

**Propuesta de un Plan de Gestión ambiental de Residuos de Cables eléctricos
en una Organización de Recicladores de oficio
de la Ciudad de Santiago de Cali**

Ana María Dávalos Hernández

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuaria y del Medio Ambiente - ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Junio 2022

**Propuesta de un Plan de Gestión ambiental de Residuos de Cables eléctricos
en una Organización de Recicladores de oficio
de la Ciudad de Santiago de Cali**

Ana María Dávalos Hernández

Trabajo para optar al título de Tecnóloga en Saneamiento Ambiental

Directora:

Luisa Fernanda Calderón Vallejo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente - ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

Junio 2022

Agradecimientos

A la fuerza divina que me ayuda a caminar por la gestión ambiental; a mi familia quienes son mi sostén diario; a la organización de recicladores de oficio quienes me brindaron la información necesaria para este proyecto; a la profesora Luisa Fernanda Calderón Vallejo y al semillero de investigación de la cadena ambiental CALIAMB de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, quienes me acogieron y guiaron en el desarrollo de este documento, a Guatias-Chand por acompañarme siempre al lado durante este proceso.

Resumen

La quema de residuos de cables eléctricos es una práctica comúnmente realizada de manera clandestina en la ciudad de Cali, para la obtención del cobre presente en el interior de los cables y su posterior comercialización. El cobre es un material que presenta un alto valor económico en comparación con otros materiales en el comercio del reciclaje; por lo tanto, la quema de los residuos de cables eléctricos es practicada por personas vinculadas de manera directa o indirecta a las bodegas de reciclaje.

Se evidencio la relación de la quema de residuos de cables eléctricos (RCE) con la operación en las bodegas de reciclaje aliadas a una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Cali, la cual opera en varias comunas de la ciudad. La quema de cables genera emisiones de dioxinas y furanos, estos son compuestos altamente tóxicos que generan daños en el ambiente y a la salud humana. Con el propósito de contribuir en la mejora de esta situación problemática se propuso la elaboración de un proyecto aplicado para brindar un plan de solución a la inadecuada gestión a la que son sometidos los RCE que ingresan a la organización.

Se identificaron varias problemáticas de carácter técnico, ambiental, social, económico y político; entre las cuales se evidencio infracciones a normas colombianas y el incumplimiento de la misión de la organización. Teniendo en cuenta los aspectos que pueden abordar las ciencias ambientales, se planteó y se realizó un plan para dar gestión ambiental a los RCE que ingresan a la organización.

El plan de gestión ambiental se diseñó en base a un previo diagnóstico de la situación actual de la gestión de los RCE en las bodegas aliadas a la organización y del estudio de su contexto. Posterior a esto, se redactó el plan con la información documentada correspondiente,

teniendo en cuenta los lineamientos del Sistema de Gestión Ambiental planteados en la ISO-14004.

Finalmente, se elaboró el plan para la adecuada gestión ambiental de los RCE de acuerdo a la realidad de la organización, con el fin de orientar a la alta dirección sobre las acciones a seguir para evitar seguir generando emisiones contaminantes en la región.

Palabras clave: bodegas de reciclaje, reciclaje de cables eléctricos, dioxinas, ciclo PHVA.

Abstract

The burning of electrical cable waste is a practice that is commonly carried out clandestinely in the Cali's city, in order to obtain the copper present inside the cables and its subsequent commercialization. Copper is a material that has a high economic value compared to other materials in the recycling trade; therefore, the burning of electrical cable waste is carried out by people linked directly or indirectly to recycling warehouses.

The relationship between the burning of electrical cable waste (ECW) and the operation of recycling warehouses allied to an organization of recyclers in the city of Cali, which operates in several neighborhoods of the city, was evidenced. Burning cables generates dioxin and furan emissions, highly toxic compounds that are harmful to the environment and human health. In order to contribute to the improvement of this problem, the development of an applied project was proposed to provide a solution plan to the inadequate management of the ECW that enter the organization.

Several technical, environmental, social, economic and political problems were identified, such as the violation of Colombian regulations and non-compliance with the organization's mission. Taking into account the aspects that can be addressed by the environmental sciences, an environmental management plan was proposed and implemented for the ECW entering the organization.

The environmental management plan was designed based on a previous diagnosis of the current situation of ECW management in the warehouses associated with the organization and a study of their context. Subsequently, the plan was drafted with the corresponding documented information, taking into account the Environmental Management System guidelines established in the ISO-14004.

Finally, a plan for the correct environmental management of the ECW was elaborated in accordance with the reality of the organization, in order to guide Senior Management on the actions to be taken to avoid continuing to generate polluting emissions in the region.

Key words: recycling warehouses, electrical cable recycling, dioxins, PDCA cycle,

Contenido

Agradecimientos	3
Resumen	4
Abstract.....	6
Lista de Tablas.....	11
Lista de Figuras.....	13
Introducción.....	16
Información general del proyecto	19
Problema de investigación	19
Descripción del problema	19
Justificación.....	24
Objetivos	27
Objetivo General	27
Objetivos Específicos	27
Delimitación de estudio	28
Marco de referencia.....	32
Marco Teórico	32
Gestión ambiental	32
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE	35
Técnicas de recuperación de materiales valiosos en los residuos de cables eléctricos (RCE)	38
Antecedentes	45

Marco Conceptual	51
La gestión de los RAEE en el mundo	51
Gestión de los RAEE en Colombia	53
Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el aprovechamiento de residuos	58
Plan Nacional de Negocios Verdes	59
Marco normativo	60
Metodología	67
Diseño metodológico	67
Etapa 1. Revisión bibliográfica	69
Etapa 2. Recolección de datos	71
Etapa 3. Interpretación de la información	83
Etapa 4. Formulación del plan de gestión	91
Resultados y Análisis	97
Diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1	97
Dimensión 1: Entorno	97
Dimensión 2: Actores estratégicos	109
Dimensión 3: Gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1	110
Dimensión 4: Análisis del diagnostico	115
Problemas y análisis de estrategias para dar gestión ambiental a los residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1	117
Plan para la adecuada gestión ambiental de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1 .	120
Modelo del Plan de gestión	121
Política Ambiental para la ORO-1	121
Liderazgo	122
Planificación	123
Implementación	124
Operación	133
Verificación	136

Mejora continua	139
Plan de implementación	140
Conclusiones	144
Recomendaciones.....	147
Referencias.....	149
Anexos.....	163
Anexo A. Cuestionario	163
Anexo B. Registro Fotográfico	168
Anexo C. Análisis cualitativo de los datos de la encuesta	170
Anexo D. Interpretación de la información	181
Anexo E. Planificación de estrategias para conseguir una gestión ambiental de los RCE en la ORO-1.	185
Anexo F. Estrategia de Planeación para la gestión ambiental de RCE en la ORO-1	186
Anexo G. Cotización molino triturador de cables	189

Lista de Tablas

Tabla 1. Etapas de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).....	34
Tabla 2. Clasificación de cables eléctricos según la forma del conductor eléctrico o Alma.	37
Tabla 3. Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de cables eléctricos.....	46
Tabla 4. Comparación de los procesos típicos de tratamiento de residuos electrónicos en países desarrollados y en desarrollo.	52
Tabla 5. Materiales aprovechados en la ciudad de Cali que ingresan a las bodegas de reciclaje.	56
Tabla 6. Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. Resolución 909 de 2008.	57
Tabla 7. Tratados Internacionales sobre la gestión de los residuos de cables eléctricos.	61
Tabla 8. Artículos de la Constitución Política de Colombia con carácter ambiental.....	63
Tabla 9. Marco normativo sobre la gestión de residuos sólidos aprovechables y la gestión de RAEE en Colombia.....	64
Tabla 10. Marco normativo colombiano relacionado con la gestión de emisiones contaminantes a la atmosfera.	65
Tabla 11. Marco normativo sobre la gestión de residuos de cables eléctricos en Cali.....	66
Tabla 12. Relación entre variables y aspectos (objeto de estudio) en encuesta.....	72
Tabla 13. Listado de bodegas de reciclaje encuestadas relacionadas con la comuna en la que se ubican.....	75
Tabla 14. Codificación de datos-respuestas de la encuesta, para análisis multidimensional.....	81
Tabla 15. Aspectos analizados en la metodología PESTAL.....	85
Tabla 16. Normas colombianas que exigen a la ORO-1 hacer una gestión sostenible de los RCE.	108
Tabla 17. Actores estratégicos en la gestión de RCE en la ORO-1.....	109

Tabla 18. Detalles de la gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1.....	112
Tabla 19. Promedio de ingreso mensual de RCE a la ORO-1.....	113
Tabla 20. Análisis del diagnóstico - Matriz DOFA.....	115
Tabla 21. Planteamiento de estrategias de solución a los problemas críticos y pasivos del caso de estudio.....	119
Tabla 22. Manual de funciones de Coordinador(a) de Gestión Ambiental.....	124
Tabla 23. Asignación de recursos. Recurso humano.....	128
Tabla 24. Asignación de recursos. Molino triturador de cables eléctricos.....	129
Tabla 25. Programa de capacitaciones para el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.....	130
Tabla 26. Tipos de documentos del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.....	131
Tabla 27. Procedimiento para la gestión ambiental de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1.....	134
Tabla 28. Proceso de implementación de la auditoria del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1.....	137
Tabla 29. Lista de chequeo para la auditoria interna del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.....	138
Tabla 30. Análisis de Auditoria interna del Plan de la adecuada gestión ambiental de los RCE en la ORO-1.....	140
Tabla 31. Cronograma de implementación del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.....	141

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación del municipio de Santiago de Cali.	28
Figura 2. Santiago de Cali dividida por comunas.	28
Figura 3. Nivel educativo alcanzado por la población donde hace presencia la ORO-1.....	29
Figura 4. Relación modelo PHVA y norma NTC ISO 14004.	33
Figura 5. Componentes de un cable eléctrico (conductor eléctrico).....	36
Figura 6. Esquema de la sección transversal del cable eléctrico.	38
Figura 7. Ciclo biogeoquímico de las dioxinas.....	41
Figura 8. Mecanismo de toxicidad y efectos sobre la salud de los PCDD/Fs.	42
Figura 9. Lesiones inflamatorias de cloracne.	45
Figura 10. Espinillas de cloracné.....	45
Figura 11. Máquina JC 300. Máquina para reciclar cable de varios tipos diseñada por José Carlos Bueno López.....	50
Figura 12. Cantidad de RAEE generados por continente Vs cantidad de RAEE documentados como recogidos y reciclados por continente (año 2019).	53
Figura 13. Objetivos de desarrollos sostenible en la gestión de los residuos de cables eléctricos.	58
Figura 14. Etapas del plan metodológico del proyecto aplicado.	68
Figura 15. Ubicación de las bodegas de reciclaje (casos de estudio) en la ciudad de Cali.	76
Figura 16. Trabajo en campo de la bodega 1.....	77
Figura 17. Residuos de cables eléctricos almacenados en la bodega 1 al momento de realizar la encuesta.....	77
Figura 18. Planteamiento de codificación descendente para el caso de estudio.	78

Figura 19. Planteamiento de codificación ascendente para el caso de estudio.....	78
Figura 20. Matriz para el análisis multidimensional de la Gestión RCE en las bodegas de la ORO-1.....	82
Figura 21. Fases para presentar el diagnóstico de la gestión de los RCE en la ORO-1.	84
Figura 22. Consideraciones para realizar el análisis DOFA.....	89
Figura 23. Herramienta para el planteamiento de estrategias de solución a las problemáticas del caso de estudio.	92
Figura 24. Relaciones internas entre el capital humano de la ORO-1.....	99
Figura 25. Relaciones externas de la ORO-1.....	101
Figura 26. Tipo de proveedor de residuo de cable eléctrico sin tratamiento en las bodegas de la ORO-1.....	110
Figura 27. Tipo de proveedor de cobre proveniente de cable quemado en las bodegas de la ORO-1.....	110
Figura 28. Incidencia del tipo de gestión o tratamiento de los RCE en las bodegas de la ORO-1.	111
Figura 29. Comparación de emisión admisible de PCCD/PCDF Vs Emisión mensual de la ORO-1.....	115
Figura 30. Problemáticas priorizadas en la gestión de RCE en la ORO-1.	118
Figura 31. Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1, en el ciclo PHVA.	121
Figura 32. Distribución del código de referencia para la información interna.	132
Figura 33. Encabezado de la información documentada interna.	133
Figura 34. Aprobación de documentos.	133
Figura 35. Proceso de gestión de residuos de cables eléctricos RCE en la ORO-1.....	133

Figura 36. Formato de gestión de residuos de cables eléctricos	136
---	-----

Introducción

Los cables eléctricos están presentes en el estilo de vida actual, se encuentran en el circuito eléctrico de las calles, de las casas y en la mayoría de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE). Junto al incremento de la población, aumenta la demanda de AEE y por ende los residuos de cables eléctricos también. Los cables eléctricos se clasifican dentro de los materiales y componentes de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (DIRECTIVA 2012/19/UE). Al ser desechados los AEE o el circuito eléctrico, los residuos de cables eléctricos (RCE) tienen una alta probabilidad de convertirse en residuos peligrosos; debido a que en el interior de los cables hay cobre (este material maneja un precio alto en comparación con otros materiales aprovechables) y para acceder a este metal, el método mayormente utilizado es la combustión lenta o quema del cable. La combustión de los cables eléctricos genera compuestos tóxicos entre los cuales las dioxinas son el de mayor interés debido a su alta toxicidad (Serrano et al., 2021).

A nivel mundial, la documentación de la gestión de los RAEE es insuficiente, para el año 2019 tan solo el 56% de los RAEE del mundo fueron documentados como recolectados y reciclados adecuadamente; para el caso de América solo el 9,4% de los RAEE fueron documentados (Forti et al., 2020). Teniendo en cuenta la información anterior, se evidencia que, aproximadamente la mitad de este tipo de residuos a nivel mundial, son gestionados con métodos inadecuados y contaminantes.

El presente proyecto aplicado estudia la gestión de los RCE en una organización de recicladores de oficio (ORO¹) ubicada en la ciudad de Cali. La ORO la cual es el objeto de estudio en el presente proyecto aplicado se seguirá mencionando en el transcurso del documento

¹ Una ORO es una organización que, presta el servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, está registrada en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y es constituida por recicladores.

como ORO-1². Aproximadamente el 90% de los RCE que llegan a la ORO-1 terminan quemados, esto supone una emisión de $2.892,96 \text{ ng} - \text{EQT}/\text{m}^3$ de PCCD/PCDF (dioxinas y furanos) cerca al río Cauca; lo cual es alarmante, ya que el estándar de emisión admisibles de PCCD/PCDF en Colombia es de $0,5 \text{ ng} - \text{EQT}/\text{m}^3$ (RESO 909/08). Teniendo en cuenta lo anterior, surge la siguiente pregunta: ¿Cuál o cuáles son las estrategias adecuadas para la gestión ambiental de los residuos de cables eléctricos en la ORO-1?

Por la situación problemática enunciada, este proyecto aplicado se orienta con el objetivo de proponer estrategias para la adecuada gestión ambiental de los residuos de cables eléctricos en las bodegas de reciclaje asociadas a la ORO-1. En la ruta hacia conseguir el objetivo del proyecto se consolidaron cuatro temas principales en este documento. El primer tema contiene la información general del proyecto, aquí se encuentra la descripción del problema, la justificación, objetivos y se presenta el contexto socio-demográfico de la ORO-1.

El segundo tema corresponde al marco de referencia utilizado para entender y abordar el caso de estudio, este tema es el más extenso del documento y tiene cuatro componentes, el primero es el marco teórico, en el cual se presenta la información teórica enfocada a la gestión ambiental de los residuos de cables eléctricos en función de la combustión lenta y sus riesgos; el segundo componente corresponde a los antecedentes, en este apartado se presentan tres investigaciones. El primero presenta las ventajas y desventajas de las técnicas existentes de reciclaje de RCE, el segundo corresponde al diagnóstico de los RAEE en las tiendas de la ciudad de Lima Perú con su respectiva propuesta de gestión y el tercer antecedente corresponde a la presentación de un prototipo de separación del cobre y plástico de los RCE. El tercer

² El nombre real de la organización, del representante legal, el nombre de las bodegas y de los líderes de bodega encuestados no se publican en este documento, ya que fue una condición establecida por los mismos encuestados para poder acceder a la información requerida en el desarrollo de este proyecto aplicado.

componente del segundo tema es el marco conceptual, en este apartado la autora del proyecto presenta un análisis de la gestión actual de los RAEE y de los RCE a nivel mundial, nacional y local, también presenta los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la gestión de los RCE y la estrategia política de Colombia para fomentar los negocios verdes en el país; el cuarto y último componente del tema dos es el marco normativo, en este apartado se presenta los tratados internacionales y el marco legal en Colombia relacionado con la gestión de los RAEE.

El tercer tema corresponde a la presentación de la metodología utilizada en el desarrollo de este proyecto aplicado, el diseño metodológico consta de cuatro etapas, (1) revisión bibliográfica, (2) recolección de datos, (3) interpretación de la información y (4) formulación del plan de gestión ambiental. Finalmente, el cuarto tema corresponde a la presentación de los resultados obtenidos los cuales son: (a) el diagnóstico de la situación actual de la gestión de RCE en la ORO-1, (b) priorización de problemas relacionados a la gestión de los RCE en la organización; este tema termina con el resultado del objetivo principal de este proyecto aplicado, el cual es (c) la presentación del Plan para la gestión ambiental de RCE en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Cali.

Información general del proyecto

Problema de investigación

Descripción del problema

Los cables eléctricos además de estar presentes en el circuito eléctrico de las casas, también se encuentran en la mayoría de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), ya que son necesarios para conducir energía o información; por esta razón los cables eléctricos se clasifican dentro de los materiales y componentes de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (DIRECTIVA 2012/19/UE). Junto al incremento de la población, aumenta la demanda de AEE y por ende los residuos de cables eléctricos también. Al pasar la vida útil de los AEE o del circuito eléctrico, estos son desechados y tienen una alta probabilidad de convertirse en residuos peligrosos para el ambiente y para la población; debido a que de los residuos de los cables se obtiene cobre (un metal de importante valor económico en el mercado del reciclaje); y para acceder a este metal, el método mayormente utilizado es la combustión lenta o quema del cable.

El peligro de la quema del cable yace en la variedad de contaminantes que se generan durante el proceso de combustión, explica Aracil (2008), los cuales se dividen en tres grandes grupos, como son: los residuos sólidos o cenizas, las aguas residuales contaminadas y las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Dentro de este último grupo expone el autor, se encuentran compuestos aromáticos clorados tales como clorobencenos (CIBzs), clorofenoles (CIPhs), policloronaftalenos (PCNs), policlorobifenilos (PCBs), policlorodibenzofuranos (PCDFs) y policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDDs); de los cuales el de mayor interés son las PCDDs o dioxinas por su alta toxicidad (Serrano et al., 2021). Los autores Cruz et al. (2010) explican que las dioxinas en el cuerpo humano inducen una modulación inadecuada de la expresión génica que representan los pasos iniciales de una sucesión de reacciones bioquímicas,

que conducen a trastornos en el normal desarrollo del ser humano, su metabolismo, perjudica órganos como el cerebro, órganos reproductivos, además es un compuesto catalogado como cancerígeno (Dai et al., 2020); otro aspecto de las dioxinas que genera gran alerta explicado por Serrano et al. (2021), es su característica de alta estabilidad térmica-química y marcado carácter lipofílico, esta última, las convierte en compuestos altamente persistentes y bioacumulables en los tejidos grasos a través de la cadena alimentaria; por lo anterior, las dioxinas son moléculas persistentes en el medio ambiente y se distribuyen en el agua, aire y suelo; por lo tanto, el ser humano puede entrar en contacto con este compuestos tóxicos por ingestión oral de alimentos grasos como carne, pescado o leche, inhalación y/o contacto dérmico. A pesar de las altas consecuencias nocivas que representa la quema de los cables eléctricos a la salud humana, esta actividad actualmente no es controlada, como se explica más adelante.

En el panorama mundial, la documentación de la gestión de los RAEE es insuficiente, para el año 2019 tan solo el 56% de los RAEE del mundo fueron documentados como recolectados y reciclados adecuadamente; para el caso de América solo el 9,4% de los RAEE fueron documentados (Forti et al., 2020). Al no contar con información sobre la gestión de los RAEE a nivel mundial y local, la gestión de los residuos de cables eléctricos se vuelve imposible de rastrear. La falta de datos e información referente a la gestión de los RAEE, abre la posibilidad para considerar que casi la mitad de los RAEE en el mundo, y, puntualmente en América casi el 90% de este tipo de residuos son gestionados de manera informal con métodos inadecuados y contaminantes.

Los cables eléctricos representan el 2% en la composición de los RAEE (Mmerekí, et al., 2016). Teniendo en cuenta el dato anterior y que no se encuentra información sobre la cantidad de RCE generados o gestionados, se estima que en el año 2019 se generaron 1.072.000 t y

262.000 t de RCE en el mundo y en América respectivamente. En el caso de Colombia, para el año 2020 se generaron 326 mil toneladas métricas de RAEE (Statista, 2021), por lo tanto, se estima que ese mismo año en el país se generaron 6.520 toneladas métricas de RCE.

Colombia cuenta desde el año 2013 con lineamientos para la gestión integral de los RAEE (Ley 1672 del 2013), pero su implementación va a paso lento y solo en algunas ciudades del país. En Colombia se cuenta con pocos gestores de RAEE que faciliten la gestión adecuada para dichos residuos; estos gestores generalmente realizan el desmontaje de los RAEE de manera manual y las partes recuperadas (consideradas materias primas) se exportan a otros países para su reciclaje.

La ciudad de Cali cuenta con un PGIRS (2021-2027), en el cual los RAEE se incluyen en el programa para la gestión integral de los residuos sólidos especiales, pero el municipio carece actualmente de estrategias para dar cumplimiento a la recolección selectiva y disposición a estos residuos, y es común observar restos de RAEE incluyendo los cables eléctricos entre las bolsas de basuras para ser dispuestas en el relleno sanitario con el resto de residuos municipales y en puntos críticos de la ciudad. Aunque el municipio de Cali cuenta con algunos gestores certificados de RAEE; solo dos de estos especifican hacer gestión de residuos de cables eléctricos (Innova y EcoComputo), de los cuales solo la empresa Innova tiene el servicio de recolección de RAEE a empresas y casas.

La ORO-1 presta el servicio de recolección de residuos aprovechables en la ciudad. Entre la diversidad de materiales aprovechables que recuperan, se encuentran los RCE (sin ningún tratamiento); aproximadamente 3,2 toneladas de RCE pasan al año por la organización. Solo dos líderes de bodega encuestados admiten quemar los RCE para obtener el cobre y generar mayor rentabilidad, pero finalmente aproximadamente el 90% de los RCE que llegan a esta ORO-1,

terminan gestionados mediante el método de combustión lenta de manera directa o indirecta, además, todas las bodegas aliadas a la organización sin excepción compran directamente alambres de cobre provenientes de la quema de los RCE; la compra de estos alambres de cobre es un incentivo que cada bodega hace para que sus vendedores sigan realizando esta práctica tan perjudicial para el ambiente y para la comunidad.

La quema de los RCE se genera principalmente por la necesidad económica de los actores involucrados (habitantes de calle, habitantes del sector, recicladores de oficio, líderes de bodega), por la falta de compromiso social por parte de los líderes de bodega y/o por la falta de estrategias de sostenibilidad dentro de la organización. Con los precios actuales del mercado del reciclaje, vender el cobre de los RCE es casi 8 veces más rentable que vender el residuo de cable eléctrico completo; de acuerdo a la información obtenida en la encuesta realizada en este proyecto aplicado, los RCE sin tratamiento se están comprando con precios entre \$1.000 a \$5.000, pero el cobre (incluye el alambre de cobre proveniente de cables quemados) se compra con precios entre \$24.000 a \$26.000. La necesidad económica, la falta de equipos y de personal capacitado que ayuden a la gestión de los RCE en la organización, la falta de estrategias de sostenibilidad dentro de la organización y la falta de control y vigilancia por parte de las instituciones del municipio (alcaldía, DAGMA, CVC, Policía y demás) facilita que los interesados en obtener el cobre de los RCE, realicen la quema de los cables sin aparentes restricciones o consecuencias incluso dentro de la ciudad.

La gestión inadecuada de los RCE en la organización objeto de estudio de este proyecto aplicado, genera principalmente (y es lo más preocupante), la contaminación de diferentes ecosistemas relacionados al río Cauca, mediante la emisión de compuestos tóxicos clorados como las dioxinas, las cuales se generan durante el proceso de combustión lenta que

generalmente se realiza en la periferia de la ciudad de Cali a orillas de este río. Teniendo en cuenta que la dioxina es un compuesto tóxico persistente en el ambiente y de carácter lipofílico; este compuesto es dispersado por la corriente del río Cauca aguas abajo durante mucho tiempo llegando a diversas comunidades, generando los trastornos a la salud humana mencionados con anterioridad. En el aspecto económico, la falta de conocimiento técnico y el difícil acceso a nuevas tecnologías genera la disminución de ganancias económicas por dos razones: (a) baja calidad del material metálico obtenido (cobre de los cables) y (b) se genera pérdida de material plástico (PVC), el cual también puede ser vendido como materia prima. Finalmente, la gestión de residuos de cables eléctricos dentro de la organización permanece sin innovar como consecuencia a la poca presión política por parte de las autoridades de la ciudad y a la falta de valores institucionales o de política ambiental de la organización.

Planteamiento del problema. Este proyecto aplicado busca dar lineamientos para la solución a los problemas relacionados con la gestión inadecuada que reciben actualmente los residuos de cables eléctricos en la ORO-1, ubicada en la ciudad de Cali. Se busca generar un plan que le permita a la organización, obtener el cobre presente en los residuos de cables eléctricos, para continuar generando ganancias económicas sin comprometer la calidad ambiental y la salud pública de la región. Teniendo en cuenta lo anterior, surge la siguiente pregunta: ¿Cuál o cuáles son las estrategias adecuadas para la gestión sostenible de los residuos de cables eléctricos en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Cali?

Justificación

La generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) está directamente relacionada con el aumento de residuos de cables eléctricos (RCE). La falta de información sobre la gestión que se le da a este tipo de residuos es una alarma que pone la atención sobre los responsables de la gestión de residuos sólidos tanto a nivel global, como local.

Los RCE son una importante fuente de materia prima, especialmente por su contenido de metales no ferrosos. Aunque actualmente a nivel mundial, la minería urbana o minería electrónica se presenta atractiva como método de obtención de metales (Semana, 2018), y aún con información científica que comprueba los efectos negativos que genera la quema de cables eléctricos a la salud de la población como son trastornos en el metabolismo del cuerpo humano, diferentes tipos de cáncer, entre otros (Dai et al., 2020).

La práctica de combustión lenta de los RCE como método para obtener el metal valioso (cobre) de su interior, continúa siendo practicado constantemente en la clandestinidad. Por lo anterior, encontrar alternativas para dar una adecuada gestión a los RCE a nivel general permite, fomentar la economía circular de la región, ya que se contribuye con el aprovechamiento y reciclaje de materiales valiosos presentes en los RCE (Blinová y Godovčín, 2021); además contribuye a disminuir los daños ambientales que genera la explotación de materias primas para la producción de nuevos productos que contengan cobre y PVC; y también contribuye con la disminución de emisiones de compuestos tóxicos para la naturaleza y para la población. La conservación de una naturaleza sana es necesaria para la subsistencia de la humanidad; en este sentido, la disminución de la extracción de materiales de la tierra y la disminución de emisiones contaminantes, beneficia a toda la población humana.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el caso del presente proyecto aplicado, la organización de recicladores de oficio de la ciudad de Cali objeto de estudio, necesita estrategias de gestión ambiental para los RCE que llegan a sus bodegas; ya que en la organización a causa de la ausencia de estrategias de sostenibilidad y bajo la fachada de ser gestores de residuos aprovechables está generando ingresos económicos a expensas de la contaminación de los ecosistemas y el deterioro de la salud de la población.

En este sentido, la presente investigación contribuye principalmente con la generación de soluciones prácticas para la gestión que se debe dar a los RCE que llegan a la organización, con el propósito de continuar obteniendo beneficios económicos, pero sin comprometer el bienestar de la población caleña y de la región, ya que se busca disminuir las emisiones de dioxinas producidas durante el proceso de quema de los RCE, las cuales generan problemas en la salud humana como algunos trastornos en el desarrollo del cuerpo humano, la aparición de diferentes tipos de cáncer, entre otros problemas de salud (Dai et al., 2020).

Del mismo modo, contar con una gestión ambientalmente responsable de los RCE ayuda a la organización a contribuir con el cumplimiento de la Ley 1196 del 2008 (la cual aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes”) y del Decreto 1076 de 2015 (el cual prohíbe la realización de quemas abiertas en centros urbanos y la quema de RAEE). Teniendo en cuenta el proceso de formalización en el que se encuentra la organización, el representante legal debe evitar infringir las normas vigentes para no entorpecer dicho proceso y lograr promocionarse como una organización con responsabilidad social.

Los métodos de tratamiento y obtención del cobre presente en los RCE, se caracterizan por conservar la cubierta plástica de los cables (Li et al., 2017); obtener el material plástico significa contar con otro material aprovechable para comercializar, por lo cual, esta investigación

también contribuye (con un carácter sutil) en el lineamiento para la generación de otro ingreso de capital para la organización, aunque se debe tener en cuenta que el beneficio económico depende de la variabilidad del precio de este tipo de PVC en el mercado.

Por otro lado, el presente proyecto aplicado tiene una contribución de carácter teórico, ya que presenta información relacionada con la gestión de los RCE en la ciudad de Cali; información con la que no se cuenta al momento de realizar este trabajo, por ende, se contribuye a la generación de información debido a la escasez de la misma en el contexto nacional y regional.

Finalmente, aunque el desarrollo de este proyecto aplicado busca principalmente dar respuesta a la situación problemática de una organización específica en la ciudad de Cali; este documento también tiene el propósito de hacer visible la problemática de la gestión de los RCE en el municipio de Cali. La información aquí contenida puede ser útil para otras organizaciones de recicladores de oficio de la ciudad y del país que busquen dar una gestión sostenible a los RCE que recuperan; del mismo modo, la información contenida en este documento puede ser útil para el desarrollo de otras investigaciones.

Hacer visible la problemática de la quema de RCE es necesario para procurar por la aceleración de la implementación de estrategias para la gestión ambiental de los RAEE en el municipio de Cali y en Colombia, estrategias que contribuyan con un ambiente seguro para toda(o)s en el país.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de gestión ambiental de los residuos de cables eléctricos de acuerdo a los lineamientos de la ISO-14004, para una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

Objetivos Específicos

Realizar el diagnóstico de la gestión actual de los residuos de cables eléctricos en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

Identificar las principales problemáticas relacionadas con la gestión actual de los residuos de cables eléctricos en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

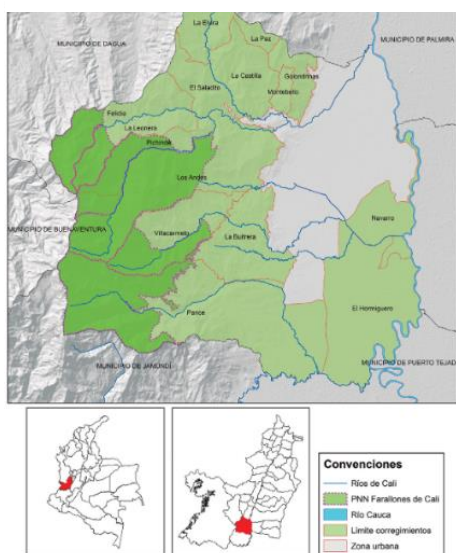
Formular un plan de gestión ambiental para los residuos de cables eléctricos que son recuperados en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

Delimitación de estudio

Para la realización de este proyecto aplicado se tomó como muestra de análisis 10 bodegas vinculadas a una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Cali, las bodegas estudiadas se encuentran ubicadas en las comunas 11, 13, 14, 15 y en el corregimiento de El Hormiguero del municipio de Santiago de Cali. La ciudad se encuentra ubicada en el departamento del Valle del Cauca al suroccidente colombiano en el valle geográfico del río Cauca sobre el margen oriental de la Cordillera Occidental. Las Figuras 1 y 2 presentan la ubicación del municipio de Cali y de las comunas donde se ubican las bodegas objeto de estudio.

Figura 1.

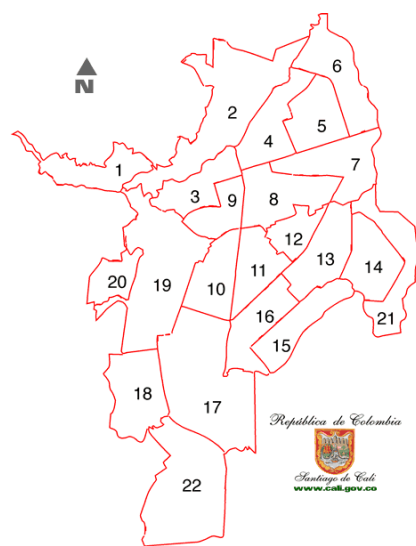
Ubicación del municipio de Santiago de Cali.



Fuente: CVC, 2015

Figura 2.

Santiago de Cali dividida por comunas.



Fuente: Cali.gov

De acuerdo con un informe de Microzonificación Climática publicado por la CVC et al. (2015), la climatología del municipio de Santiago de Cali en términos generales se clasifica como “Valle cálido semihúmedo y vertientes húmedas de alta montaña”, la cual se caracteriza

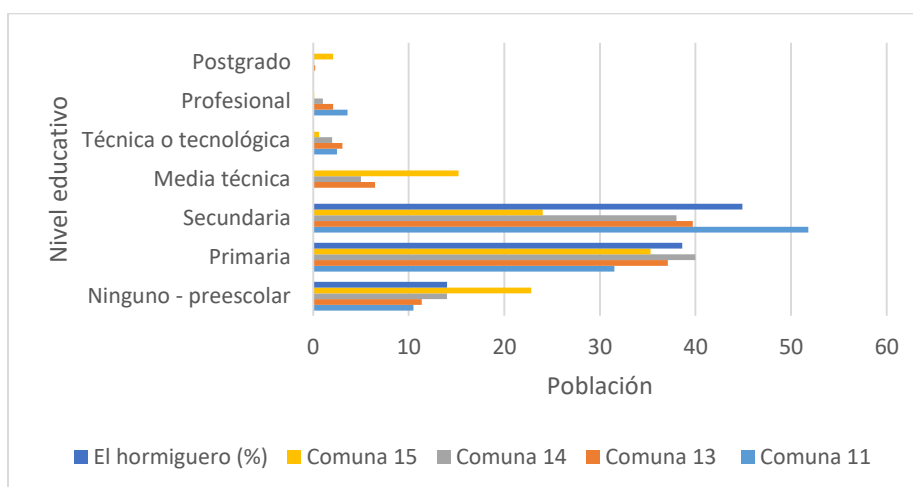
por la presencia de lluvias leves en el valle y montaña, las cuales generan la diferencia de temperatura entre el aire que se encuentra en las pendientes y en el valle.

Teniendo en cuenta el mapa de densidad arbórea en Cali (Departamento Administrativo de Planeación, 2015), las comunas donde se encuentran ubicadas las bodegas encuestadas en esta investigación son zonas con una relación baja de árbol por 1.000 habitantes, mientras que el sector de El Hormiguero es una zona rural rodeada por cultivos de caña de azúcar.

De acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo de Planeación de la Alcaldía de Cali para el año 2020, estos sectores cuentan con 514.080 habitantes los cuales equivalen a más del 20,5% de la población total del municipio y entre los cuales se calculan 204.344 viviendas. En cuanto a la estratificación de las viviendas de estas zonas se tiene que el estrato moda para la comuna 11 es el 3, para la comuna 13 y para el corregimiento El Hormiguero el estrato más común es el 2, y para las comunas 14 y 15 el estrato moda es el 1. Es decir, la población vinculada al caso de estudio se encuentra entre los estratos 1, 2 y 3, considerados de clase baja y/o población vulnerable.

Figura 3.

Nivel educativo alcanzado por la población donde hace presencia la ORO-1.



Fuente: Adaptado de Bolaños et al. (2015)

En la Figura 3 se aprecia el nivel educativo alcanzado por la población (en porcentajes) en las comunas donde se ubican las bodegas aliadas a la ORO-1; según los Planes de Desarrollo 2012-2015 de las comunas de Cali, se aprecia que, entre la población de estas comunas, el 14,6% de la población, no contaba con ninguna educación académica, solo el 40% de la población terminaron el bachillerato y apenas el 1,8% de la población contaba con educación superior.

Caso de estudio

Una organización de recicladores de oficio formalizados (ORO) es una organización que, incluye dentro de su objeto social la prestación del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, debe estar registrada en la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y debe ser constituida por recicladores de oficio” (Decreto 596 del 2016). La ORO-1 es la cabeza visible que representa³ a un grupo de bodegas aliadas y de recicladores de oficio vinculados a dichas bodegas, ante las entidades públicas como la Alcaldía y Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios –SúperServicios-. Tanto la bodega inscrita ante la Súper Servicios como Estación de Clasificación y Aprovechamiento –ECA- como las otras bodegas aliadas llevan varios años funcionando como compra-venta de materiales aprovechables, por ejemplo, el representante legal de la ORO-1 lleva trabajando en este sector desde el año 2009.

Al ser una alianza de bodegas, cada bodega o cada líder de bodega tiene la libertad de trabajar a medida de sus condiciones y necesidades, aunque cada bodega tiene sus propias características, hay una característica que comparten todas las bodegas y es el hecho de que solo tienen la capacidad operativa de ser centro de clasificación y almacenamiento de materiales

³ Esta representación se hace para que las bodegas aliadas y sus recicladores puedan dar cumplimiento a los requisitos necesarios para convertirse en prestadores del servicio público de aseo en el esquema de aprovechamiento (Decreto 596 del 2016).

aprovechables, ninguna de las bodegas de la organización cuenta con tecnología para hacer procesos de transformación de residuos.

Entre la variedad de material aprovechable que llega a las bodegas, ingresan residuos de cables eléctricos o cobre proveniente de cables quemados; la fuente y gestión de estos residuos son un tema incómodo para los líderes de bodega. Por un lado, comprar RCE es muy rentable para las bodegas de material aprovechable, porque de acuerdo a la información obtenida en la encuesta realizada para el diagnóstico de este proyecto aplicado, las bodegas compran los RCE a precios muy bajos y si obtienen el cobre de su interior (generalmente mediante la práctica de combustión lenta) lo venderán 8 veces el valor de la compra inicial del RCE. La situación es similar para los clientes de las bodegas de material aprovechable; comparando los precios de compra de RCE y los de cobre proveniente de cable quemado, las bodegas compran el residuo de cable eléctrico (RCE) a precios muy bajos, pero si el cliente de la bodega obtiene el cobre dentro de los cables, pueden adquirir 5 veces más la ganancia que consiguen al vender el RCE sin tratamiento.

El tema álgido respecto de la gestión de los RCE es el modo de obtención del cobre presente en el interior de los mismos; ya que al no contar con máquinas que permitan la obtención fácil y segura de este metal, el método habitual que se emplea para la obtención de este cobre tanto por algunos líderes de bodega, como algunos habitantes del sector que venden materiales aprovechables a las bodegas, es la combustión lenta (o la quema) de los RCE.

Marco de referencia

Marco Teórico

En este apartado se expone la información teórica relacionada al caso de estudio. A continuación, se presenta información que explica la realidad sobre la quema de residuos de cables eléctricos y también se expone la información básica sobre la herramienta ISO-14004, la cual es utilizada en este proyecto aplicado para plantear el plan de gestión ambiental.

Gestión ambiental

Laura Massolo (2015) define la gestión ambiental como “el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales” (p. 11). La autora explica que las herramientas de gestión ambiental pueden tener gran efectividad en términos no solo ambientales, sino también económicos y sociales.

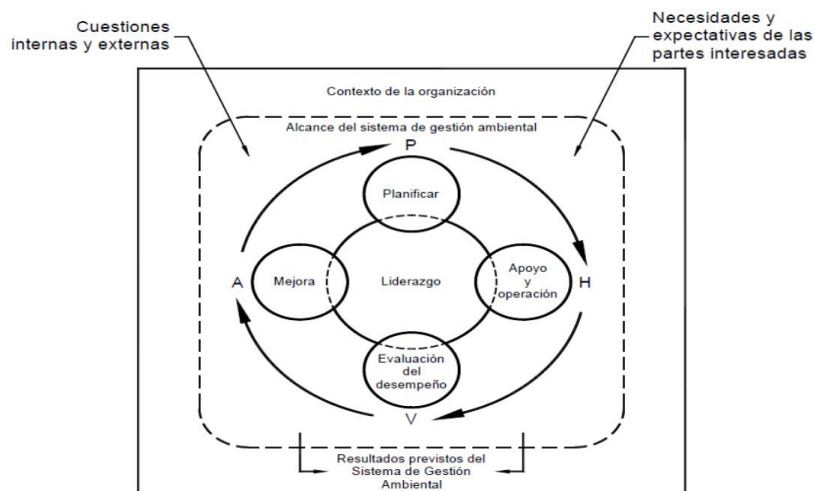
Existen diversas herramientas e instrumentos para la gestión ambiental, de acuerdo a Massolo se clasifican en: (a) Preventivas, (b) Correctivas y (c) Conservación y (d) Mejoramiento. Entre la variedad de herramientas e instrumentos de la gestión ambiental se encuentran: la legislación ambiental, la educación ambiental, el ordenamiento territorial, los estudios de impacto ambiental, las auditorías ambientales, los análisis del ciclo de vida, el etiquetado ecológico, el eco-diseño o diseño ambiental, la aplicación de modelos de dispersión ambiental, el sistema de diagnóstico e información ambiental, el sistema de gestión ambiental, las certificaciones. Teniendo en cuenta que en este proyecto aplicado se busca dar una adecuada gestión ambiental a los residuos de cables eléctricos que ingresan a una organización de bodegas de material aprovechable, se considera viable utilizar la ISO-14004 como herramienta guía para la formulación del plan de gestión ambiental de los RCE en la ORO-1.

La ISO 14004 es una norma internacional con información sobre el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) (NTC-ISO 14004:2004). El SGA es una herramienta para mejorar la calidad del entorno que controla una organización y para proteger la salud humana.

El modelo del SGA propuesto por la norma está planteado con la estrategia conocida como el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), la cual es una estrategia útil para la resolución de problemas, mejorar procesos e implementar cambios; esta orientación convierte el sistema de gestión ambiental de la norma ISO, en un sistema con un proceso constante de mejora continua. En la Figura 4 se plasma la relación entre el ciclo PHVA y la ISO-14004.

Figura 4.

Relación modelo PHVA y norma NTC ISO 14004.



Fuente: NTC-ISO14001:2015

Para implementar un SGA se necesita del compromiso de la alta dirección de la organización para ejercer el liderazgo del funcionamiento del sistema. Para dar inicio a un SGA, de debe contar con un informe sobre la situación actual de la relación organización-ambiente,

con esta información se da inicio al proceso continuo de las etapas del SGA, las cuales se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1.

Etapas de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Etapa	Aspectos
<p>Planificar: Establecer un proceso de planificación continuo que permita a la organización:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) identificar los aspectos ambientales y los impactos ambientales 2) identificar y hacer seguimiento de los requisitos legales y otros requisitos que la organización, y establecer criterios internos de desempeño cuando sea apropiado 3) establecer objetivos, metas ambientales y formular programas para lograrlos 4) desarrollar y usar indicadores de desempeño
<p>Hacer: Implementar y operar el sistema de gestión ambiental.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) crear estructuras de gestión, asignar funciones y responsabilidades. 2) suministrar recursos adecuados 3) formar al personal. 4) establecer procesos para comunicación interna y externa 5) desarrollar y mantener la documentación 6) establecer e implementar controles a los documentos 7) establecer y mantener controles operacionales 8) asegurarse de la preparación y capacidad de respuesta ante emergencias
<p>Verificar: Evaluar los procesos del sistema de gestión ambiental.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) realizar un seguimiento y medición continuos 2) evaluar el estado de cumplimiento; 3) identificar las no conformidades y tomar acciones correctivas y preventivas 4) gestionar registros 5) realizar periódicamente auditorías internas

Actuar:	1) realizar revisiones por la dirección del sistema de gestión
Revisar y emprender acciones	ambiental a intervalos apropiados
para mejorar el sistema de	2) identificar áreas de mejora
gestión ambiental.	

Fuente: tomado de ISO 14004:2004

Teniendo en cuenta que el plan de gestión ambiental que busca proponer este documento se enfoca en los residuos de cables eléctricos, y que, estos a su vez se catalogan dentro de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se abordará brevemente este último tema en el siguiente apartado.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE

El término en español de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos equivale a el término oficial de la Unión Europea: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), aunque existe una versión más práctica en inglés, el cual se usa generalmente para referirse a este tipo de residuos, es e-waste.

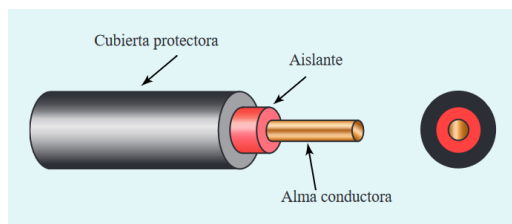
En la Directiva 2012/19/UE sobre RAEE de la Unión Europea, se define los RAEE como: “Todos los aparatos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos”; y los aparatos eléctricos o electrónicos se definen como “todos los aparatos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes”. Con lo anterior, se entiende que los RAEE son los aparatos o equipos que funcionan con electricidad y los componentes que conforman dicho aparato en el momento en que se desecha. En el documento “Lineamientos Técnicos para el Manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos” (MAVDT, 2010) se indica los siguientes; como componentes de los RAEE: condensadores, componentes de mercurio, pantallas LCD, tarjetas de circuito impreso,

baterías, tubos fluorescentes, plásticos, cables y alambres aislados, entre otros (estos últimos son el objeto de estudio de este documento).

Los cables presentes en los aparatos eléctricos son el instrumento para la transmisión de información (datos o sonido) o de electricidad. Los cables cuya función es conducir o transmitir electricidad, técnicamente se conocen como conductores eléctricos. Araya y Sandoval (2001) indican tres partes diferenciadas de estos, los cuales son: el alma o elemento conductor, el aislante y la cubierta protectora; estos componentes se describen a continuación y se pueden observar en la Figura 5:

Figura 5.

Componentes de un cable eléctrico (conductor eléctrico).



Fuente: tomado de Araya y Sandoval, 2001

El alma o elemento conductor es el componente del cable que se encarga de conducir la energía eléctrica, se fabrica con metales como el cobre y el aluminio. Aunque ambos metales tienen una excelente conductividad eléctrica, el cobre es el elemento más utilizado en la fabricación de cables por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas. Los cables o conductores eléctricos se clasifican de acuerdo a la forma de esta alma o conductor y se describen en la Tabla 2, en esta tabla también se observa la variedad de diámetros del conductor.

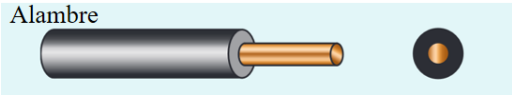
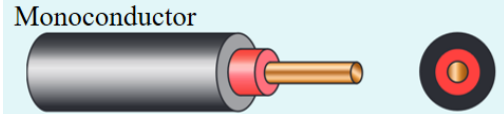
El Aislante de un elemento conductor evita que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas o con otros objetos, del mismo modo, el aislante debe evitar que elementos conductores de distinto voltaje puedan hacer contacto entre sí. Actualmente, los

materiales generalmente usados para el aislamiento de conductores son: el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el caucho, la goma, el neoprén y el nylon.

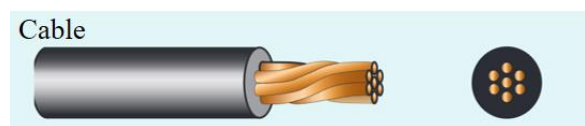
La cubierta protectora también se le conoce como revestimiento, chaqueta o cubierta. La función de esta parte del cable es proteger la integridad de la aislación y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. A modo de resumen, Sunil et al. (2016) explica que los cables están conformados en su interior por un núcleo de cobre (Cu) forrado por un largo cordón de polietileno (PE), el cual actúa como soporte para que los hilos de cobre trenzados permanezcan en la posición correcta. Finalmente, el cable es forrado por un plástico, esta capa exterior de los cables está compuesta principalmente por Policloruro de vinilo (PVC); la Figura 6 tiene la representación esquemática de la sección transversal de un cable eléctrico y relaciona los elementos que generalmente componen un cable eléctrico.

Tabla 2.

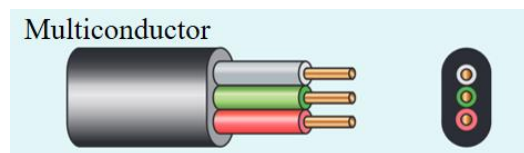
Clasificación de cables eléctricos según la forma del conductor eléctrico o Alma.

Según su constitución	Según número de conductores
Alambre: Elemento conductor formado por un solo hilo conductor.	Monoconductor: Elemento conductor con una sola alma conductora, con capa aislante y con o sin cubierta protectora.
	

Cable: Elemento conductor formado por una serie de hilos conductores, lo que le otorga una gran flexibilidad.



Multiconductor: Elemento conductor de dos o más almas conductoras, envuelta cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes

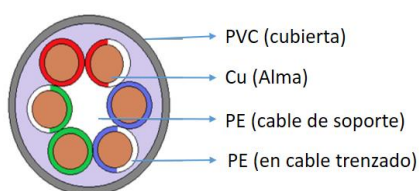


Fuente: Adaptado de Araya y Sandoval, 2001

Los residuos de cables eléctricos no son considerados en si un residuo peligroso aún cuando son componentes de los RAEE. Pero la inadecuada gestión de los residuos de cables puede generar compuestos tóxicos que afectan la calidad ambiental y la salud de la población. Por lo tanto, es importante recuperar los materiales valiosos de los residuos de cables eléctricos asegurando un tratamiento sin efectos negativos para el ambiente y para la comunidad.

Figura 6.

Esquema de la sección transversal del cable eléctrico.



Fuente: Adaptado de Sunil et al. (2016)

Técnicas de recuperación de materiales valiosos en los residuos de cables eléctricos (RCE)

Los cables eléctricos están hechos de fuentes de energía no renovables (de cobre -Cu- generalmente utilizado en el elemento conductor y el policloruro de vinilo -PVC- en la cubierta protectora). Sus desechos son una carga pesada para el ambiente y por ende para la salud de la población. El reciclaje de sus componentes (metal y plástico) brinda posibilidades económicas,

además de contribuir con la protección de los ecosistemas. Actualmente⁴, se utilizan los siguientes tipos de tecnología para lograr el reciclaje de los cables eléctricos, los cuales son: tecnología de tratamiento mecánico, proceso de congelación, tecnología de chorro de agua a alta presión, tecnología de separación por ultrasonidos, técnicas de reciclaje químico y proceso de recuperación de calor (incineración o combustión lenta y descomposición termina).

Las metodologías de tratamiento para residuos de cables eléctricos anteriormente expuestas son alternativas ambientalmente responsables (a excepción del tratamiento químico e incineración). Lastimosamente el método de incineración o combustión lenta es practicado desde la informalidad y clandestinidad en países desarrollados y en desarrollo (Secretaría del Convenio de Estocolmo, 2008) por personas que comercializan el cobre alrededor del mundo. La combustión lenta es el método problemático utilizado en la ORO-1, por lo tanto, se destina un espacio en el marco teórico a este método y a los contaminantes que se generan en esta práctica.

La recuperación del cobre en cables eléctricos por combustión lenta y los contaminantes derivados de este proceso

En los primeros tiempos del reciclaje de residuos de cables eléctricos, el principal proceso de recuperación del cobre era la incineración (Lu, 2002 como se citó en Li et al., 2017), porque es adecuada para recuperar el cobre de las diversas presentaciones de los residuos de cables y es un método sencillo y económico de realizar. Este método consiste en quemar la cubierta de plástico de los residuos de cables en un incinerador para recuperar el cobre (Conesa et al., 2013 como se citó en Li et al., 2017); sin embargo, en este proceso la superficie del núcleo de cobre se oxida

⁴ Actualmente la empresa ZICLA de la ciudad de Barcelona produce separadores viales 100% de material plástico reciclado incluyendo los RCE y se encuentran varias investigaciones en la web sobre la evaluación de los métodos de recuperación y aplicación del plástico de los RCE especialmente en universidades de España y China.

gravemente, lo que reduce en gran medida la pureza del cobre. Además, se estima que pierden entre 20 y 30 kg de cobre por la quema de una tonelada de cable (Chen 2012 en Li et al., 2017).

La combustión lenta o la quema a cielo abierto se da a temperaturas entre 250°C a 700°C. Esta actividad requiere de mano de obra, suele hacerse de manera individual, se realiza a pequeña y a mediana escala en espacios abiertos, directamente en el suelo. La actividad de la quema se realiza sin elementos de protección personal, no se controla la temperatura ni se adiciona oxígeno para lograr la combustión completa de los compuestos plásticos y minimizar la contaminación (Convenio de Estocolmo, 2008).

La recuperación de cobre de cables por combustión lenta es registrada como fuente de “producción no intencional” de contaminantes orgánicos persistentes en el Convenio de Estocolmo (2010), esto es debido a que la cubierta de plástico de los cables contiene retardantes de llama; el humo y los gases producidos en el proceso de incineración contienen gas y polvo tóxicos. De acuerdo con Aracil (2008) los contaminantes derivados de los procesos de combustión se pueden dividir en tres grandes grupos: (a) Residuos sólidos o cenizas, (b) Aguas residuales contaminadas y (c) Emisiones de contaminantes a la atmósfera (macro-contaminantes y micro-contaminantes).

De los contaminantes generados en el proceso de combustión lenta, los de mayor preocupación son las PCDDs y los PCDFs (micro-contaminantes), mejor conocidos como dioxinas y furanos respectivamente, por la elevada toxicidad de algunos de sus isómeros; incluso han sido catalogados por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como cancerígenos para el ser humano. La toxicidad de las dioxinas y furanos depende de la dosis y tiempo de exposición. De acuerdo con Fiani et al. (2013) la emisión de dioxinas y furanos PCCD/PCDF liberados en el aire durante la recuperación térmica de una tonelada de

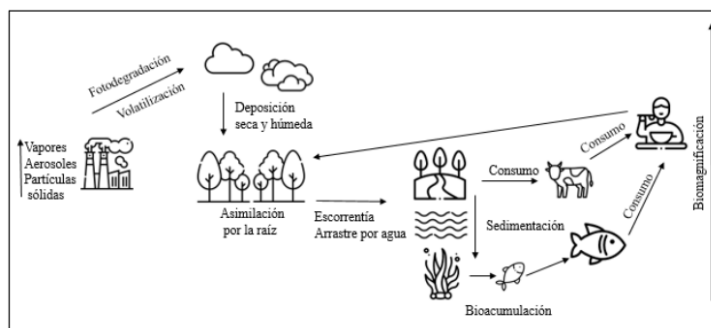
RCE a cielo abierto corresponde a 12.000 μg EQT/t Material. A continuación, se expone los riesgos ambientales y los riesgos a la salud humana que las dioxinas generan.

Riesgos de la combustión lenta de los residuos de cables eléctricos

Las dioxinas a temperatura ambiente son sólidos cristalinos incoloros, con una alta estabilidad térmica y química y marcado carácter lipofílico, esta última característica, los convierte en compuestos altamente persistentes y bioacumulables en los tejidos grasos a través de la cadena alimentaria, como se explica en la Figura 7. Por lo anterior, las dioxinas son moléculas persistentes en el medio ambiente y se distribuyen en el agua, aire y suelo; este último participa de los ciclos biogeoquímicos como “sumidero” de compuestos químicos, con esta característica, se entiende que el suelo también funciona como sumidero de dioxinas y desde el suelo este compuesto altamente toxico se libera hacia otros componentes del ecosistema (plantas, animales, microorganismos) (PNUMA, 2003 como se citó en Cruz et al., 2010). Al ser un compuesto persistente en la naturaleza, el ser humano puede entrar en contacto con dichos compuestos por ingestión oral, inhalación y/o contacto dérmico. La ingestión oral es la vía de mayor incorporación al organismo humano, principalmente a través de alimentos grasos como carne, pescado o leche.

Figura 7.

Ciclo biogeoquímico de las dioxinas.

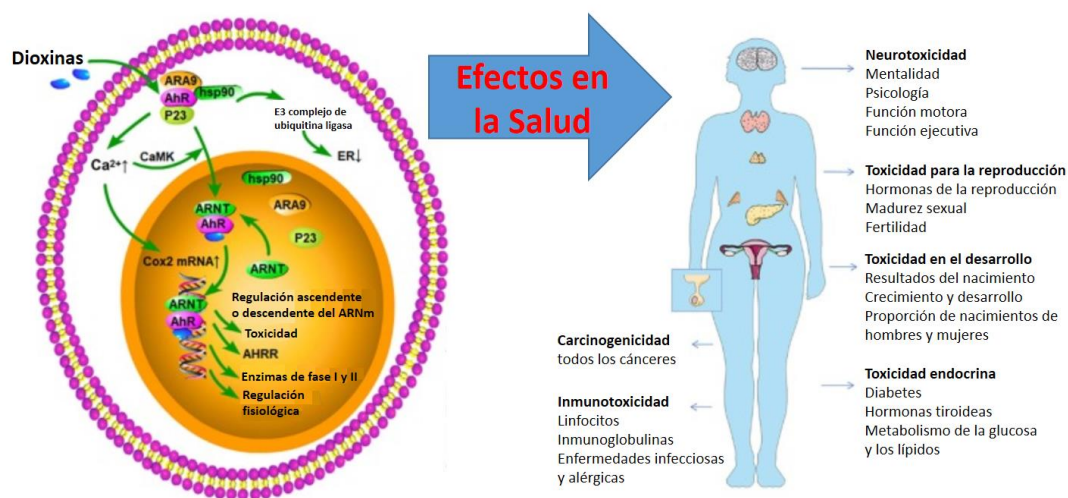


Fuente: tomado de Serrano et al. (2021)

Teniendo en cuenta que las dioxinas son compuestos altamente persistentes en el ambiente y bioacumulables, se convierten en un riesgo para la salud y la vida de mamíferos y otras especies. La interacción de las dioxinas con el receptor aril hidrocarburo (AhR5) induce una modulación inadecuada de la expresión génica que representan los pasos iniciales de una sucesión de reacciones bioquímicas, que conducen a los efectos sobre la salud observados en la Figura 8, los cuales se explicaran a continuación. En este apartado se expone la información recogida por los autores Cruz et al. (2010) y Dai et al. (2020) sobre los efectos adversos que producen las dioxinas, algunos demostrados en animales de experimentación únicamente y otros observados en animales y seres humanos.

Figura 8.

Mecanismo de toxicidad y efectos sobre la salud de los PCDD/Fs.



Fuente: adaptado de Dai et al. (2020)

Las dioxinas generan trastornos en algunos órganos. Los autores presentan casos en los cuales la exposición a dioxinas disminuye el peso del hígado e inducen fibrosis periportal,

⁵ Este receptor se ubica en el citoplasma de las células esperando formar un complejo ligando-receptor que posteriormente es movilizado hacia el núcleo, donde altera la expresión de genes específicos.

degeneración grasa y acumulación de porfirinas (hepatotoxicidad). En fetos expuestos se observa apertura de puentes artetiovenosos en el hígado. También causan efecto en el tracto intestinal, han encontrado lesiones polipoides en el estómago y lesiones hiperplásicas en el estómago de animales de laboratorio.

En el caso de la toxicidad en el desarrollo, la exposición a los PCDD/Fs durante el periodo prenatal y perinatal, la infancia, la niñez y la pubertad se asocia con malos resultados en el nacimiento, como abortos espontáneos, partos prematuros, riesgo de mortinatos, defectos congénitos de nacimiento y el retraso del crecimiento infantil. También se identificó la disminución de la proporción de nacimientos de varones en comparación con las mujeres. Las dioxinas también generan mutagenicidad y alteraciones del desarrollo, los efectos en la formación y desarrollo de los órganos es crítica en todas las especies de mamíferos, en mayor medida en el primer tercio de la gestación. La exposición de madres en fase embrionaria de la gestación conduce a la presentación de paladar hendido, malformaciones en el tracto reproductivo de machos y hembras en todas las especies.

El sistema endocrino es responsable de regular el equilibrio hormonal, el crecimiento, la reproducción y el comportamiento. Cuando las dioxinas alteran los niveles metabólicos de las hormonas tiroideas⁶ y la insulina (toxicidad endocrina), provoca trastornos del metabolismo de la glucosa y en última instancia, provoca diabetes. El sistema inmune también se ve afectado por las dioxinas, estos compuestos provocan la supresión de las células Beta y con ello la disminución de la producción de anticuerpos (Inmunotoxicidad).

También se tienen evidencias de toxicidad reproductiva, las PCDD/Fs en humanos influye principalmente en las hormonas reproductivas, la maduración sexual y la fertilidad. La

⁶ Estudios realizados en tiroides de cerdos demuestran que las dioxinas disminuyen notoriamente los niveles de hormonas tiroideas.

exposición a TCDD⁷ en la infancia se relacionó negativamente con la concentración y la motilidad de los espermatozoides. En hombres adultos causa un aumento en la incidencia de defectos de nacimiento en su descendencia. En mujeres adultas la exposición a las TCDD puede afectar a la función ovárica, generando la aparición temprana de la menopausia, ciclo menstrual prolongado, endometriosis e infertilidad.

Estudios epidemiológicos indican que la exposición perinatal a PCDD/F y compuestos similares a las dioxinas pueden interferir en el desarrollo cerebral (neurotoxicidad) de los fetos y los bebés y afectar negativamente a una serie de funciones neuropsicológicas que pueden perdurar después de la infancia, como la cognición, la memoria, el aprendizaje, la atención, el lenguaje, la función motora, la función ejecutiva y el comportamiento” (Dai et al., 2020).

Adicional a todo lo anterior, desde 1985 la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) clasificó las dioxinas como sustancias “probablemente carcinógenas”. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó la TCDD, el 2,3,4,7,8-PeCDF, los PCB y los DL-PCB como carcinógenos multisitio (IARC, 1997; IARC, 2012; IARC, 2016 como se citó en Dai et al., 2020). En general, los estudios en humanos y animales indican que la carcinogenicidad de estos compuestos es para todos los cánceres combinados y no para un sitio específico, pero tampoco se ha comprobado que sea un inductor múltiple de cáncer.

El efecto más observado en humanos es el cloracné, este puede comenzar con un engrasamiento excesivo de la piel, posteriormente aparecen granos y espinillas, así como nódulos y quistes no inflamados. La piel puede volverse más gruesa, escamarse y pelar. En las Figuras 9 y 10 se puede observar algunas lesiones en la piel causadas por el cloracné.

⁷ 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina, llamada habitualmente TCDD, es un compuesto orgánico persistente de la rama de las dioxinas

Figura 9.*Lesiones inflamatorias de cloracné.*

Fuente: tomado de Cloracné. GreenFacts.

Figura 10.*Espinillas de cloracné*

Fuente: tomado de Cloracne / MADISH. HOOGSTRA Centros Medicos.

Es importante resaltar que, aunque el interés hacia la incidencia de las dioxinas en la salud humana en los últimos años ha aumentado, aún no se cuenta con información sobre la incidencia de estos compuestos tóxicos en la salud de la(o)s habitantes de las ciudades y comunidades latinoamericanas donde es común y frecuente la práctica de combustión lenta de los cables para obtener el cobre de su interior.

Antecedentes

Al momento de la escritura del presente documento, se revisó información en repositorios con fecha hasta diciembre del año 2021 y no se encontraron documentos sobre la gestión de residuos de cables eléctricos (RCE) en bodegas de reciclaje; la información relacionada que se encuentra es sobre la evaluación de los métodos de tratamiento para la separación de los materiales de los RCE y sobre la gestión de RAEE en instituciones o localidades. A continuación, se presentan las investigaciones encontradas con aportes para el presente proyecto aplicado.

Un primer trabajo de investigación corresponde a Blinová y Godovčín (2021), quienes evaluaron las ventajas y desventajas de las técnicas existentes de reciclaje de los residuos de cables que contienen cobre (Cu) como núcleo y cloruro de polivinilo (PVC) como capa aislante o cubierta. Para esta evaluación los autores realizaron primero, una identificación de las

características de los diferentes tipos de cables eléctricos y segundo, compilaron y describieron las técnicas de reciclaje de los RCE. Las tecnologías que fueron abordadas por los autores son las siguientes: (a) tratamiento mecánico, (b) trituración criogénica, (c) corte por chorro de agua a alta presión, (d) separación con agua caliente, (e) reciclaje por separación ultrasónica, (f) tratamiento químico y (g) incineración; para finalmente presentar las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de reciclaje estudiadas, las cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Ventajas y desventajas de las tecnologías de tratamiento de cables eléctricos.

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Tratamiento mecánico	Es la tecnología más utilizada, es un proceso sencillo y de bajo costo.	Contaminación por polvo y ruido; la escala de aplicación es limitada (sólo se aplica a un diámetro determinado); puede requerir un corte manual inicial (desperdicio de recursos humanos y eficiencia baja); la fricción entre el equipo y los cables de desecho produce una temperatura y un calor elevados, lo que provoca el desgaste e incluso el fallo operativo de la máquina de trituración.
Trituración criogénica	Fácil disponibilidad de nitrógeno líquido; fácil manejo; buena transición térmica; baja contaminación por polvo y ruido; baja fuerza de trituración; los materiales sensibles al calor no se oxidan ni se deterioran; no hay pérdida de cobre;	Elevado costo de operación por el uso de nitrógeno líquido.

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	reciclaje de plástico de alta calidad.	
Separación ultrasónica y el corte por chorro de agua a alta presión	Alta tasa de recuperación, un bajo consumo de energía.	Baja escala de procesamiento de cable y su industrialización es difícil.
Tratamiento químico	Obtención de un alto porcentaje de recursos plástico.	Adaptabilidad baja, los productos químicos necesarios dependen de la composición del material plástico de los residuos de cables; consumo de gran cantidad de disolventes, puede provocar fácilmente una contaminación secundaria.
Incineración (combustión lenta)	Operación sencilla	Superficie del núcleo de cobre queda muy oxidada, lo que disminuye la pureza del cobre (este cobre debe pasar por otros procesos para poder ser reciclado, lo que aumenta los costos); el humo y el gas producidos en el proceso contienen gases tóxicos (hidrocarburos aromáticos policíclicos, policlorodibenzo- -dioxinas, policlorodibenzo-furanos, clorobenzenos, clorofenoles clorobifenilos) que pueden causar un grave deterioro del medio ambiente y daños a la salud humana.

Fuente: tomado de Blinová y Godovčín (2021)

El segundo trabajo de investigación corresponde a Céspedes García, L., en el año 2018 diseño un manual para un sistema integrado de gestión basado en las Normas Internacionales ISO 14001: 2015, ISO 9001: 2015 y OHSAS 18001 de 2007 en la empresa Plusagro S.A.S. Para cumplir los objetivos, la autora planteo tres fases, la primera, diagnosticar el cumplimiento de las

Normas Internacionales ISO 14001:2015, ISO 90001:2015 y OSHAS 18001:2007; la segunda fase fue en elaborar la información documentada del Sistema Integrado de Gestión (SIG) para la empresa; y para la tercera fase presentó un plan de implementación y verificación basado en el manual del SIG.

En la primera fase realizo lista de chequeo integrando las tres Normas internacionales, diagnóstico de la empresa y realizo recolección de información de la operación de la empresa. En la segunda fase presenta la información del estado de la empresa en relación con el nivel de implementación del SIG; y en la última fase la autora presenta los aspectos que abarco para realizar el documento final; las cuales fueron: diseñar cronograma de tareas, generar presupuesto para la implementación del SIG y definir responsables de auditar el SGA.

El tercer trabajo de investigación corresponde a Vargas Olivera, F., quien en el año 2017 presento su tesis para obtener el grado de magister en Desarrollo Ambiental a la Pontificia Universidad Católica del Perú con el título “gestión ambiental del manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) provenientes de la comercialización en tiendas por departamento”. El objetivo de este trabajo de grado es describir la problemática de los RAEE en las tiendas instaladas en Lima Metropolitana, para finalmente proponer alternativas para la mejora en la gestión de los RAEE en la ciudad.

Para desarrollar este trabajo el autor baso su metodología en cuatro fases: (a) recolección de datos, (b) descripción del flujo de residuos de RAEE, (c) descripción de impactos y (d) planteamiento de mejoras. La recolección de datos comprende: (i) la revisión bibliográfica; (ii) reuniones y visita de campo a productores, operadores de gestión de RAEE en Lima y Callao, zonas de disposición final, organización de recicladores; (iii) solicitud de información a la Dirección General de Salud Ambiental, al Ministerio de la Producción, al Ministerio de

Ambiente. La descripción del flujo de residuos de RAEE comprende: (i) la descripción del flujo de RAEE a partir de la descripción de generadores, productores, operadores e instituciones involucrados en la gestión de RAEE, datos de venta de RAEE y RAEE dispuestos y tratados; (ii) estimación de la posible generación de RAEE. La descripción de los impactos comprende una descripción de tipo cualitativo de los impactos ambientales y socio-económicos. Finalmente, el autor presenta propuestas de mejora para la gestión de RAEE dirigidos al Ministerio del Ambiente, Ministerio de Producción, gobiernos locales, operadores, tiendas y consumidores.

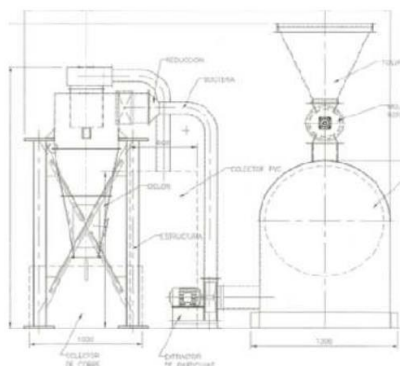
Como conclusión general del documento, el autor propone como objetivo propiciar la responsabilidad extendida del productor hacia la gestión de los RAEE, con el propósito de incentivar el reaprovechamiento de materiales, disminuir las toneladas de estos residuos dispuestos en los rellenos sanitarios y sensibilizar a los consumidores.

El cuarto trabajo de investigación corresponde al autor Bueno quien en 2008 diseñó un prototipo del principio de separación del cobre y la cubierta polimérica de los desechos de cables eléctricos. Según los estudios de búsqueda externa (benchmarking), el análisis y evaluación de criterios técnicos que realizó el autor concluye que: el tipo de máquina óptima para la separación de cobre y la cubierta polimérica de los RCE, es una máquina con un procesamiento en seco que muele los cables y separa el cobre o el aluminio del plástico o de la goma, el prototipo se puede observar en la Figura 11; el autor indica que la máquina debe ser tipo rotor, la cual debe contar con una rotoesclusa de tres cuchillas, ya que es la mejor aplicación para el tipo de material a procesar, por que es el de mayor rendimiento en cuanto a su producción y generación de calor residual en la cámara de corte; el autor especifica que las cuchillas deben ser fijas y móviles, deben tener un ángulo de corte de 15° , debido a que es la más adecuada y utilizada en la industria para moler materiales duros o de alto impacto, como es el caso del cable eléctrico.

Es importante resaltar que las investigaciones de los autores Blinová y Godovčín (2021) y Bueno (2008) están relacionados con el 3° objetivo específico⁸ del presente proyecto aplicado, ya que explican las posibles tecnologías y máquinas que pueden ser utilizadas por la ORO-1 para realizar el aprovechamiento de los RCE de manera respetuosa con el ambiente. Por otro lado, las investigaciones de los autores Céspedes (2018) y Vargas (2017) se consideran guías para la elaboración de la metodología del presente proyecto aplicado, si bien, los casos de estudio de dichos antecedentes son particulares en cada caso, la metodología utilizada por la(o)s autores y material técnico de los documentos son coherentes y aportan guías importantes para finalmente formular el plan de gestión de RCE para la ORO-1.

Figura 11.

Maquina JC 300. Máquina para reciclar cable de varios tipos diseñada por José Carlos Bueno López.



Fuente: tomado de Bueno, 2008

Finalmente, es importante resaltar la falta de documentación sobre la gestión de los RCE y de los RAEE en general a nivel mundial. No se encuentran trabajos de investigación que terminen en propuestas de soluciones concretas para la gestión de los RAEE; generalmente los trabajos de investigación que estudian la gestión de los RAEE terminan con conclusiones sobre

⁸ Formular un plan de gestión ambiental para los residuos de cables eléctricos que son recuperados en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

la evidente falta de gestión ambiental de estos residuos y recomiendan mayor control por parte de las autoridades competentes.

Marco Conceptual

El marco conceptual es utilizado para orientar la información del marco teórico hacia el enfoque del autor(a). De acuerdo a lo investigado a lo largo del presente proyecto aplicado, se hace necesario resaltar la falta de compromiso con la gestión de los residuos de cables eléctricos a nivel mundial y local por parte de las instituciones y la academia; de igual manera se resalta la necesidad de investigaciones que brinden soluciones a esta problemática que afecta a toda la población y que carece del interés general.

La gestión de los RAEE en el mundo

Los Residuos de Aparatos Electrónicos y Electrónicos (RAEE) son generados a partir de diferentes fuentes, se clasifican y recogen normalmente como una unidad (ordenadores, teléfonos móviles, teléfonos fijos, televisores, radios -entre los cuales, todos tienen cables eléctricos-) o subunidad entera del equipo funcional. Para el año 2019 se generaron unos 53,6 millones de toneladas métricas (Mt) de RAEE en el mundo (Forti et al., 2021), de los cuales el 24,7% fue generado en el continente americano. Los cables eléctricos representan el 2% en la composición total de los RAEE (Mmereki, et al., 2016). Del mismo modo que la cantidad de residuos sólidos aumenta cada año, la generación de RAEE aumenta en casi 2 Mt al año a nivel mundial. De los cinco continentes, América tiene el segundo puesto de generador de RAEE, después de Asia (Forti et al., 2020).

Los sistemas de recolección, tratamiento y eliminación son componentes críticos de la gestión de los RAEE. Para el año 2019 de los 194 países reconocidos por la ONU solo 78 países contaban con leyes, políticas o reglamentos para la gestión de los RAEE (Forti et al., 2020),

pero, es una realidad que el hecho de que exista una norma, no implica que se cumpla a cabalidad.

En la Tabla 4, se establece el tipo de gestión que le dan a los RAEE en los países desarrollados y en vías de desarrollo; aunque es importante resaltar que aún en países desarrollados, la gestión clandestina e inadecuada de los RAEE, continúa realizándose.

Tabla 4.

Comparación de los procesos típicos de tratamiento de residuos electrónicos en países desarrollados y en desarrollo.

Países en desarrollo	Países desarrollados
Sector informal	Sector formal
Desmontaje manual	Desmontaje manual
Separación manual	Separación semiautomática
Recuperación de metales mediante calentamiento, quema y lixiviación ácida de la chatarra de residuos electrónicos en pequeños talleres.	Recuperación de metales por los métodos más modernos en fundiciones y refinerías.

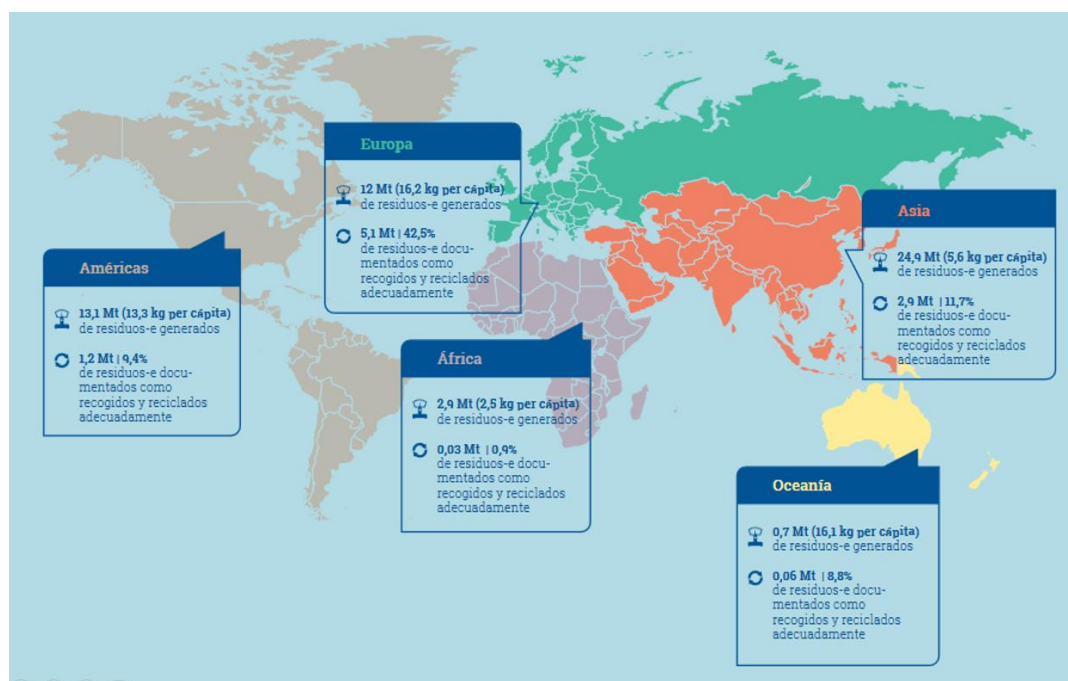
Fuente: Adaptado de Mmereki, et al. (2016)

La recolección de los RAEE es realizada, en su mayoría, por el sector no organizado de los comerciantes de chatarra. Como resultado, esta información no se registra, lo que hace que la cuantificación de los RAEE (incluyendo los residuos de cables eléctricos) sea muy difícil tanto en los países desarrollados como en vías de desarrollo. En la Figura 12 se presenta la cantidad de RAEE recogidos y reciclados adecuadamente por continente; la información que presenta esta figura pone en evidencia el poco interés y vigilancia de la gestión de los RAEE a nivel mundial; ya que, en Europa (continente con mayor número de países desarrollados) tan solo se documentó el 42,5% de los RAEE generados como recolectados y reciclados adecuadamente para el año 2019.

En general la mayor dificultad que se observa en la gestión de los RAEE en las diferentes regiones del mundo, es la falta de datos estadísticos. Por lo tanto, es necesario contar con información actualizada que sirvan de apoyo en la elaboración de políticas, reglamentos, tecnologías y métodos de educación para los consumidores.

Figura 12.

Cantidad de RAEE generados por continente Vs cantidad de RAEE documentados como recogidos y reciclados por continente (año 2019).



Fuente: tomado de Forti et al. (2020)

Gestión de los RAEE en Colombia

Colombia cuenta con normas específicas para la gestión de RAEE. La Ley 1672 del 2013 establece los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de RAEE que se generen en el territorio nacional. La ley incluye el concepto de responsabilidad extendida al productor o REP, un concepto heredado de las directivas europeas que responsabiliza de las acciones de post-consumo, a los productores de aparatos eléctricos y electrónicos o AEE.

Generalmente los productores de AEE forman individual o de carácter asociativo una organización que funciona como sistemas colectivos de recolección selectiva y gestión ambiental de los RAEE, y estas organizaciones a su vez, son los responsables de la recolección y posterior manejo a través de gestores de RAEE legalmente constituidos y técnicamente habilitados para hacerlo. Generalmente estos gestores hacen presencia en las ciudades grandes del país y/o prestan su servicio o hacen alianzas con empresas y no con usuarios residenciales, es decir no llegan a todo el territorio nacional.

Para el año 2015 Colombia no contaba con tecnología disponible para los procesos de valorización de los RAEE. Los gestores de estos residuos en el país no utilizan tecnologías automatizadas para la recuperación de materiales. Básicamente el desmontaje es de tipo manual y las partes recuperadas se exportan para su reciclaje a otros países.

A pesar de poseer legislación específica sobre la gestión de RAEE, Colombia tiene algunos retos de gestión. Entre ellos se encuentran la falta de diagnósticos que permitan estimar la generación de RAEE y la falta de tecnologías para los procesos de valorización completa de los RAEE, como una estrategia de desarrollo tecnológico y económico. Este apartado se construyó con información del reporte “Gestión Sostenible de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina”, realizado con la colaboración de organizaciones que trabajan por una gestión sostenible de los RAEE a nivel mundial (OMS, ONUDI, CEPAL, UNESCO, entre otras).

La gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en Cali

En el documento final para revisión del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali (PGIRS) 2021-2027 publicado en el año 2021, no se cuenta con una estrategia definida para la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) generados en

la ciudad. En este documento los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE⁹) se incluyen en el programa de gestión de residuos sólidos especiales (RSE), pero este programa no cuenta actualmente con estrategias definidas, ni con datos de recolección o tratamiento de estos residuos, solo plantea objetivos y lineamientos para la gestión de los residuos especiales en el distrito de Cali a futuro.

Por otro lado, el documento establece la responsabilidad de la gestión de los RAEE a los productores y consumidores de los AEE; de esta manera el municipio presenta la estrategia del programa pos-consumo como la solución a la gestión de los RAEE en la ciudad. Actualmente en la ciudad, los RAEE que se tienen en cuenta para la prestación del servicio de recolección, transporte y disposición final son los RAEE voluminosos como neveras estufas, impresoras, entre otros; además en el documento no se especifica que tratamiento reciben estos residuos.

Los residuos de cables eléctricos (RCE) solo se mencionan en el PGIRS dentro del programa de “Residuos de Construcción y Demolición” (RCD), donde se refiere a las obras de instalación o reparación de cableado como uno de los tipos de generadores de RCD. Pero dentro de la caracterización de los RCD no se encuentra el porcentaje correspondiente a los RCE, solo se encuentra el porcentaje de proporción de plásticos y metales por separado, a los cuales les corresponde el 0,42% y 0,20% respectivamente.

Curiosamente en el programa de “Aprovechamiento”, no se tiene en cuenta los RCE y tampoco se menciona el aprovechamiento de metales no ferrosos como el cobre, el aluminio, el bronce, entre otros; según el PGIRS de Cali el único tipo de metal que ingresa a las bodegas de reciclaje de la ciudad es la chatarra o metal no ferroso como se puede observar en la Tabla 5. La ausencia de estas categorías en este programa es cuestionable, ya que es innegable que variedad

⁹ Como se ha mencionado anteriormente, en la definición de AEE se incluye los cables eléctricos

de residuos que salen de los hogares son o contienen metales no ferrosos (ollas, latas, adornos, RAEE, partes de motores etc.), y que parte de estos residuos llega a las organizaciones que comercializan chatarra o material aprovechable. En la información del PGIRS se refleja incongruencia en relación a los tipos de residuos gestionados en la ciudad, pues los metales no ferrosos no se registran en el programa de “Aprovechamiento”, pero sí en el programa de “Recolección, Transporte y Transferencia de Residuos Sólidos”; en este último programa, en la categoría metales se relaciona “las latas de aluminio y utensilios de metal como ollas, etc.”, residuos que son considerados como aprovechables.

Tabla 5.

Materiales aprovechados en la ciudad de Cali que ingresan a las bodegas de reciclaje.

Material	Cantidad (ton/mes)
Papel	1.868
Cartón	7.6445
Plástico	7.639
Chatarra	10.197
Vidrio	732
Total	27.881

Fuente: tomado de PGIRS. 2021-2027. Cali. pp. 316

Del PGIRS de Cali se puede inferir que la información sobre el tipo de residuos gestionados en la ciudad es incompleta, además que el municipio actualmente se basa en la Responsabilidad Extendida del Productor para dar gestión a algunos residuos especiales o peligrosos, aunque esta estrategia no llega directamente a los usuarios y por lo tanto no se puede hablar de una solución efectiva a la problemática de la gestión de estos residuos.

La falta de atención por parte de las autoridades locales a la gestión de los residuos de cables eléctricos facilita la realización de prácticas indebidas y prohibidas entorno a la gestión de

los residuos sólidos como es, la quema de RCE para la obtención del cobre. La recuperación del cobre de los RCE por combustión lenta es una práctica que se realiza en todo el mundo, y en la ciudad de Cali no es la excepción. Aunque en Colombia existe una Resolución que establece un límite a la emisión de dioxinas y furanos (Tabla 6), el inventario y control de las emisiones relacionadas con la gestión de los RCE no se puede llevar a cabo, porque la práctica de combustión lenta de estos residuos se realiza de manera clandestina.

Tabla 6.

Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. Resolución 909 de 2008.

Contaminante	Estándares de emisión admisibles de contaminantes (ng-EQT/m³)¹⁰
Dioxinas y Furanos	0,5

La quema de RCE para la obtención del cobre es una práctica que se realiza fuera e incluso dentro de la ciudad Cali, comúnmente en puentes vehiculares, zonas verdes desamparadas, orillas de canales de aguas lluvia. Por lo tanto, dentro de la ciudad y en su periferia frecuentemente se emiten gases tóxicos sin ningún tipo de control, a pesar de las problemáticas ambientales y de salud pública que puede estar generando; a esto se le suma que al igual que en el resto de ciudades latinoamericanas, la ciudad de Cali no cuenta con información sobre la incidencia de las dioxinas en la salud pública.

Lo anterior refleja la falta de compromiso por parte del municipio y de las autoridades ambientales locales en el control a la gestión de los residuos sólidos peligrosos o susceptibles de serlo. Por lo tanto, la población caleña permanece expuesta a una contaminación silenciosa.

¹⁰ La expresión de "Equivalentes Tóxicos" (TEQs) es la conversión de todos los efectos de los isómeros de estos compuestos con intensidades diferentes; esta expresión indica la relación entre la toxicidad del congénere implicado frente a la del compuesto más tóxico (2,3,7,8-TCDD), a la que se le asigna un valor "Factores de Equivalencia Tóxica" (TEF) igual a 1. La multiplicación de la concentración o cantidad de cada congénere de la muestra por su valor TEF da el valor TEQ.

Finalmente, el programa de “Gestión de Residuos Especiales” del PGIRS de Cali que se encuentra en construcción (Alcaldía de Santiago de Cali, 2021) es una oportunidad para que la población caleña aprenda la necesidad de dar una adecuada gestión a los RAEE y puede impulsar la innovación hacia procesos sostenibles entre los gestores de residuos aprovechables en la ciudad.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para el aprovechamiento de residuos

Los 17 ODS también conocidos como Objetivos Mundiales, son “un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad” (PNUD). Fueron adoptados por 150 países, incluido Colombia en septiembre de 2015. A continuación, se presenta los tres ODS (Figura 13) y las respectivas metas con las que contribuye la adecuada gestión de residuos de cables eléctricos en la ORO-1.

Figura 13.

Objetivos de desarrollos sostenible en la gestión de los residuos de cables eléctricos.



Fuente: Adaptado de Blog Explorer (2019)

El objetivo 8 promueve el trabajo decente y el crecimiento económico, mediante metas como modernizar e innovar la productividad económica (Meta 8.2) mediante el consumo

eficiente de los recursos mundiales (Meta 8.4) y también promueve un entorno de trabajo seguro para los trabajadores (Meta 8.8). Innovar el método de obtención del cobre en los cables eléctricos se presenta como un reto para la ORO-1, además que crearía un entorno seguro de trabajo para sus colaboradores. Por otro lado, brindaría materia prima para la industria del cobre y del panam de manera sostenible contribuyendo al consumo eficiente de los recursos mundiales. El objetivo 11 promueve ciudades y comunidades sostenibles. Con la cual se busca reducir el impacto ambiental de las ciudades (calidad del aire y gestión de residuos) (Meta 11.6.). La ORO-1 contribuiría con la disminución de un residuo problemático y su aprovechamiento para el reciclaje del mismo de manera sostenible y contribuyendo con la economía circular. El objetivo 12 promueve la producción y consumo sostenible, con la cual busca reducir la generación de desechos mediante la prevención, reducción, reciclado y reutilización (meta 12.5.). La actividad principal de la ORO-1 es el aprovechamiento del material reciclable para ser comercializado con las empresas transformadoras; pero para lograr este objetivo debe realizar procesos sostenibles de aprovechamiento.

La necesidad de desvincular los gremios económicos de la degradación ambiental actualmente es una necesidad mundial. Anualmente se presentan tasas de crecimiento de la demanda de productos (bienes y servicios) que cumplen con criterios de sostenibilidad ambiental y social (MADS, 2014). Al firmar los ODS Colombia se compromete con la ejecución de estrategias que contribuya al cumplimiento de sus objetivos y metas, a continuación, se presenta una de las estrategias implementadas por el gobierno colombiano para fortalecer el desarrollo de empresas sostenibles en el país.

Plan Nacional de Negocios Verdes

Teniendo en cuenta la gran biodiversidad de Colombia y con el propósito de aprovechar las ventajas ambientales y transformarlas en ventajas competitivas en el mercado, en el año 2012, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó la Política de Producción y Consumo Sostenible, que promueve una cultura de consumo sostenible y transformación productiva para contribuir con el mejoramiento ambiental (MADS, 2014). Dentro de las estrategias de esta política, se incluye el emprendimiento de Negocios Verdes (productos o servicios con calidades ambientales y/o aprovechamiento sostenible de la biodiversidad) mediante el Plan Nacional de Negocios Verdes. El objetivo de este plan es proporcionar herramientas para el fomento de oferta y demanda de los negocios verdes y sostenibles en el país.

Los negocios verdes se clasifican en tres categorías y ocho sectores. Dentro de la categoría “ecoproductos industriales” se encuentra el sector de “aprovechamiento y valoración de residuos”, el cual se define como los negocios que obtienen subproductos o productos que se reincorporan en el ciclo económico y productivo, a través del procesamiento de los residuos para su reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética o cualquier otra modalidad, en el marco de la gestión integral de residuos (MADS, 2014).

En este Plan Nacional se presenta una oportunidad para fortalecer la gestión sostenible de los residuos de cables eléctricos, ya que se cuenta con el apoyo de las instituciones del estado para mejorar estrategias de gestión y adquirir nuevas tecnologías.

Marco normativo

La humanidad viene caminando un tipo de desarrollo que genera constantemente problemas ambientales y sociales. Aunque los problemas ambientales corresponden a las ciencias exactas, naturales y sociales, al mismo tiempo son problemas que involucran decisiones políticas, por lo tanto, la política ambiental establece lineamientos para proteger el medio ambiente, sus recursos,

para evitar daños al bien público, a la salud y otros tipos de daños; la política ambiental tiene como objetivo lograr un desarrollo sustentable (Duran, 1997). En este apartado se hace referencia a tratados internacionales y legislación colombiana relacionadas a la gestión de los residuos de cables eléctricos, los cuales son base para que la ORO-1 construya el alcance y naturaleza de la actividad de quema de cables que realiza. En la Tabla 7 se presentan las declaraciones internacionales que promueven la disminución de las emisiones atmosféricas generadas por la combustión lenta de los residuos de cables eléctricos:

Tabla 7.

Tratados Internacionales sobre la gestión de los residuos de cables eléctricos.

Tratado	Año	Información
Protocolo de Montreal	1987	Es un tratado global con el objetivo de proteger la capa de ozono mediante el control del consumo y la producción de las Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono (SAO). En relación con la gestión y el manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, el Protocolo considera la etapa de manufactura, como también al final de la vida útil de estos equipos, con el objetivo de lograr una gestión ambientalmente segura de las SAO contenidas en ellos.
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes	2004	Tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs). El convenio solicita a los países implementar estrategias para eliminar o reducir la producción, utilización, importación, exportación y emisión al

Tratado	Año	Información
		<p>medio ambiente de COPs e incluye otras disposiciones.</p> <p>En el “Anexo C. Producción no intencional” del tratado se clasifica la “recuperación de cobre de cables de cobre por combustión lenta”, como posible fuente de liberación no intencionada de las siguientes COPs: hexaclorobenceno, pentaclorobenceno, bifenilos policlorados, dibenzoparadioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados.</p>

Fuente: Elaboración propia

En el contexto constitucional y jurídico colombiano el medio ambiente se reviste con el carácter de derecho colectivo, como un deber constitucional (en cuanto a su protección) y además como derecho fundamental dada su conexión con el derecho a la vida y el derecho a la salud de las personas (Delgado, 2013). El marco normativo colombiano en relación con la gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) presenta los lineamientos técnicos y ambientales relacionados con dicha gestión, los cuales deben ser tenidos en cuenta por la ORO-1 para adecuar las actividades de gestión de RCE que realizan de acuerdo a la normatividad vigente. En la Tabla 8 se presentan los artículos de la Constitución Política de Colombia del año 1991 correspondientes al derecho constitucional que tienen los colombianos a gozar de un ambiente sano. En la Tabla 9 se presenta el marco normativo en relación a la gestión de los RAEE en Colombia. En la Tabla 10 se presenta el marco normativo colombiano en relación al control de emisiones contaminantes a la atmosfera (en relación con la quema de cables

eléctricos); y en la Tabla 11 el marco normativo relacionado con la gestión de residuos de cables eléctricos en la ciudad de Cali:

Tabla 8.

Artículos de la Constitución Política de Colombia con carácter ambiental.

Artículo 8. Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.

Artículo 11. El Derecho a la Vida es inviolable.

Sobre este último la sentencia C-595 incluye la siguiente referencia a la sentencia T-411 de 1992:

"Es a partir del respeto por la vida humana que adquiere sentido el desarrollo de la comunidad y el funcionamiento del Estado. [...] La conservación y la perpetuidad de la humanidad dependen del respeto incondicional al entorno ecológico [...] Desconocer la importancia que tiene el medio ambiente sano para la humanidad es renunciar a la vida misma, a la supervivencia presente y futura de las generaciones."

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. [...] Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, [...] y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 80. El Estado [...] deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Artículo 95.8. El deber de la persona y del ciudadano de proteger los recursos culturales y naturales del país y de velar por la conservación de un ambiente sano.

Artículo 333. La empresa tiene una función social que implica obligaciones; la ley delimitará el alcance de la libertad económica cuando así lo exija el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación.

Fuente: adaptado de Delgado, 2013

Tabla 9.

Marco normativo sobre la gestión de residuos sólidos aprovechables y la gestión de RAEE en Colombia.

Norma	Año	Entidad Emisora	Información
Ley 99	1993	El Congreso de Colombia	Define al Ministerio como cabeza del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y como rector de la Política Ambiental, a las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible como autoridades ambientales en las áreas urbanas y rurales de los municipios de su jurisdicción. Establece como función del Ministerio del Medio Ambiente dictar las regulaciones ambientales de carácter general para controlar y reducir la contaminación ambiental en todo el territorio nacional.
Ley 142	1994	El Congreso de Colombia	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. Reconoce que el aprovechamiento es una actividad complementaria del servicio público de aseo. Además, establece que existen organizaciones autorizadas para la prestación del servicio.
Ley 1252	2008	Congreso de la Republica	Dicta normas prohibitivas en materia ambiental, referente a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Esta Ley regula dentro del marco de la gestión integral y velando por la protección de la salud humana y del medio ambiente lo relacionado con la minimización de la generación de residuos

			<p>peligrosos mediante la implementación de estrategias y de tecnologías ambientalmente limpias.</p>
Ley 1672	2013	Congreso de la Republica	<p>Establece los lineamientos para la adopción de una Política Pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Esta Ley prohíbe la disposición final de RAEE en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que sean gestionadas adecuadamente por los productores de aparatos eléctricos y electrónicos.</p>
Decreto 1076	2015	El Presidente de la República de Colombia	<p>Es el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible donde se compila toda la normatividad vigente del sector ambiente al momento de su expedición.</p> <p>Bajo el título 7ª se compila toda la reglamentación sobre la gestión integral de los RAEE, con el fin de prevenir y minimizar impactos adversos al ambiente.</p> <p>Prohíbe las quemaduras abiertas en zonas urbanas y la quema de RAEE.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Marco normativo colombiano relacionado con la gestión de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Norma	Año	Autor	Información
Ley 1196	2008	Congreso de la Republica	Aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes” hecho en Estocolmo el 22

			de mayo de 2001. (es promulgado por el Decreto 377 de 2009)
Resolución 909	2008	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas, adopta los procedimientos de medición de emisiones para fuentes fijas y reglamenta los convenios de reconversión a tecnologías limpias.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

Marco normativo sobre la gestión de residuos de cables eléctricos en Cali.

Norma	Año	Autor	Información
Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali. PGIRS 2021 –2027	2015	Alcaldía de Santiago de Cali	La ciudad de Cali, actualmente no cuenta con directrices o lineamientos para la gestión adecuada de los RAEE, pero tiene como objetivos para el periodo 2021 –2027, realizar la caracterización de los residuos especiales y establecer el programa pos-consumo.

Fuente: Elaboración propia

Metodología

Este trabajo se desarrolló bajo la tendencia de la investigación aplicada, teniendo en cuenta los tipos de investigación practica aplicada expuestos por Vargas (2009), este trabajo toma la tipología de practica enfocada en diagnósticos, la cual permitió identificar la situación de la gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en las bodegas de reciclaje asociadas a la ORO-1.

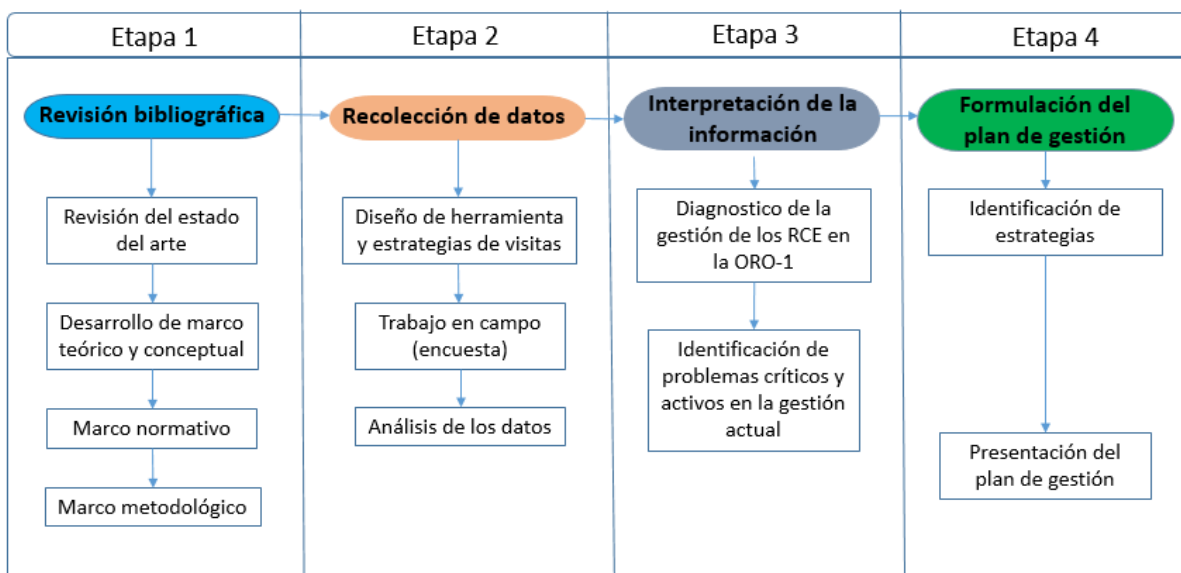
La metodología con la cual se desarrolló esta investigación aplicada es el método mixto, ya que, para el desarrollo de los objetivos planteados en este proyecto, fue necesario examinar información cualitativa (recolección y análisis de datos) y cuantitativa (estimación de cantidad de emisiones de dioxinas y valoración numérica de datos) obtenida en la encuesta realizada sobre la gestión actual de los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1. Teniendo en cuenta que este proyecto abarca aspectos ambientales, económicos, normativos, técnicos y sociales; el método mixto facilita el entendimiento del caso de estudio ya que permite acceder a una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno (Hernández et al., 2010).

La gestión de los RCE en las bodegas de reciclaje fue un tema de difícil manejo con los encuestados, a causa del carácter ilícito que rodea esta gestión en las bodegas de reciclaje. Los representantes legales o líderes de las bodegas visitadas se alertan y predisponen ante este tema, ya que una visita de la alcaldía años atrás, les dejó un vago recuerdo de prohibición y sanción por parte de las autoridades de la ciudad a quienes se sorprendan realizando la quema de RCE. Por lo tanto, se hizo necesario mayor sutileza en el discurso utilizado para acceder a la información durante el dialogo con los encuestados, con el propósito de encontrar verdades de la realidad que se estudia.

Diseño metodológico

El plan metodológico (Figura 14) para el desarrollo de este proyecto aplicado consta de 4 etapas; en la etapa 1 (Revisión bibliográfica), se busca información sobre la gestión de los RCE por medio de diversas fuentes secundarias; para conseguir información pertinente que permitió abordar la siguiente etapa. En la Etapa 2 (Recolección de datos), se obtuvo la información y datos sobre la gestión de los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1 y se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de la información. En la etapa 3 (Establecimiento de la línea base), se realizó el diagnóstico de la gestión actual de los RCE a partir de la información obtenida en la Etapa 2, con ayuda del análisis PESTEL y DOFA. Seguido al diagnóstico se realizó la evaluación de la gestión actual utilizando la matriz de Vester. Finalmente, en la Etapa 4, se desarrolló el plan para la gestión ambiental de los RCE en la ORO-1 en base a la estructura de gestión ambiental planteada en la ISO 14004.

Figura 14.
Etapas del plan metodológico del proyecto aplicado.



Fuente: la autora

El análisis PESTEL, PEST o PESTAL Se utiliza como un instrumento que facilita el entendimiento del entorno de una organización, mediante el análisis de varios factores (factores

Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y los Legales), cuyas iniciales le dan el nombre; es una herramienta ampliamente utilizada para el análisis estratégico de todo tipo de organizaciones (Martin, 2017).

El análisis DOFA (acrónimo de las palabras: Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) es una herramienta versátil y sencilla de aplicar que permite obtener una perspectiva general del caso de estudio, Betancourt (2018) explica cómo se abordan los 4 componentes de una matriz DOFA: las debilidades corresponde a los aspectos internos que representan desventajas hacia la consecución de los objetivos, las oportunidades son las características o elementos externos que se pueden aprovechar, las fortalezas: Son los aspectos positivos internos y las amenazas son los riesgos externos por afrontar; después de plantear la matriz DOFA, suele realizarse el análisis DAFO; esta es utilizada como herramienta para definir estrategias. Los componentes del análisis DOFA y DAFO son ubicados en una matriz para enfrentarlos y determinar las estrategias.

La matriz de Vester es una herramienta que permite la comprensión y la explicación de los problemas, ya que permite identificar un problema crítico y su la relación causa–efecto de una serie de problemas, explica Pinzón (2012). Con esta herramienta se valoran las variables, internas y externas de un sistema para medir el nivel de repercusión de cada uno de ellas en el caso de estudio; esta medición permite establecer los niveles de prioridad para dar solución a cada variable; el autor apunta que, por la practicidad de la Matriz de Vester, esta herramienta es utilizada en diferentes campos que incluyen consultoría técnica y administrativa, estrategias de negocio, planeación, educación e investigación científica.

Etapa 1. Revisión bibliográfica

Las fuentes secundarias utilizadas en esta investigación son de acceso libre en la web; para el tema de estudio se consultaron libros académicos, informes de instituciones gubernamentales, normas técnicas internacionales, pagina web del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia, proyectos de grado, normativa internacional y colombiana, artículos de investigación en revistas de ingenierías y de salud:

Fuentes de la delimitación del estudio: Decreto 596 del 2016; CVC, 2015; Departamento Administrativo de Planeación, 2015; Bolaños et al. (2015).

Fuentes del marco teórico: Información sobre la gestión ambiental y la ISO 14004 (Massolo, 2015; ISO 14004:2004; NTC-ISO14001:2015); sobre los RAEE (Directiva 2012/19/UE; MAVDT, 2010); sobre la composición de los cables eléctricos (Sunil et al., 2016; Araya y Sandoval, 2001), sobre los tipos de tecnologías de reciclaje de cables eléctricos (Li et al., 2017, Convenio de Estocolmo, 2008); sobre la contaminación que genera la quema de RCE y los perjuicios a la salud humana (Dai et al., 2020; Fiani et al., 2013; Aracil, 2008).

Fuentes del estado del arte o antecedentes: (Blinová y Godovčín, 2021; Vargas, 2017; Bueno, 2008).

Fuentes del marco conceptual: Sobre la gestión de los RAEE en el mundo (Forti et. al., 2020; Mmereki, et al., 2016); en Colombia (Torres et al., 2015); en la ciudad de Cali (PGIRS Cali, 2021-2027; Resolución 909 de 2008); sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible y Plan Nacional de Negocios Verdes (PNUMA; MADS, 2014).

Fuentes del marco normativo: tratados internacionales (Protocolo de Montreal, Convenio de Estocolmo); marco legal en Colombia (Constitución Política de Colombia, leyes, decretos y resoluciones sobre la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) a nivel nacional y local, y sobre emisiones contaminantes atmosféricos.

Fuentes teóricas para realizar la metodología: Información sobre el análisis de la investigación por encuestas (Jansen, 2013; Hernández et al., 2010; Vargas, 2009; Casas et al., 2003); metodología del diagnóstico (Chávez, 2020; Miranda, et al., 2019): información sobre análisis PESTEL (Martin, 2017); información sobre la matriz DOFA (Betancourt, 2018).

Fuentes utilizadas para análisis de datos: información sobre precios del cobre (CRU, 2018).

Fuentes utilizadas en la formulación del plan de gestión: análisis PESTAL (Goez, 2021; ANALDEX, 2019; CODS, 2019; Semana, 2019; Semana, 2018; La Republica, 2017; Quiñonez, 2017; Lillo, 2006; Mincomercio)

El desarrollo de esta etapa contribuye con el cumplimiento de los tres objetivos específicos de esta investigación aplicada, ya que en esta etapa se abordan todas las teorías, información y metodologías que son utilizadas para el desarrollo y argumentación de todo el proyecto aplicado.

Etapa 2. Recolección de datos

En esta etapa primero se diseñó y evaluó la encuesta que fue utilizada como herramienta para la recolección de información y datos sobre la gestión de los RCE en la ORO-1. En un segundo momento se realizó el trabajo de campo, visitando a las 10 bodegas aliadas de la ORO-1, donde se realizaron las encuestas a los líderes o representantes legales de cada bodega y finalmente se realizó un proceso de análisis cualitativo de la información obtenida.

Diseño de herramienta y estrategia de visita. El formato de la encuesta fue diseñado por la autora, ya que no se encontró un formato que se pudiera utilizar para ser adaptado a las necesidades de esta investigación. A continuación, se explica las etapas que se realizaron para formular la encuesta utilizada en este proyecto aplicado.

Etapas de la encuesta como herramienta de diagnóstico. Para iniciar la elaboración de la encuesta se plantearon hipótesis y variables de interés, para ser estudiadas. Explican Casas et al. (2003) “las hipótesis y las variables de interés constituyen puntos básicos de información que van a servir para elaborar la guía del cuestionario, que suele utilizarse como orientación para la redacción del mismo” (p. 530). Las hipótesis expresan los distintos aspectos considerados a estudiar. Las variables se consideran magnitudes cuyos valores son objeto de estudio. A continuación, se presentan las hipótesis y variables que se tuvieron en cuenta para el diseño del cuestionario utilizado para obtener información sobre la gestión de los RCE en las bodegas de la ORO-1.

Hipótesis:

- a. Las bodegas de reciclaje compran cables eléctricos o cobre proveniente de quema de cables eléctricos.
- b. Los habitantes de calle son los principales proveedores de las bodegas de reciclaje del cobre proveniente de cables quemados.
- c. La mayoría de bodegas de reciclaje queman los cables eléctricos para obtener el cobre de su interior.
- d. Los dueños de las bodegas de reciclaje no tienen claridad de las consecuencias negativas de la quema de cables.

Variables: En la Tabla 12 se presenta la relación entre variables y aspectos (objeto de estudio) tenidas en cuenta para la creación de las preguntas del cuestionario.

Tabla 12.

Relación entre variables y aspectos (objeto de estudio) en encuesta.

Variable	Aspecto
----------	---------

1	Conocimiento de la norma relacionada con la gestión de los RCE	Normativo
2	Papel de las instituciones (alcaldía, DAGMA)	
3	Valor de la compra y venta de RCE y de cobre de RCE	Económico
4	Cliente de RCE, de cobre y de plástico de los RCE	Mercado -
5	Proveedores de RCE y de cobre de RCE quemados	Actores
6	Interés en dejar de quemar	Social
7	Tipo de gestión	
8	Cantidad de cable que quema	
9	Cantidad obtenida de cobre de los cables quemados	Técnico
10	Características del lugar de quema	
11	Periodicidad	
12	Uso de elementos de protección personal	
13	Conocimiento de dioxinas y de efectos negativos de la quema de cables	Educativo
14	Presenta síntomas de intoxicación por dioxinas	Salud

Diseño del cuestionario. Las preguntas del cuestionario se formularon teniendo en cuenta las hipótesis y variables establecidas previamente en el punto anterior. El cuestionario cuenta con 45 preguntas (el cuestionario se puede observar en el [Anexo A](#)), distribuidas en cinco secciones que son: sección A. Información general de la bodega; sección B. Gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en la bodega; sección C. Compra de cobre proveniente de la quema de cables; sección D. Consecuencias generales de la quema de los RCE, y sección E. Información final. A continuación, se detalla los tipos de preguntas planteadas en el cuestionario, las frases entre comillas son términos utilizados por Casas et. al., 2003:

El cuestionario inicia con 9 preguntas generales sobre el manejo de la bodega de reciclaje (Sección A), son del tipo “aflojamiento y acceso” con el propósito de generar un ambiente de neutralidad, disminuir la prevención y favorecer la disposición de los sujetos encuestados a

contestar las preguntas más comprometedoras; la pregunta numero 9 es la única “pregunta filtro” utilizada en el cuestionario y a la vez es una “pregunta cerrada” de tipo «sí-no», la cual permite identificar entre los encuestados quienes compran residuos de cables eléctricos (RCE) y quienes no, dependiendo la respuesta, se continua con las preguntas de la sección B o C.

La sección B abarca preguntas para conocer información sobre la gestión de los RCE en las bodegas encuestadas, haciendo énfasis en la práctica de quema de los cables eléctricos. Esta sección consta de 25 preguntas, algunas de tipo “abanico de respuestas”, las cuales cuentan con varias opciones de respuesta excluyentes entre ellas y otras preguntas con respuestas tipo “abanico de respuestas con ítem abierto” con el propósito de buscar en el encuestado alternativas de respuestas no contempladas por la autora del cuestionario.

Las secciones C y D cuentan con 8 preguntas de tipo “abanico de respuestas”, “abanico de respuestas con ítem abierto”. La sección C, busca obtener información sobre la compra de cobre proveniente de la quema de los RCE y la sección D busca identificar si estas personas tienen conocimiento de los impactos negativos de la quema de los cables y si presentan algún síntoma relacionado con la intoxicación por dioxinas.

El cuestionario termina con tres preguntas (Sección E); una busca identificar posibles clientes para la venta del PVC presente en los cables eléctricos, la segunda busca identificar si tienen conocimiento sobre alguna norma relacionada con la gestión de los RCE y la última es de tipo “abierto”, la cual busca conocer la opinión del encuestado frente al tema “quema de cables eléctricos”.

Prueba piloto o pre-test. Al terminar la redacción de las preguntas del cuestionario, se realizó una prueba piloto antes de proceder con la jornada de visitas y encuestas en las bodegas de reciclaje; primero el cuestionario fue valorado por la asesora del proyecto; después de su

aprobación, el cuestionario se realizó al representante legal de la ORO-1 quien cuenta con una Estación de Clasificación y Almacenamiento (ECA) y conoce desde hace varios años a los líderes de las bodegas asociadas a la organización. Como resultado del pre-test se concluyó que las preguntas de la encuesta eran claras y contaban con ausencia de ambigüedad; con lo cual se confirmó el uso del cuestionario como la herramienta de diagnóstico de esta investigación aplicada.

Muestra (N). La encuesta se realizó a 9 representantes legales o líderes de las bodegas de reciclaje asociados a la ORO-1 (hasta el momento de realizar este proyecto, la ORO-1 solo cuenta con estas 9 bodegas aliadas) y a el representante Legal de la organización, en total 10 bodegas de reciclaje. En la Tabla 13, se relacionan las bodegas encuestadas con la comuna en la que se ubican y en la Figura 15 se puede observar la ubicación de cada bodega en la ciudad de Cali.

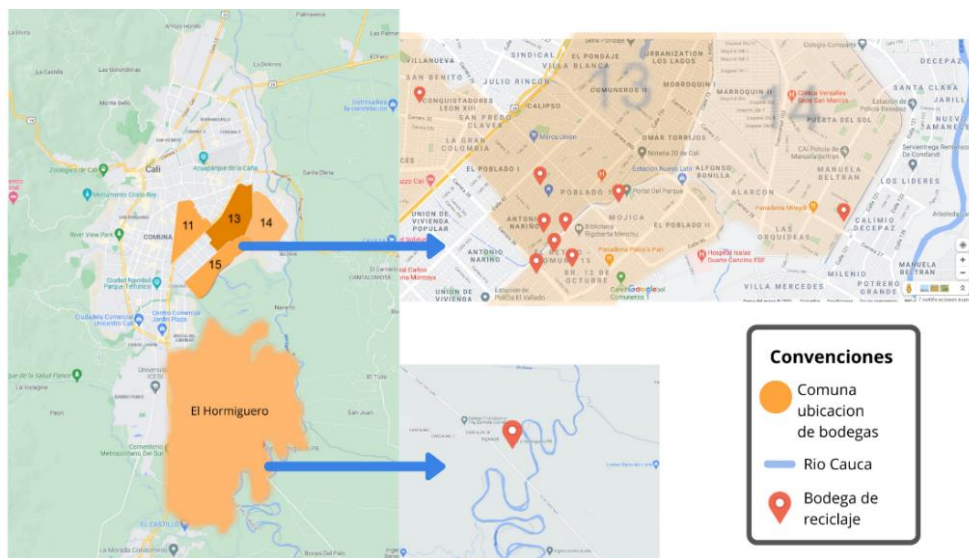
Tabla 13.

Listado de bodegas de reciclaje encuestadas relacionadas con la comuna en la que se ubican.

No	Bodega encuestada	Comuna
1	Bodega 1	15
2	Bodega 2	13
3	Bodega 3	15
4	Bodega 4	14
5	Bodega 5	15
6	Bodega 6	11
7	Bodega 7	15
8	Bodega 8	15
9	Bodega 9	Corregimiento El Hormiguero
10	ORO-1	15

Figura 15.

Ubicación de las bodegas de reciclaje (casos de estudio) en la ciudad de Cali.



Fuente: La autora.

Trabajo en campo. Antes de realizar las visitas a las bodegas aliadas, se contó con la colaboración del representante legal de la ORO-1, quien recomendó a la estudiante autora de este proyecto aplicado, entre los líderes de las bodegas aliadas, solicitando la colaboración de cada uno de ellos en brindar respuestas sinceras al cuestionario que la estudiante planteaba, esta colaboración requirió de llamadas telefónicas y de una carta de recomendación firmada por el representante legal de la ORO-1 para ser presentada al momento de la visita.

Teniendo el insumo del cuestionario, la ubicación de las bodegas a ser encuestadas y la recomendación por parte del representante legal de la ORO-1, se realizaron las visitas para realizar las encuestas (solo 1 bodega de la comuna 15 no se pudo visitar, esta encuesta se realizó vía telefónica). La información se obtuvo, mediante la observación directa y la realización de las encuestas a los 10 líderes de las bodegas de reciclaje de la ORO-1.

En el momento de la visita se tuvo en cuenta el nivel académico básico de las personas a las que se les realizó la encuesta (tres de ellos no terminaron la primaria), se utilizó un lenguaje sencillo, menos técnico durante el diálogo con los encuestados y de esta manera generar confianza, con el propósito de acceder a información que refleje la realidad del tema estudiado. Teniendo en cuenta lo anterior, durante el desarrollo de la presente investigación se realizó el acompañamiento al diligenciamiento de cada una de las encuestas, explicando las preguntas y opciones de respuesta a los encuestados, garantizando así el adecuado diligenciamiento de las mismas. Las Figuras 16 y 17 corresponden a fotografías de evidencia de la visita realizada a la Bodega 1 ubicada en la comuna 15 de Cali, en el [Anexo B](#) se pueden apreciar las evidencias fotográficas de las bodegas visitadas.

Figura 16.

Trabajo en campo de la bodega 1.



Figura 17.

Residuos de cables eléctricos almacenados en la bodega 1 al momento de realizar la encuesta.



El desarrollo de esta primera etapa contribuye con el cumplimiento del primer objetivo específico¹¹ de esta investigación aplicada, ya que en esta etapa se obtienen la información y datos relevantes para realizar el diagnóstico de la gestión actual de los RCE en las bodegas de la ORO-1.

¹¹ Realizar el diagnóstico de la gestión actual de los residuos de cables eléctricos en una Organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

Análisis de datos. El análisis de la información obtenida en las encuestas se realizó de acuerdo a los tres niveles de análisis de interpretación de los datos bajo el enfoque cualitativo, propuesto por Jansen (2013): (a) descripción unidimensional, (b) descripción multidimensional y (c) explicación.

Primer nivel de análisis: Descripción unidimensional. Para realizar el primer nivel de análisis y lograr la reducción de datos, en la descripción unidimensional se organizaron los datos obtenidos en la encuesta en tres niveles lógicos: los objetos (caso de estudio), las dimensiones de los objetos (las variables de la encuesta) y las categorías de las dimensiones (valores).

La presentación de los datos puede ser descendente (o diferenciado) o ascendente (o sintetizado). La presentación descendente explica Jansen (2013) “especifica la diversidad dentro de un objeto mediante la distinción de dimensiones y de categorías. Por lo tanto, se mueve hacia un nivel más bajo de abstracción” (54-55). La presentación ascendente especifica aquello que se tiene en común, con otros objetos, dimensiones o categorías.

En la Figura 18 se plantea la distribución de la información en la presentación descendente en los niveles lógicos utilizados por la autora y en la Figura 19 corresponde a la presentación ascendente de la información.

Figura 18.

Planteamiento de codificación descendente para el caso de estudio.



Figura 19.

Planteamiento de codificación ascendente para el caso de estudio.



Fuente: adaptado de Jansen, 2013

Para realizar el análisis unidimensional de la información obtenida en la encuesta y con el propósito de visualizar de manera clara lo conseguido, se plantearon dos graficas de codificación descendente y una gráfica de codificación ascendente (Las Figuras del análisis unidimensional se encuentran en el [Anexo C](#)). Para la codificación descendente se planteó, una para el objeto “Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1” ([Figura C1](#)), y la segunda, teniendo en cuenta la relevancia de la gestión de los RCE mediante el método de combustión lenta de manera directa o indirecta entre las bodegas encuestadas, también se realizó análisis unidimensional para el objeto “Quema de cables en las bodegas de la ORO-1” ([Figura C6](#)). A continuación, se relacionan las preguntas del cuestionario utilizadas en el planteamiento de las figuras del análisis unidimensional en codificación descendente:

-En la Figura C2; para plantear la dimensión “Actores”, se tuvo en cuenta las respuestas correspondientes a los puntos 10.3, 10.18, 10.19, de la sección B, el punto 12 de la sección C y el punto 19 de la sección E; para la dimensión “Cantidades recibe Kg/mes” se utilizó las respuestas del punto 10.2 de la sección B; para la dimensión “Precios” se tuvo en cuenta las respuestas correspondientes a los puntos 10.1, 10.16, 10.17 de la sección B y el punto 13 de la sección C; y para la dimensión “Tipo de gestión” se utilizó las respuestas del punto 10.4 de la sección B.

-Para el objeto “Quema de cables en las bodegas de la ORO-1 (Figura C6); en la dimensión “Operación” se tuvo en cuenta las respuestas de los puntos 10.6, 10.7, 10.10, 10.12 y 10.15 de la sección B; y para la dimensión “Síntomas”, se utilizó las respuestas del punto 17 de la sección D. Por otro lado, la codificación ascendente se realizó con el objeto “Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1” ([Figura C9](#)). Aunque se observa el mismo objeto en codificación descendente y ascendente, se debe tener en cuenta que cada una presenta la información con

fines diferentes de análisis. A continuación, se relaciona las preguntas del cuestionario que fueron analizadas en el planteamiento de la Figura C9 del análisis unidimensional en codificación ascendente:

Para plantear la dimensión “Mercado”, se tuvo en cuenta las mismas respuestas utilizadas en la dimensión “Precios” de la Figura C4; para la dimensión “Actores”, además de los puntos utilizados en la dimensión “Actores” de la Figura C2, se utilizó las respuestas que se generaron en el punto 10.21 de la sección B; Para la dimensión “Educación”, se tuvo en cuenta las respuestas dadas a partir de dialogar sobre los puntos 15 y 16 de la sección D y el punto 20 de la sección E; para la dimensión “Tratamiento”, se tuvo en cuenta las respuestas de los mismos puntos utilizados para la dimensión “Operación” de la Figura C7, pero en vez de utilizar el punto 10.12, se tuvo en cuenta los puntos 17 y 18 de la sección D; para la dimensión “Social”, se utilizaron las respuestas de los puntos del 10.22 a la 10.25 de la sección B; y para la dimensión “Toxicidad” se tuvo en cuenta los puntos 10.10 de la sección B y los puntos 17 y 18 de la sección D.

Segundo nivel de análisis: Descripción multidimensional. Con la información sintetizada en los gráficos resultantes de la descripción unidimensional, se continua con el paso “Disposición y transformación de datos”. Para este nivel de análisis multidimensional, se utilizó la matriz planteada por Jansen (2013) “Análisis orientado al caso” (pp. 59), la cual consiste en agrupar los casos similares en categorías (columnas) para después comparar las filas o casos. La información analizada en esta matriz corresponde a los datos del análisis descendente del objeto “Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1” ([Figura C1](#)). En la Tabla 14 se presenta la información con la que se realizó este análisis, y la Figura 20 corresponde a la matriz de análisis utilizada; las columnas corresponden a las dimensiones: actores, cantidades recibe (Kg), precios

y tipo de gestión; las filas corresponden a cada bodega o caso; las celdas se ocupan con las respuestas obtenidas en la encuesta de cada bodega.

Tabla 14.

Codificación de datos-respuestas de la encuesta, para análisis multidimensional.

Dimensión	Opción en la encuesta (Dato)	Código
Actores	Recuperador de oficio	1
	Vecinos	2
	Habitantes de calle	3
	Otras bodegas	4
	ORO-1	5
	Quemador-1	6
	Exportadores de cobre	7
	Industria transformadora	8
	Cliente plástico de RCE	9
Cantidades recibe (Kg/mes)	1-5	1
	6-10	2
	11-50	3
	51-100	4
Precios	C-RCE - \$1.000 – \$5.000	1,1
	C-RCE - \$6.000 – \$10.000	1,2
	C-CQ - \$20.000 – \$23.000	1,3
	C-CQ - \$24.000 – \$26.000	1,4
	V-RCE - \$1.500 por metro	2,1
	V-RCE - \$5.000 – \$10.000	2,2
	V-RCE - \$11.000 – \$15.000	2,3
	V-CQ - \$20.000 – \$25.000	2,4
	V-CQ - \$26.000 – \$30.000	2,5
	V-CQ - \$31.000 – \$32.300	2,6
Tipo de gestión	Venta para aprovechamiento	1

Desforrado	2
Combustión lente (quema)	3
Venta como cable de segunda	4

P: proveedor – Ct: cliente - RCE: residuos de cable eléctrico – CQ: cobre quemado – C: compra – V: venta.

Figura 20.

Matriz para el análisis multidimensional de la Gestión RCE en las bodegas de la ORO-1.

Bodegas / dimensiones	Actores					Cantidades recibe (Kg/mes)	Precios				Tipo de gestion	Etiqueta
	Proveedor		Cliente				Compra		Venta			
	RCE	CQ	RCE	CQ	Plastico		RCE	CQ	RCE	CQ		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
ORO-1												
Variable con mayor incidencia												

Fuente: elaboración propia

El análisis multidimensional permite presentar los resultados más relevantes de la encuesta, además permite verificar la incidencia de las variables en cada dimensión (Variable con mayor incidencia) y establecer una descripción por bodega encuestada (Etiqueta). La matriz diligenciada correspondiente al análisis multidimensional ([Tabla C1](#)).

Tercer nivel de análisis: Explicación. La explicación de los análisis realizados a la información obtenida en las encuestas, se plantea mediante la comparación de los aspectos característicos de las dimensiones¹² (actores, cantidad recibe kg/mes, tipo de gestión, operación, combustión lenta, síntomas) correspondientes a la “Situación en ORO-1” versus, la “Teoría”. El análisis se presenta en la [Tabla C2](#), donde en la columna “Situación en ORO-1”, se resume la

¹² Las dimensiones corresponden al análisis unidimensional, se puede observar en la [Figura C1](#).

información obtenida en las encuestas y en las charlas de acercamiento que se sostuvo con el presidente de la ORO-1; y en la columna “Teoría” se presenta parte de la información del marco teórico referente a la gestión de los RCE. En esta tabla se engloban los aspectos relacionados con la gestión de los RCE, y permite evidenciar las deficiencias de la organización en comparación con lo planteado en la teoría.

Aunque los tres niveles de análisis del enfoque cualitativo propuestos por Jansen (análisis unidimensional, multidimensional y explicación) y realizados en esta Etapa 2 fueron importantes para reducir los datos de las encuestas y visualizar de manera organizada la información obtenida, la información obtenida en la Etapa 2 fue utilizada como punto de partida en la siguiente etapa (Etapa 3. interpretación de la información); de esta forma, la Etapa 2 de este proceso metodológico suministro la información base para el desarrollo de los objetivos específicos uno y dos del presente proyecto aplicado. Las Figuras y Tablas de estos análisis no se presentan en el apartado correspondiente a los resultados y análisis, pero se comparten en el [Anexo C](#) para su consulta.

Etapa 3. Interpretación de la información

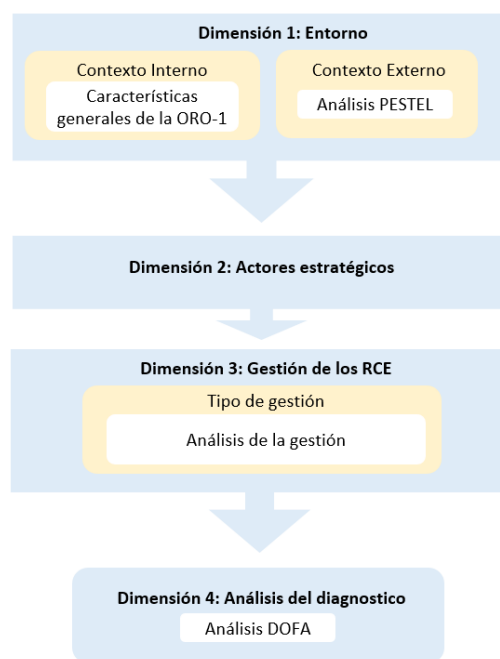
Esta etapa consta de dos fases, la primera, consiste en establecer el diagnóstico de la gestión actual de los RCE en la ORO-1 y la segunda, corresponde a la identificación y priorización de problemáticas relacionadas con dicha gestión. Esta etapa tiene el propósito de entender las problemáticas del caso de estudio, para formular propuestas de solución o mejora coherentes a las necesidades de la ORO-1.

Metodología para el diagnóstico. Contando con los análisis de la Etapa 2, se procede con el desarrollo del diagnóstico. Para la elaboración del diagnóstico no se encontró en la revisión bibliográfica una metodología específica, en la cual basar la presentación de la

información obtenida en la encuesta; por lo tanto, se planteó una estructura para la presentación del diagnóstico (Figura 21), partiendo de otras metodologías de diagnóstico correspondientes a diferentes campos de estudio (Chávez, 2020; Miranda, et al., 2019), los componentes o dimensiones del diagnóstico se explican a continuación.

Figura 21.

Fases para presentar el diagnóstico de la gestión de los RCE en la ORO-1.



Fuente: elaboración propia

Dimensión 1: Entorno. Para el análisis del contexto interno se tuvo en cuenta la información suministrada por el representante legal de la ORO-1 y de los líderes de bodega, en el momento de la visita cuando se realizó la encuesta. Otra parte de la información con la que se redactó el contexto interno, se obtuvo de la Sección A (Información general de la bodega) de la encuesta. Para redactar el contexto externo, además de la información suministrada por el representante legal de la ORO-1 y de los líderes de bodega, se utilizó la metodología PESTEL. PEST o PESTAL es una metodología propuesta por los teóricos Liam Fahey y V.K. Narayanan; se utiliza como un instrumento que facilita el entendimiento del entorno de una organización,

mediante el análisis de los factores, Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos - Ambientales- y Legales, cuyas iniciales le dan el nombre; es una herramienta ampliamente utilizada para el análisis estratégico de todo tipo de organizaciones (Martin, 2017).

El desarrollo de esta herramienta precisó organizar la siguiente información: la Delimitación del estudio; del marco de referencia, el Plan Nacional de negocios verdes, Gestión de los RCE en la ciudad de Cali, Riesgos de la gestión inadecuada de los RCE; de los antecedentes, las Ventajas y desventajas de las técnicas de aprovechamiento de los RCE; también se utilizó información del Marco normativo; además fue necesario la búsqueda de otra información en la web para complementar la información que cada factor de estudio de la metodología PESTAL requiere (información sobre el mercado del cobre a nivel mundial y local, noticias sobre la minería urbana y sobre consumo responsable en Colombia). En la Tabla 15, se presentan los aspectos que se tuvieron en cuenta para abordar la metodología PESTAL en el caso de estudio.

Tabla 15.

Aspectos analizados en la metodología PESTAL.

<p>Políticos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Políticas gubernamentales. -Financiamiento. -Entidades regulatorias. 	<p>Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tendencias en la economía en otros países. -Tendencias en la economía local. 	<p>Sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aspecto socio-económico de los habitantes del sector (alrededor de las bodegas). -Opiniones de los medios de información. -Estilo de vida - Patrones de compra.
<p>Tecnológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tecnologías actuales para el tratamiento de RCE. 	<p>Ambientales</p>	<p>Legales</p> <ul style="list-style-type: none"> -Normas legales vigentes

-Características de los materiales. -Información y comunicación. -Potencial de innovación.	-Problemas medioambientales relacionados con la gestión de RCE. -Conciencia socio-ecológica.
--	---

Fuente: elaboración propia

Dimensión 2: Actores involucrados. La mayoría de actores involucrados se identificaron en el Análisis unidimensional ([Figura C2](#)), las instituciones públicas (alcaldía, DAGMA) como actores se establecieron desde la elaboración de la Hipótesis y Variables de la encuesta y se reafirmó su participación en el “Tercer nivel de análisis: Explicación” ([Tabla C2](#)), los otros actores como, usuarios del servicio de aseo y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se identificaron en la elaboración de la “Dimensión 1: Entorno”, correspondiente al Diagnóstico. Con los actores identificados se realizó la [Tabla D1](#), en la cual se le estableció la función que cumple cada actor en el caso de estudio, las cuales son: (a) Responsable, (b) Apoya, (c) Gestor, (d) Cliente, (e) Patrocina, (f) Financia, (g) Vigilancia, (h) Controla, (i) Genera problema, (j) Usuario; y finalmente, se estableció el grado de incidencia de cada uno de ellos en el caso de estudio, con la siguiente valoración de incidencia: se califica con cero “0”, si la incidencia es ninguna; con uno “1”, si la incidencia es baja; con dos “2”, si la incidencia es media y con tres “3”, si la incidencia es alta. Los actores involucrados con incidencias alta (3) y media (2), fueron los presentados en el Diagnóstico (Dimensión 2: Actores estratégicos); de 14 actores involucrados, solo 6 se consideran actores estratégicos.

Dimensión 3: Gestión de los residuos de cables eléctricos –RCE. Con la información contenida en el Análisis de la gestión de los RCE en la ORO-1 Vs Teoría ([Tabla C2](#)), específicamente en las dimensiones “Cantidades que recibe (Kg/mes)”, “Tipo de gestión”,

“Operación (Combustión lenta)” se redactó Dimensión 3 del Diagnóstico, el cual se presenta en el apartado de resultados y análisis.

-Cálculo de la cantidad de dioxinas que se generan al año por la quema de los RCE de la ORO-1. Para obtener un estimado de la cantidad de dioxina y furanos que libera la ORO-1 a razón de la inadecuada gestión que se está dando a los RCE que ingresan en las bodegas aliadas; se realizan tres pasos: primero se calcula la cantidad de RCE quemados al mes, segundo se calcula las emisiones de dioxinas y furanos y tercer se realiza la conversión de datos para poder comparar el resultado con el estándar de emisión admisible de dioxinas y furanos establecido en la RESO 909 del 2008.

-Cálculo de cantidad de RCE quemados: Como en las bodegas de la ORO-1 no llevan un registro del ingreso o de la gestión que se les da a los RCE (desforre, quema o venta sin tratamiento). Para determinar la cantidad de RCE quemados se necesitó calcular esta cantidad. Primero se tuvo en cuenta el promedio de la cantidad de RCE que ingresan mensualmente a la organización ([Tabla 19](#)), segundo, se consideró la premisa de que el 90%¹³ de los RCE que ingresan a la ORO-1 terminan en el proceso de combustión lenta. Con estos datos se realiza una regla de tres para calcular la cantidad de RCE quemados de manera directa o indirecta (1) es en la ORO-1:

$$\begin{aligned} \text{prom. ingreso RCE Kg/mes} &\rightarrow 100\% & (1) \\ x &\rightarrow 90\% \end{aligned}$$

-Estimación de las emisiones de dioxinas: para determinar la emisión de dioxinas que genera la ORO-1 a causa de la combustión lenta de los RCE que ingresan a sus bodegas; se tiene en cuenta que al quemar cables eléctricos se liberan 12.000 µg EQT de PCCD/PCDF por

¹³ Resultado obtenido del análisis realizado en el apartado: Observaciones de la gestión de los RCE en la ORO-1, Dimensión 3,.

tonelada de cables (Fiani et al., 2013), el dato se multiplica por la cantidad de RCE que son quemados (resultado de la ecuación 1), como se plantea en la ecuación 2.:

$$\text{cantidad RCE quemados (t)} * 12.000 \mu\text{gEQT/t} = \text{emision PCCD/PCDF } \mu\text{gEQT/t} \quad (2)$$

Teniendo en cuenta que la cantidad de RCE que ingresan al mes a la ORO-1 es menor a 1 tonelada, se debe hacer el factor de conversión de Kg a t para poder realizar la ecuación 2.

-*Conversión*: el dato obtenido en la ecuación (2) esta expresado en $\mu\text{gEQT/t}$, para poder verificar si las emisiones de dioxinas que generan la quema de los RCE de la ORO-1 cumple o no, con el estándar de emisión admisible de dioxinas y furanos (RESO 909 del 2008), se debe realizar dos conversiones de unidades, ya que las unidades en la norma están expresadas en $\text{ng} - \text{EQT}/\text{m}^3$; el primero de microgramo (μg) a nanogramo (ng) y el segundo de tonelada o tonelada métrica (Tm) a metro cubico (m^3). Para realizar los factores de conversión se debe tener en cuenta las siguientes equivalencias:

$$1\mu\text{g} = 1.000 \text{ ng}$$

$$1\text{m}^3 = 0,984 \text{ t}$$

La ecuación (3) plantea el factor de conversión a realizar:

$$\text{emisión PCCD/PCDF } \mu\text{gEQT/t} * \frac{0,984 \text{ t}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1.000 \text{ ng}}{1\mu\text{g}} = \text{emision ngEQT}/\text{m}^3 \quad (3)$$

Finalmente con la ecuación (3) se estima la liberación de dioxinas y furanos (PCCD/PCDF) que realiza la ORO-1 de manera directa o indirecta expresado en $\text{ng} - \text{EQT}/\text{m}^3$, con este dato es posible verificar si se cumple o no con la emisión admisible de dioxinas y furanos establecido en la RESO 909 del 2008, esta comparación se presenta en la [Figura 29](#) en el apartado de resultados y análisis.

Dimensión 4: Análisis del diagnóstico. Para conseguir un análisis del diagnóstico, se realizó una matriz DOFA, las siglas DOFA aluden a las palabras debilidades, oportunidades,

fortalezas y amenazas; con esta matriz se diagnostica la situación interna de una organización, (debilidades y fortalezas), y evalúa la situación externa (oportunidades y amenazas). Esta herramienta permitió realizar un análisis integral del diagnóstico obtenido sobre la gestión de los RCE en la ORO-1.

Para realizar el análisis DOFA se tomó como premisa el objetivo de dar una adecuada gestión ambiental a los RCE en la ORO-1; con esta premisa y teniendo en cuenta la información planteada en el Diagnostico, se realizó el análisis DOFA, en la Figura 22 se presentan las consideraciones tenidas en cuenta para realizar el análisis, y en la [Tabla 20](#) se presentan los resultados obtenidos.

Figura 22.

Consideraciones para realizar el análisis DOFA.

Debilidades	Oportunidades
Factores internos que provocan una posición desfavorable ante la consecución del objetivo.	Factores externos que favorecen el logro del objetivo.
Fortalezas	Amenazas
Características especiales o recursos con los que cuenta la ORO-1.	Situaciones que provienen del entorno y atentan contra el logro del objetivo.

Contando con los análisis DOFA de la información obtenida de las encuestas realizadas (Dimensión 4: Análisis del diagnóstico en el apartado de Resultados y análisis), se procede a identificar las problemáticas con mayor influencia en la gestión actual de los RCE en la ORO-1; esta evaluación se realizó utilizando la matriz de Vester y corresponde a la segunda fase de la etapa 3, la cual se explica a continuación.

Priorización de problemas. Para realizar la matriz de Vester, primero se formularon los problemas de la gestión de los RCE en la ORO-1. La formulación de problemas se planteó en base en la información obtenida en el Tercer nivel de análisis cualitativo ([Tabla C2](#). Análisis de

la gestión de los RCE en la ORO-1 Vs Teoría), y del Análisis del diagnóstico (Dimensión 4) se tuvo en cuenta las debilidades y amenazas ([Tabla 20](#). Análisis del diagnóstico - Matriz DOFA), ya que estos aspectos se consideran negativos o problemáticos. Las problemáticas identificadas se plantearon en la herramienta espina de pescado* ([Figura D1](#)), con el propósito de interpretar las situaciones problemáticas identificadas en la gestión de los RCE en la ORO-1.

Para facilitar el desarrollo de la matriz de Vester se realiza una lista con 17 problemas a evaluar ([Tabla D2](#)). Para realizar la valoración en la matriz de Vester, los problemas son analizados fila por fila. Para cada uno de los problemas ubicados en las filas, se responde la siguiente pregunta, ¿es causa el problema 1 (fila) del problema 2 (columna)?, y se continua en la misma fila, valorando la causalidad de cada problema de la fila con los problemas de las columnas. Para la valoración, se tuvo en cuenta los siguientes criterios: cero “0” cuando no lo causa, uno “1” cuando el nivel de causalidad es baja, dos “2” cuando el nivel de causalidad es media y tres “3” cuando el nivel de causalidad es alta.

La matriz de Vester diligenciada se puede observar en la [Figura D2](#); la suma de filas y columnas arrojan los valores de activos y pasivos respectivamente, estos valores son graficados en un plano cartesiano. Para clasificar los problemas evaluados en la matriz, se calcula el promedio del total de activos (eje x) y el promedio del total de pasivos (eje y), estos valores se trazan en la gráfica en línea paralela a cada eje, y de esta manera se establecen los cuadrantes críticos, activos, pasivos e indiferentes en el plano cartesiano. La grafica obtenida del análisis en la matriz de Vester se puede consultar en la [Figura D3](#); del mismo modo, en el apartado “Priorización de problemas”, se presentan los resultados de la priorización de problemas. Con la

realización del diagnóstico y la identificación de problemas activos en la Etapa 3, se dio cumplimiento al primer y segundo objetivo específico¹⁴.

Etapa 4. Formulación del plan de gestión

Con el propósito de conseguir las estrategias que den solución a los problemas críticos y activos identificados en la matriz de Vester, se realizaron dos pasos: El primero consistió en formular estrategias con ayuda de la matriz DOFA; el segundo consistió en realizar una depuración de las estrategias. A continuación, se explica cada paso con mejor detalle.

En la matriz DOFA se compararon las fortalezas, oportunidades, amenazas y debilidades entre sí. Para formular las estrategias se utilizaron las siguientes preguntas planteadas por Betancourt (2018), para la estrategia FO: ¿De qué forma podemos usar nuestras fortalezas para aprovechar nuestras oportunidades?, para la estrategia FA: ¿Cómo se pueden usar nuestras fortalezas para mitigar las amenazas?, para la estrategia DO: ¿Cómo podemos aprovechar las oportunidades para corregir nuestras debilidades?, para la estrategia DA: ¿Cómo podemos mantenernos en pie aun con las amenazas vistas?; de este análisis surgieron varias estrategias de solución y se pueden observar en el [Anexo E](#).

El segundo paso consiste en depurar estrategias, para obtener las que dieran respuesta a los problemas prioritarios del caso de estudio. Se planteó realizar un análisis con ayuda de la Figura 23, la cual se diligencio teniendo en cuenta los siguientes criterios: en la columna “Problema” se ubicaron los problemas críticos y activos identificados en la matriz de Vester; en la columna “Expectativo/Objetivo” se planteó darle un estado positivo al problema, para de esta forma convertir el problema en un objetivo; en la columna “Estrategia” se ubicaron las

¹⁴ 1° Objetivo específico: Realizar el diagnóstico de la gestión actual de los residuos de cables eléctricos en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali. 2° Objetivo específico: Identificar las principales problemáticas relacionadas con la gestión actual de los residuos de cables eléctricos en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

estrategias formuladas en el paso anterior; este análisis se puede observar en la [Tabla 21](#). El carácter de prioridad se estableció de acuerdo a la posición en la gráfica de la matriz de Vester.

Figura 23.

Herramienta para el planteamiento de estrategias de solución a las problemáticas del caso de estudio.

Problema	Expectativa/Objetivo	Estrategia

Fuente: elaboración propia

Al observar las estrategias de solución, se pueden relacionar directamente con las actividades de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Para tener coherencia con el desarrollo de este proyecto aplicado, no se planteará un SGA para la ORO-1 en su integralidad; pero se decidió utilizar las directrices de la ISO 14004 para plantear las estrategias de solución planteadas como solución a las problemáticas del caso de estudio. De esta manera se presenta un plan para gestión ambiental de los RCE en la ORO-1 bajo el nombre de “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”. A continuación, se explican los componentes del Plan propuesto.

Política ambiental. Para plantear la política ambiental de la ORO-1 se consideró: su misión, el cumplimiento de requisitos legales, la importancia de los actores internos, el compromiso de la organización con la prevención de la contaminación al medio ambiente y la mejora continua. La “Política Ambiental de la ORO-1” presentada en este documento es una propuesta; por lo tanto, debe considerarse como base para la política del sistema de gestión integral de la organización

Planificación. A continuación, se explican los elementos de la planificación.

Determinación del Alcance del plan de gestión. El planteamiento del alcance corresponde a gestión de los RCE en las bodegas aliadas de la ORO-1.

Definición de los objetivos del plan de gestión. Los objetivos planteados son coherentes con la necesidad de dar una adecuada gestión ambiental a los RCE en la ORO-1, con el alcance del Plan de gestión y con los compromisos establecidos en la política ambiental. Los objetivos propuestos en el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1” surgen de la columna “Expectativa/Objetivo” del Planteamiento de estrategias de solución a los problemas del caso de estudio ([Tabla 21](#)) y son adaptados a los lineamientos de planificación de la ISO 14004, ya que varios de los objetivos planteados en esta tabla, en el marco del ciclo PHVA tienen rasgos de actividades, más que de objetivo; es decir, las estrategias: “crear alianzas con clientes de panam”, “buscar alianzas con empresas certificadas” y “buscar requisitos para acceder a financiación de tecnología”, se consideran actividades. Finalmente se establecieron cuatro objetivos para el Plan de gestión.

Actividades para el logro de objetivos y metas. Las actividades se presentan en una herramienta de planificación, con el propósito de relacionar los aspectos problemáticos en los que interviene cada actividad con las metas que se espera alcanzar con cada una ellas; además de presentar los aspectos que orientan el cumplimiento de cada actividad como son los indicadores, control operacional y seguimiento. La herramienta de planificación se denominó: “Estrategia de Planeación para la gestión ambiental de RCE en la ORO-1” y se puede consultar en el [Anexo F](#).

En dicha tabla, el “Aspecto” corresponde al elemento de la actividad que interactúa con el medio ambiente y tiene un impacto ambiental; los “Objetivos” están previamente definidos en el apartado “Planificación”; las “Metas” se plantearon a un lapso de tiempo de un año y en razón de alcanzar los cuatro objetivos del Plan de gestión; las “Actividades” se plantearon en razón a

los objetivos del Plan de gestión y con los objetivos del análisis DOFA que fueron considerados actividades anteriormente; los items “Indicadores”, “Control operacional”, “Seguimiento” y “Medición”, se plantearon de acuerdo a los lineamientos de la ISO 14004:2004 y en razón de las actividades planteadas para el Plan de gestión.

Implementación.

Recursos y talento humano. En el apartado “Recursos para la implementación del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1” se encuentra detallado el manual de funciones para el cargo que necesita la ORO-1 para poder dar cumplimiento al Plan de gestión propuesto y la asignación de recursos tanto para el recurso humano como para el recurso técnico.

El perfil del cargo y la asignación de recursos para el cargo solicitado por el Plan de gestión, se estableció de acuerdo a las actividades planteadas en el Anexo 6 y fue enriquecido por perfiles de Coordinador Ambiental o Gestión Ambiental encontrados en la web.

Por otro lado, para definir el tipo de máquina adecuada para la gestión de los RCE se tuvo en cuenta los resultados obtenidos por los autores Blinová y Godovčín (2021) y Bueno (2008); y teniendo en cuenta que al mes ingresan aproximadamente 267,5 Kg de RCE, se realizó la cotización de una máquina trituradora de cables. En las Tablas 24 y 25, se observan las descripciones y costos totales de la inversión necesaria para el Plan de gestión.

Capacitaciones y toma de conciencia. Teniendo en cuenta la Debilidad 1, 2, 5 y 6 de la matriz DOFA ([Tabla 20](#)), se planteó un programa de cinco capacitaciones dando respuesta a los temas desconocidos por los actores internos de la organización. El programa de capacitación se presenta en la [Tabla 25](#).

Comunicación. Se recomienda a la ORO-1 documentar la información interna y externa que se consideran necesarias para la eficiencia del “Plan para la adecuada gestión ambiental de

RCE en la ORO-1”. Para dar buen manejo a la información documentada, se requiere que los documentos cuenten con: identificación y descripción, aprobación, disponibilidad. En el apartado “Comunicación”, se presenta las propuestas pertinentes para el manejo adecuado de la documentación.

Operación.

Gestión de residuos de cables eléctricos. Teniendo en cuenta las actividades planteadas para el logro de los objetivos y metas del Plan de gestión, se tomó la actividad relacionada directamente con la operación de la gestión de los RCE y se definió el proceso de gestión de residuos de cables eléctricos RCE en la ORO-1; en la [Figura 35](#) se observa el esquema de operación y en la [Tabla 27](#), se detalla el procedimiento de la operación, estableciendo etapas, responsables y tipos de registros para cada etapa.

Verificación. La etapa de verificación consta principalmente de las recomendaciones para realizar la auditoria interna del cumplimiento del Plan de gestión, incluye las herramientas para planificar ([Tabla 28](#)), evaluar ([Tabla 29](#)) y valorar ([Tabla 30](#)) dicho Plan. También se presentan los aspectos necesarios a tener en cuenta para establecer acciones de mejora en el Plan de gestión. En el apartado “Verificación”, se presentan las herramientas propuestas y los componentes necesarios para la auditoria interna y mejora continua del Plan de gestión propuesto.

Plan de Implementación. Para finalizar el plan de gestión ambiental se presenta en una tabla el cronograma de implementación del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1; la tabla consta de las columnas “Hallazgo”, “Actividad”, “Posible Responsable” y “Mes”. Para el planteamiento de este plan de implementación, la autora se basó en las actividades identificadas en las “Estrategia de Planeación para la gestión ambiental de RCE en la

ORO-1” (Anexo 6) y fue complementada con las actividades planteadas para la auditoria interna (Verificación), el Plan de implementación se presenta en la [Tabla 31](#). Al terminar con la elaboración del Plan de gestión ambiental para la adecuada gestión de los RCE en la ORO-1 se da cumplimiento al tercer¹⁵ objetivo específico de este proyecto aplicado.

¹⁵ 3º Objetivo específico: Formular un plan de gestión ambiental para los residuos de cables eléctricos que son recuperados en una organización de recicladores de oficio de la ciudad de Santiago de Cali.

Resultados y Análisis

Diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1

Dimensión 1: Entorno

Contexto interno.

Características de la ORO-1. La ORO-1, es una organización de recicladores de oficio, en la cual se amparan 9 bodegas aliadas y los recicladores de oficio (110 recicladores aproximadamente) vinculadas a dichas bodegas.

Los materiales aprovechables llegan a la ORO-1 por parte de los recicladores de oficio vinculados a la ORO-1, quienes obtienen el material de sus usuarios frecuentes (viviendas, unidades residenciales, empresas) o recuperándolos de las bolsas de basura dispuestas en los andenes de la ciudad; otra forma que llegan los materiales aprovechables a la ORO-1 es por la compra de estos materiales a habitantes del sector, vecinos o habitantes de calle.

Actualmente la organización se encuentra en un proceso de formalización (decreto 596 del 2016), para ser reconocida como un prestador del servicio público de aseo domiciliario en la ciudad de Cali, este proceso es supervisado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos –UAESP- (vinculado a la alcaldía de Cali) y vigilado por la Superintendencia de Servicios Públicos de Aseo –SuperServicios-.

Un aspecto importante en la ORO-1, es la ausencia de valores institucionales o política ambiental que plantee lineamientos en las actividades que realizan tanto la bodega principal como las bodegas aliadas. Al ser una alianza de bodegas, cada bodega o cada líder de bodega tiene la libertad de trabajar a medida de sus condiciones y necesidades. Por lo tanto, cada bodega tiene sus propias características, por ejemplo, solo 3 de las 10 bodegas son propiedad del líder de la bodega, el resto (7 bodegas) pagan arriendo; dos de las bodegas no se encuentran registradas

ante la cámara de comercio de Cali, por lo tanto, se encuentran en la informalidad; la cantidad de trabajadores en cada bodega varía desde 1 trabajador (el mismo líder de bodega) hasta 5 trabajadores, solo la bodega principal de la ORO-1 cuenta con 7 trabajadores; y finalmente, 2 de las 10 bodegas, confirman implementar el método de combustión lenta, para obtener el cobre de los RCE.

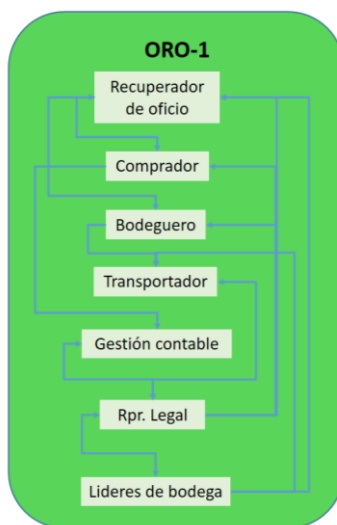
Aunque cada bodega tiene sus propias características, hay una que comparten todas y es el hecho de que estas solo tienen la capacidad operativa de ser centro de clasificación y almacenamiento de materiales aprovechables, ninguna de las bodegas de la organización cuenta con tecnología para hacer procesos de transformación; por lo tanto, el principal servicio que presta esta organización es la recolección, transporte y clasificación de residuos sólidos aprovechables; los otros dos servicios que presta esta organización son, la capacitación en gestión de residuos sólidos y mantenimiento de zonas verdes.

Capital humano. El capital humano de las bodegas aliadas a la ORO-1, corresponde principalmente a personas que se encargan de realizar la transacción comercial de compra-venta del material aprovechable y personas encargadas de la clasificación y transporte del material. Solo en la bodega principal de la ORO-1 a causa de su responsabilidad en dar cumplimiento al decreto 596 del 2016, cuenta con dos mujeres encargadas de las actividades contables y con 2 asesores encargados de orientar las actividades relacionadas con el cumplimiento de dicho Decreto. La(o)s otra(o)s actores internos y de vital importancia para la ORO-1 son l(a)os recicladores de oficio, quienes realizan rutas selectivas por la ciudad de Cali para la obtención de residuos sólidos aprovechables.

Relaciones internas. En la Figura 24 se presenta las relaciones que se establecen entre el capital humano de la ORO-1; la relación de los actores involucrados se establece mediante flechas y se explican a continuación.

Figura 24.

Relaciones internas entre el capital humano de la ORO-1.



Fuente: elaboración propia

Relación recuperador de oficio – comprador: El recuperador de oficio entrega y vende material aprovechable al comprador, este a su vez le entrega un registro donde se establece el tipo y la cantidad de material recibido.

Relación recuperador de oficio – bodeguero: El recuperador de oficio entrega el material aprovechable al bodeguero, este a su vez se encarga de clasificar el material.

Relación comprador – gestión contable: El comprador entrega informe de tipo y la cantidad de material comprado a las personas encargadas de la Gestión contable.

Relación bodeguero – transportador: El bodeguero le ayuda a él transportador a cargar el material aprovechable a los camiones. El transportador tiene dos tareas, recoger el material de las

bodegas aliadas y también entregar y vender el material a los clientes. El transportador también le entrega las cuentas de recolección y venta de material al representante legal de la ORO-1.

Relación gestión contable – representante legal: las personas encargadas de la Gestión contable reciben información sobre el material aprovechable comprado y vendido, por parte del comprador y del representante legal. Ellas se encargan de subir la información al sistema SUI de la SuperServicios y de informar al representante legal de novedades relacionadas con la gestión contable de la organización.

Relación representante legal–líder de bodega: El representante legal se encarga de la gestión de las actividades relacionadas con los recicladores de oficio de todas las bodegas aliadas, por lo que mantiene contacto con los líderes de bodega para realizar estas gestiones. El representante legal también mantiene relaciones con los líderes de bodega para realizar compra de materiales aprovechables. El líder de bodega debe entregar información de la cantidad de material que ingresan los recicladores de oficio a las bodegas. El líder de bodega a su vez en su propia bodega debe supervisar o realizar las actividades de comprador y bodeguero.

Relación representante legal–comprador, bodeguero, transportador: el representante legal supervisa las actividades realizadas por estos. Con el transportador debe realizar reuniones para recibir información sobre los materiales aprovechables recogidos de las bodegas aliadas y de las entregas-ventas que realiza.

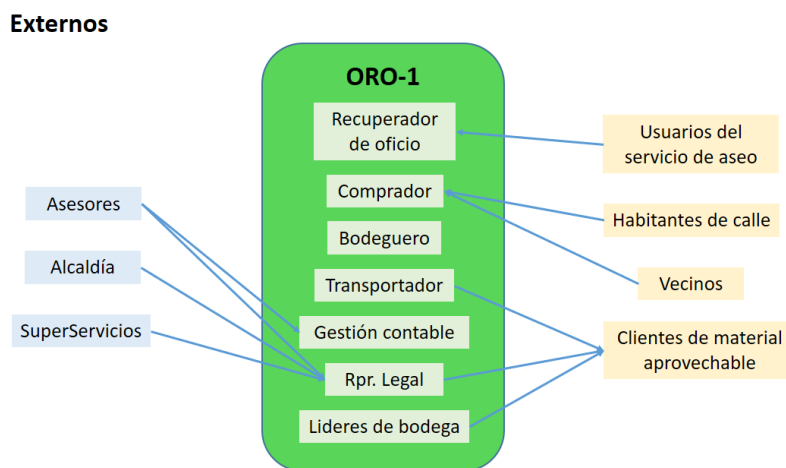
Relación representante legal, líder de bodega–recuperador de oficio: el representante legal y los líderes de bodega además de gestionar el proceso de formalización también, realizan cierta supervisión a los recicladores de oficio, en cuanto, deben estar recordando el cumplimiento de las responsabilidades exigidas por el Decreto 596 del 2016.

Contexto externo.

Relaciones externas. La ORO-1 se encuentra en un proceso de formalización mediante el decreto 596 del 2016, esto hace que la organización se encuentre bajo un contante proceso de supervisión por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos –UAESP- (vinculado a la alcaldía de Cali) y sea vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos de Aseo – SuperServicios-. Como actores externos también se identifican los asesores quienes ayudan a la ORO-1 con el cumplimiento de los requisitos del proceso de formalización. También se establecen como actores externos, los individuos quienes aportan o venden el material aprovechable a la ORO-1 (usuarios del servicio de aseo, vecinos, habitantes de calle) y los clientes, quienes compran el material aprovechable. En la Figura 25 se presentan los actores externos relacionados con el funcionamiento de esta organización; la relación de los actores involucrados se establece mediante flechas y se explican a continuación.

Figura 25.

Relaciones externas de la ORO-1.



Fuente: elaboración propia

Relación asesores – representante legal, Gestión contable: la ORO-1 actualmente cuenta con dos asesores. El primero orienta al representante legal en las actividades que deben ser

implementadas para dar cumplimiento al Decreto 596 del 2016 y las nuevas Resoluciones de la SuperServicios; y la segunda asesora orienta a las personas encargadas de la gestión contable y también realiza procesos en el Sistema Único de Información (SUI) de la SuperServicios.

Relación Alcaldía, SuperServicios – representante legal: las secretarías de la alcaldía de Cali visitan a la ORO-1 para realizar actividades o dar cumplimiento a los proyectos que tiene la Alcaldía en relación con el cumplimiento de la sentencia T-291 del 2009¹⁶. Las visitas de la UAESP y de la SuperServicios, corresponden a la supervisión del cumplimiento de las fases de progresividad de la formalización, establecidos en el Decreto 596 del 2016.

Relación usuarios del servicio de aseo – recuperador de oficio: los usuarios de las casas domiciliarias por donde realizan la ruta selectiva los recicladores entregan el material aprovechable; o en su defecto, los recicladores recogen el material aprovechable de las bolsas de basura dispuestas por los usuarios en los andenes.

Relación habitantes de calle, vecinos – comprador: los habitantes de calle y vecinos venden al comprador el material aprovechable.

Relación representante legal, líder de bodega, transportador–clientes de material aprovechable: el representante legal y en algunos casos los líderes de bodega se encargan de crear alianzas con los clientes, para vender el material aprovechable que se recupera en las bodegas; por otro lado, el transportador es el encargado de realizar la entrega y venta real de los materiales.

Para facilitar el entendimiento del entorno externo de la ORO-1 a continuación se presenta la información obtenida en el análisis PESTAL propuesto en la Etapa 3 de la Metodología:

¹⁶ Sentencia T-291 del 2009: reconoce los derechos fundamentales de salud, vivienda, educación y al trabajo, de los recicladores de oficio, establece responsabilidades para la Alcaldía de Cali, DAGMA, CVC y EMSIRVA.

Aspecto político. En Colombia existe una política gubernamental que promueve el desarrollo de empresas sostenibles, este es el Plan Nacional de Negocios Verdes; esta es una estrategia que se implementó en el año 2012, y es una estrategia prevista a largo plazo, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la oficina de negocios verdes y sostenibles.

En el Plan Nacional de Negocios Verdes se establece el “aprovechamiento y valoración de residuos” como un sector dentro de la categoría “ecoproductos industriales”; esta política representa una oportunidad para el emprendimiento en la gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE), ya que cuenta con instrumentos financieros para promover la generación de oportunidades económicas sostenibles en el país. Algunas herramientas de gestión y financieras, de entidades públicas y privadas para el impulso de los Negocios Verdes en Colombia según el MADS (2014) son: el sistema nacional de apoyo a las micro, pequeña y mediana empresa (Mi PYMES), el fondo nacional de garantías, FINDETER, BANCOLDEX, INNpulsa Colombia, Tecnoparque Colombia, Red Emprendedores Bavaria, Ventures, BiD Network, The Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE Colombia, Línea Crédito Ambiental.

Por otro lado, las entidades públicas regulatorias a las que les compete realizar la verificación de la adecuada gestión de los RCE son, el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA y la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC; aunque actualmente ninguna de las entidades mencionadas realiza algún tipo de seguimiento y control a la gestión de los RCE en las bodegas de reciclaje, en un futuro la gestión de control de estas entidades puede comprometer el normal funcionamiento de la ORO-1.

Aspecto Económico. Se asume que a futuro se presentan condiciones de mercado favorable para el cobre, esto se prevé por la demanda internacional de cobre, dada por un

desarrollo e implementación acelerado de la Revolución 4.0 (SIMCO). La minería urbana es una práctica más sostenible para obtener metales preciosos en comparación a la minería tradicional, y viene tomando auge ya que presenta varias ventajas; un estudio en conjunto entre la Universidad Tsinghua de Pekín y la Macquarie en Sídney, determino que, la minería tradicional era 13 veces más cara que la minería urbana o electrónica (Semana, 2018).

Colombia se mantiene generalmente como el tercer país exportador del mineral de cobre en Latinoamérica, pero en 2017 Colombia fue el país con mayor exportación de chatarra de cobre y aluminio en Latinoamérica (La Republica, 2017). El mercado nacional de chatarra de cobre depende del precio internacional. En los últimos tres años, en Colombia las exportaciones de “desperdicios y desechos de cobre” han sido hacia Corea del Sur, Mercosur y hacia Chile (Mincomercio). Entre los años 2017 y 2018 los “desperdicios y desechos de cobre” representaron el 0,5% de la participación en las exportaciones colombianas, alcanzando los USD FOB¹⁷ 193,18 millones (ANALDEX, 2019). Lo anterior presenta un panorama próspero a futuro para continuar con la obtención y comercialización del cobre de los RCE.

En el marco del desarrollo sostenible, han empezado a surgir empresas que reutilizan materiales plásticos; existe poca información en la web sobre esta industria, dado que son empresas emergentes de innovación. En el mercado local se le denomina “panam” a cierto material plástico blando, este material se identifica en artículos como muñecos, inflables, botas de caucho, bolsas de suero, mangueras, cortinas, incluyendo el material plástico de los cables eléctricos (si cumple con ciertas características); estos residuos pueden reutilizarse como materia prima en la fabricación de productos de PVC blando. Actualmente en la ciudad de Cali, el kg de panam se compra alrededor de \$1.000.

¹⁷ El valor FOB abarca tres conceptos: costo de la mercancía en el país de origen, transporte marítimo de los bienes y derechos de exportación.

Aspecto Social. Las bodegas de la ORO-1 están ubicadas en comunas de estratos 1, 2 y 3, la población que habita en estos barrios es considerada de clase baja y/o población vulnerable; el bachiller es el nivel académico de la mayoría de las personas que viven en estas comunas (casi el 40% de la población), seguida por la población que no cuenta con ningún tipo de educación académica (alrededor del 15% de la población), solo alrededor del 2% de los habitantes de estas comunas cuentan con educación superior. La falta de educación se relaciona a la baja posibilidad de acceder a un ingreso económico estable; entonces, el nivel de ingresos económicos bajo y la poca o nula educación ambiental en la población, son aspectos determinantes en la práctica de la quema de los RCE en esta población. En otras palabras, la necesidad económica de algunas personas con bajos ingresos de capital y con poca educación ambiental, como, por ejemplo, habitantes de calle, recicladores de oficio, obreros de construcción, entre otros, algunas de estas personas ven en la quema de los RCE la oportunidad de obtener dinero para solventar sus necesidades inmediatas, ya que el cobre siempre maneja un precio de venta más alto en comparación con el RCE completo.

Por otro lado, están las personas con mejor posibilidad adquisitiva de dinero y con mayor educación ambiental a quienes les interesa cuidar el medio ambiente y al contrario del primer grupo, prefieren apoyar procesos y empresas con responsabilidad social y ambiental; estas personas separan los RAEE del resto de sus residuos y hacen disposición adecuada de los mismos. También es importante advertir, el creciente interés por productos y servicios sostenibles, un reporte de la revista Semana (2019), indica que el 96% de los consumidores colombianos, demandan a las empresas mayor sostenibilidad en los productos.

La comercialización del cobre en las bodegas de reciclaje del país es abordada desde diferentes aspectos entre los medios de comunicación. Algunos advierten un aspecto social

negativo en la comercialización de metal, ya que existe un frecuente robo de cableado eléctrico público en varias ciudades del país, para la obtención y venta del cobre (Goez, 2021), lo cual ocasiona perjuicios a la comunidad, al privarla del servicio eléctrico en sus casas; pero, por otro lado, el mercado de la chatarra, es una actividad bien vista y promocionada en otros medios de comunicación, al ser considerado un mercado en ascenso y que genera buenos ingresos económicos (Quiñonez, 2017). Además, en los últimos años, se ha empezado a hablar de la minería urbana como un método sostenible para la obtención de metales preciosos y se presenta como una alternativa viable a la minería tradicional (Semana, 2018).

Aunque a la ORO-1 no puede controlar la quema de los RCE por parte de terceros, es importante que la organización empiece a gestionar un plan de tratamiento sostenible de los RCE como respuesta a esas personas interesadas en la sostenibilidad de productos y servicios y para inducir en la comunidad la adecuada gestión ambiental de los RCE, ya que las bodegas de reciclaje son el primer eslabón en la cadena del reciclaje.

Aspecto Tecnológico. Las tecnologías actuales que se encuentran en el mercado para el tratamiento de los RCE y la obtención de la materia prima que contienen que presentan mayor beneficio rendimiento/costo son:

- Tecnología de desferrado: una maquina realiza corte de revestimiento plástico del RCE; se obtiene el alambre de cobre y la cubierta plástica por separado.
- Tecnología de trituración: una maquina tritura los RCE; se obtiene pedazos pequeños de cable, para lo cual se necesita de otra tecnología o proceso para separar el material plástico del cobre.
- Tecnología de trituración criogénica: antes de pasar los RCE por una máquina trituradora, los cables se dejan enfriar en un recipiente con nitrógeno líquido. La congelación del material plástico facilita el desprendimiento del cobre al momento de realizar la trituración.

Para el aprovechamiento del material plástico de los RCE en el mercado del panam, este material plástico debe cumplir con las siguientes características: (a) el plástico no debe ser rígido, (b) al prenderlo debe generar una llama azul o verde.

Actualmente el municipio de Cali cuenta con algunos gestores certificados de RAEE, solo dos, las empresas Innova y EcoComputo, especifican hacer gestión de residuos de cables eléctricos, pero, ninguna de las dos empresas realiza tratamiento de los RCE. EcoComputo es una entidad sin ánimo de lucro, por lo tanto, no compra los RCE y la empresa Innova, compra el Kg de RCE a \$100 (un valor nada rentable). Los pocos gestores certificados de RCE en Colombia, brinda la posibilidad de incursionar con nueva tecnología e innovar en el mercado local con el tratamiento y aprovechamiento de los RCE.

Herramientas digitales como redes sociales y pagina web, favorecen la distribución e inmediatez de información, estas herramientas pueden ser utilizadas por la ORO-1 para advertir de los perjuicios que genera la quema de RCE entre la comunidad caleña y al contar con la tecnología de tratamiento, estas herramientas pueden ser utilizados para ofrecer el servicio de gestión de estos residuos.

Aspecto ambiental. La minería tradicional, transforma ecosistemas en amplios espacios estériles; produce muerte de fauna local, por el desplazamiento al que son sometidos; desplaza comunidades rurales; contamina con metales pesados, desvía y seca causes de agua, contamina el aire con emisiones de gases tóxicos (Lillo, 2006); por estas razones y otras, la minería urbana es una alternativa atractiva para la obtención de metales preciosos.

Pero la obtención del cobre mediante la quema de los RCE genera compuestos tóxicos que perjudican el funcionamiento natural de los ecosistemas y generan daños a la salud humana; el compuesto más alarmante producido por la quema de los RCE son las dioxinas.

En los últimos años entre los colombianos se evidencia un creciente interés y preocupación por los temas ambientales por encima de otros temas, como por ejemplo la generación de empleo (CODS, 2019), es necesario dar respuesta a esa necesidad desde los servicios de la ORO-1, para continuar siendo competitivos dentro de los márgenes de la sostenibilidad

Aspecto Legal. Las organizaciones de recicladores de oficio son actores activos en la gestión de RCE dentro de la ciudad de Cali. Por un lado, se están convirtiendo en operadores del servicio público de aseo de la ciudad en el esquema de aprovechamiento y, por otro lado, son el primer eslabón en la cadena de reciclaje de la ciudad. Estos aspectos comprometen a la ORO-1 a dar una gestión adecuada a los RCE. En la Tabla 16 se presentan las normas colombianas relacionadas con la ORO-1 y la gestión adecuada de los RCE:

Tabla 16.

Normas colombianas que exigen a la ORO-1 hacer una gestión sostenible de los RCE.

Norma	Disposición
Ley 1196 del 2008	Aprueba el Convenio de Estocolmo y establece las medidas para reducir o eliminar las liberaciones de COPs en el territorio nacional.
Decreto 1076 del 2015	Prohíbe la quema de RAEE a cielo abierto.
PGIRS de Cali 2025 - 2027	Incluye a las organizaciones de recicladores de oficio para prestar el servicio de aseo en el esquema de aprovechamiento en la ciudad de Cali. Programa de residuos especiales en creación.

Fuente: elaboración propia

Dimensión 2: Actores estratégicos

En la Tabla 17 se presentan los actores involucrados en la gestión de los RCE en la ORO-1, con incidencia alta (3) y media (2) de acuerdo al análisis realizado en la [Tabla D1](#).

Tabla 17.

Actores estratégicos en la gestión de RCE en la ORO-1.

	Actor	Función
1	Representante legal de la ORO-1	Es el responsable del funcionamiento de la ORO-1. En el recae la responsabilidad social y ambiental de gestionar un adecuado tratamiento para los RCE que llegan a esta organización.
2	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Apoya a las empresas que ofrecen productos y servicios sostenibles, cuenta con herramientas para financiar procesos de transición tecnológica.
3	Líderes de bodega	Aunque dos líderes de bodega practican la quema de RCE, todos apoyan los procesos liderados por el representante legal de la ORO-1.
4	Recuperador de Oficio	Son portavoz de la ORO-1 en las rutas selectivas que realizan diariamente, pueden ayudar a distribuir la información sobre las consecuencias negativas de la quema de RCE entre los usuarios que visitan.
5	Vecinos – usuarios del servicio de aseo	Algunos son generadores del problema, ya que queman RCE; pero todos son usuarios del servicio de aseo, a los cuales se les debe informar y educar en la gestión adecuada de los RCE.
6	Quemador-1	Da solución económica a la gestión de los RCE de la ORO-1, pero es uno de los generadores de la contaminación ambiental por la quema de RCE. Mientras la ORO-1 no implemente estrategias para dar una gestión ambiental a los RCE, este actor va a mantener la relación activa con las bodegas de la

organización y de esta relación deriva emisiones de dioxinas, por lo tanto se genera contaminación al ambiente y perjuicios a la salud de la población.

Fuente: elaboración propia

Dimensión 3: Gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1

Tipo de proveedor. En la Figura 26 se puede observar los tipos de proveedor de RCE sin tratamiento en las bodegas de la ORO-1; se identifica que el mayor proveedor de este tipo de residuo son los recicladores. Por otro lado, en la Figura 27 se observa los tipos de proveedores de cobre proveniente de RCE quemado, en esta figura se observa que tienen mayor incidencia los Vecinos de las bodegas aliadas como proveedores de este tipo de cobre. Algunos líderes de bodega especifican que son Vecinos que trabajan en el área de la construcción, los cuales en su trabajo tienen acceso a RCE y lo queman para vender el cobre.

Figura 26.

Tipo de proveedor de residuo de cable eléctrico sin tratamiento en las bodegas de la ORO-1.

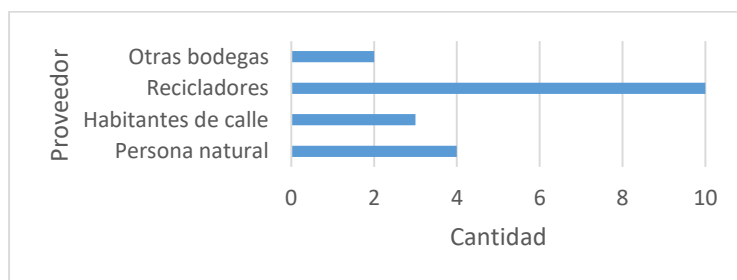
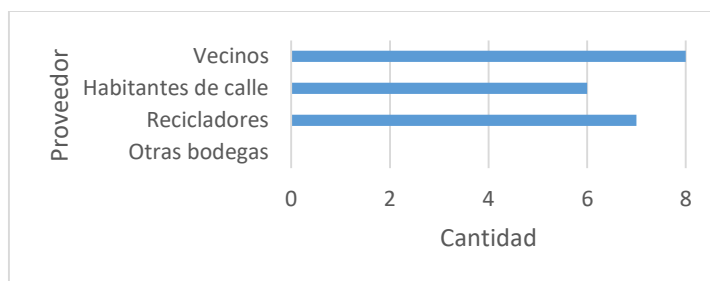


Figura 27.

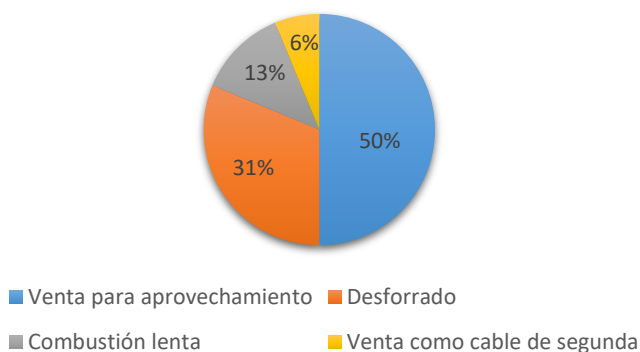
Tipo de proveedor de cobre proveniente de cable quemado en las bodegas de la ORO-1.



Tipos de gestión. Al no contar con una política ambiental y/o lineamientos para dar una gestión estandarizada a los RCE, la ORO-1 y sus bodegas aliadas tienen la libertad de gestionar este tipo de residuos de la manera que cada líder de bodega prefiera. Cuando el RCE llega a cualquiera de las bodegas de la ORO-1 es pesado y se compra con un valor que está relacionado al precio del cobre del momento, seguido a esto se almacena en el lugar designado para este material y allí espera por su gestión, cada bodega tiene un tipo de gestión determinada, en la Figura 28 se presenta la incidencia del tipo de gestión que se le da a los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1, y en la Tabla 18 se detalla cada tipo de gestión. Aunque en la Figura 28 se observa que la “venta para el aprovechamiento” es la gestión mayormente utilizada en la ORO-1, se estima¹⁸ que el 90% de los RCE que ingresan a la organización terminan siendo quemados, en el Análisis del diagnóstico (Dimensión 4) se explica este fenómeno.

Figura 28.

Incidencia del tipo de gestión o tratamiento de los RCE en las bodegas de la ORO-1.



Fuente: la autora

¹⁸ La tesis de que el 90% de los RCE que ingresan a la ORO-1 son quemados, es una estimación ya que la organización no cuenta con datos de la cantidad de RCE gestionados por medio de la combustión lenta. Ni la ORO-1 ni las bodegas aliadas realizan registro de pesos de ingreso, tipo de gestión o comercialización de este material. Por lo anterior y teniendo en cuenta que la mayoría de los RCE terminan quemados por parte de algunos líderes de bodega o por terceros a quienes les venden los RCE, se toma el valor del 90% para contar con un dato que permita a este proyecto aplicado brindar la cantidad aproximada de dioxinas que la ORO-1 emite.

Tabla 18.*Detalles de la gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1.ⁱ*

Tipo de gestión	No. de bodegas	Descripción
Venta de cable de segunda mano	1	Si el cable tiene más de 5 metros se enrolla y se almacena esperando a ser vendido por metros, para ser utilizado nuevamente como cable eléctrico.
Combustión lenta	2 (aparentemente)	<p>Mensualmente queman aproximadamente entre 10 a 50 Kg de RCE cada una; este proceso lo realiza una sola persona (generalmente un trabajador de la bodega).</p> <p>Esta actividad se realiza en clandestinidad, el lugar que acostumbran usar, son potreros cerca a la orilla del río Cauca; la quema la realizan sobre láminas de chatarra, para iniciar el fuego utilizan gasolina, papel y cartón, al terminar no recogen las cenizas; este proceso lo realizan sin usar elementos de protección personal como gafas, tapabocas u overol. De este proceso se obtiene el cobre, generalmente de baja calidad, por la oxidación durante la combustión.</p>
Desforre	5	Solo se puede realizar a los RCE de mayor diámetro, este proceso lo realizan de manera manual con cuchillos, por lo tanto, la cubierta plástica de los cables debe ser fácil de cortar. Se obtiene el alambre de cobre y la cubierta plástica del cable por separado. El cobre siempre se vende, pero la cubierta plástica es considerada basura por la mayoría de los líderes de bodega y termina siendo dispuesta con el resto de residuos que se entregan al servicio de aseo.
Venta para aprovechamiento	8	Los RCE son almacenados hasta llenar el recipiente donde se guardan (generalmente un costal), luego son vendidos a terceros o al representante legal de la ORO-1.

Los terceros compran el RCE para obtener el cobre mediante el método de combustión lenta; y el representante legal vende los RCE a personas que realizan la misma gestión.

En la Tabla 19 se presenta la estimación de la cantidad de RCE que ingresan a la ORO-1 en un mes; se establece entonces que a las 10 bodegas de la organización ingresan 267,5 Kg (aprox.) de RCE al mes, lo cual puede representar más de 3,2 toneladas de RCE al año.

Tabla 19.

Promedio de ingreso mensual de RCE a la ORO-1.

Bodegas	Cantidades recibe (Kg/mes)	Promedio
1	1 - 5	3
2	11 - 50	30,5
3	1 - 5	3
4	51 - 100	75,5
5	6 - 10	8
6	11 - 50	30,5
7	6 - 10	8
8	1 - 5	3
9	51 - 100	75,5
ORO-1	11 - 50	30,5
Promedio Total:		267,5

Fuente: la autora

Observaciones de la gestión de los RCE en la ORO-1. En este apartado se presentan los hallazgos del análisis de la gestión de los RCE en la ORO-1. La venta de los RCE como cable de segunda mano no es muy rentable, ya que los clientes de las bodegas de la ORO-1 buscan poco los cables para reutilizarlos. Como resultado de la encuesta se obtuvo que dos de las diez bodegas de la ORO-1, queman los RCE, pero el representante legal de la organización manifiesta que son más, solo que no lo aceptan por vergüenza.

Al no contar con máquinas en las bodegas o en la ORO-1 para realizar el proceso de desforre, esta actividad se realiza de manera manual, lo que requiere de inversión de mano de obra y de tiempo, lo que la convierte en una opción poco rentable, además que solo se puede

realizar con cables de diámetro grueso tipo guaya. En la gestión de los RCE en la ORO -1 se evidencia que la mayoría de los RCE que ingresan a las bodegas de la organización terminan gestionados mediante el método de combustión lenta de manera directa o indirecta. Lo anterior se considera teniendo en cuenta que:

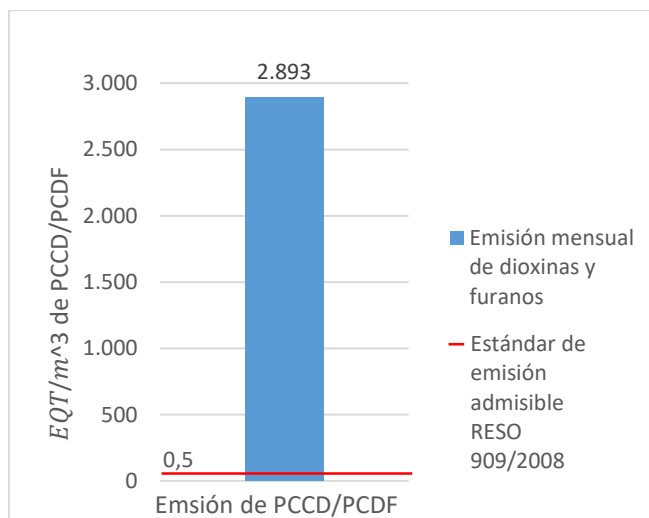
Aunque en una bodega venden cierta cantidad de RCE que ingresa para ser reutilizado como cable de segunda mano y que en 5 bodegas realizan el método de desforre solo para los cables gruesos. La cantidad de RCE que es tratada sin generar impacto ambiental es muy poco. Por otro lado, los líderes de bodega incluyendo al representante legal de la ORO-1 (bodega donde llegan la mayoría de los RCE de las bodegas aliadas) venden los RCE a terceros, los cuales son reconocidos como comercializadores de chatarra y acostumbran a quemar los RCE para obtener el cobre. La quema de los RCE por parte de los terceros es conocida y aceptada por los líderes de bodega sin ningún problema.

Por lo anterior se estima que aproximadamente el 90% de las los RCE que llegan a la ORO-1 terminan siendo quemados. Al utilizar las ecuaciones (1), (2) y (3), se estima que la ORO-1 está liberando directa o indirectamente $2.892,96 \text{ ng} - \text{EQT}/\text{m}^3$ de PCCD/PCDF (dioxinas y furanos) cerca al río Cauca. En la Figura 29 se puede observar la diferencia monumental de dioxinas y furanos que está liberando mensualmente la ORO-1 en comparación con el límite de emisión de dioxinas y furanos permitido en Colombia. Lo anterior debe generar alarma en la(o)s colombianos ya que, el río Cauca atraviesa el territorio colombiano desembocando en el río Magdalena y este a su vez desemboca en el mar Caribe. De la gestión de los RCE en la ORO-1 se identifica que la falta de una herramienta dentro de la ORO-1 que establezca lineamientos de gestión ambiental en sus prácticas, ha llevado a la organización (que

tiene dentro de su misión contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental), a convertirse en un emisor de compuestos tóxicos que contamina los ecosistemas de la región y su población.

Figura 29.

Comparación de emisión admisible de PCCD/PCDF Vs Emisión mensual de la ORO-1.



Fuente: La autora.

Dimensión 4: Análisis del diagnóstico

De acuerdo a la “Metodología del diagnóstico”, el análisis del diagnóstico se realizó por medio del análisis DOFA, sus resultados se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20.

Análisis del diagnóstico - Matriz DOFA.

Debilidades.	Oportunidades.
<p>D1: Falta de estrategias de sostenibilidad.</p> <p>D2: No hay compromiso socio-ambiental por parte de los líderes de las bodegas, en cuanto a los RCE que están siendo quemados directamente por ellos o por terceros a quienes se los venden.</p>	<p>O1: Cada año son más insistente las políticas y estrategias ambientales de los gobiernos en miras de lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible.</p> <p>La necesidad de propiciar una calidad de vida digna en el planeta tierra influye cada vez más en las personas y empresas para cumplir con las normas ambientales establecidas por los</p>

<p>D3: No se cuenta con personal capacitado y enfocado en la gestión ambiental.</p> <p>D4: No se cuenta con el capital necesario para hacer inversión en la tecnología necesaria para el tratamiento ambiental de los RCE.</p> <p>D5: Desconocimiento de la alta toxicidad de los compuestos generados durante la quema de los RCE, por parte de líderes de bodega y recicladores de oficio.</p> <p>D6: Desconocimiento del marco normativo sobre la gestión de RAEE, por parte de los líderes de bodega y recicladores de oficio.</p> <p>D7: Falta de aprovechamiento del material plástico de los RCE.</p> <p>D8: Presencia de practica de quema de RCE entre las bodegas de la ORO-1.</p>	<p>gobiernos, a la par, emerge un auge de conciencia ambiental entre la población. Todo este ambiente es propicio para el crecimiento de empresas con responsabilidad social y ambiental, las cuales son preferidas y exigidas por los consumidores.</p> <p>O2: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible cuenta con herramientas de financiación para empresas con productos y servicios sostenibles. La gestión de los RCE entra en el sector de “aprovechamiento y valoración de residuos” de la categoría. “ecoproductos industriales” del Plan Nacional de Negocios Verdes promovido por este Ministerio.</p> <p>O3: El representante legal de la ORO-1 conoce de la existencia de personas que compran el material plástico de los cables eléctricos en la ciudad de Cali.</p>
<p style="text-align: center;">Fortalezas.</p> <p>F1: La ORO-1 cuenta con un grupo de aproximadamente 110 recicladores de Oficio, quienes a diario salen a las calles de la ciudad a recuperar materiales aprovechables, ellas y ellos diariamente tiene contacto con usuarios domiciliarios, con empresas, unidades residenciales, con gran parte de los usuarios del servicio de aseo.</p> <p>F2: La ORO-1 compra los RCE, lo cual genera un beneficio económico para el generador del residuo; por otro lado, los</p>	<p style="text-align: center;">Amenazas.</p> <p>A1: En la ciudad de Cali existen dos empresas gestoras de RAEE (Innova y EcoComputo), con varios años de experiencia, cuentan con puntos de recolección de RAEE en diferentes puntos de la ciudad incluyendo centros comerciales.</p> <p>A2: Desconocimiento de la alta toxicidad de los compuestos generados durante la quema de los RCE, por parte de los habitantes del sector.</p> <p>A3: Existe un segmento de la población del sector donde se ubican las bodegas (habitantes de calle, recicladores de oficio, obreros de</p>

<p>actuales gestores de RAEE autorizados de la ciudad, trabajan bajo el programa pos-consumo y por lo tanto no pueden comprar estos residuos a los generadores o lo compran a precios muy bajos.</p>	<p>construcción), que están acostumbrada a obtener dinero con la quema de los RCE.</p> <p>A4: Las autoridades de la ciudad como la alcaldía, el DAGMA o la CVC, pueden iniciar a hacer procesos de vigilancia y control sobre la gestión de los RCE en las bodegas de reciclaje (dentro del marco de la caracterización de residuos especiales propuesto por el PGIRS 2021-2027 de la ciudad) y esto podría entorpecer el normal funcionamiento de la organización.</p>
--	---

Problemas y análisis de estrategias para dar gestión ambiental a los residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1

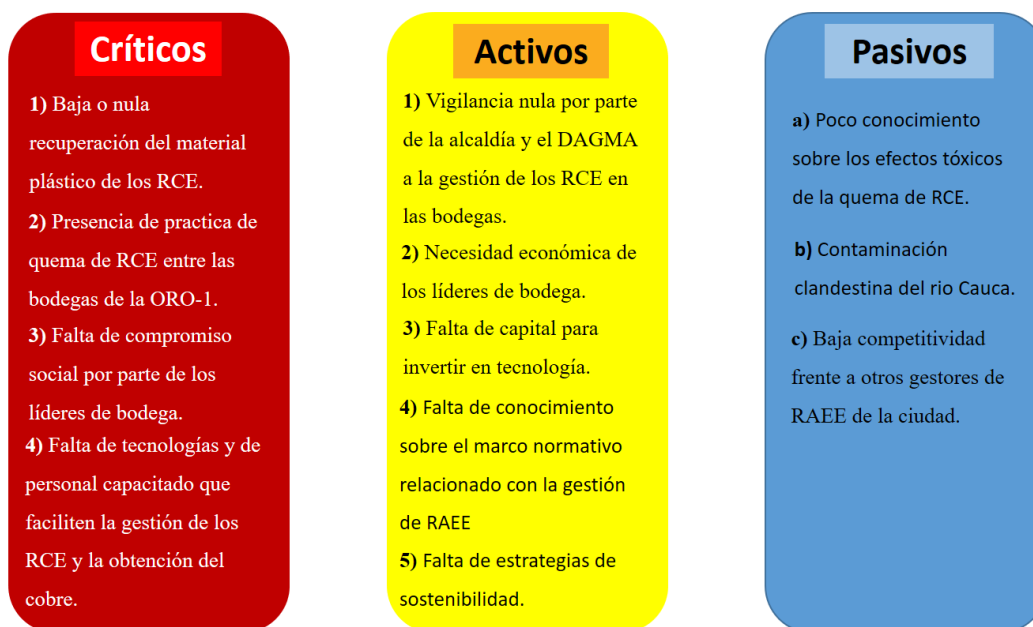
La matriz de Vester fue planteada en la “Priorización de problemas”, para entender la causalidad de las situaciones problemáticas identificadas en la gestión de los RCE en la ORO-1 y de esta manera priorizar la búsqueda de soluciones a dichos problemas. Los recuadros o grupos de la Figura 30 corresponden a los problemas ubicados en los cuadrantes “críticos, activos, y pasivos” obtenidos en el análisis de la matriz de Vester ([Figura D3](#)).

Los problemas críticos se ubican en el recuadro rojo, se consideran los problemas centrales del caso de estudio, son las variables de mayor causalidad o influencia en la situación actual de la gestión de los RCE en la ORO-1. En el análisis que se realizó se identificaron cuatro problemas centrales en el caso de estudio. Los problemas activos están ubicados en el recuadro amarillo, son variables que son la causa principal del resto de problemas y son a estos problemas los que se deben intervenir de manera urgente. En el análisis Vester se identificaron cinco problemas activos en el caso de estudio. Los problemas pasivos están ubicados en el recuadro azul, son las variables con poca influencia causal sobre los demás problemas, en este grupo se

encuentran los efectos causados por los problemas críticos y activos directamente, por lo tanto, al intervenir los problemas activos, los problemas pasivos deben disminuir o desaparecer.

Figura 30.

Problemáticas priorizadas en la gestión de RCE en la ORO-1.



Abordar las problemáticas de la gestión de los RCE en la ORO-1 es un asunto complejo porque se identificaron problemas relacionados con aspectos de carácter social, político y económico; por lo tanto, la vigilancia por parte de autoridades locales a la gestión de los RCE (Problema activo 1) y las necesidades económicas de los líderes de bodega (Problema activo 2), son aspectos que este proyecto aplicado no pretende dar solución.

Adicional a lo anterior, tampoco se tuvo en cuenta los problemas pasivos obtenidos en el análisis Vester por la poca influencia causal en el caso de estudio; por lo tanto, las problemáticas utilizadas para abordar el plan de gestión ambiental de los RCE en la ORO-1 son siete. En la Tabla 21 se presentan las estrategias identificadas para dar mejora a las siete situaciones problemáticas identificadas en la gestión actual de RCE en la ORO-1.

Tabla 21.

Planteamiento de estrategias de solución a los problemas críticos y pasivos del caso de estudio.

	Problema	Expectativa / Objetivo	Estrategia
1	Baja o nula recuperación del material plástico de los RCE.	Aumentar el porcentaje de material plástico recuperado de los RCE.	-Crear alianzas con clientes de panam. - Buscar nuevas alianzas con empresas certificadas que comprendan los RCE, empresas que presten el servicio de tratamiento.
2	Presencia de práctica de quema de RCE entre las bodegas de la ORO-1.	Disminuir la práctica de combustión lenta de RCE entre las bodegas de la ORO-1.	-Buscar requisitos para acceder a financiación de las entidades del gobierno para adquirir tecnología y disminuir la práctica de la quema de cables. -Buscar nuevas alianzas con empresas certificadas que comprendan los RCE, empresas que presten el servicio de tratamiento.
3	Falta de compromiso social por parte de los líderes de bodega.	Cultivar responsabilidad social entre los líderes de bodega de la ORO-1	Educar a los líderes de bodega de la ORO-1 en Responsabilidad Social Empresarial.
4	Falta de tecnologías y de personal capacitado que faciliten la gestión de los RCE y la obtención del cobre.	Contar con tecnología y talento humano para la gestión sostenible de los RCE en la ORO-1	Vincular una persona encargada de los programas de gestión ambiental.
5	Falta de estrategias de sostenibilidad.	Crear estrategias de sostenibilidad para la ORO-1.	Elaborar política ambiental de la ORO-1

6	Falta de conocimiento sobre el marco normativo relacionado con la gestión de RAEE	Ampliar conocimiento en el marco normativo sobre la gestión de RAEE en los actores internos.	Educar a los líderes de bodega en el marco normativo sobre la gestión de RAEE.
7	Falta de capital para invertir en tecnología.	Adquirir capital para invertir en tecnología.	Buscar requisitos para acceder a financiación de las entidades del gobierno para adquirir tecnología.

A continuación, se presenta el plan de gestión ambiental que incluye las estrategias identificadas, bajo el nombre de “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.

Plan para la adecuada gestión ambiental de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1

La ORO-1 debe reconocer la gestión ambiental entre las prioridades más altas de la organización. Implementar estrategias de gestión ambiental evita, reduce y controla los impactos ambientales adversos de las actividades o servicios, asegura el cumplimiento de los requisitos legales aplicables y ayuda a la mejora continua del desempeño integral de la organización.

Como la gestión de los residuos de cable eléctricos (RCE) en las bodegas de la ORO-1 es una actividad problemática, por los impactos ambientales negativos que genera a causa de la falta de tecnología y estrategias que ayuden al tratamiento adecuado de los RCE, se presenta a continuación el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”, con el propósito de que sea una herramienta acogida por la organización y que su implementación contribuya a la mejora de la gestión ambiental en la ORO-1.

Modelo del Plan de gestión

El modelo del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1” sigue la estrategia del ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar); esta estrategia es pertinente para modelar un plan de gestión, ya que es una herramienta útil para la resolución de problemas, mejorar procesos e implementar cambios; por lo tanto, el Plan de gestión aquí propuesto es un sistema con un proceso constante de mejora continua. En la Figura 31 se presenta el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1” desde la perspectiva del ciclo PHVA.

Figura 31.

Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1, en el ciclo PHVA.



Fuente: adaptado de NTC-ISO14001:2015.

Política Ambiental para la ORO-1

La ORO-1 es un prestador del servicio público de aseo en el esquema de aprovechamiento. El objetivo de la organización es fomentar la recuperación de residuos y realizar el servicio de recolección y transporte de los residuos aprovechables, para que sean incorporados nuevamente a procesos productivos. La organización se compromete a trabajar en equipo para garantizarle a los usuarios y clientes un servicio de calidad y eficiencia en los procesos, de la mano con el

compromiso en contribuir a preservar el medio ambiente. Para tal efecto, la Política Ambiental de la organización tiene sus cimientos en los siguientes principios rectores:

- Involucrar a todos los actores internos en el cumplimiento de estrategias y programas relacionados con la Política Ambiental de la organización.
- Evaluar periódicamente los procesos que realiza la organización para determinar posibles impactos ambientales y ajustar actividades de prevención o corrección.
- Formar a los colaboradores; con el propósito de ampliar la conciencia hacia el cuidado del medio ambiente y difundir los riesgos de seguridad o salud asociados a las actividades que se realizan en la organización.
- Cumplir la legislación ambiental vigente aplicable.
- Proteger el medio ambiente, mediante la prevención y el control de los impactos ambientales significativos generados en nuestras actividades.
- Mejorar continuamente la gestión y el desempeño de la Política Ambiental, proporcionando la estructura, recursos necesarios y motivando la participación de los colaboradores.
- Asegurar el cumplimiento de la Política Ambiental en la organización.

Esta Política Ambiental proporciona el marco de referencia para establecer lineamientos o directrices a los procesos y/o actividades que realiza la organización.

Liderazgo

Compromiso de la alta dirección. El representante legal de la ORO-1 debe demostrar liderazgo y compromiso asumiendo la responsabilidad de la eficacia del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”, asegurándose de que se establezca una Política Ambiental y unos objetivos de gestión que sean compatibles con el contexto de la organización. De la misma manera, el representante legal se debe comprometer a gestionar y tener disponibles los recursos

necesarios para dicho Plan de gestión; a comunicar a los actores involucrados la importancia de la gestión ambiental de los RCE conforme a las normas establecidas y también; a programar evaluaciones para determinar si se logran los resultados previstos y así promover la mejora de la problemática gestión de RCE en la organización.

Planificación

Alcance del plan de gestión. Los lineamientos de este Plan de gestión competen a la gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) que ingresan a las bodegas aliadas a la ORO-1, ubicadas en las comunas 11, 13, 14, 15 y en el corregimiento de El Hormiguero en el municipio de Santiago de Cali en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia.

Objetivos.

1. Aumentar el porcentaje de material plástico recuperado de los RCE;
2. Disminuir la práctica de combustión lenta de RCE entre las bodegas de la ORO-1;
3. Asegurar la disponibilidad de estrategias, tecnología y/o talento humano que faciliten la adecuada gestión ambiental de los RCE en la ORO-1; y
4. Capacitar a los actores internos en la responsabilidad social empresarial y en el marco normativo sobre la gestión de RAEE.

Actividades para el logro de objetivos y metas. las actividades se plantearon en razón a los objetivos, a continuación se enlistan las actividades principales del Plan de Gestión:

1. Realizar método manual de pelado en los RCE;
2. Almacenar material plástico de los RCE;
3. Crear alianzas con clientes de panam;
4. Gestionar alianzas y/o financiación para dar gestión ambiental a los RCE; y

5. Realizar capacitaciones sobre responsabilidad social empresarial y sobre el marco normativo relacionado con la gestión de los RAEE.

Con el proposito de dar mayor claridad del origen de las actividades y orientar la ejecucion de las mismas, se formula la Estrategia de Planeación para la gestión ambiental de RCE en la ORO-1, la cual se puede consultar en el [Anexo F](#).

Implementación

Recursos para la implementación del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1. Se identificaron dos recursos necesarios para implementar el Plan de gestión satisfactoriamente. El primero es que debe haber una persona encargada de la gestión ambiental de la organización, se propone el cargo de Coordinador(a) de Gestión Ambiental. La persona que ocupe este cargo además de ejecutar el Plan de gestión aquí propuesto, puede ayudar a mejorar las condiciones de gestión de calidad de la organización; el segundo es una tecnología ambientalmente segura que facilite el tratamiento de los RCE, esta máquina debe permitir generar un beneficio económico de la gestión realizada a los RCE en coherencia con la Política Ambiental establecida.

-Recurso humano. En la Tabla 22 se presenta el manual de funciones para el cargo de Coordinador(a) de Gestión Ambiental, en esta tabla se detalla, las responsabilidades, funciones, relaciones de trabajo y formación académica necesaria para asumir el cargo.

Tabla 22.

Manual de funciones de Coordinador(a) de Gestión Ambiental.

Identificación del cargo	
Nombre del cargo	Coordinador(a) de Gestión Ambiental
Cargo del superior inmediato	Representante legal
Supervisa a	Líderes de bodega

Información del cargo:**Objetivo del cargo**

Planear, ejecutar y controlar las actividades de apoyo técnico y operativo en la gestión ambiental para el desarrollo de programas, enmarcados en la normatividad ambiental vigente y en las estrategias de la organización.

Responsabilidades

Elaboración y presentación de informes y diagnósticos ambientales; Mantener registros y documentos actualizados a su cargo; presentación oportuna de informes de avance y resultados finales de las gestiones ambientales asignadas; presentación oportuna de informes sobre capacitaciones realizadas y sus resultados; custodia y buen uso del equipo asignado.

Funciones**Funciones generales:**

- Evaluar e identificar aspectos e impactos ambientales de la organización.
 - Elaborar e implementar el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en la organización.
 - Elaborar Plan o Programas de Manejo Ambiental para las actividades que la organización requiera.
 - Elaboración e implementación de planes de emergencia y contingencia.
 - Seguimiento y control de los planes/programas de manejo ambiental y del SGA.
 - Apoyo en implementación de los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo y calidad.
 - Recopilación de información, gestión y tramite de permisos ambientales necesarios para el desarrollo de las actividades de la organización, ante la autoridad competente.
 - Elaboración y divulgación de programas ambientales a los actores internos.
 - Realizar capacitaciones pertinentes a los actores internos, sobre la gestión ambiental de la organización.
 - Prevenir y coordinar la mitigación de los impactos ambientales.
 - Evaluar los resultados obtenidos en los informes de los programas ambientales.
 - Orientar y apoyar la obtención de reconocimientos ambientales exigidos por la ley u otro.
-

-Asegurar el cumplimiento de las normas vigentes, del mismo modo de las políticas, objetivos y metas ambientales de la organización.

-Realizar cualquier otra tarea afín que le sea asignada por el jefe inmediato.

Funciones específicas para el Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1:

-Crear alianzas con clientes de panam.

-Buscar alianzas con empresas certificadas que comprendan los RCE o, empresas que presten el servicio de tratamiento.

-Gestionar proceso para acceder a financiación para adquirir tecnología entre las entidades del gobierno.

-Realizar el seguimiento y control de la gestión de RCE en las bodegas aliadas a la organización.

-Presentar informe periódico sobre el desarrollo del “Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”.

Relaciones de trabajo

Relaciones Internas

Con	Para
Representante legal	<p>Presentar informes/diagnósticos y asesorar sobre gestiones ambientales.</p> <p>-Coordinar alianzas con clientes de panam y/o con empresas gestoras de RAEE.</p>
Líderes de bodega	<p>-Asistencia, apoyo técnico o coordinación de actividades relacionadas con la gestión ambiental en las bodegas aliadas.</p> <p>-Coordinar y realizar actividades de capacitación.</p> <p>-Coordinar actividades de verificación y control de medidas ambientales.</p> <p>-Coordinar el cumplimiento de planes, programas ambientales y el SGA.</p> <p>-Evaluar la gestión de los RCE en cada bodega.</p> <p>-Coordinar alianzas con clientes de panam y/o con empresas gestoras de RAEE.</p>

Recuperador de oficio, bodeguero, transportador, gestión contable.	-Asistencia, apoyo técnico o coordinación de actividades relacionadas con la gestión ambiental de la organización. -Realizar actividades de capacitación.
--	--

Relaciones Externas

Con	Para
Instituciones gubernamentales y municipales	-Seguimiento de actividades en cumplimiento de las normas ambientales vigentes. -Coordinación técnica ambiental -Coordinación de actividades para acceder a financiación en el marco del Plan Nacional de Negocios Verdes.
Cientes de panam	Crear alianzas, que permitan aprovechar la cubierta plástica de los RCE.
Empresas gestoras de RAEE	Buscar alianzas con empresas certificadas que compren los RCE o, empresas que presten el servicio de tratamiento.
Requisitos del cargo	

Formación académica

Técnicos o tecnólogos titulados en áreas afines al manejo ambiental como son:

- Ambiental
- Ambiental y de saneamiento
- Desarrollo ambiental
- Gestión ambiental
- Desarrollo ambiental y sostenible
- Control ambiental
- Manejo de gestión ambiental
- Sistemas de gestión ambiental

Experiencia

General	1 año de experiencia
----------------	----------------------

Especifica	6 meses con funciones afines al cargo
-------------------	---------------------------------------

En la Tabla 23 se detalla la proyección de tiempo requerido para cada responsabilidad asignada al cargo de Coordinador(a) de Gestión Ambiental y finalmente se estima la inversión que requiere este recurso humano. Las funciones específicas “Crear alianzas con clientes de panam y buscar alianzas con empresas certificadas que compren los RCE o, empresas que presten el servicio de tratamiento” y “Gestionar proceso para acceder a financiación para adquirir tecnología entre las entidades del gobierno”, se consideran actividades urgentes, pero que después de considerarse realizadas satisfactoriamente, pueden dejar de ser funciones del cargo; el tiempo proyectado en horas/mes corresponde a la necesidad de realizar estas actividades y el tiempo proyectado puede variar de acuerdo a las circunstancias, por lo tanto, el tiempo “horas/año” no se determina. Por otro lado, las funciones “Realizar el seguimiento y control de la gestión de RCE en las bodegas aliadas a la organización” se realiza una vez al mes, y la función “Realizar y presentar informe periódico sobre el desarrollo del Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”, se propone realizar cada 3 meses.

Tabla 23.

Asignación de recursos. Recurso humano.

Cargo	Responsabilidad asignada	Tiempo proyectado horas/mes	Tiempo horas/año	Salario mes
Coordinador(a) gestión ambiental	Funciones generales	60	720	\$1.200.000
	Funciones específicas para el “Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”:			
	Crear alianzas con clientes de panam y buscar alianzas con empresas certificadas que compren los RCE o, empresas	32	No se determina	

que presten el servicio de tratamiento.			
Gestionar proceso para acceder a financiación entre las entidades del gobierno para adquirir tecnología.	64	No se determina	
Realizar el seguimiento y control de la gestión de RCE en las bodegas aliadas a la organización.	5	60	
Realizar y presentar informe periódico sobre el desarrollo del “Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”.	10	40	
Total horas/mes	171	Salario al año	\$14.400.000

Recurso técnico. Teniendo en cuenta las consideraciones de los autores Blinová y Godovčín (2021) y Bueno (2008), quienes coincidieron en establecer el tratamiento mecánico de los RCE mediante una maquina con un procesamiento en seco que muele los cables y separa el cobre o el aluminio del plástico o de la goma, como el tipo de maquina óptima para la separación del metal y la cubierta polimérica de los RCE, se propone la máquina trituradora de cable como la mejor opción tecnológica para la ORO-1. En la Tabla 24 se presenta la asignación de recursos para adquirir un molino triturador de cables eléctricos.

Tabla 24.

Asignación de recursos. Molino triturador de cables eléctricos.

Ítem	Descripción del equipo	Cant.	Valor
------	------------------------	-------	-------

1	Molino triturador de cables, Modelo: K 750	1	\$ 60.991.505,07
Condiciones de entrega			\$ 7.102.030,96
		Total	\$ 68.093.536,03 ¹⁹

Capacitaciones. Teniendo en cuenta el poco conocimiento sobre las normas relacionadas con la gestión de los RAEE y sobre los impactos de la quema de RCE, identificados como problemas urgentes de la gestión de RCE en la ORO-1; el programa de capacitaciones busca fortalecer los conocimientos sobre temas que incentiven la adecuada gestión de los RCE entre los actores internos de la organización. En la Tabla 25 se presenta el programa de capacitaciones para el Plan de gestión de los RCE, en esta tabla se especifica el tema, su objetivo, y el tiempo de duración de cada capacitación, también se relaciona los participantes que deben ser convocados; la persona responsable o quien realiza estas capacitaciones puede ser el Coordinador(a) de Gestión Ambiental.

Tabla 25.

Programa de capacitaciones para el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.

ítem	Tema	Objetivo	Participantes	Realiza	Tiempo
1	Responsabilidad Social Empresarial (RSE)	Orientar y motivar el crecimiento de la organización hacia el desarrollo sostenible.	Representante legal; líderes de bodega;	Coordinador(a) gestión ambiental	1 hora
2	Marco normativo sobre la gestión de RAEE	Contextualizar sobre las infracciones normativas cometidas al realizar la quema de RCE.	recicladores de oficio; bodeguero, transportador;		1 hora

¹⁹ CMBE ([Anexo G](#))

3	Impactos de la quema de RCE.	Informar sobre los impactos negativos ambientales y de salud pública que implica la quema de los RCE.	gestión contable.	1 hora y 30 minutos
4	Revisión de Política ambiental, alcance, objetivos y formatos del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.	Motivar y concientizar al equipo de la ORO-1 en los procesos de mejora de la organización; informar sobre la incoherencia de la gestión de RCE en la organización		2 horas
5	Estrategias de comunicación para la educación ambiental	Motivar el fortalecimiento de aptitudes para impartir cultura ambiental.	recicladores de oficina	2 horas

Comunicación. Se recomienda a la ORO-1 documentar la información interna y externa que se consideran necesarias para ejecutar el “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”. En la Tabla 26, se presentan los tipos de documentos necesarios para dicho Plan de gestión y su respectiva sigla para identificar en el código de referencia. En el Figura 32 se explica la distribución del código de referencia para la información interna.

Tabla 26.

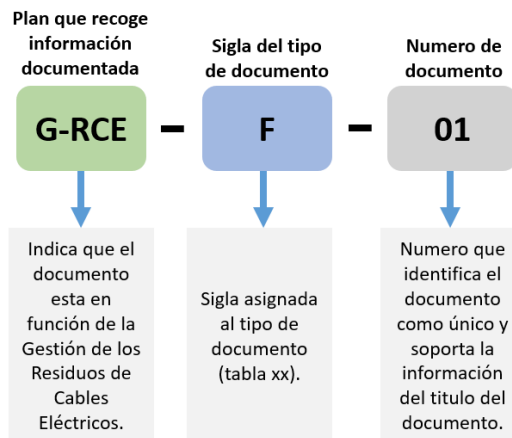
Tipos de documentos del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.

Tipo de documento	Sigla
Procedimiento	P
Manuales	M

Formatos	F
----------	---

Figura 32.

Distribución del código de referencia para la información interna.



Fuente: elaboración propia

Para dar buen manejo a la información documentada, se requiere que los documentos cuenten con: (a) Identificación y descripción: El encabezado de cada documento se compone de el logo de la ORO-1 se ubica al lado izquierdo; en el centro del encabezado va el tipo de documento y el titulo correspondiente; al lado derecho se ubican el código de referencia (Figura 33) del documento, la versión y la fecha de aprobación. (b) Aprobación: Los documentos realizados deben relacionar las personas involucradas en el proceso de elaboración, revisión y aprobación de los mismos; en la Figura 34 se observa el método para identificarlas. (c) Disponibilidad: los documentos deben guardarse de manera física y digital para facilitar su consulta y deben ser protegidas contra pérdida de confidencialidad, uso inadecuado y/o pérdida de integridad. Finalmente, la información de origen externo necesaria para la planificación y la operación del plan de gestión deben generarse a medida que se realicen alianzas con clientes de panam u otras organizaciones y de acuerdo a las relaciones que se establezcan.

Figura 33.

Encabezado de la información documentada interna.


	Tipo de documento	Código	
	Título del documento	Versión	
		Fecha	

Figura 34.

Aprobación de documentos.

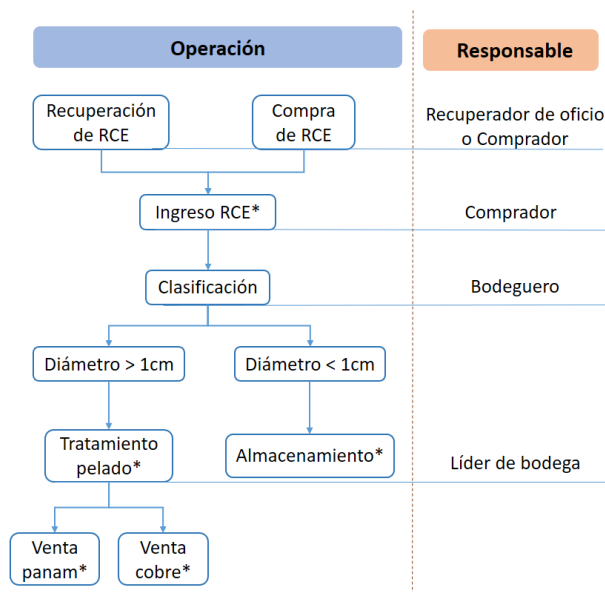
Nombre y Firma	Nombre y Firma
Elaboro Responsable asignado	APROBÓ Representante legal

Operación

Gestión de residuos de cables eléctricos. La ORO-1 actualmente no cuenta con la tecnología que le permita realizar un tratamiento a los RCE para obtener el cobre de su interior, y que al mismo tiempo no infrinja la normatividad vigente relacionada con la gestión de RAEE. Por lo tanto, la operación relacionada con la gestión de RCE debe frenarse parcialmente, hasta que la organización encuentre la forma de darle el tratamiento adecuado que no involucre afectaciones al medio ambiente y a la comunidad. En la Figura 35 se plantea la operación que debe realizarse con los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1, en esta figura también se relaciona el personal que es responsable de cada actividad, y en la Tabla 27 se explica en detalle el procedimiento. Las Fichas de ingreso, tratamiento y venta corresponden al formato “Gestión de residuos de cables eléctricos (RCE)”, el cual se puede observar en el Figura 36.

Figura 35.

Proceso de gestión de residuos de cables eléctricos RCE en la ORO-1.



(*) actividad que requiere diligenciar documento interno tipo formato.

Tabla 27.

Procedimiento para la gestión ambiental de residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1.

1. Objetivo	Establecer la forma correcta de gestionar los residuos de cables eléctricos (RCE) que ingresan a la ORO-1.
2. Alcance	Comienza cuando ingresa los RCE a las bodegas de la ORO-1 y termina con la venta de los materiales aprovechables del residuo.
3. Responsables	Reciclador, comprador, bodeguero y líder de bodega.
4. Condiciones generales	Determinar los RCE que pueden ser tratados mediante el método manual de desforre y los RCE que deben ser almacenados para una futura gestión.

Etapa	Descripción	Responsable	Registros
Recuperación o compra de RCE	Obtención del RCE, los recicladores de oficio, lo recuperan de los residuos sólidos domiciliarios de sus rutas selectivas; los compradores compran los RCE a las personas que lo venden en las bodegas	Reciclador	-
Ingreso de RCE	Verificar peso, comprar RCE, registrar ingreso	Comprador	Ficha de ingreso

Clasificación	Separar los RCE según diámetro, entre >1cm y <1cm para su posterior almacenamiento	Bodeguero	
Tratamiento pelado	Si el RCE cuenta con un diámetro >1cm, se procede a quitarle la cubierta plástica de manera manual con ayuda de un cuchillo o bisturí; el procedimiento lo realiza el bodeguero, pero es el líder de bodega es quien decide si se realiza este tratamiento. Se debe documentar a que cantidad de RCE se le dio tratamiento y cuanto plástico y cobre se obtuvo.	Líder de bodega; bodeguero	Ficha de tratamiento
Venta de cobre	Este material se mezcla con el resto de materiales de cobre con los que cuente la bodega para vender. El líder debe acordar precios de venta con clientes. Se debe documentar el precio de venta del cobre, para verificar rentabilidad.	Líder de bodega	Ficha de venta
Venta de panam	El representante legal (con ayuda del coordinador(a) de gestión ambiental) debe establecer alianzas para la compra del material plástico de los RCE que son tratados en las bodegas de la ORO-1, al ser un material poco rentable cada líder de bodega puede realizar la venta del material recuperado. Se debe documentar el precio de venta del panam, para verificar rentabilidad.	Representante legal-líder de bodega *Gestión de Coordinador(a) ambiental	Ficha de venta

Almacenamiento	Almacenar los RCE hasta recibir notificación del representante legal sobre una gestión ambientalmente segura. Se debe documentar el precio de venta, para verificar rentabilidad.	Líder de bodega	Ficha de venta
----------------	---	-----------------	----------------

Figura 36.

Formato de gestión de residuos de cables eléctricos

Ingreso (día)		Tratamiento (mes)			Venta (mes)			
Fecha	Cantidad	Pelado		Almacenado	Fecha	Cobre	Panam	RCE
		Cobre	Plastico					
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg	d/m/a	\$	\$	\$
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg	d/m/a	\$	\$	\$
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg	d/m/a	\$	\$	\$
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				
d/m/a	Kg	Kg	Kg	Kg				

Fuente: La autora

Verificación

Se propone a la ORO-1 evaluar el cumplimiento del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”, mediante procesos de auditoria interna en los cuales se realice medición, análisis y evaluación periódica de los lineamientos del Plan de gestión. La información obtenida en la auditoria interna, se debe presentar al representante legal de la organización para ser analizada y se planteen acciones correctivas cuando se considere necesario.

Auditoria interna. El representante legal debe planificar auditorías internas en intervalos de tiempo como se indica en el [Anexo F](#) (columna seguimiento y medición), para obtener información documentada acerca del cumplimiento de los lineamientos del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”. La información recogida en la auditoria

interna con su análisis debe ser presentada al representante legal de la organización. Se recomienda conservar la información documentada de los procesos de seguimiento y medición, como evidencia de la realización de la auditoría interna y de los resultados de la misma.

Herramientas para la auditoría interna. Para orientar el proceso de auditoría interna necesario para el Plan de gestión se propone realizar las actividades planteadas en la Tabla 28; la Tabla 29 es la lista de chequeo para verificar en las bodegas aliadas a la ORO-1 el cumplimiento de los cuatro objetivos del Plan de gestión; y la Tabla 30 corresponde a la matriz propuesta para realizar el análisis de los datos obtenidos en las listas de chequeo de la auditoría interna.

Tabla 28.

Proceso de implementación de la auditoría del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1.

Fase	Actividad	Programación (día)			
		1	2	3	4
Planear	Establecer objetivos de auditoría	X			
	Determinar alcance de auditoría	X			
	Identificación de los riesgos relacionados con la auditoría	X			
	Identificación de recursos para la auditoría	X			
Hacer	Realizar visitas a bodegas de la ORO-1		X		
	Verificar la implementación del formato “Gestión de RCE” (obtener datos)		X		
	Gestión y mantenimiento de formato “Gestión de RCE”		X		
Verificar	Implementación de herramientas para la auditoría interna del “Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”			X	
	Realizar análisis y presentación de la información obtenida			X	

	Revisión de informe por parte del representante legal			X	
Actuar	Implementar acciones correctivas				X

Tabla 29.

Lista de chequeo para la auditoria interna del Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.

No	Gestión de residuos de cables eléctricos	Cumple		Observación
		Si	No	
1	Aumentar el porcentaje de recuperación del material plástico de los RCE			
1.1	Se evidencia un aumento en la venta de material plástico de los RCE.			
2	Disminuir la práctica de combustión lenta de RCE entre las bodegas de la ORO-1			
2.1	Se evidencia el aumento de RCE almacenado			
2.2.	Se evidencia el aumento de RCE tratado con el método manual de pelado.			
2.3	Se calcula disminución de las emisiones de dioxinas y furanos.			
3	Asegurar la disponibilidad de estrategias, tecnología y/o talento humano que faciliten la adecuada gestión ambiental de los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1.			
3.1	Se ha establecido alianza con gestor de RAEE con beneficio mutuo.			
3.2	Se cuenta con financiación para adquirir máquina trituradora			
4	Capacitar a los actores internos en la responsabilidad social empresarial y en el marco normativo sobre la gestión de RAEE			

4.1 Se han realizado las capacitaciones planificadas		
4.2 Todos los colaboradores invitados asistieron a las capacitaciones.		

Revisión por el representante legal. El Coordinador(a) de gestión ambiental debe reunirse con el representante legal de la organización a intervalos planificados (se recomienda cada tres meses), para presentar el informe y dar razón del cumplimiento del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”; a su vez, el representante legal debe emitir decisiones y acciones relacionadas con oportunidades de mejora del Plan de gestión, incluyendo las necesidades de cambio y de recursos. Es necesario conservar información documentada de los resultados de las revisiones, para asegurar la trazabilidad de las directrices planteadas por el representante legal.

No conformidad y acción correctiva. El representante legal con el apoyo del Coordinador(a) de gestión ambiental deben evaluar las causas de la “no conformidad” identificadas en la auditoria, para proponer acciones correctivas que la eliminen o la mitiguen, con el fin de cumplir satisfactoriamente los objetivos del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”.

Mejora continua

El representante legal debe comprometerse con la mejora continua del “Plan para la adecuada gestión ambiental de RCE en la ORO-1”, con el fin de: disminuir los impactos negativos que genera la quema de los RCE que ingresan a la organización, contribuir a la disminución de la contaminación de la región, evitar la infracción de normas colombianas vigentes, alinearse al modelo de desarrollo sostenible y dar cumplimiento íntegro a su misión.

Tabla 30.

Análisis de Auditoría interna del Plan de la adecuada gestión ambiental de los RCE en la ORO-1.

Bodega /Objetivo	1. Aumentar el porcentaje de recuperación del material plástico de los RCE			2. Disminuir la práctica de combustión lenta de RCE entre las bodegas de la ORO-1			3. Asegurar la disponibilidad de estrategias, tecnología y/o talento humano que faciliten la gestión de los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1		4. Capacitar a los actores internos en la responsabilidad social empresarial y en el marco normativo sobre la gestión de RAEE		No conformidad (No de Objetivo)
	1.1	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Observación											
general por											
objetivo											

Plan de implementación

El plan de implementación presentado en la Tabla 31 indica las actividades y los meses en que se deben realizar para cumplir con el Plan para la gestión de RCE propuesto en este documento.

Conclusiones

- La revisión bibliográfica realizada permitió evidenciar la poca información relacionada con la gestión ambiental de los RAEE en el contexto internacional, latinoamericano y local, por lo tanto, es escasa la información sobre la gestión ambiental de los residuos de cables eléctricos (RCE) que se da en las ciudades; los pocos estudios relacionados se limitan a recomendar mayor control por parte de las autoridades competentes. Adicionalmente dicha revisión no evidencia información sobre la incidencia de las dioxinas y furanos en los estudios epidemiológicos de las ciudades y países latinoamericanos. La falta de información documentada sobre la gestión de los RCE y sobre la incidencia de las dioxinas en la salud humana impide el avance hacia las soluciones para la gestión de estos residuos peligrosos.

- Algunos líderes de bodega niegan realizar la quema de cables por temor a ser sancionados o señalados; esta situación pone en evidencia la difícil tarea de generar información precisa sobre la gestión de los RCE, ya que, al no contar con la vigilancia y seguimiento de las instituciones locales, el rastro de la gestión o tratamiento que se da a los RCE en las bodegas de reciclaje se pierde en la informalidad y la clandestinidad de esta práctica.

- El valor de emisión de dioxinas y furanos estimado en este proyecto, es un reflejo a pequeña escala de las emisiones que generan las 396²⁰ bodegas de reciclaje que hay en la ciudad de Cali; pues entre este gremio es común realizar la combustión lenta de los RCE para la obtención del cobre.

- Los resultados de la encuesta en las bodegas aliadas evidenciaron que algunos “vecinos” de las bodegas (en su mayoría obreros de construcción) tienen mayor incidencia en vender el cobre proveniente de la quema de cables eléctricos en comparación con los habitantes

²⁰ Resultado del año 2020 para la cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento (PGIRS 2021-2027 Cali).

de calle; este resultado es diferente a lo que se planteó en las hipótesis para la elaboración del cuestionario, en el cual fue establecido que los habitantes de calle eran los mayores proveedores de cobre proveniente de cable quemado.

- La falta de lineamientos de sostenibilidad en la ORO-1 ha dado vía libre a la práctica de la combustión lenta de los residuos de cables eléctricos para la obtención del cobre entre sus integrantes, lo cual genera varios aspectos negativos entre los cuales se destaca principalmente, el incumplimiento de la normatividad vigente en Colombia (Ley 1196 del 2008 - Convenio de Estocolmo; y el Decreto 1076 del 2015 - quema de RAEE a cielo abierto), ocasionando que estas infracciones generen multas o sanciones, comprometer el buen nombre de la organización y contribuir a la contaminación ambiental de la región.

- La ORO-1 está contradiciendo su misión y su razón de ser al estar relacionada con la práctica de combustión lenta de los RCE. Está incumpliendo a su misión institucional de contribuir al mejoramiento del medio ambiente; del mismo modo, está en contravía de su razón de ser, al permitir la pérdida del panam como material aprovechable.

- Se evidencia que la falta de control y vigilancia por parte de las autoridades ambientales de la ciudad de Cali facilita que la práctica de combustión lenta de los RCE (generadora de dioxinas y furanos, compuestos altamente tóxicos) se continúe realizando sin restricciones 14 años después de la aprobación del convenio de Estocolmo en Colombia.

- La implementación eficaz del Plan para la gestión de los RCE en la ORO-1 propuesto en este proyecto aplicado, depende principalmente del compromiso de los líderes de bodega, quienes deben anteponer los intereses colectivos a los propios, mientras que las directivas de la organización obtienen una solución viable al tratamiento de los RCE que ingresan en la ORO-1.

- El presente proyecto aplicado visibiliza la problemática que envuelve la gestión de los RCE en la ciudad de Cali, por lo tanto, este documento puede ser considerado como un punto de partida para motivar futuros estudios sobre la gestión de estos residuos y generar propuestas de solución a la problemática que afecta silenciosamente a la población colombiana.

Recomendaciones

- La ORO-1 debe priorizar la contratación de una persona que se encargue de la ejecución del plan de gestión aquí propuesto, ya que todas las actividades del plan están bajo la responsabilidad o supervisión de un coordinador(a) de gestión ambiental o similar; además, este cargo puede ayudar a la organización a implementar y ejecutar un sistema de gestión integral que le dará beneficios operativos, económicos y ambientales (como se planteó en el perfil del cargo).
- La ORO-1 y otras organizaciones de recicladores de oficio deben procurar establecer y ejecutar una política ambiental para orientar la ejecución de todas sus actividades hacia el desarrollo sostenible, incluyendo la promoción de la responsabilidad social por parte de los líderes de las organizaciones.
- La ORO-1 debe crear estrategias de educación relacionadas con la adecuada gestión ambiental de los RCE entre los habitantes alrededor de las bodegas aliadas y sus colaboradores.
- La ORO-1 debe unir esfuerzos entre los líderes de bodega para adquirir una máquina que facilite el tratamiento de los RCE que ingresan a las bodegas, y que además les permita continuar obteniendo beneficios económicos de este residuo sin perjudicar el bienestar del medio ambiente y de la población de la región.
- Las bodegas de reciclaje de la ciudad de Cali deben registrar y reportar la cantidad de RCE que compran, con el propósito de facilitar la obtención de información documentada para futuros análisis que sirvan para la elaboración de políticas, reglamentos, tecnologías y métodos de educación para los consumidores.

- A nivel académico y en razón de la salud pública de la región se considera importante realizar estudios epidemiológicos que incluyan los niveles de dioxinas y furanos en la población.

- Las autoridades ambientales y locales de la ciudad deben establecer estrategias de control que disminuya la quema de los RCE en la ciudad.

Referencias

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2007). Resumen de Salud Pública. Monóxido de Carbono. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs201.pdf
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2012). Resumen de Salud Pública. Benceno. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs3.pdf
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2021). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2021-2027. Revisión, ajuste y actualización. <https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/157990/plan-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-pgirs/>
- Aracil, I. (2008). Formación de contaminantes y estudio cinético en la pirolisis y combustión de plásticos (PE, PVC Y PCP). DOCPLAYER. <https://docplayer.es/46920295-Formacion-de-contaminantes-y-estudio-cinetico-en-la-pirolisis-y-combustion-de-plasticos-pe-pvc-y-pcp-ignacio-aracil-saez.html>
- Araya, J., Sandoval, F. (2001). Conductores Eléctricos. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwism_yCpcPzAhXFQzABHSHgDpwQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.electricistasdechile.cl%2Fdownload%2Fmaterial_tecnico%2Fconductores%2520electricos.pdf&usg=AOvVaw2R8K-QO6sLE-LySM6_3GUI
- ANALDEX (2019). Informe exportaciones colombianas Enero-Diciembre 2018. <http://www.analdex.org/wp-content/uploads/2019/02/2019-02-13-Informe-de-exportaciones-2018..pdf>

Betancourt, D. F. (2018, 19 de abril). Cómo hacer el análisis FODA (matriz FADO) paso a paso + ejemplo práctico. Ingenio Empresa. www.ingenioempresa.com/matriz-foda

Betancourt, D. F. (19 de junio de 2016). Matriz de Vester para la priorización de problemas. Ingenio Empresa. <https://www.ingenioempresa.com/matriz-de-vester/>

Blinová, L., Godovčín, P. (2021). Importance of recycling the waste-cables containing copper and PVC. Research Papers Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, 29(48). DOI 10.2478/rput-2021-0001

Bolaños, M. E.; Vilar, B.D.; Ramírez, Y. A.; Sánchez, S.; Brand, J.; Murillo, A.; Torres, C. A.; Ramírez, C. (2015). Plan de Desarrollo 2012-2015. Comuna 11. <https://www.cali.gov.co/planeacion/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=50331>

Bolaños, M. E.; Vilar, B.D.; Ramírez, Y. A.; Sánchez, S.; Brand, J.; Murillo, A.; Torres, C. A.; Ramírez, C. (2015). Plan de Desarrollo 2012-2015. Comuna 13. <https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=27493>

Bolaños, M. E.; Vilar, B.D.; Ramírez, Y. A.; Sánchez, S.; Brand, J.; Murillo, A.; Torres, C. A.; Ramírez, C. (2015). Plan de Desarrollo 2012-2015. Comuna 14. <https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=27494>

Bolaños, M. E.; Vilar, B.D.; Ramírez, Y. A.; Sánchez, S.; Brand, J.; Murillo, A.; Torres, C. A.; Ramírez, C. (2015). Plan de Desarrollo 2012-2015. Comuna 15.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=27495>

Bolaños, M. E.; Vilar, B.D.; Ramírez, Y. A.; Sánchez, S.; Brand, J.; Murillo, A.; Torres, C. A.;

Ramírez, C. (2015). Plan de Desarrollo 2012-2015. Corregimiento El Hormiguero.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=27504>

Bueno, J. (2008). Selección del principio de separación de la cubierta y el núcleo de cables eléctricos para una maquina recicladora. [Tesis de grado. Universidad Autónoma de Occidente].

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/7579/T05581.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Casanova, J. (2013). Revalorización de la fracción orgánica de los residuos de recubrimientos de cables eléctricos. [Tesis de grado. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona]. Repositorio institucional de la Universidad Politecnica de Catalunya.

<https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/19787>

Casas, J.C., Repullo, J.R., Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación.

Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. Atención Primaria,

31(8), 527-538. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-pdf-13047738>

Çelik, C., Arslan, C., Arslan F. (2019). Recycling of waste electrical cables. Material Science & Engineering International Journal, 3(4). 107-111.

<https://medcraveonline.com/MSEIJ/MSEIJ-03-00099.pdf>

Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe –CODS (2019, 3 de diciembre). Los temas ambientales preocupan más a los colombianos que el

- desempleo. Uniandes. <https://cods.uniandes.edu.co/los-temas-ambientales-preocupan-mas-a-los-colombianos-que-el-desempleo/>
- Céspedes, L. A. (2018). Diseño de manual del sistema integrado de gestión: ambiental, calidad y seguridad y salud en el trabajo en PLUSAGRO S.A.S, Cumaral (Meta). [Tesis de grado. Universidad de los Llanos]. <https://1library.co/document/zpdnx14z-diseno-sistema-integrado-gestion-ambiental-calidad-seguridad-plusagro.html>
- Chávez, M. M. (2020). Capítulo 2: Diagnostico de la situación actual. Propuesta de modelo de procesos para la división de ETECSA en Villa Clara. (Una propuesta desde el enfoque de la arquitectura empresarial), (pp. 26-72). [Tesis de grado. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría]. https://www.researchgate.net/profile/Maykel-Manuel-Rodriguez/publication/344534111_Propuesta_de_modelo_de_procesos_para_la_Division_de_ETECSA_en_Villa_Clara_Una_propuesta_desde_el_enfoque_de_la_arquitectura_e_mpresarial/links/5f7e9301299bf1b53e15f59b/Propuesta-de-modelo-de-procesos-para-la-Division-de-ETECSA-en-Villa-Clara-Una-propuesta-desde-el-enfoque-de-la-arquitectura-empresarial.pdf?origin=publication_detail
- Clínica Jurídica de Salud Pública y Medio Ambiente (MASP); Greenpeace Colombia (2019, noviembre). 1.2. Residuos Sólidos en Colombia. Situación Actual de los Plásticos en Colombia y su impacto en el Medio Ambiente, (pp. 7). Greenpeace. http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf
- Congreso de la Republica de Colombia. (1993, 22 de diciembre). Ley 99 de 1993. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- Congreso de la Republica de Colombia. (1994, 11 de julio). Ley 142 de 1994. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0142_1994.html

Congreso de la Republica de Colombia. (2008, 15 de junio). Ley 1196 de 2008.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1196_2008.html

Congreso de la Republica de Colombia. (2008, 27 de noviembre). Ley 1252 de 2008.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1252_2008.html

Congreso de la Republica de Colombia. (2013, 19 de julio). Ley 1672 de 2013.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1252_2008.html

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC); Centro Internacional de

Agricultura Tropical (CIAT), Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA). (2015). Estudio para la Microzonificación Climática para el Municipio de Santiago de Cali.

<http://web1.cali.gov.co/descargar.php?idFile=9464&plantilla=admin>

CRU International Limited (2018, diciembre). Cobre. Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035.

Chile. http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto%20Cobre_FINAL_12Dic2018.pdf

Cruz, Anastasia., Moreno, Giovanni. (2010). Toxicología de las Dioxinas y su Impacto en la Salud Humana. Revista de Medicina Veterinaria (N° 19), 73-84.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a07.pdf>

Dai, Q., Xu X., Eskenazi, B., Ansong-Asante, K., Chen, A., Fobil, J., Bergman, Å., Brennan, L., Sly, P.D., Nnorom, I.C., Pascale, A., Wang, Q., Zeng, E.Y., Zeng, Z., Landrigan, P.J., Bruné-Drisse, M.N., Huo, X. (2020). Severe dioxin-like compound (DLC) contamination in e-waste recycling areas: An under-recognized threat to local health. Environment International, Volumen (139). <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105731>

Delgado, C. (2013, 18 de marzo). La Materia Ambiental en la Constitución Política Colombiana.

Blogspot. <http://responsabilidadyderecho.blogspot.com/2013/03/la-materia-ambiental-en-la-constitucion.html>

Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2010, 15 de julio). La gestión integral de los residuos sólidos. cali.gov.

https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/32647/la_gestin_integral_de_los_residuos_slidos/

Departamento Administrativo de Planeación (2015). Mapa de Densidad Arbórea, Censo 2015.

Alcaldía de Santiago de Cali. https://idesc.cali.gov.co/download/mapa_mes/2017-05_densidad_arborea_2015.pdf

Departamento Administrativo de Planeación. Cali en cifras 2018-2019. Alcaldía de Santiago de Cali.

<https://www.cali.gov.co/planeacion/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=41162>

Departamento Administrativo de Planeación. Cali en cifras 2020. Alcaldía de Santiago de Cali.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=49667>

Departamento Administrativo de Planeación (2020). Cali en Cifras 2020.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=49667>

Duran de la fuente, H. (1997). El Marco Político. En H. Duran de la fuente (comp.), *Gestión ambientalmente adecuada de Residuos sólidos. Un enfoque de Política Integral*. (pp. 13-36). Tiempo Nuevo Producciones Periodísticas y Publicitarias.

Fiani, E.; Karl, U.; Umlauf, G.; Assunção, J. V.; Kakareka, S.; Fiedler, H.; Fiedler, H.; Costner, P.; Weber, R. (2013). Parte II. Factores de Emisión por Defecto. 2-Producción de Metales Ferrosos. Kit de herramientas para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas, furanos y otros COP no intencionales. Bajo el artículo 5 del Convenio de Estocolmo, (pp. 75-77). STOCKHOLM CONVENTION.

<http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-TOOLKIT-TOOLK-PCDD-PCDF-2012.Sp.pdf>

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. Universidad de las Naciones Unidas, Unión Internacional de Telecomunicaciones y Asociación Internacional de Residuos Sólidos. <https://www.itu.int/myitu/-/media/Publications/2020-Publications/ES---Global-E-waste-Monitor-2020.pdf>

Franco, E. y Maspoch, M. (2014). Viabilidad del reaprovechamiento de residuos de PVC provenientes de cables eléctricos: propiedades mecánicas. Afinidad LXXI (567), 185-191. <https://core.ac.uk/download/pdf/39152051.pdf>

Goez, A (2021, 25 de abril). Compra y venta de chatarra y cobre, un negocio invisible y rentable. El Universal. <https://www.eluniversal.com.co/cartagena/compra-y-venta-de-chatarra-y-cobre-un-negocio-invisible-y-rentable-BN4528298>

Gutiérrez, J. J.; Restrepo, J. B. (2017). Diseño de la estrategia de negocio para la sociedad Comercializadora Andinos S.A. [Tesis de grado. Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13149/JohnJairo_Gutierrez_JoseBernardo_Restrepo_2017.pdf?sequence=2

- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M (2010). Capítulo 16 El Reporte de Resultados del Proceso Cualitativo., Capitulo 17 Los Métodos Mixtos. En M. Toledo y M. Rocha. (Ed.), Metodología de la Investigación. 5ta edición (pp. 522-599). Mc Graw Hill.
<https://jalintonreyes.files.wordpress.com/2013/05/sampieri-5a-edicion-3b3n-roberto-et-al-metodolog-3ada-de-la-investigacion-3b3n.pdf>
- ICONTEC. (2004, 1 de diciembre). NTC-ISO 14004. Sistemas de gestión ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo. [http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000120-78123790f3/NTC-ISO14004-2004%20DirectricesGeneralesyPrincipios-TecndeApoyo%20\(1\).pdf](http://files.control-ambiental5.webnode.com.co/200000120-78123790f3/NTC-ISO14004-2004%20DirectricesGeneralesyPrincipios-TecndeApoyo%20(1).pdf)
- ICONTEC. (2015, 23 de septiembre). NTC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
https://informacion.unad.edu.co/images/control_interno/NTC_ISO_14001_2015.pdf
- Jansen, H. (2013). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de la investigación social. Paradigmas, 5(1), 39-71.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4531575>
- Li, L., Liu, G., Pan, D., Wang, W., Wu, Y. y Zuo, T. (2017). Overview of the recycling technology for copper-containing cables. Resources, Conservation & Recycling (126), 133-137. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.024>
- Lillo, J (2006). Impactos de la minería en el medio natural [Presentación]. Grupo de Geología Universidad Rey Juan Carlos. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>
- Martin, J (2017, 15 de mayo). Estudia tu entorno con un PEST-EL. Cerem.
<https://www.cerembs.co/blog/estudia-tu-entorno-con-un-pest-el>

Lozada, J (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria.

CIENCIAMÉRICA, 3(1), 47-50.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Martin, J (2017, 15 de mayo). Estudia tu entorno con un PEST-EL. Cerem.

<https://www.cerembs.co/blog/estudia-tu-entorno-con-un-pest-el>

Massolo, L (2015). Capítulo 1 Gestión ambiental y desarrollo sostenible: aspectos generales.

Introducción a las herramientas de gestión ambiental, (pp. 9-25). Editorial de la

Universidad de La Plata. SEDICI - Repositorio institucional dela UNLP.

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46750/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mincomercio (2021). Comercio exterior colombiano: Seguimiento a los acuerdos comerciales.

Colombia. <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=1e472d35-3a31-41c5-bae0-521b510338d6>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2014). Plan Nacional de Negocios Verdes. Colombia.

https://www.crautonomia.gov.co/documentos/negocio_verde/Plan_Nacional_de_Negocios_Verdes.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2019, 16 de enero). Resolución

76 de 2019. [https://test-www.minambiente.gov.co/wp-](https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf)

[content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf](https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf)

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2005, 26 de abril).

Resolución 532 de 2005.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/0532%20-%202005.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2008, 5 de junio).

Resolución 909 de 2008.

https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_909_de_2008_ministerio_de_ambiente_vivienda_y_desarrollo_territorial.aspx#/

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. RELAC.

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2010, 5 de agosto).

Resolución 1512 de 2010. <https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (1995, 5 de junio). Decreto 948 de 1995. [https://test-](https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf)

[www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf](https://test-www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/05/Resolucion-0076-de-2019-T-de-R-licenciamiento-gestores-RAEES.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2014, 25 de noviembre). Resolución 754 de 2014.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-08/resolucion-754-de-2014.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2015, 26 de mayo). Decreto 1077 de

2015. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>

Miranda-Cuellar, R. L.; Reyes-Acuña, S.; Gómez-País, G. M.; Goicochea-Cardoso, O. C. (2019).

Metodología para la realización de un diagnóstico de la gestión de indicadores ambientales en la administración pública. *Ingeniería y Desarrollo*, 37 (1), 72-84.

<http://dx.doi.org/10.14482/inde.37.1.363>

Mmerekí, D., Li, B., Baldwin, A., Hong, L. (2016). The generation, composition, collection, treatment and disposal system, and impact of E-Waste. *Intechopen*. DOI: 10.5772/61332

New Jersey Department of Health. (2016). Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas.

Dióxido de Carbono. <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0343sp.pdf>

Pardo, M. (2020). Estudio de la Degradación de Policloruro de Vinilo sin Plastificante a partir de Hongos Aislados de una Muestra de Suelo Contaminado con Resina de Dicho Material. [Tesis de grado. Universidad Libre].

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19678/TRABAJO%20DE%20GRADO%20PARDO%20RODRIGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Parlamento Europeo y del Consejo. (2012, 4 julio). Directiva 2012/19/UE. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:ES:PDF)

Penagos, M (2009, julio). Estructuración de proyectos metodología marco lógico. Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia.

https://uniatlantico.edu.co/uatlantico/pdf/arc_4065.pdf

Pinzón, C (2012). Propuesta metodológica para correlacionar el comportamiento del tránsito vehicular mixto y las variables ambientales que afectan las condiciones de la calidad de vida en las vías urbanas. [Tesis de grado. Pontificia Universidad Javeriana].

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/3488/PinzonSanchezCarlosAugusto2012.pdf;sequence=1>

- Quiñonez, G (2017, 10 de noviembre). Chatarra: un negocio invisible pero rentable. La Republica. <https://www.larepublica.co/infraestructura/chatarra-un-negocio-invisible-pero-rentable-2568301>
- Ramírez-Oviedo, F.J (2013). Implementación de un sistema integrado de gestión basado en ISO 9001:2008 y OSHAS 18001:2007 para la empresa unión de tecnología electrónica – UNITEL. LTDA. [Tesis de grado. Universidad Libre].
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9329/PROYECTO%20FINAL%20def.pdf?sequence=1>
- Rondón, E.; Szanto, M.; Pacheco, J. F.; Contreras, E.; Gálvez, A. (2016). Elementos de gestión de residuos. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios, (pp. 17-44). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Secretaría del Convenio de Estocolmo. (2008). Directrices sobre mejores técnicas disponibles y orientación provisional sobre mejores prácticas ambientales conforme al artículo 5 y anexo C. Convenio de Estocolmo. Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. SRO-Kundig.
<http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/BATBEPGuidelinesArticle5/tabid/187/ctl/Download/mid/21090/Default.aspx?id=119&ObjID=1474>
- Secretaría del Convenio de Estocolmo. (2010). Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Observatorio del Principio 10 – CEPAL.
https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/stockholm_sp.pdf
- Secretaria de Salud Pública Municipal de Cali. (2018). Perfil epidemiológico por comunas Cali 2017. Alcaldía de Santiago de Cali.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=35535>

Semana (2018, 14 de julio). Como las minas urbanas pueden convertirse en fuentes de preciados minerales. Semana. <https://www.semana.com/internacional/articulo/como-funcionan-las-minas-urbanas-en-el-mundo/260078/>

Semana (2019, 31 de enero). Colombia, uno de los países que más demanda sostenibilidad corporativa. Semana. <https://www.semana.com/actualidad/articulo/colombia-uno-de-los-paises-que-mas-demanda-sostenibilidad-corporativa/42819/>

Serrano-Espitia, D., Ocampo-Ramírez, J., Galvis-Lozano, A., Karina-Peña, L., Orozco-Roa, V., González-Martínez, C. (2021). Las dioxinas en Colombia: un análisis desde la salud. *Latitude Multidisciplinary Research Journal*, 1(14). 28-51.

<https://revistas.qlu.ac.pa/index.php/latitude/article/download/143/126/>

Sistema de Información Minero Colombiano (SIMCO). Cobre. Unidad de Planeación Minero Energética. Ministerio de energía. <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/nal-cobre.aspx>

Statista Research Department. (2021, julio). Volumen de generación de residuos electrónicos en Colombia de 2015 a 2020. <https://es.statista.com/estadisticas/1218487/generacion-residuos-electronicos-colombia/>

Sunil S. Suresh, Smita Mohanty, Sanjay K. Nayak. 2016. Composition analysis and characterization of waste polyvinyl chloride (PVC) recovered from data cables. P 102. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.033>

Torres, D.; Guzmán, S.; Kuehr, R.; Magalini, F.; Devia, L.; Cueva, A.; Herbeck, E.; Kern, M.; Rovira, S.; Brune, M. N.; Silva, A. S.; Pascale A.; Laborde, A.; Kitsara, I.; Aouza, G.;

- Rivero, I. (2015). Análisis del contexto político y normativo de los RAEE en América Latina. Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina, (pp. 13-24). ITU. https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/T0B110000273301PDFS.pdf
- Universidad de los Andes; GREENPEACE. (2019). Situación Actual de los Plásticos en Colombia y su Impacto en el Medio Ambiente. http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf
- Vargas, F. O. (2017). Gestión Ambiental del Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) Provenientes de la Comercialización en Tiendas por Departamento. [Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú] <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9107>
- Vargas, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación 33(1), 155-164. <https://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/download/538/589/0>
- Vecdis (2021, mayo). Análisis PESTEL. <https://vecdis.es/wp-content/uploads/2021/05/PESTEL-ANA%CC%81LISIS-1.pdf>

Anexos

Anexo A. Cuestionario



Cuestionario para la caracterización de la gestión de los residuos de los cables eléctricos (RCE) en las bodegas de reciclaje

Sección A. Información general de la bodega

1.

Nombre comercial: _____

Dirección: _____

2. Cargo de quien responde	
Administrador	
Empleado	
Propietario	
Otro	

6. Cantidad de personas que trabajan en la sede	
1-2	
3-5	
6-10	
Otro	

3. Nivel académico	
Primaria	
Bachiller	
Técnico	
Otro	

7. ¿Con que materiales trabaja?	
Plásticos	
Cartón	
Archivo	
Metales	
Vidrio	
Otro	

4. Caracterización del negocio	
Arrendado	
Propio	
Otro	

8. ¿Cuál considera más rentable?	

5. ¿Está matriculado en la cámara de comercio de Cali?	
Sí	
No	

9. ¿Compra RCE?	
Sí	
No	
¿Por qué?	

Si respondió "Sí" continúe a la pregunta 10.1
página 2.



Sección B. Gestión de los residuos de cables eléctricos:

10.1 ¿A cuánto compra el (Kg) de residuos de cables eléctricos?

10.2 ¿Cuántos (Kg) de RCE ingresan al mes a la bodega?

10.3. Tipo de proveedor de RCE	
Industria	
Otras bodegas	
Recicladores	
Habitantes de calle	
Otro	

10.4. Tipo de gestión	
Quema	
Triturado	
Desforre	
Otro	

10.5. Tipo de maquinaria	
Trituradora	
Separadora de fluido	
Otro	

10.6. ¿Cada cuánto realiza la quema?	
1 vez por semana	
1 - 3 veces por mes	
1 vez al mes	
Otro	

10.7. Cantidad de cable (Kg) que quema	
10 - 20 Kg	
20 - 50 Kg	
50 kg -100 Kg	
Otro	

10.8. ¿Cuánto tiempo lleva quemando cables?	

10.9. ¿Lo han multado por quemar cables?, ¿Cuánto le toco pagar?	
Si	
No	
Cuanto:	
Quien lo multó:	

10.10. ¿Dónde realiza la quema?	
Espacio abierto	
Espacio cerrado	
Características:	

10.11. ¿Cuanta personas realizan la quema ?	

10.12. ¿Cuanta gasolina utiliza en la quema? - ¿Qué otro material utiliza para iniciar el fuego?	



10.13. ¿Recoge las cenizas?	
Si	
No	
¿Dónde las deposita?	

10.14. ¿Ha sufrido algún accidente realizando la quema?	
Si	
No	
¿Cuál?:	

10.15. ¿Utiliza algún tipo de protección personal para realizar la quema?	
Si	
No	
¿Cuál?:	

10.16. ¿A como vende el RCE sin tratamiento?	
--	--

10.17. ¿A cómo vende el (Kg) de cobre recuperado de los RCE?

10.18. Tipo de cliente de RCE	
Empresa transformadora	
Otras bodegas	
Otro	

10.19. Tipo de cliente del cobre de cable quemado	
Otras bodegas	
Industria	
Otro	

10.20. Dentro de los materiales que maneja, ¿Qué tan rentable le parece comprar cable y vender cobre?	
Poco	
Medio	
Mucho	

10.21. ¿Cuándo lo visita la alcaldía, les preguntan por la procedencia del cobre o algo relacionado con la quema de RCE?	
Si	
No	
¿Que preguntan?:	

10.22. ¿Ha recibido una propuesta para cambiar el método de quema?	
Si	
No	
De parte de quién?	

10.23. ¿Ha pensado en dejar de quemar cables?	
Si	
No	

10.24. ¿Por qué ha pensado en dejar de quemar los cables?

10.25. ¿Por qué no lo ha hecho?



Sección C. Compra de cobre proveniente de la quema de cables:

11. ¿Compra usted cobre proveniente de la quema de cables?

Si

No

12. ¿Quién es el proveedor del cobre de cable quemado?

Otras bodegas

Recicladores

Habitantes de calle

Otro

13. ¿Cuánto paga por el Kg de cobre proveniente de cables eléctricos?

14. ¿Conoce otras bodegas que compren cobre de cables quemados o los quemen?, ¿Cuántas?

Si

No

Cuántas:

Sección D. Consecuencias generales de la quema de cables eléctricos:

15. ¿Sabe que son las dioxinas?

Si

No

16. ¿Qué consecuencia conoce de la quema de cables eléctricos?

Contaminan el aire

Dañan el cobre

Causan problemas de salud

Todas las anteriores

¿Cómo sabe eso? ¿Dónde lo escucho?

17. ¿Siente algún malestar durante o después del proceso de quema?

Si

No

¿Cuál?:



18. Presenta cloracné - ¿Qué enfermedades sufre?

Si

No

¿Cuál?:





Sección E. Información final









19. ¿Conoce alguna empresa que compre el plástico de los cables?	
Si	
No	
¿Cuál?:	

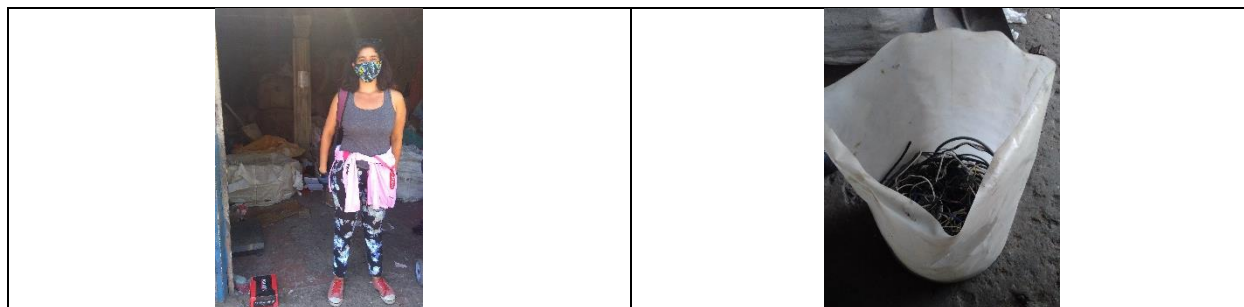
20. ¿Conoce alguna norma sobre la gestión de los RCE?	
Si	
No	
¿Cuál?:	

21. Tiene alguna observación referente al tema:

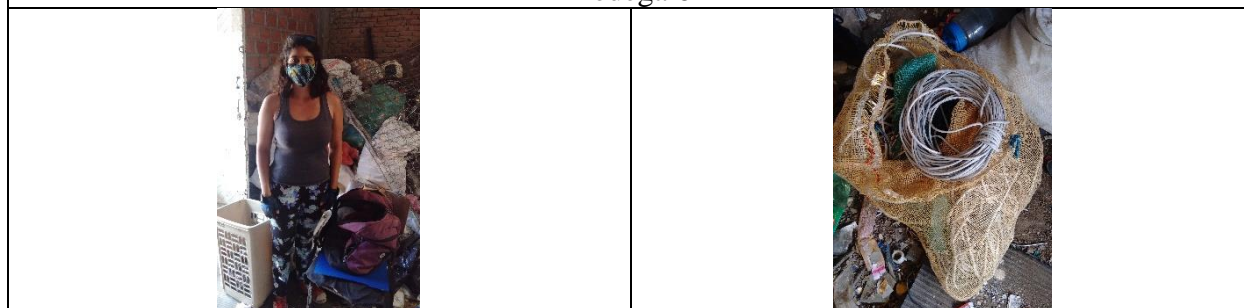
Anexo B. Registro Fotográfico

(Volver)

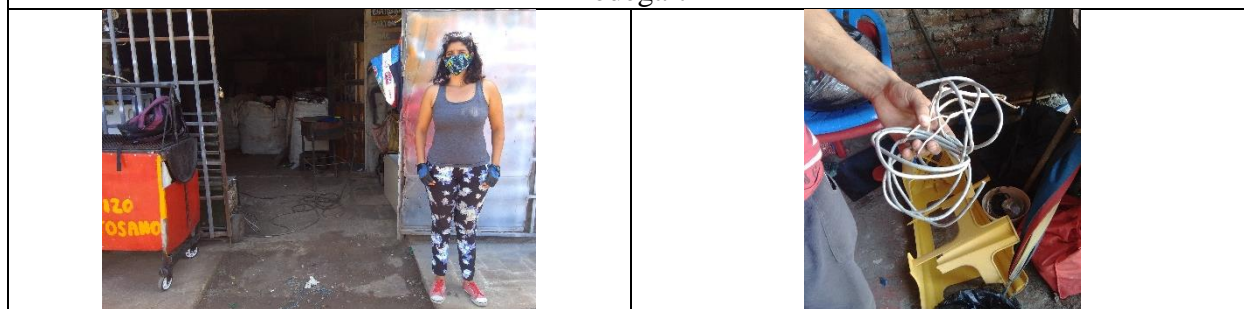
Evidencia de Visita	Residuo de cable eléctrico almacenado
Bodega 1	
	
Bodega 2	
	
Bodega 3	
	
Bodega 4	
	
Bodega 5	



Bodega 6



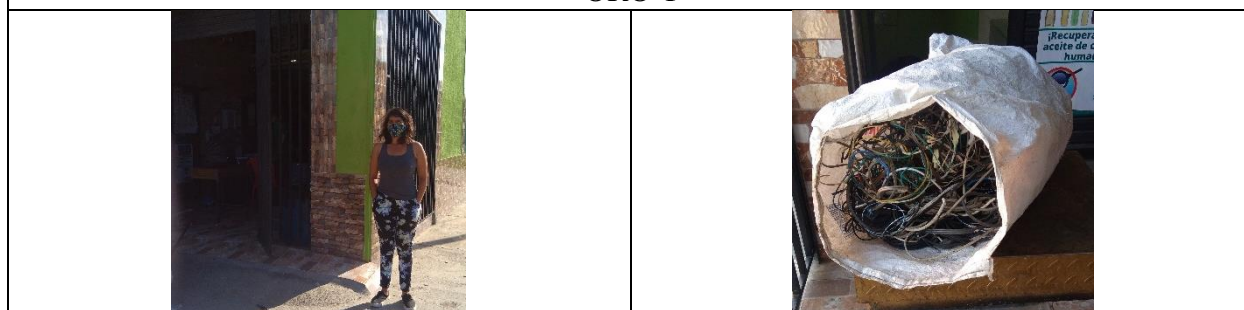
Bodega 7



El Hormiguero



ORO-1



Anexo C. Análisis cualitativo de los datos de la encuesta

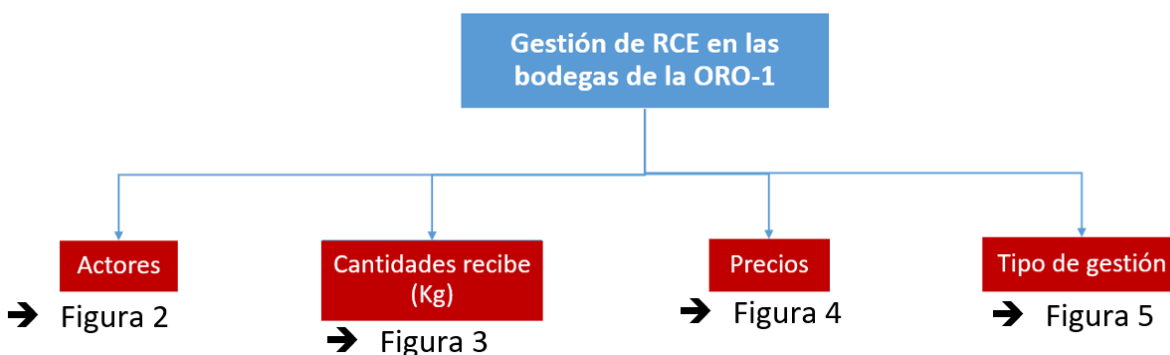
El análisis de la información se realizó de acuerdo a los tres niveles de análisis e interpretación de los datos bajo el enfoque cualitativo, propuesto por Jansen (2013): (a) descripción unidimensional, (b) descripción multidimensional y (d) explicación.

Primer nivel de análisis: Descripción unidimensional.

Figura C1.

Objeto y dimensiones del caso de estudio “Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1”.

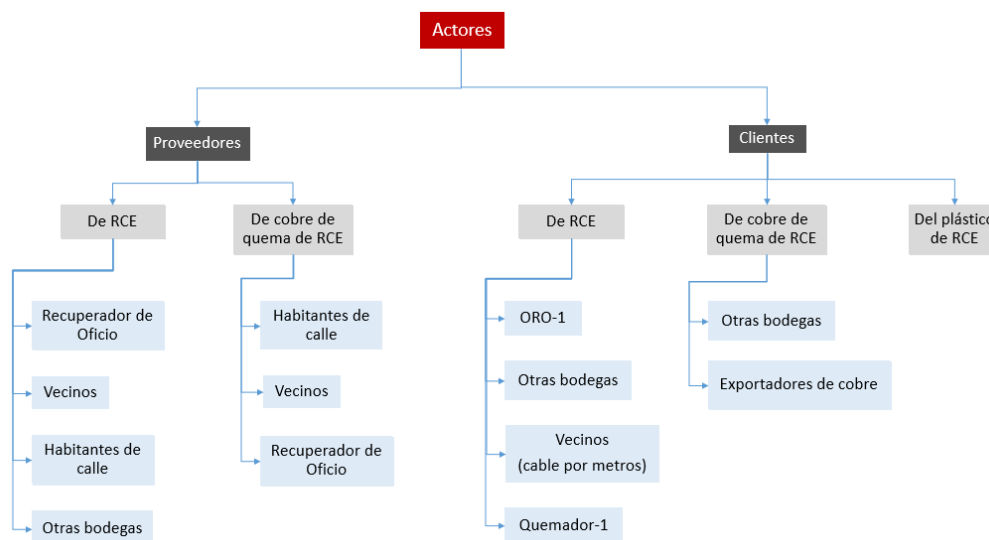
Codificación descendente.



Nota: Para facilitar la lectura del análisis unidimensional del objeto “Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1”, en la Figura 1 se presenta el objeto con sus cuatro dimensiones correspondiente, y en las Figuras 2, 3, 4 y 5, se presentan las categorías y subcategorías respectivas a cada dimensión de la Figura 1.

Figura C2.

Categorías y subcategorías de la dimensión “Actores”. Codificación descendente.

**Figura C3.**

Categorías y subcategorías de la dimensión “Cantidades recibe (Kg/mes)”. Codificación descendente.

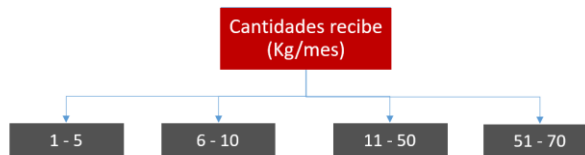
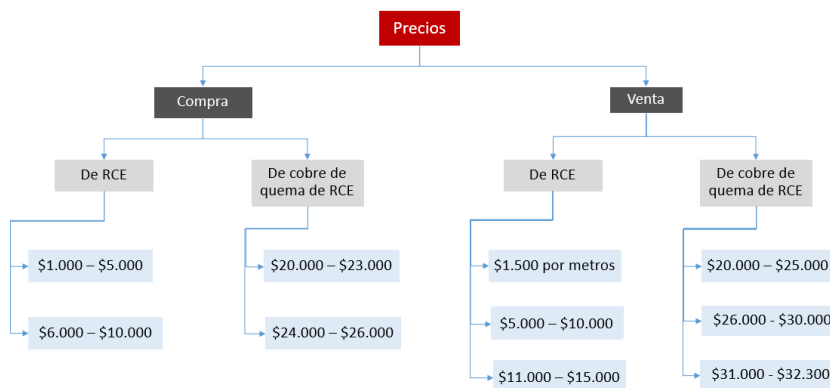
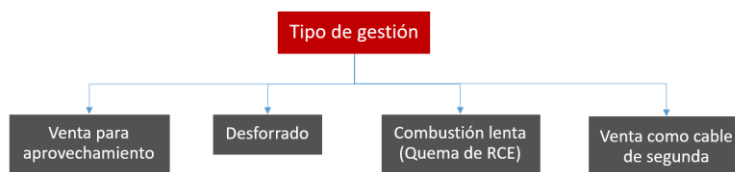


Figura C4.

Categorías y subcategorías de la dimensión “Precios”. Codificación descendente.

**Figura C5.**

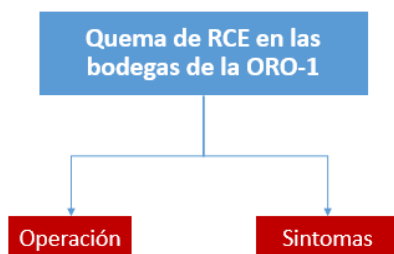
Categorías y subcategorías de la dimensión “Tipo de gestión”. Codificación descendente.



Teniendo en cuenta la relevancia de la gestión de los RCE mediante el método de combustión lenta de manera directa o indirecta entre las bodegas encuestadas, se realizó el mismo ejercicio de descripción unidimensional con la información obtenida en la encuesta referente a este tipo de gestión.

Figura C6

Objeto y dimensiones del tema “Quema de cables en las bodegas de la ORO-1”. Codificación descendente.



Nota: Para facilitar la lectura del análisis unidimensional del objeto “Quema de RCE en las bodegas de la ORO-1”, en la Figura 6 se presenta el objeto con sus dos dimensiones correspondiente, y en las Figuras 7 y 8, se presentan las categorías y subcategorías respectivas a cada dimensión de la Figura 6.

Figura C7.

Categorías y subcategorías de la dimensión “Operación”. Codificación descendente.

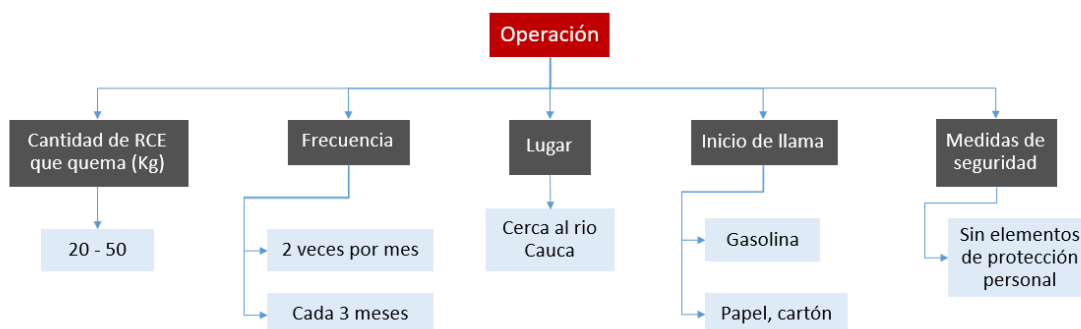
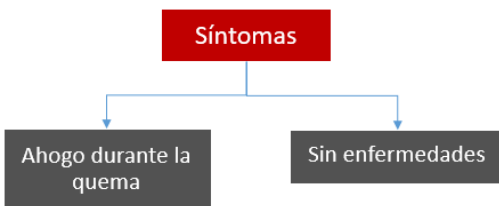
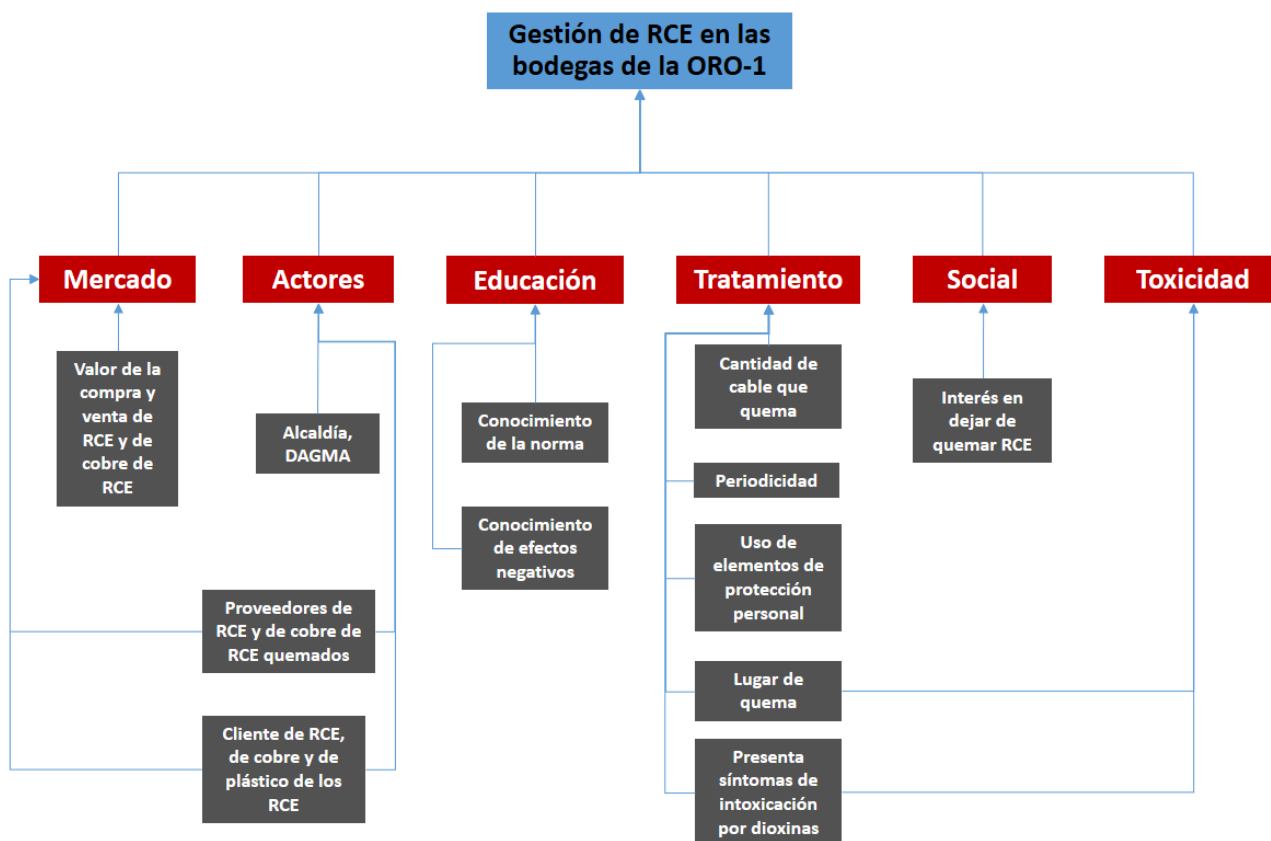


Figura C8.

Categorías y subcategorías de la dimensión “Síntomas”. Codificación descendente.

**Figura C9.**

“Gestión de RCE en las bodegas de la ORO-1”. Codificación ascendente.



Segundo nivel de análisis: Descripción multidimensional

Tabla C1.

Análisis multidimensional - Gestión RCE en las bodegas de la ORO-1.

Bodegas / dimensiones	Actores					Cantidades recibe (Kg/mes)	Precios				Tipo de gestion	Etiqueta
	Proveedor		Cliente				Compra		Venta			
	RCE	CQ	RCE	CQ	Plastico		RCE	CQ	RCE	CQ		
1	1	1,, 2,, 3	5	5		1	1,1	1,3	2,2	2,4	1,, 2	Vende RCE a ORO-1
2	1,, 2	2,, 3	4	4, 5		3	1,1	1,4	2,2	2,5	1	Vende RCE a ORO-1
3	1,, 2	1,, 2,, 3	2	5		1	1,2	1,4	2,1	2,6	1,, 4	Vende RCE como cable de 2da
4	1,, 4	1,, 2,, 3		7		4	1,1	1,4		2,5	3	Realiza quema de RCE
5	1,3	1,, 2,, 3	5	5		2	1,1,, 1,2	1,4	2,2	2,5	1,, 2	Vende RCE a ORO-1
6	1,, 4	1,, 2,, 3	5	5		3	1,1	1,3	2,2,, 2,3	2,5	1,, 2	Vende RCE a ORO-1
7	1,, 3	1,, 2		4		2	1,1,, 1,2	1,4		2,5	3	Realiza quema de RCE
8	1,, 2	1,, 3	5	5		1	1	1,4	2,2	2,5	1,, 2	Vende RCE a ORO-1
9	1	1,, 2	5	7		4	1,1,, 1,2	1,3	2,2	2,4	1,, 2	Vende RCE a ORO-1
ORO-1	1	1,, 2,, 3	6	8	9	3	1,1	1,4	2,2	2,6	1	Vende RCE a Qumedor-1
Variable con mayor incidencia	Recuperador de oficio	Recuperador de oficio	ORO-1	ORO-1		11 - 50 (Kg/mes)	\$1.000 a \$5.000	\$24.000 a \$26.000	\$5.000 a \$10.000	\$26.000 a \$30.000	Venta para aprovechamiento	

P: proveedor – Ct: cliente - RCE: residuos de cable eléctrico – CQ: cobre quemado – C: compra – V: venta.

Nota: la doble coma (,,) hace referencia a un espacio para dar otra opción o código.

Tercer nivel de análisis: Explicación

Tabla C2.

Análisis de la gestión de los residuos de cables eléctricos (RCE) en la ORO-1 Vs Teoría.

Dimensiones	Teoría	Situación en ORO-1
Actores	En general, a nivel mundial los generadores de RAEE deben separarlos, para evitar que lleguen a los rellenos sanitarios. El generador de RAEE debe almacenarlos y, a continuación, trasladarlos a la acera o transportarlos a un punto de recolección externo. Donde es recolectado por operadores privados	Solo dos de las bodegas aliadas no cuenta con cámara de comercio, por lo tanto, se encuentran en la informalidad. Las instituciones locales que deben promover la calidad ambiental y proteger la salud pública, como la alcaldía de Cali o el DAGMA no

quienes se encargan mediante procedimientos automatizados de aprovechar los materiales de los RAEE.

La mayoría de los países desarrollados han delegado la responsabilidad de la gestión sostenible de los RAEE a las empresas productoras de productos electrónico, mediante el principio de “Responsabilidad del Productor” (Directiva 2012/19/UE)

realizan visitas a las bodegas, para vigilar la gestión de los RCE.

La ORO-1 no cuenta con lineamientos de sostenibilidad, como estrategia de funcionamiento.

Se identifica a los recuperadores de oficio como los mayores proveedores de RCE y cobre de cables quemados (CQ) en las bodegas de la ORO-1, esto se debe a su labor de recuperadores de materiales aprovechables que realizan en las calles de la ciudad; los vecinos de las bodegas son los mayores proveedores de CQ.

Cinco de las 10 bodegas encuestadas le venden los RCE a la ORO-1, y esta a su vez, vende los RCE al Quemador-1.

Se identifica entre los líderes de bodega el poco conocimiento sobre la alta toxicidad de los compuestos generados durante la quema de los RCE y sobre el marco normativo en relación con la gestión de los RAEE; se asume que los habitantes de calle y habitantes del sector también desconocen esta información.

Todas las bodegas aliadas a la ORO-1 desconocen la existencia de clientes para el plástico de los RCE, por lo

		tanto, este material es considerado basura por ellos.
Cantidades recibe (Kg)	No se cuenta con cifras que aseguren la cantidad de RCE gestionados ni a nivel mundial ni local. Se estima que para el año 2020 en Colombia se generaron 6.520 toneladas métricas de RCE.	Se estima que a las 10 bodegas asociadas a la ORO-1, llegan 267 Kg (aprox.) de RCE al mes; esto puede representar más de 3,2 toneladas al año de RCE.
Precios	<p>El precio tanto de compra como de venta de los RCE está ligado al precio en el mercado del cobre.</p> <p>Aunque el cobre a sufrido déficit en el mercado, por la escasez en la explotación; desde el 2017, el precio del cobre vuelva a estar al alza y se espera “que los precios reales del cobre aumenten con el fin de incentivar nuevas inversiones” (CRU, 2018).</p>	<p>Actualmente entre las bodegas, el Kg de RCE se compra entre \$1.000 a \$5.000 y se vende entre \$5.000 a \$10.000. El precio de compra-venta de los RCE depende del tamaño de su diámetro, entre más grueso es el cable, mayor precio tiene.</p> <p>El precio de cobre proveniente de RCE quemados, la mayoría de las bodegas lo compran con precios entre \$24.000 a \$26.000 y lo venden entre \$26.000 a \$30.000.</p> <p>Los dueños de bodega aseguran que los metales entre ellos el cobre es uno de los materiales que mayores ganancias genera entre los materiales que comercializan; por esta razón la</p>

		<p>quema de los cables no genera controversia en ellos y quienes realizan la quema aseguran continuar realizando esta práctica a pesar de los impactos negativos.</p> <p>Entre los precios de venta de CQ que manejan las bodegas, se observa que la ORO-1 tiene un cliente que paga mejor este material.</p>
<p>Tipo de Gestión</p>	<p>Para el tratamiento de RCE existen diversos métodos de aprovechamiento, son tecnologías que requieren de inversión económica y de personal capacitado para manejarlas. Entre las tecnologías más citadas, las que se consideran con mayor ventaja en rendimiento y costo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnología de tratamiento mecánico. 2. Trituración criogénica con nitrógeno. 	<p>Solo en dos de las 10 bodegas de la ORO-1, confirman realizar la quema de los cables para la obtención del cobre.</p> <p>En cinco de las 10 bodegas confirman realizar el método del desforre para obtener el cobre de los RCE de mayor diámetro; este proceso lo realizan de manera manual con cuchillos.</p> <p>Aunque en la práctica ocho de las 10 bodegas, venden el cable a otras bodegas, generalmente a la ORO-1, para su aprovechamiento, la gran mayoría de los RCE terminan gestionados mediante el método de combustión lenta de manera directa o indirecta, ya que venden los RCE a terceros que se encargan de quemar cables para obtener el cobre. El tratamiento que reciben los RCE que venden es conocido por los líderes de</p>

		<p>bodega, pero no representa preocupación para ellos.</p> <p>En conclusión, entre las bodegas hay una alta incidencia de la gestión de los RCE mediante la quema de los cables de manera directa o indirecta, y con este proceso además de contaminar el ambiente, se pierde el material plástico de la cubierta de los cables.</p>
<p>Operación (Combustión lenta)</p>	<p>Este proceso se realiza generalmente a cielo abierto, se da a temperaturas entre 250°C a 700°C. Esta actividad requiere suele hacerse de manera individual, se realiza a pequeña y a mediana escala, generalmente directamente en el suelo. La actividad de la quema se realiza sin elementos de protección personal, no se controla la temperatura ni se adiciona oxígeno para lograr la combustión completa de los compuestos plásticos y minimizar la contaminación.</p>	<p>Es un proceso que realizan en la clandestinidad. Entre las dos bodegas que confirmaron realizar la quema de los RCE, se obtuvo la siguiente información: mensualmente queman aproximadamente entre 10 a 50 Kg de RCE cada una; acostumbran a realizar este proceso de manera individual, generalmente lo realiza un trabajador de la bodega; el lugar que acostumbran para realizar este proceso son potreros cerca o a la orilla del río Cauca; la quema la realizan sobre láminas de chatarra, para iniciar el fuego utilizan gasolina, papel y cartón; nunca recogen las cenizas resultantes del proceso; la quema la realizan sin elementos de protección personal como gafas, tapabocas u overol.</p>

Síntomas	Existe numerosa evidencia científica sobre los efectos nocivos a la salud humana por la exposición a dioxinas (Tabla 5). Pero es importante resaltar que la característica lipofiliza de estas toxinas, los convierte en compuestos altamente persistentes y bioacumulables en los tejidos grasos a través de la cadena alimentaria. Por lo tanto, las personas más afectadas o quienes adquieren mayor concentración de estas toxinas en su cuerpo son la población cercana al lugar donde realizan la quema (Wittsiepe et al., 2015) y quienes coman alimentos con estos compuestos (Serrano et al., 2020).	Las personas que realizan el proceso de quema de los RCE, solo manifiestan sentir durante el proceso de combustión, ahogo por causa del humo, pero hasta el momento no presentan ninguna enfermedad relacionada con la exposición a las dioxinas. No se cuenta con investigaciones o con información epidemiológica de la ciudad de Cali o del Valle del Cauca, que establezca los niveles de concentración de dioxinas en personas enfermas, o que demuestre la relación del padecimiento de algunas enfermedades en la población con este tipo de contaminación.
-----------------	---	---

Anexo D. Interpretación de la información

Actores involucrados

Tabla D1.

Valoración de incidencia de los actores involucrados en al caso de estudio.

	Actor	Función	Incidencia
1	Presidente de la ORO-1	Responsable	3
2	Líderes de bodega	Apoya	2
3	Alcaldía	Vigilancia	1
4	DAGMA	Vigilancia y controla	0
5	CVC	Vigilancia y Patrocina	1
6	SuperServicios	Vigilancia	0
7	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Apoyo y Financia	3
8	Recuperador de Oficio	Gestor	2
9	Vecinos – usuario del servicio de aseo	Cliente – usuario - Genera problema	2
10	Habitantes de calle	Cliente – Genera problema	0
11	Otras bodegas	Cliente – Genera problema	0
12	Quemador-1	Cliente – Genera problema	2
13	Exportadores de cobre	Cliente	0
14	Cliente del plástico de RCE	Cliente	1

Priorización de Problemas – Matriz de Vester

Figura D1.

Problemas identificados en el caso de estudio (Gestión de los RCE en la ORO-1).

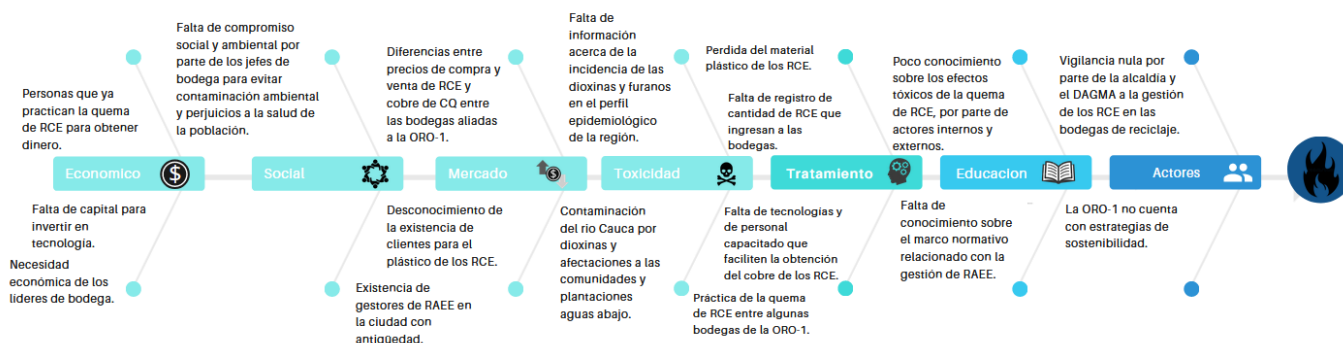


Tabla D2.

Problemas (variables) para análisis en la matriz de Vester.

Problemáticas en la gestión de RCE en la ORO-1 de Cali	
1	Población con bajos ingresos económicos - necesidad económica
2	Necesidad económica de los líderes de bodega
3	Falta de capital para invertir en tecnología
4	Vigilancia nula por parte de la alcaldía y el DAGMA a la gestión de los RCE en las bodegas de reciclaje
5	Poco conocimiento sobre los efectos tóxicos de la quema de RCE
6	Falta de compromiso social por parte de los líderes de bodega para evitar contaminación
7	Falta de tecnologías y de personal capacitado que faciliten la gestión de los RCE y la obtención del cobre
8	Contaminación clandestina del río Cauca
9	Falta de información acerca de la incidencia de las dioxinas y furanos en el perfil epidemiológico de la región
10	Falta de conocimiento sobre la existencia de clientes para el plástico de los RCE
11	Falta de estrategias de sostenibilidad en la ORO-1
12	Presencia de practica de quema de RCE entre las bodegas de la ORO-1

13	Baja o nula recuperación del material plástico de los RCE
14	Falta de conocimiento sobre el marco normativo relacionado con la gestión de RAEE
15	Falta de registro de cantidad de RCE que ingresan a las bodegas
16	Baja competitividad frente a otros gestores de RAEE de la ciudad
17	Diferencias entre precios de compra y venta de RCE y cobre de CQ entre las bodegas aliadas a la ORO-1

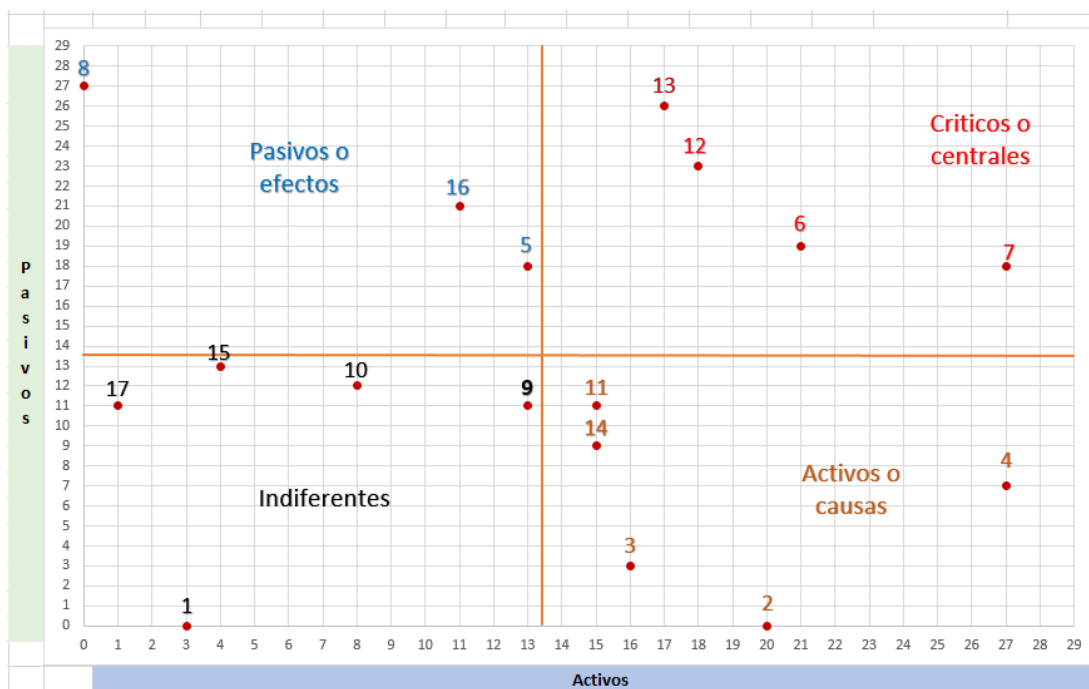
Figura D2.

Matriz de Vester para las problemáticas en la gestión de RCE en la ORO-1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total activos
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
2	0	0	2	0	1	3	3	2	0	1	0	2	3	0	0	2	1	20
3	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	2	3	0	0	3	0	16
4	0	0	0	0	3	2	2	3	2	1	2	3	2	3	3	1	0	27
5	0	0	0	2	0	1	1	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	13
6	0	0	0	0	1	0	2	3	0	2	3	3	2	1	0	2	2	21
7	0	0	0	0	3	1	0	3	0	2	2	3	3	2	3	3	2	27
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	3	3	1	1	1	0	0	2	1	1	1	0	0	0	14
10	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	8
11	0	0	0	0	1	2	2	2	0	1	0	2	1	1	1	1	1	15
12	0	0	0	0	1	3	0	3	1	1	0	0	3	0	2	3	1	18
13	0	0	0	0	1	2	1	3	0	2	0	2	0	0	2	3	1	17
14	0	0	0	2	3	1	1	1	3	0	1	1	1	0	0	1	0	15
15	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4
16	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	2	2	0	1	0	1	11
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total pasivos	0	0	3	7	18	19	18	27	11	12	12	23	26	9	13	21	11	

Figura D3.

Causalidad de problemas del caso de estudio. Grafica Matriz de Vester.



Anexo E. Planificación de estrategias para conseguir una gestión ambiental de los RCE en la ORO-1.

<p style="text-align: center;">Matriz DOFA</p> <p style="text-align: center;">Planificación estrategias</p> <p style="text-align: center;">Gestión de residuos de cable eléctricos en ORO-1</p>	<p>Fortalezas:</p> <p>F1: Trabajo en calle de los Recuperadores de oficio. F2: La ORO-1 compra los RCE en las bodegas, genera beneficios económicos a generadores de RCE.</p>	<p>Debilidades:</p> <p>D1: Falta de valores institucionales o política ambiental. D2: Falta de compromiso socio-ambiental por parte de los líderes de las bodegas. D3: Falta de capital humano enfocado en la gestión ambiental e innovación en la organización. D4: Falta de capital para invertir en innovación. D5: Desconocimiento de la alta toxicidad de los compuestos generados durante la quema de los RCE, por parte de líderes de bodega y recuperadores de oficio. D6: Desconocimiento del marco normativo sobre RAEE. D7: Baja o nula recuperación del material plástico de los RCE. D8: Presencia de la practica de quema de RCE entre las bodegas de la ORO-1.</p>
<p>Oportunidades:</p> <p>O1: Tendencia por los productos y servicios sostenibles por parte de los consumidores. O2: Posibilidad de financiación. O3: Existen clientes para el material plástico de los cables eléctricos (panam) en la ciudad de Cali.</p>	<p>Estrategia FO:</p> <p>F1O1: Convertir a los Recuperadores de Oficio en canales de educación. F2O1: Ofrecer el servicio de gestión sostenible de los RCE. F2O3: Fortalecer la alianza con los clientes del material plásticos de los cables.</p>	<p>Estrategia DO:</p> <p>OID1: Elaborar una política ambiental. OID2: Educar a los líderes de bodega en Responsabilidad Social Empresarial. OID3: Vincular una persona encargada de los programas de gestión ambientales. OID5: Educar a los líderes de bodega en los efectos negativos de la quema de RCE. OID6: Educar a los líderes de bodega en el marco normativo sobre la gestión de RAEE. O2D4D8: Buscar requisitos para acceder a financiación de las entidades del gobierno para adquirir tecnología y disminuir la practica de la quema de cables O3D7: Crear alianzas con clientes de panam.</p>
<p>Amenazas:</p> <p>A1: Presencia de gestores de RAEE en la ciudad. A2: Desconocimiento de la alta toxicidad de los compuestos generados durante la quema de los RCE, por parte de los habitantes del sector. A3: Personas que ya practican la quema de RCE para obtener dinero. A4: Vigilancia y control por parte de las autoridades ambientales de la ciudad.</p>	<p>Estrategia FA:</p> <p>F2A1: Buscar nuevas alianzas, empresas certificadas que compren los RCE, empresas que presten el servicio de tratamiento. F1A2: Convertir a los Recuperadores de Oficio en canales de educación. F2A3: Estandarizar y ofrecer un precio de compra de RCE atractivo.</p>	<p>Estrategia DA:</p> <p>A1: Fortalecer estrategia de gestión de RCE para brindar el servicio y retener usuarios. A3: Promocionar los impactos negativos de la quema de cables entre las personas que ya realizan esta practica. A4: Agilizar estrategia de gestión de RCE, antes de entrar en conflictos con las autoridades ambientales de la ciudad.</p>

Anexo F. Estrategia de Planeación para la gestión ambiental de RCE en la ORO-1

Aspectos	Objetivos	Metas	Actividades	Indicadores	Control operativo	Seguimiento y medición
Disposición de material plástico de los RCE como residuos ordinarios.	1. Aumentar el porcentaje de recuperación del material plástico de los RCE.	Aumentar progresivamente la recuperación del material plástico de los RCE en el 2022.	-Realizar método manual de pelado en los RCE. -Almacenar material plástico de los RCE. -Crear alianzas con clientes de panam.	-Porcentaje de aumento de venta de material plástico cada mes.	-Contratar persona encargada de la gestión ambiental de la organización.	-Seguimiento mensual de la cantidad de material plástico almacenado y/o vendido.
Emisiones de dioxinas, furanos y otros compuestos tóxicos al medio ambiente.	2. Disminuir la práctica de combustión lenta de RCE entre las bodegas de la ORO-1.	Disminuir en un 40% las emisiones de dioxinas y furanos para el año 2022.	-Realizar método manual de pelado en los RCE.	-Emisiones de dioxinas y furanos. - Porcentaje de RCE almacenado. -Porcentaje de RCE tratado con el método manual de pelado.	-Contratar persona encargada de la gestión ambiental de la organización. -Procedimiento de gestión de los RCE.	-Seguimiento mensual de la cantidad de RCE almacenado. -Seguimiento mensual de la cantidad de RCE tratado manualmente con el método de pelado.

					-Seguimiento mensual de la cantidad de cobre y material plástico de RCE vendido.
3.Asegurar la disponibilidad de estrategias, tecnología y/o talento humano que faciliten la gestión de los RCE en las bodegas aliadas a la ORO-1	Contar con una estrategia para dar tratamiento adecuado a los RCE y que genere beneficio económico en el 2022.	-Gestionar alianzas y/o financiación para dar gestión ambiental a los RCE.	Número de contactos realizados con gestores de RAEE e instituciones de financiación.	-Consideración de las solicitudes de los gestores de RAEE y de requisitos de las instituciones de financiación. -Adquirir tecnología para realizar tratamiento a los RCE. -Contratar persona encargada de la gestión ambiental	-Evaluación mensual del progreso de alianzas con gestores de RAEE. -Evaluación mensual del progreso del proceso de financiación.

					de la organización.	
Generación de varios impactos ambientales	4.Capacitar a los actores internos en la responsabilidad social empresarial y en el marco normativo sobre la gestión de RAEE.	Aumentar la comprensión de la responsabilidad social empresarial en los actores internos para el año 2022.	-Realizar capacitaciones sobre responsabilidad social empresarial y sobre el marco normativo relacionado con la gestión de RAEE.	-Cantidad de capacitaciones realizadas. -Cantidad de colaboradores de la organización que han recibido capacitación.	-Programa de capacitación “Plan para la gestión sostenible de RCE en la ORO-1”	Seguimiento trimestral de las capacitaciones proporcionadas a los colaboradores.

Anexo G. Cotización molino triturador de cables



COMERCIAL MAQUINARIA Y BIENES DE EQUIPO S.L.

N/Ref.: AA/ma
 Fecha:2022
OFERTA N° :ST-22/K750

MOLINO TRITURADOR DE CABLES K 750

- Molino triturador compacto para cables de cobre o aluminio
- Trituración mediante 3 cuchillas fijas y 2 contracuchillas, fácilmente regulables
- Separación en seco mediante mesa vibratoria
- Circuito circulación del aire, con saco para recogida del polvo y filtro del aire
- Equipo insonorizado
- Certificado CE
- Conexión 380-400 v, trifásica. Posibilidad monofásico modelo K 750-55

Características Técnicas	Producción entrada	Potencia instalada	Peso	Medidas mm
K 750-55	40-60 kgs/h	5,5 kw	500 kgs	1200x1200x1800
K 750-75	60-80 Kgs/h	7,5 kw	550 kgs	1200x1200x1800

PRECIO EQUIPOS

K 750-55: 14.900,00 €
 K 750-75: 16.600,00 €



RECAMBIOS INCLUIDOS:

- 1 juego completo de cuchillas
- 1 Parrilla de 2 mm
- 1 correa motor
- 1 saco filtro

CONDICIONES DE ENTREGA:

Embalaje marítimo especial:	300,00 €
Transporte CIF puerto más cercano:	1.350,00 €
Seguro a todo riesgo:	85,00 €

Incluye:

- Porte hasta puerto de destino
- Seguro a todo riesgo
- Gastos exportación

No incluye:

- Descarga ni almacenaje
- Aduanas importación
- Entrega en domicilio

PUESTA EN MARCHA:

Se envían manuales en Español y video de puesta en marcha y mantenimiento.

PLAZO DE ENTREGA:

8-9 semanas aprox.

CONDICIONES DE PAGO:

50% al pedido
50% al aviso máquina lista para entrega

VALIDEZ DE LA OFERTA:

30 DIAS.

C/Vic, 5 Planta Baja - 08173 SANT CUGAT DEL VALLES (BARCELONA)
Tel. 93 589 20 60 – Fax. 93 589 15 97
e-mail: cmbe@cmbe.es - web: www.cmbe.es
