más?
- j. De todos los metales que reportan a la MDC, ¿cuánto es extraído de los RAEE?
- k. ¿Cómo se enteran de los precios de metales?
- l. ¿Qué criterio emplean para asignar el precio que van a pagar al generador por un RAEE?

m. ¿A los trabajadores bajo qué régimen se les paga?

COMERCIALES

a. ¿A quiénes venden los metales y piezas valiosas: intermediarios o empresas directamente?

b. ¿Cuentan con contactos de empresas o intermediarios a quienes puedan venderles el material aprovechable extraído de los RAEE?

c. En caso de hacerlo a través de intermediarios, ¿Por qué no han podido venderlo directamente a las empresas, hay restricciones?

d. ¿Tienen algún apoyo de parte de la Municipalidad para hacer campañas de reciclaje o recojo selectivo que llegue a sus centros de acopio?

Muchas gracias por su participación.

