

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

SEDE CENTRAL

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN, MODALIDAD

SEMINARIO, PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA.

MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN

CENTRAL DE ALAJUELA DURANTE EL PERÍODO 2021-2022.

SUSTENTANTES Y CÉDULA:

BOLAÑOS SOTO JERVIS

CORDERO FUENTES SINAY

MURILLO CHINCHILLA FRANCISCO

RODRÍGUEZ SALAZAR MARÍA FERNANDA

SOLANO GARRO ANGELICA

VÍQUEZ QUESADA JOSÉ ALONSO

ALAJUELA, 2021-2022.

Actualmente las personas estudiantes Bolaños Soto Jervis, Cordero Fuentes Sinay, Murillo Chinchilla Francisco, Rodríguez Salazar María Fernanda, Solano Garro Angelica, Víquez Quesada José, de la carrera de Ingeniería en Producción Industrial de la Universidad Técnica Nacional. Basándose en los conocimientos adquiridos durante el ciclo Universitario cabe destacar que se cuenta con las competencias técnicas para desempeñarse en diferentes áreas tales como procesos amigables con el ambiente, innovación y toma de decisiones, entre otras. Ya que según el programa de estudio de la carrera se abarca en los cursos de innovación, procesos industriales, calidad ambiental y gerencia de proyectos. Se llevo a cabo la realización del trabajo final de graduación modalidad seminario titulado “MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA DURANTE EL PERIODO 2021-2022”.

Según lo mencionado con anterioridad, como profesionales futuros a graduarse, se establece el compromiso de alcanzar un impacto positivo en las generaciones actuales y futuras; concientizar sobre la importancia de cuidar el medio ambiente y analizar estrategias de separación, recuperación y valorización de residuos especiales. De igual manera, los profesionales participantes del seminario, consideran de gran importancia esta investigación, puesto que la situación actual del tratamiento de residuos especiales requiere un amplio despliegue de conocimientos, que contribuyan a desarrollar la gestión de estos procesos.

Por otra parte, la *relevancia* de este seminario se centrará en sentar un precedente en cuanto al manejo adecuado de los residuos especiales en el país, puesto que, a la fecha, el historial de esta práctica es bastante deficiente a nivel nacional. El país cuenta con la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021, elaborado por Ministerio de Salud que describe la problemática del país.

Actualmente, de las 4000 toneladas de residuos sólidos generadas diariamente en el país; 3000 toneladas se reciclan, se exportan o llegan a rellenos sanitarios. Quedan aproximadamente 1000 toneladas de residuos que se depositan en vertederos, en las calles, ríos, lotes baldíos, y otros. Dada esta situación el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 plantea la meta de que al menos un 15% de esas 4000 toneladas diarias que actualmente no se gestionan integralmente; se les debe en los próximos tres años dar un tratamiento integral. (Ministerio de Salud, 2016, p.11)

Según la cita anterior queda en evidencia el mal manejo de los residuos tanto por parte de la población, municipalidades, instituciones públicas y privadas. Por lo tanto, surge la necesidad de buscar una solución factible de tratamiento de los no tradicionales para brindar una mejor gestión integral, asimismo, de mejorar el medio ambiente y la calidad de vida.

Aunado a lo anterior se pretende contribuir en el tratamiento de estos residuos ayudando a las entidades encargadas del proceso a optimizar la gestión para obtener como resultado un mayor control de datos. Asimismo, visualizar la manera de obtener ganancias al realizar este proceso del manejo de residuos.

Además, se considera la importancia de contribuir con la imagen ecológica que Costa Rica presenta ante el mundo, dejando una huella positiva a nivel ambiental. Puesto que, como profesionales se cuenta con los insumos necesarios para el accionar en dicha temática.

Así mismo, se conoce que en Costa Rica existen diferentes tipos de reciclajes y tratamientos enfocados a cada desecho, pero aún existen deficiencias en tratamientos para algunos residuos especiales como lo son las pilas, aires acondicionados, fluorescentes, refrigerantes, entre otros; ya que en el país no se cuenta con los equipos requeridos para tratar los mismos, por ende, se requiere investigar sobre los procesos de tratamiento de estos residuos mencionados anteriormente.

Así se desarrolló una propuesta de mejora mediante el presente seminario implementando en conjunto con los centros de acopio un modelo de trazabilidad para la documentación de la información, así como generar un manejo más apropiado de los residuos especiales. Estos estudios permitirán ampliar las competencias investigativas en las áreas relacionadas con la carrera de ingeniería en producción industrial tales como en los procesos ambientales, con nuevos diseños de sistemas productivos afines a la normativa ambiental.

Como palabras claves de este seminario están:

Residuos electrónicos

Tratamiento

Economía circular

Modelo

Gestión integral

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS
TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA
NACIONAL
(Trabajo colectivo)**

Ciudad Alajuela

Fecha 19/4/23

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Cédula
Bolaños Soto Jervis	117380588
Cordero Fuentes Sinay Pamela	207880770
Chinchilla Murillo Francisco	207890394
Rodríguez Salazar María Fernanda	207770740
Solano Garro Angélica	117160355
Viquez Quesada José Alonso	207680278

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

**MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN
CENTRAL DE ALAJUELA DURANTE EL PERIODO 2021-2022.**

El cual se presenta bajo la modalidad de:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación






Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 15/4/2023, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Central, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X	
Consulta electrónica con texto protegido	X	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	X	

Por otra parte declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Bolaños Soto Jervis	117380588	
Cordero Fuentes Sinay Pamela	207880770	
Chinchilla Murillo Francisco	207890394	
Rodríguez Salazar María Fernanda	207770740	
Solano Garro Angélica	117160355	Angelica Solano
Viquez Quesada José Alonso	207680278	

Día: 19/4/23

Acta de Presentación Oral y Pública de Trabajo Final de Graduación

Sesión del Tribunal Evaluador de la presentación oral y pública del trabajo final de graduación celebrada a las 9 horas del 15 de abril del 2023, con el objetivo de recibir la memoria de las personas estudiantes:

Francisco Murillo Chinchilla	207890394
María Fernanda Rodríguez Salazar	207770740
Angelica Solano Garro	117160355
José Alonso Viquez Quesada	207680278
Sinay Cordero Fuentes	207880770
Jervis Bolaños Soto	117380688

Quiénes se acogen al Reglamento de Trabajos Finales de Graduación bajo la modalidad de Seminario de Graduación para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial denominado: **"Modelo de tratamiento de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela durante el periodo 2021-2022"**.

Estando presentes las personas miembros del Tribunal Evaluador:

Roberto Orozco Sánchez	Director de carrera (Presidente)
César Guzmán Quesada	Profesor Tutor
Francisco Alí Salgado Solano	Lector

Que las personas miembros del Tribunal Evaluador, una vez revisado el documento escrito y escuchada la exposición oral y pública del Trabajo Final de Graduación para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial consideramos que:

1. De conformidad con la normativa vigente en la materia la persona estudiante obtuvo una calificación de 9,5.
2. Cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del Trabajo Final de Graduación.
3. Le es conferido el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial, con mención de honor.

Se da lectura al acta que firman las personas miembros del Tribunal Evaluador y la persona estudiante a las 10 horas del 15 de abril del 2023 y se remite copia a la persona estudiante para que proceda con los trámites correspondientes.


Jervis Bolaños Soto
Estudiante


Sinay Cordero Fuentes
Estudiante


José Alonso Viquez Quesada
Estudiante


Angélica Solano Garro
Estudiante


María Fernanda Rodríguez Salazar
Estudiante


Francisco Murillo Chinchilla
Estudiante


Francisco Alf Salgado Solano
Lector


César Guzmán Quesada
Tutor


Roberto Orozco Sánchez
Director de Carrera

San José, jueves 09 de marzo del 2023.

Señores:
Universidad Técnica Nacional.
Sede Central.

Estimados señores:

Leí y revisé el Trabajo Final de Graduación, (modalidad: seminario), titulado: *"Modelo de tratamiento de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela durante el período 2021-2022"*; elaborado por los estudiantes: Jervis Bolaños Soto, cédula de identidad número: 117380588; Sinay Cordero Fuentes, cédula de identidad número: 207880770; Francisco Murillo Chinchilla, cédula de identidad número: 207890394; María Fernanda Rodríguez Salazar, cédula de identidad número: 207770740; Angélica Solano Garro, cédula de identidad número: 117160355; José Alonso Viquez Quesada, cédula de identidad número: 207680278; para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.

Asimismo, corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan al escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y, desde ese punto de vista, considero que está listo para ser presentado, por cuanto cumple con todos los requerimientos necesarios para su defensa establecidos por la Universidad Técnica Nacional.

Cordialmente,


Lic. Laura Isabel Delgado
Cédula número: 1-07170-588.
Código N°10934.



Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR

San José, 09 de Marzo del 2023
Universidad Técnica Nacional

Estimado señor Director y Comisión de Trabajos Finales de Graduación:

Yo, **Francisco Ali Salgado Solano**, casado una vez, ingeniero, portador de la cédula de identidad número 107440232, en mi condición de lector del **TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN, MODALIDAD SEMINARIO, PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA** titulado **MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA DURANTE EL PERIODO 2021-2022**

propuesta por el (los) estudiante (s) **BOLAÑOS SOTO JERVIS 117380588, CORDERO FUENTES SINAY 207880770, MURILLO CHINCHILLA FRANCISCO 207890394, RODRÍGUEZ SALAZAR MARÍA FERNANDA 207770740, SOLANO GARRO ANGELICA 117160355, VÍQUEZ QUESADA JOSÉ ALONSO 207680278**, manifiesto lo siguiente:

1. Que la lectura del trabajo final de graduación concluye satisfactoriamente.
2. Que he leído el documento final y he hecho mis observaciones en el mismo.
3. Que he cumplido con las labores de lector encomendadas por la Universidad en forma y fondo.
4. Que considero que el documento final responde a las exigencias académicas establecidas por la Universidad.

Atentamente,



Ing. Francisco Salgado Solano. MAE

15 de abril del 2023

Señor
Ing. Roberto Orozco Sánchez
Director
Carrera Ingeniería en Producción Industrial
Universidad Técnica Nacional-Sede Central


Estimado señor:

Yo Ing. César Guzmán Quesada, en mi calidad de profesor tutor del Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en la carrera de Ingeniería en Producción Industrial denominado: "Modelo de tratamiento de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela durante el período 2021-2022", el cual fue presentado en la modalidad de seminario por los siguientes estudiantes:

- Jervis Bolaños Soto, ced. 117380588
- Sinay Cordero Fuentes, ced. 207880770
- Francisco Murillo Chinchilla, ced. 207890394
- María Fernanda Rodríguez Salazar, ced. 207770740
- Angélica Solano Garro, ced. 117160355
- Jose Alonso Víquez Quesada, ced. 207680278

Manifiesto que he realizado el seguimiento de los avances de este; así como, la revisión tanto de forma como de fondo del documento final de acuerdo con la rúbrica de evaluación establecida; por lo tanto, me avoco a indicar que dicho documento tiene la condición de **aprobado**, por lo que se amerita proceder con la presentación final de la exposición oral del mismo.

Atentamente


Ing. César Guzmán Quesada
Ced.109000414 CFIA II-13046
Docente-Tutor IPRI-UTN Sede Central

DEDICATORIA

El presente trabajo final de graduación está dedicado primero a Dios, ya que gracias a él he podido culminar mi carrera profesional de manera exitosa, a mis padres que me acompañaron durante todo este arduo camino, dándome el apoyo incondicional, brindándome el soporte para superar cada uno de los obstáculos que se presentaron en este trayecto que llega a su fin.

A mi hermano menor, quien me ha tomado como un ejemplo a seguir y siempre me brindó palabras de aliento en los momentos difíciles.

Asimismo, dedicado a cada uno de los docentes de la carrera de Ingeniería en Producción Industrial que nos enseñaron y compartieron sus conocimientos de los cuales muchos son puestos en práctica en nuestros oficios como ingenieros en nuestros trabajos.

Por último, y no menos importante, a este extraordinario equipo de trabajo y a cada uno de sus miembros por cumplir con los objetivos y dar siempre “la milla extra” en todos los trabajos y obstáculos que se presentaron en la realización del seminario.

Jervis Bolaños Soto.

Dedico este trabajo final de graduación, en primer lugar, a Dios, quien estuvo presente brindando sabiduría y entendimiento para concluir con nuestro objetivo.

A mi madre, María Guiselle Cordero, quien ha sido mi apoyo incondicional en esta etapa, me brindo su amor y comprensión, trabajó arduamente para que yo cumpliera mis sueños y me brindó la fuerza para concluir mi Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial.

A la memoria de mi abuelo, Álvaro Cordero, quien fue mi mayor inspiración, me procuró la mejor crianza para convertirme en una mujer de bien y quien estaría muy orgulloso de verme concluir una meta más.

A mis hermanos, mi ejemplo por seguir.

A los profesores, quienes nos brindaron los conocimientos, orientación y nos instruyeron para realizar nuestra labor de la mejor manera.

Finalmente, a mis compañeros de seminario, quienes han trabajado duro y con amor para completar con éxito el presente trabajo.

Sinay Cordero Fuentes.

Este seminario se lo dedico a Dios, quien fue nuestro principal guía para culminar esta etapa con éxito.

También una dedicatoria especial a mi madre, Bernardita Chinchilla, quien ha puesto todo su empeño y me ha dado el acompañamiento necesario para concretar este sueño.

A mi padre, quien, aunque ya no se encuentra con nosotros, sé estaría muy orgulloso de mí.

A los profesores de la Universidad Técnica Nacional, los cuales nos guiaron y apoyaron en todo este tiempo, a mis compañeros de seminario con los cuales compartí muchas experiencias.

Asimismo, a cada una de las personas quienes estuvieron involucradas y me animaron para lograr la culminación exitosa de este seminario.

Francisco Murillo Chinchilla.

Dedico mi trabajo final de graduación a Dios, en primer lugar, quien me dio la sabiduría a lo largo de su desarrollo.

Luego, a mis familiares, especialmente mi madre, Maribeth Salazar, quien ha sido parte fundamental de mi desarrollo profesional y por motivarme siempre a seguir adelante.

María Fernanda Rodríguez Salazar.

El presente trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en la carrera de Ingeniera en Producción Industrial, lo dedico a Dios, por haberme permitido culminar este ciclo.

A mi familia, por ser mi apoyo en cada una de mis etapas.

A mis padres, Etelgive Garro y Pedro Solano, a ellos les debo cada uno de mis logros.

A mi hermana, Susana Solano, por ser mi ejemplo.

A las nuevas generaciones de la Universidad Técnica Nacional, donde miles de jóvenes, con muchas ilusiones y metas, ingresan año tras año con el fin de ser mejores personas y más preparados para la sociedad.

A mis compañeros de seminario, con quienes se compartieron muchos momentos de alegrías y tristezas este trabajo representa el esfuerzo de muchos meses de profesores y estudiantes.

Angélica Solano Garro.

Este Trabajo Final de Graduación lo quiero dedicar primero a Dios, quien me ha dado la sabiduría para llegar hasta aquí, y también me ha guiado en este camino de aprendizaje y conocimiento.

Además, quiero hacer mención especial a mis padres y a mis hermanos, quienes han formado parte de todo este proceso gracias a su apoyo incondicional para seguir adelante.

A mi sobrinita Fátima, quien ha llegado a nuestra familia a llenarnos de amor y momentos maravillosos.

Finalmente, quiero dedicarles este gran logro a mis compañeros de seminario, puesto que sabemos el trabajo y el empeño que durante estos años hemos desarrollado para acercarnos a esta gran meta.

José Alonso Víquez Quesada.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por permitirme alcanzar unas de las metas de vida, por darme la perseverancia y la disciplina.

A mis papas por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años de carrera.

Gracias a los profesores de la carrera de Ingeniería en Producción Industrial, por enseñarnos todo lo que sabemos y por guiarnos para crecer, tanto de manera personal como profesional.

Agradecer a nuestro director de carrera, Roberto Orozco, quien desde el inicio de la carrera nos acompañó en el transcurso de ella, tanto como profesor como director en las instancias finales.

Por último, a nuestro tutor de seminario, primero, por aceptar la tutoría, por ayudarnos en los momentos más complicados y por siempre animarnos a concluir los objetivos propuestos por parte de los integrantes del seminario.

Jervis Bolaños Soto.

Doy las gracias principalmente a Dios, por guiarme en mi camino, por darme la sabiduría y comprensión para cumplir con mis metas de una manera exitosa, a mi madre por ser mi pilar fundamental, demostrarme su amor y apoyo incondicional, por su sacrificio y trabajo duro para brindarme los estudios, a mi abuelo por su crianza y por ser mi mayor inspiración porque gracias a sus consejos soy una mejor persona.

A todas las empresas quienes nos brindaron la confianza y nos compartieron sus conocimientos para lograr realizar el trabajo de graduación.

A los profesores quienes nos acompañaron en el camino con sus conocimientos, al tutor Ing. Cesar Guzmán Quesada por el arduo acompañamiento; así como, al director de carrera Ing. Roberto Orozco por el apoyo brindado desde el inicio de nuestra carrera.

Y a mis compañeros de seminario, por la excelente labor realizada, por la paciencia y el empeño puesto en el trabajo.

Sinay Cordero Fuentes.

Agradezco a mis profesores a lo largo de toda la carrera, en especial a nuestro profesor tutor Ing. César Guzmán Quesada, por el acompañamiento y retroalimentación en todo el proceso; como también al profesor David Quesada García, quien fue nuestra guía al inicio del desarrollo de nuestro seminario en los cursos de introducción al trabajo final de graduación.

Y finalmente a mis compañeros de seminario, ya que, sin el apoyo y compromiso de cada uno de ellos no se hubiera logrado el objetivo.

María Fernanda Rodríguez Salazar.

En primera instancia, le agradezco a Dios, mi motor para seguir adelante en mis metas profesionales y permitirme concluir con éxito este trabajo final de graduación.

A todas las empresas que nos abrieron sus puertas y nos permitieron obtener los conocimientos necesarios para la creación de este trabajo, del mismo modo, por estar dispuestos a colaborar se les agradece infinitamente su compromiso, atención y acompañamiento a lo largo del proceso.

A nuestro profesor tutor, el ingeniero César Guzmán Quesada, por sus valiosos aportes, tiempo y paciencia e impulsarnos siempre a aportar lo mejor de cada uno, así como fomentar una generación más consiente con el medio ambiente. También, al ingeniero Roberto Orozco Sánchez, por su gran amabilidad y compromiso.

A mis compañeros de seminario, por su paciencia y así como demostrarme durante el camino que las metas se pueden cumplir.

Angélica Solano Garro.

En primero instancia, agradecer a Dios por darme la sabiduría para salir adelante con mi formación profesional y permitirme concluir de manera satisfactoria este seminario.

A nuestro profesor tutor, el ingeniero Cesar Guzmán Quesada por guiarnos, tenernos paciencia y ayudarnos a mejorar conforme avanzaba el seminario. También a las empresas involucradas las cuales nos abrieron sus puertas para conocer lo valioso que es a lo que se dedican y plasmar eso en el seminario.

Un agradecimiento especial a los profesores, quienes nos han acompañado a lo largo de la carrera profesional y en el Trabajo Trabajo Final de Graduación.

También a nuestro director de carrera, ingeniero Roberto Orozco Sánchez, por su dedicación, empeño y amor por lo que hace buscando siempre el bienestar para sus estudiantes.

A mis compañeros de seminario, ya que son parte importante para la creación y éxito de este seminario, también por la paciencia, entrega y dedicación en todo este tiempo para cumplir el objetivo del seminario.

Francisco Murillo Chinchilla.

Quiero agradecer al Todopoderoso por ser mi guía durante toda esta importante etapa en mi vida. Nuevamente una mención especial para mis padres, que siempre han creído en mí y han estado atentos velando por mi superación como profesional y como persona.

A mis profesores, quienes compartieron sus conocimientos conmigo y mis compañeros, para formarnos como grandes profesionales.

Al Ing. Roberto Orozco, nuestro director de carrera, siempre atento a las necesidades de los estudiantes.

Además, al Ing. Cesar Guzmán, quien nos ha acompañado a lo largo de este seminario con sus valiosos aportes y conocimientos.

Agradecer a mis compañeros: Sinay, Angélica, Fernanda, Francisco y Jervis, quienes, con el esfuerzo y compromiso de cada uno, hemos formado un gran equipo de trabajo, lo cual nos permitió sacar adelante este seminario.

José Alonso Víquez Quesada.

Tabla de contenido

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Estado de la cuestión.....	3
1.1.1 Antecedentes Internacionales	3
1.1.2 Antecedentes Locales	10
1.1.3 Balance del apartado	13
1.1.4 Planteamiento del problema	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.3.3 Matriz de congruencia	18
1.4 Referente teórico	23
1.4.1 Aparatos Eléctricos, Electrónicos y sus Residuos.....	24
1.4.2 Contexto Medioambiental.....	25
1.4.3 Responsabilidades de la Gestión de Residuos y Electrónicos.....	26
1.4.4 Los Residuos Electrónicos un Problema Mundial del Siglo XXI.....	26
1.4.5 Procedimiento General de Reciclaje para Residuos Peligrosos	28
1.4.6 Sistema de Gestión de Residuos de Aparatos Electrónicos	28
1.4.7 Valorización de residuos.....	29
1.4.8 Gestión de residuos electrónicos y la economía circular.....	30
1.4.9 Gestión integral de desechos electrónicos.....	31
1.4.10 Tecnologías aplicables al reciclaje multidisciplinar.....	32
1.4.11 Estrategia Metodológica.....	33
1.5 Contexto Técnico	34
1.5.1 Impresora.....	34
1.5.2 Unidad de Proceso Central (CPU)	36
1.5.3 Monitor.....	38
1.5.4 Teclados	41
1.5.5 Calculadora	43
1.5.6 Escáner.....	44
1.5.7 Problemática Nacional.....	46
1.5.8 Enfoque de la Investigación	47
1.5.9 Tipo de estudio o profundidad	48
1.5.10 Muestra	49

1.6 Técnicas	51
1.6.1 Técnica Delphi	51
1.6.2 Entrevista	52
1.6.3 Documentos y registros	53
1.6.4 Matriz FODA.....	54
1.6.5 Cuestionarios y encuestas	54
1.6.6 Identificación del impacto ambiental.....	55
1.6.7 Revisiones Bibliográficas	55
1.6.8 Tratamiento y análisis de la información.....	56
1.6.9 Distribución de la Investigación por objetivo.....	56
1.6.10 Finalidad	56
CAPÍTULO II. SISTEMA ACTUAL DEL MANEJO DE RESIDUOS ELECTRONICOS EN COSTA RICA.....	58
2. Resumen Capítulo II.....	59
2.1 Plan de Gestión Integral de Residuos.....	59
2.2 Ubicación de los cantones que cuentan con un programa de recolección por medio de mapas.....	68
2.3 Empresas que brindan el tratamiento en Costa Rica.....	75
2.5 Leyes y reglamentos nacionales sobre la recolección, separación y tratamiento	85
2.6 Conocimiento de la población	87
CAPÍTULO III. PROCESOS Y SUBPROCESOS DE LOS RESIDUOS ELECTRONICOS DESDE SU SEPARACION HASTA LA INSERCIÓN INDUSTRIAL.....	113
3. Resumen Capítulo III.....	114
3.1 Etapas y subprocesos	114
3.2 Equipos y procesos	121
3.3 Situación actual Municipalidad de Alajuela	134
3.4 Empresas que brinden el tratamiento en Costa Rica	135
3.5 Consideraciones especiales para el transporte de RAEE.....	165
3.6 Equipos de tratamiento y procedimientos actuales	166
3.7 Gestión nacional e internacional	167
3.8 Impacto de la inserción al mercado actual	168
CAPÍTULO IV. DISEÑO EN UNA PRIMERA ETAPA UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS.....	170
4. Resumen Capítulo IV	171
4.1 Introducción.....	172
4.2 Convenios	173

4.3 Publicidad	179
4.4 Capacitación y culturización	184
4.5 Rutas	194
4.6 Valorización	201
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	214
5. Resumen Capítulo V	215
5.1 Conclusiones	216
5.2 Recomendaciones.....	219
BIBLIOGRAFÍA	222
ANEXOS	228

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Método de desecho	39
Ilustración 2. Estadística desecho artículos	40
Ilustración 3. Población provincia de Alajuela	49
Ilustración 4. Provincia de Heredia.....	60
Ilustración 5. Provincia de San José	61
Ilustración 6. Provincia de Guanacaste.....	62
Ilustración 7. Provincia de Cartago.....	63
Ilustración 8. Provincia de Limón.....	64
Ilustración 9. Provincia de Puntarenas.....	65
Ilustración 10. Provincia de Alajuela.....	66
Ilustración 11. Mapa cantones de Limón.....	68
Ilustración 12. Mapa cantones de Heredia.....	69
Ilustración 13. Mapa cantones de Cartago.....	70
Ilustración 14. Mapa cantones de Guanacaste.....	71
Ilustración 15. Mapa cantones de San José.....	72
Ilustración 16. Mapa cantones de Puntarenas.....	73
Ilustración 17. Mapa cantones de Alajuela.....	74
Ilustración 18. Estrategia de recolección Municipalidad de San Pablo, Heredia	82
Ilustración 19. Estrategia de recolección Municipalidad de Naranjo, Alajuela.....	83
Ilustración 20. Estrategia de recolección Municipalidad de Osa, Puntarenas	84
Ilustración 21. Edad de la población.....	88

Ilustración 22. Género de la población	89
Ilustración 23. Lugar de Residencia.....	90
Ilustración 24. Separación de residuos.....	91
Ilustración 25.Población que recicla en Costa Rica.....	94
Ilustración 26.Reciclaje de aparatos electrónico de la población	95
Ilustración 27.Razones por las cuales la población no recicla.....	96
Ilustración 288.Tendencia compra de artículos en los últimos seis meses	97
Ilustración 29.Formas de sustitución de artículos viejos	98
Ilustración 30.Otras formas de desecho utilizadas.....	99
Ilustración 31.Conocimiento sobre temas relacionados al tratamiento de aparatos electrónicos .	99
Ilustración 32. Conocimiento principio de responsabilidad extendida del productor	100
Ilustración 33. Conocimiento sobre recolección en el Cantón	101
Ilustración 34. Conocimiento sobre gestores autorizados.....	102
Ilustración 35. Conocimiento si la población utiliza los servicios de los gestores autorizados..	103
Ilustración 36.Conocimiento sobre cobrar remuneración por brindar el servicio	104
Ilustración 37. Conocimiento sobre los gestores no autorizados	105
Ilustración 38. Conocimiento sobre plan de recolección municipal para aparatos electrónicos	106
Ilustración 39. Conocimiento sobre la responsabilidad Municipal.....	107
Ilustración 40. Conocimiento sobre el impacto a la salud pública y ambientales	108
Ilustración 41. Cantidad de residuos electrónicos por año	111
Ilustración 42. Separación correcta de residuos.....	119
Ilustración 43. Gases refrigerantes.....	120
Ilustración 44. Residuos de Manejo Especial	121

Ilustración 45. Reciclaje de residuos electrónicos en Costa Rica.....	122
Ilustración 46. Recolección de los residuos electrónicos.....	123
Ilustración 47.Llegada de los residuos al centro de acopio	123
Ilustración 48.Pesaje de los residuos	124
Ilustración 49.Separación por familias	124
Ilustración 50.Desarme de los residuos	125
Ilustración 51.Separación de los diferentes materiales	125
Ilustración 52.Proceso Tratamiento del Cobre.....	126
Ilustración 53.Proceso Tratamiento de Tóner.....	127
Ilustración 54.Proceso de tratamiento de fluorescentes.....	128
Ilustración 55.Trituradora	130
Ilustración 56.Compactadora	131
Ilustración 57.Peladoras de cable.....	132
Ilustración 58.Màquinas de recuperación del refrigerante.....	133
Ilustración 59.Maquina Tratamiento fluorescentes.....	134
Ilustración 60.Cantón de Alajuela.....	143
Ilustración 61.Mapa Ruta 1	146
Ilustración 62. Mapa Ruta 2.....	148
Ilustración 63. Mapa Ruta 3.....	150
Ilustración 64. Mapa Ruta 4.....	152
Ilustración 65. Mapa Ruta 5.....	154
Ilustración 66. Mapa Ruta 6.....	156
Ilustración 67. Mapa Ruta 7.....	158

Ilustración 68. Mapa Ruta 7.....	160
Ilustración 69. Mapa Ruta 9.....	161
Ilustración 70. Mapa Ruta 10.....	163
Ilustración 71. Distribución de rutas.....	164
Ilustración 72. Modelo de Gestión Integral.....	172
Ilustración 73. Correo electrónico.....	179
Ilustración 74. Página de Facebook.....	180
Ilustración 75. Página en Instagram.....	181
Ilustración 76. Publicidad.....	182
Ilustración 77. Publicidad.....	183
Ilustración 78. Interfaz de la aplicación.....	185
Ilustración 79. Interfaz de la aplicación.....	186
Ilustración 80. Interfaz de la aplicación.....	186
Ilustración 81. Interfaz de la aplicación.....	187
Ilustración 82. Interfaz de la aplicación.....	188
Ilustración 83. Interfaz de la aplicación.....	189
Ilustración 84. Interfaz de la aplicación.....	190
Ilustración 85. Ilustración.....	193
Ilustración 86. Centro de acopio Municipalidad de Alajuela.....	196
Ilustración 87. Centro de acopio Universidad Técnica Nacional.....	196
Ilustración 88. Diseño de los centros de recuperación.....	199
Ilustración 89. Futuros de metal.....	202
Ilustración 90. Precio metal en dólares por libra.....	202

Ilustración 91.Inversión	204
Ilustración 92.Depreciación	205
Ilustración 93.Ingresos	206
Ilustración 94.Costos.....	207
Ilustración 95.Desarrollo de la deuda	208
Ilustración 96.Estado de resultados.....	209
Ilustración 97.Flujo de caja.....	210
Ilustración 98.Flujo de fondos	211
Ilustración 99.Punto de equilibrio.....	212
Ilustración 100. Anexo 3 Plan de Trabajo	1
Ilustración 101.Anexo 4 Gantt Modelo	1

Índice de tablas

Tabla 1.Matriz de congruencia interna	18
Tabla 2.Cálculo del tamaño de la muestra	50
Tabla 3. Características de selección de la población.....	51
Tabla 4. Cantones de la provincia de Alajuela que cuentan con recolección de desechos electrónicos	67
Tabla 5.Desechos no tradicionales.....	92
Tabla 6.Desechos Electrónicos	93
Tabla 7. Reglamentos publicados y asociados a la Ley para la Gestión Integral de Residuos en Costa Rica	117
Tabla 8.Segmentación distritos del Cantón de Alajuela	144
Tabla 9.Ruta 1	145
Tabla 10.Ruta 2	147
Tabla 11.Ruta 3	149
Tabla 12.Ruta 4	151
Tabla 13.Ruta 5	153
Tabla 14.Ruta 6	155
Tabla 15.Ruta 7	156
Tabla 16. Ruta 8.....	159
Tabla 17.Ruta 9.....	161
Tabla 18.Ruta 10.....	162
Tabla 19. Propuesta Capacitación y culturización	191
Tabla 20.Rubros	197

Tabla 21. Anexo 1. Entrevista Municipalidad	229
Tabla 22. Anexo 2. Encuesta sobre el conocimiento del tratamiento de residuos electrónicos en Costa Rica.	232

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Resumen Capítulo I

El alcance de este capítulo consiste en realizar una investigación exhaustiva estableciendo una base para introducir al lector sobre el entendimiento del tema y puntos clave para la realización de los objetivos, en el capítulo uno metodología de la investigación, se encontrarán contenidos de investigación, tanto nacionales como internacionales sobre el tratamiento de residuos electrónicos, se establecieron los objetivos por tratar en el seminario. Aunado a ello, el referente teórico acerca de los conceptos más importantes para mayor comprensión en la dirección del seminario; además, el contexto técnico donde se mencionan los aparatos electrónicos y técnicas aplicables para mayor obtención de información para el desarrollo de este trabajo.

1.1 Estado de la cuestión

1.1.1 Antecedentes Internacionales

El estado de la cuestión es muy importante para elaborar una investigación, ya que, permite conocer sobre la situación actual del tema que se quiere indagar. Asimismo, para Reboratti y Castro (1999), el estado de la cuestión, “consiste en la búsqueda y análisis de la bibliografía existente sobre un tema. Está dirigido a que el alumno sea capaz de determinar y evaluar las distintas líneas de investigación que existen sobre el mismo” (p.1). Según lo anterior, se examina en artículos, revistas y tesis que sean antecedentes internacionales como nacionales.

A continuación, se procede a presentar las investigaciones internacionales, de tal forma, como lo menciona Carretero (2015) en la revista “Avances en la prevención y reducción de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”, es importante considerar el tratamiento que se le dará a estos aparatos una vez que cumplan el ciclo de vida útil, esto con el propósito de obtener un mayor aprovechamiento económico y a su vez reducir el impacto ambiental que estos generan.

Hay que tener en cuenta que determinados tipos de aparatos eléctricos y electrónicos contienen algunas sustancias peligrosas, pero también materiales valiosos desde un punto de vista económico (como metales preciosos), razones por las que se insiste en la recogida separada a través de cuatro vías: las entidades locales, los distribuidores, los productores de AEE y los propios gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. (p.217).

Consecuentemente, con base en la definición anterior, se indica que los residuos electrónicos se generan diariamente, ya que, al vivir en una Era 4.0, existe cada vez más innovación de estos, por ende, se produce aún más contaminación. En la época actual existen tratamientos, sin embargo, no de manera adecuada, por lo tanto, es de gran necesidad generar modelos sostenibles.

Es importante conocer las utilidades de los aparatos electrónicos en la vida cotidiana, y aún más relevante es diseñar aparatos electrónicos eficientes y amigables con el ambiente. Debido al incremento exponencial de generación de residuos, es indispensable el estudio para una mejor gestión y de esta manera garantizar una sostenibilidad en todas las partes de su proceso. Considerando los aspectos anteriores, es inevitable sentar responsabilidad tomando medidas cuanto antes, que contribuyan a mejorar las prácticas actuales con el objetivo de minimizar el daño ambiental irreversible que afecta al país y al resto del mundo.

Sumado a lo anterior, según Soler (2018), en la tesis “Reducción de contaminantes en la descomposición térmica de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos”, indica que más que evitar la producción de este tipo de productos, se debe enfocar los esfuerzos de adaptar el ciclo de vida de los residuos especiales de una manera más amigable con el ambiente, así como de generar un mayor desarrollo en el tratamiento de estos.

La prevención en la generación de residuos es la mejor opción. Sin embargo, no producirlos es una tarea casi imposible. Por eso, se ha de fomentar la recogida separada de cara a posibilitar la reutilización y el reciclaje de los materiales y componentes que los conforman y el tratamiento de sustancias peligrosas que contienen. Esta acción supone un importante ahorro de materias primas, energía y, en consecuencia, una reducción de emisiones a la atmósfera. En último lugar, si no es posible llevar a cabo ninguna de las opciones anteriores, se puede optar por la eliminación en vertederos.

El proceso de reciclaje comienza en el momento en que el aparato eléctrico y electrónico es desechado, recogido y transportado para su clasificación, almacenaje y posterior tratamiento, que consta de las siguientes etapas: descontaminación, desmontaje y líneas específicas de valorización para las fracciones obtenidas (una fracción metálica y otra no metálica). (p.45).

En relación con la lectura de la tesis en estudio, la gestión de los residuos electrónicos que se realiza en la actualidad se efectúa de manera ineficiente e incorrectamente. Como existe una segregación de la parte política a la realidad, la recuperación de los materiales presentes en estos residuos se realiza de manera informal, provocando así riesgos a los seres humanos y al ambiente.

Asimismo, se debe reconocer la importancia de darles un buen manejo y tratamiento a estos residuos especiales, dado que el uso irresponsable de la sociedad incrementa el número de estos residuos. Así como también la peligrosidad de sus componentes; por tal motivo, se recalca la prevención ante el destino final que tengan dichos electrónicos fomentando su reciclaje.

Además, estos aparatos quedan obsoletos en un tiempo muy rápido siendo sustituidos por nuevos e innovadores productos haciendo que estos se conviertan en residuos electrónicos que cada día aumentan exponencialmente su existencia.

Por consiguiente, como menciona Clinckspoor y Ferraro (2020), en la revista “Análisis de los actores involucrados en el tratamiento de los residuos electrónicos de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en la ciudad de Mar del Plata*” indica que los aparatos electrónicos encontrados en la cotidianidad urbana-industrial plantean un desafío en su gestión después de cumplir su ciclo de vida; la presente tesis busca analizar diferentes procesos para la revalorización de los residuos electrónicos y una posible incorporación de los materiales reutilizables.

Según el informe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) de 2015, entre un 60% y un 90% de los RE que se generan cada año en todo el mundo son tratados de manera informal o depositados directamente en rellenos sanitarios. En América Latina no son menores los porcentajes y representan un sector significativo en la cadena de reciclaje de los RE. (p.55).

Al igual que la ciudad de Buenos Aires y el resto de América Latina, Costa Rica no es la excepción al enfrentar el reto para una buena gestión de los desechos electrónicos. De tal modo, en la actualidad, se realizan procedimientos ineficientes con malos métodos en toda la cadena y programación de recolección, así como la reutilización de los componentes de los aparatos electrónicos.

Asimismo, en el análisis de la tesis se desea encontrar las vías eficientes o trayectorias principales para los desechos electrónicos. Estudiando cada una de las etapas y ciclos por las que pasa el producto en cuestión.

Asimismo, Pascuas, Correa y Marlé. (2018), en la revista Residuos electrónicos, señalan que: en el análisis de las implicaciones socioambientales y alternativas frente al metabolismo urbano, se hace énfasis en el aumento acelerado y el consumismo de aparatos eléctricos a causa de los avances tecnológicos y a la sociedad moderna y su uso creciente de estos artefactos.

Ante la problemática generada por los RAEE, debido principalmente al consumismo de tecnología y la apropiación incontrolada de materias primas, podría ser útil acercarse a las motivaciones socioeconómicas y culturales que tiene la sociedad. Disminuir la dependencia por la extracción de minerales, a través de la configuración de fuertes políticas y estrategias para maximizar la separación, recuperación, reutilización y reciclaje de los RAEE, desde enfoques analíticos, como el metabolismo urbano y metabolismo socioeconómico. (p.246).

De la cita anterior, se recalca la importancia de concientizar a la sociedad sobre el uso acelerado, así como un alto consumismo de aparatos eléctricos que se ha incrementado en los últimos años con la modernización y aceleramiento tecnológico. También, se incentiva la toma de medidas adecuadas de tratamiento y recolección que se le debe aplicar a la gestión de estos residuos, ya que, a través de un tratamiento responsable, se logra un mejor aprovechamiento de este recurso y ayuda a la reducción del alto volumen generado de estos residuos, también ayuda al medio ambiente, el cual, resulta ser el más

perjudicado con esta problemática. Por otra parte, se menciona sobre la economía circular que se puede obtener con un correcto proceso de reciclaje, debido a que estos contienen materiales valiosos entre ellos algunos metales que se pueden explotar en otro proceso.

De esta manera, según Puentes (2018), en su artículo de revista sobre la Gestión y Prevención de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, habla sobre lo rápido que sustituyen los aparatos electrónicos, sin antes revisar si pueden o no ser reparados representando grandes problemas tanto ambientales como económicos.

Los breves ciclos de innovación a los que están sometidos y las actuales dinámicas de consumo provocan que a menudo sean desechados cuando todavía eran funcionales o fácilmente reparables. Para revertir esta tendencia se hace necesario un diseño de los productos que tenga en cuenta todo el ciclo de vida, fabricando aparatos más duraderos, resistentes, robustos, reutilizables, actualizables, reparables, desmontables y con componentes estandarizados para facilitar su repuesto. (p.12).

En relación con lo citado anteriormente, se aprecia la necesidad de la existencia o creación de un innovador plan a seguir, esto a la hora de realizar la recolección de estos desechos con el objetivo de generar toda una estrategia con la cual se logre la separación y revisión apropiada antes de desechar uno de estos aparatos.

Lo ideal es estandarizar un método con el cual se pueda visualizar todo el proceso o los pasos por seguir a la hora de recolectar estos productos y ver cuál va a ser el uso que se les dará, ya sea que se recicle o se procese cada parte de un aparato eléctrico en específico. La idea de crear este documento es dar una mejor gestión de estos aparatos una vez cumplido su ciclo de vida, evaluando el destino que se les dará dar a los mismos reduciendo el impacto ambiental que este provoca y logrando generar recursos, pues no tenemos la capacidad de darle un uso ideal y debe de ser vendido a otro país.

Además, según Pérez (2019), describe en la tesis sobre los requerimientos correctos para la gestión de residuos una vez que estos ya han cumplido su tiempo de vida útil y la forma en que las empresas que brindan estos productos y servicios tienen responsabilidad en la gestión de estos.

Las empresas productoras de estos residuos no invierten tiempo en el desmantelamiento de este tipo de material, para finalmente llegar a un tipo de reutilización, muchas de ellas están en desconocimiento por parte de las empresas y no manejan ciertas áreas ambientales, que permiten proveer los medios necesarios, y así aprovechar los residuos que se generan. (p.14).

Como se indica en la cita actualmente, en el país se conoce sobre programas de reciclaje y algunas municipalidades cuentan con programas de recolección para residuos especiales; no obstante, por temas culturales, no se cuenta con la suficiente información para saber qué hacer o saber cómo manejar de forma adecuada cada uno de estos artefactos para ser desechados de una forma responsable con la idea de que se pueda aprovechar ese residuo generado y así lograr mantener niveles bajos de contaminación ambiental. Debido a esta falta de información emitida para los consumidores surge la brecha con el tema de la falta de compromiso de las empresas productoras o distribuidoras hacia la gestión de estos residuos ya que ellos son responsables y pueden encargarse de los mismos, pero es un tema del cual pasa a ser de desinterés para dichas entidades, puesto que ello representa un costo adicional.

Sin embargo, según Partida y Meza (2017), esta problemática de los RAEE no se presenta solo en Costa Rica, sino que también a nivel mundial, puesto que se observa la falta de cultura e información adecuada para que las personas hagan una buena gestión de estos desechos. Esto es responsabilidad de las autoridades gubernamentales, aunque también de las personas y que tan interesados están por el tema siendo conscientes de que los seres humanos somos los únicos de que podemos efectuar un cambio y gestionar mejor nuestros residuos.

Existe, por tanto, un problema de coordinación de esfuerzos entre actores territoriales para el correcto manejo y disposición de RAEE, donde no existe una triangulación orientada a una planeación estratégica entre usuarios (ciudadanos), gobierno (en sus tres niveles) y también, entre productores de aparatos eléctricos y electrónicos. (p.12).

El objetivo primordial es el cambio de estrategia en función a mantenerse informado sobre las prácticas de consumo y post-consumo de aparatos electrónicos, porque nada se logra con contar con equipo, instalaciones, información, etcétera; si no logramos darle una adecuada gestión. Es necesario concientizar a la población que alguna acción mal hecha hace que el residuo no pueda ser reutilizado y tenga que ser desechado al vertedero, lo cual muchos daños irreversibles al medio ambiente, por lo cual son importantes las estrategias de separación tratamiento y concientización en colaboración con los usuarios y los productores de esos aparatos.

Finalmente, según Ruda (2019), en su artículo sobre Manual de manejo integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Siigo S.A habla de las diferentes etapas que puede formar un manual de estos de forma detallada abarcando cada punto importante como considerar normas internacionales, condiciones en el punto de recolección, condiciones técnicas; todo con el objetivo de lograr una buena gestión de residuos.

En Colombia son cinco empresas operadoras de RAEE que cuentan con licencia para gestionar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos según la (Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe RELAC, 2011), pues presentan un programa de reacondicionamiento importante, en el que existe una estandarización para la recolección, transporte y tratamiento de RAEE, además de que algunas de ellas cuentan con alianzas internacionales que robustecen su gestión. (p.36).

Con base en la cita anterior, es importante contar con un manual estandarizado con el cual se pueda evaluar la correcta gestión de residuos eléctricos, ya que en el país no se cuenta con uno de estos que permita facilitar a las municipalidades, empresas privadas u otras organizaciones interesadas, además de capacitar y crear una cultura en la sociedad todo con el objetivo de generar beneficios económicos, ambientales, sociales y muchos otros beneficios más los cuales nos llevan a la formación de un mejor país para las futuras generaciones.

1.1.2 Antecedentes locales

Cabe considerar por otra parte que, siendo Costa Rica catalogado como uno de los países más amigables con el medio ambiente según la siguiente cita se demuestra mediante el análisis realizado por Chinchilla Murrell, Vetrani & Bermúdez (2015), sobre “Propuesta para la gestión ecoeficiente de una planta de operaciones dedicada al manejo de residuos en el Instituto Costarricense de Electricidad”, que para el año 2015 el 90% de los empresarios desconocía cómo hacer que su empresa fuera responsable con los impactos que generaba. Por tanto, se puede decir que desde el 2015, que existe esta problemática a nivel país han transcurrido seis años donde no ha existido mejoría ni solución alguna. Por ende, surge la necesidad de buscar soluciones sostenibles y rentables que generen un impacto positivo en la población, medio ambiente y en los procesos de tratamientos.

Específicamente en Costa Rica, en el 2011, de acuerdo con un diagnóstico de la Asociación de Desarrollo Empresarial, el 90% de los empresarios costarricenses a quienes se les aplicó el estudio, desconocía cómo hacer que su empresa fuera responsable con los impactos que generaba, y tan solo el 10% era consecuente con las acciones de una gestión empresarial responsable con el ambiente (AED, 2014). En su afán de cumplir con su compromiso internacional con el desarrollo sostenible, Costa Rica ha enmarcado, en sus políticas, la puesta en marcha de varios instrumentos como el Plan Nacional de Energía; Áreas de Acción (Agenda

verde, café, azul, energética); Estrategia Nacional de Cambio Climático; Producción más limpia (P+L); y varios instrumentos legales que, entre otros, permiten encaminar actividades productivas hacia la eficiencia (MINAE, 2015). (p.56).

La situación descrita por Chinchilla Murrell, Vetrani & Bermúdez (2015), evidencia el alarmante nivel de desconocimiento de buenas prácticas ambientales por parte de los empresarios, quienes por consiguiente existe una gran probabilidad de que sus empresas no cuenten con prácticas ambientales adecuadas que minimicen el impacto que se produce en los ecosistemas. Para el manejo de residuos especial es necesario buenas prácticas ambientales, además, de la importancia que surge de la mano con los grandes avances tecnológicos de mejorar los procesos de tratamientos, ya que se tiene como objetivo mejorar la eficiencia ambiental considerablemente; del mismo modo, se contaría con beneficios económicos, rentabilidad en las instituciones y generar un valor agregado a la imagen.

Además, según Rojas y Bogantes (2018), en su artículo “Cuantificación y caracterización de los Residuos Sólidos”, trata sobre los residuos ordinarios que son enviados a los rellenos sanitarios y con ello poder sensibilizar a los estudiantes para que contribuyan con la gestión responsable de estos residuos.

Se evidencia que Costa Rica no cuenta con una gestión responsable e integral de los residuos sólidos, además, que “los ciudadanos prefieren los rellenos sanitarios y botaderos como destino final de estos, aun cuando la Ley GIR N° 8839 ha obligado a diferentes instancias a buscar soluciones alternativas para el tratamiento de los diferentes” residuos. (p.p 58-59).

En relación con la cita anterior, se visualiza la necesidad de una mejor gestión de los residuos sólidos en nuestro país, esto se puede lograr creando conciencia en la población sobre la problemática que surge el mal uso de estos y lo ideal es una gestión responsable. Al no existir un plan para el abordaje de estos productos, son enviados a los botaderos o rellenos sanitarios; lo cual generan una gran contaminación

de aguas, suelos y aire, debido a que no son tratados apropiadamente. Un ejemplo muy claro es el mercurio liberado de los fluorescentes, una vez que estos se quiebran y son llevados a los rellenos sanitarios porque en el país no se cuenta con las condiciones para ser tratado representando un riesgo para sociedad y aumentando los niveles de contaminación.

De igual manera, actualmente la industria cuatro punto cero ha logrado la creación de mayor tecnología a un paso más acelerado que ha traído consigo grandes aportes positivos, pero por esto también existe una problemática que afecta el desecho de los residuos especiales, ya que hoy por hoy la sociedad no se encuentra capacitada para lograr separar los desechos de manera adecuada, tal y como se demuestra en la siguiente cita “En el año 2016, el 64% desecharon al menos un artículo electrónico; para el año 2017, este porcentaje es de 62%.” (Ministerio de Ciencia, 2018) como se demuestra que todos los seres humanos son parte de la producción de los desechos de este tipo de materiales. Por ello, es necesario generar un modelo de tratamiento que permita la eliminación de estos artículos de manera sostenible. Y tomando en cuenta que algunos contienen componentes que son altamente contaminantes.

El estudio evidencia que la acción de desechar un artículo eléctrico o electrónico depende en gran medida de la región de planificación en la cual residen las personas, de los grupos de edad, del nivel educativo, así como del nivel de ingresos de las personas. La población que reside en la Región Central es la que más desecha artículos eléctricos o electrónicos. Además, se observa que, a mayor nivel educativo mayor es la proporción de personas que desechan estos artículos, y conforme el nivel de ingresos aumenta también aumenta este porcentaje. (Ministerio de Ciencia, 2018, p.27).

Como se menciona en la cita anterior, por medio del aprovechamiento de las nuevas tecnologías se pueden generar diferentes estrategias o modelos de tratamiento con los cuales lograr un mejor manejo para todos estos residuos especiales con el objetivo de eliminar estos de manera sostenible y con ello

evitar daños ambientales. Esto nos reta a lograr crear la cultura de reciclar en la población costarricense capacitando a las personas para que logren visualizar la importancia de esta práctica y que trate ventajas tanto ambientales como de salud.

1.1.3 Balance del apartado

Tras la realización del estado de la cuestión se logra analizar los antecedentes más relevantes sobre la situación actual del tema, así como también investigaciones que se han realizado respecto al tratamiento de residuos electrónicos, esto da un horizonte hacia donde se quiere dirigir este trabajo final de graduación.

En relación con la problemática actual, uno de los componentes más importantes dentro de este marco y desde una perspectiva como grupo de trabajo se desea buscar mejoras que colaboren al tratamiento de los residuos especiales desde el área de Ingeniería en Producción Industrial analizando la logística de recolección y manejo de los residuos de igual modo concientizar a la población actual para poder brindar un aporte positivo en el tema.

Analizada la situación actual del tema a nivel nacional e internacional, se logró conocer sobre la relevancia que el presente documento puede brindar hacia las generaciones futuras. Por ende, la elaboración del estado de la cuestión ofrece un panorama más amplio para dirigir el enfoque, considerando como prioridades la preservación del medio ambiente, en combinación con los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Tal y como aduce Soler (2018), se espera que haya un incremento de aproximadamente 4.5 toneladas métricas de residuos de aparatos electrónicos, situación que evidencia la problemática potencial a la que se enfrenta la humanidad. Ante estos datos, se crea la importancia de investigar muy minuciosamente antecedentes nacionales e internacionales de esta problemática que evoluciona con el pasar del tiempo,

y, en caso de no tomarse las medidas adecuadas, las consecuencias podrán ser muy lamentables, tanto para el medio ambiente como para la salud pública.

De acuerdo con Puentes (2018), muchos de los artículos que son desechados diariamente, pudieron haber sido reparados o ni siquiera habían terminado su vida útil. Esta situación pone en evidencia el auto consumo de estas tecnologías por parte de la población en general, lo que engrosa los números de basura electrónica, en vertederos y demás lugares que son utilizados para ser desechados

Por otra parte, Carretero (2015), se debe plantear la importancia que representa tener una visión más amplia sobre los tipos de sustancias peligrosas además materiales valiosos y porque medios obtener la información, ya sea, por entidades locales, distribuidores o propios gestores de residuos eléctricos y electrónicos.

Asimismo, es importante mencionar la oportunidad potencial de negocio que este proceso puede generar. De acuerdo con Pascuas et al. (2018), una tonelada de RAAE tiene un costo de €500, tomando en cuenta los miles de toneladas que llegan a ser parte de estos residuos, además del valor agregado que sus componentes pueden brindar, entre los cuales se pueden mencionar hierro, cobre, oro aluminio, entre otros. En el presente, estos procesos se llevan a cabo, sin embargo, suelen ser con pocos controles y poca conciencia ambiental, por lo que se debe impulsar poco a poco la gestión de los residuos de manera sostenible con el medio ambiente.

Finalmente, tomando en cuenta la gran cantidad de industrias y empresas que operan en el cantón alajuelense, es importante lanzar campañas para que tomen también su papel fundamental en cuanto a la gestión de sus propios residuos, tales como computadoras, impresoras, baterías, entre otros, y que no se sabe a ciencia cierta cuál es el destino final de estos residuos, y que podrían ser tratados de forma sostenible con un modelo adecuado a nivel cantonal.

1.1.4 Planteamiento del problema

El entorno actual de la tecnología ha evolucionado aceleradamente a través de los años y sigue en constante avance, lo cual, de una u otra manera, crea un impacto indirecto en el aumento considerable de generación de desechos electrónicos. En Costa Rica el manejo de estos no se da por medio de las municipalidades en muchos de los casos, por otro lado, existen algunas empresas privadas que se encargan del reciclaje de algunos residuos electrónicos, sin embargo, no se conoce si se realiza un tratamiento o proceso de desintegración de dichos desechos. Además, se conoce que hay un problema de educación de la ciudadanía con respecto a cómo reciclar un aparato electrónico.

Según el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (2018), se consultó a las personas entrevistadas si han desechado algún aparato, así como la manera en la cual lo desecharon. En el año 2016, el 64% desecharon al menos un artículo electrónico; para el año 2017, este porcentaje es de 62%. (p.18). Además, también se menciona que “el desecho de artículos electrónicos es común en la población de Costa Rica. Según datos de 2016 y 2017, 6 de cada 10 personas han desechado al menos un artículo, entre ellos, televisores o monitores, computadoras, UPS (baterías de computadora), teléfonos móviles, *routers* inalámbricos o *módems* y radios” (p.27).

Con respecto a lo anterior es importante recalcar que el desecho de estos residuos es muy común entre la población costarricense; por consiguiente, se crea la necesidad de desarrollar propuestas ante las interrogantes en cuanto al tratamiento de estos residuos, debido al incremento acelerado de estos desechos, razón que motiva a desarrollar un modelo de gestión que contribuya a solucionar parcial o totalmente estos problemas.

De esta manera la formulación del problema de investigación es el siguiente:

¿Cuáles son las estrategias eficaces para una gestión integral óptima en las diferentes etapas de recolección de residuos electrónicos desde la recolección del residuo, la clasificación según su tipología,

análisis, tratamiento requerido, su destino final y por último su inserción nuevamente a la industria, además, que nos permita analizar una valorización de sus componentes?

1.2 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación consiste en: “El manejo y gestión integral de los desechos producidos por material electrónico con respecto a las acciones realizadas para tratarlos por parte de la ciudadanía, así como por las autoridades gubernamentales del cantón central de la provincia de Alajuela durante el período 2021-2022.

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión integral para el manejo de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela, por medio de un plan conformado por diferentes estrategias que gestione el proceso desde la recolección del residuo hasta su inserción industrial, rescatando así el valor de recuperación que se puede obtener de los componentes de estos residuos, durante el período 2021-2022.

1.3.2 Objetivos específicos

- Examinar el sistema actual que existe del manejo de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela mediante una investigación exhaustiva de los antecedentes relevantes y estrategias, para un panorama extenso sobre el tema de investigación.
- Analizar el proceso del manejo de los residuos electrónicos por medio de las diferentes etapas y subprocesos de este, desde su recolección hasta la inserción industrial de los mismos, para una gestión integral del procedimiento, con el fin de obtener las mejores prácticas.
- Diseñar en una primera etapa un modelo de gestión integral de residuos electrónicos para la obtención de avances ambientales y socioeconómicos en el cantón de Alajuela.

1.3.3 Matriz de congruencia

Tabla 1. Matriz de congruencia interna

Título	Problema	Objetivo General	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA DURANTE EL PERÍODO 2021-2022	¿Cuáles son las estrategias más eficaces para una gestión integral óptima en las diferentes etapas de recolección de residuos electrónicos desde la recolección del residuo, la clasificación, según su tipología, análisis, tratamiento requerido, su destino final y por	Diseñar un modelo de gestión integral para el manejo de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela por medio de un plan conformado por diferentes estrategias que evalúan el proceso que va desde la recolección del residuo hasta su	1. Evaluar el sistema actual que existe del manejo de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela mediante una investigación exhaustiva de los antecedentes relevantes y estrategias, para un panorama más extenso sobre el	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los problemas específicos que se presentan en el manejo de los residuos electrónicos y cuáles serían las soluciones óptimas? • ¿Cuáles son las principales causas de los problemas que afectan el tratamiento de los residuos electrónicos en el Cantón de Alajuela? • ¿Quién es el ente rector encargado del manejo adecuado de los residuos y

Título	Problema	Objetivo General	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
	<p>último su inserción industrial, nuevamente a la industria, además, que nos permita analizar una valorización de sus componentes?</p>	<p>inserción industrial, valorizando aquellos residuos los cuales sus componentes tienen valor de recuperación, durante el período 2021-2022.</p>	<p>tema de investigación.</p>	<p>por qué no se están invirtiendo los recursos necesarios para su correcta aplicación?</p>
			<p>2. Analizar el proceso por medio de las diferentes etapas y subprocesos de este, desde su recolección hasta la inserción industrial de los residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las estrategias que se aplican para que la gestión integral sea optima? • ¿Cuál es el procedimiento habitual en países desarrollados, que utilizan para gestionar los residuos de manera adecuada?

Título	Problema	Objetivo General	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
			electrónicos para una gestión integral del procedimiento con el fin de obtener un proceso óptimo.	
			3. Diseñar en una primera etapa un modelo de gestión integral de residuos electrónicos para la obtención de avances ambientales y socioeconómicos	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es el procedimiento para seguir para implementar un modelo de gestión integral de residuos electrónicos? • ¿Qué tan factible puede llegar a ser el proyecto en contraste con las condiciones actuales? • ¿Está el país y la ciudadanía realmente preparada de

Título	Problema	Objetivo General	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
			en el cantón de Alajuela.	asumir el compromiso que conlleva el proyecto?

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Referente Teórico

En este apartado se detallará algunos conceptos correspondientes al marco teórico relacionados con el tema principal. Daros (2002), se refiere al marco teórico de la siguiente:

El marco encuadra una pintura, la ubica, la contiene, le da un centro, la hace relevante.

Análogamente, un marco teórico es lo que encuadra, contiene, ubica y hace relevante el sentido del problema. Una teoría, en cuanto permite describir, comprender, explicar e interpretar los problemas, les da a los mismos un marco (p.10).

Por tanto, los conceptos que aquí se describen tiene como un fin describir el objeto como un sistema: sus componentes, relaciones internas y externas, estructura y funcionamiento, destacando la significación del campo como uno de los subsistemas esenciales del objeto. (Columbié, 2012).

Por otra parte, a nivel mundial existe una problemática que provoca la contaminación ambiental, esta afectación se da debido al consumo masivo de los residuos electrónicos, dado que la industria de manufactura va creciendo y desarrollándose de manera exponencial por la era tecnológica tan avanzada en la que se encuentra la población, y a la corta vida que presentan los aparatos electrónicos. Además de esto, también se ocurre debido a la ambición de la sociedad respecto a la nueva tecnología y a los últimos modelos que van innovando el mercado; por ende, algunas personas están acostumbradas al cambio al corto plazo de estos aparatos electrónicos por unos más modernos, lo cual lleva al desperdicio de los aparatos que no han terminado su ciclo de vida y los desechan como si ya no sirvieran del todo.

Otro punto importante para considerar es ¿Qué pasa cuando desechan estos aparatos?, ¿dónde los desechan?, ¿cómo lo realizan?, ¿cuál es el tratamiento que se les da a estos materiales?, ¿existe una debida clasificación? Entre otras preguntas, comienzan a relucir cuando se observa cada vez más contaminación ambiental y tantos de estos aparatos desechados en lugares donde no les realizan el

tratamiento debido y muchas veces hasta en lugares como ríos, lotes baldíos, en la playa, en la montaña, entre otros lugares públicos.

Además, la poca información brindada y el poco conocimiento sobre cuál es el manejo que se debe realizar cada vez que en las viviendas, instituciones y empresas se generan estos residuos, asimismo, el tratamiento que se le debe dar a estos según su clasificación, por ende, se nota respecto a estos puntos la complejidad existente y el mal uso que se le da a estos residuos.

Asimismo, también se debe de conocer la importancia del ciclo de vida de estos aparatos, ya que algunos elementos de estos residuos pueden tener un ciclo de vida más amplio y se pueda reutilizar generando una menor contaminación ambiental y un menor gasto económico para las personas que puedan reutilizar estos elementos.

1.4.1 Aparatos eléctricos, electrónicos y sus residuos.

Así como es necesario involucrarse dentro del tema de la gestión de residuos electrónicos, es necesario definir los conceptos de aparatos eléctricos y electrónicos. Así mismo, no todo dispositivo que utilice corriente eléctrica es considerado para ser tratado dentro de este modelo.

Aparatos eléctricos y electrónicos: Aparatos que necesitan para funcionar corriente eléctrica o campos electromagnéticos, destinados a ser utilizados con una tensión nominal no superior a 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir estas corrientes y campos.

Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen, procedentes tanto de hogares particulares como de usos profesionales, a partir del momento en que pasen a ser residuos. (Elías, 2012, p.1042).

Elías (2012), propone estas definiciones de aparatos eléctricos y electrónicos, lo que sirve de ayuda para delimitar el alcance dentro de esta terminología. Es decir, en términos de consumo de corriente eléctrica, los parámetros para considerar a un aparato como eléctrico o electrónico, para posteriormente poder definir si tales aparatos son procesables o no.

Por otra parte, es importante conocer a partir de cuándo estos aparatos se consideran residuos, tal y como lo menciona este autor. Cabe resaltar, que el residuo no se considera el aparato por sí solo, sino la descomposición completa del contenido de este, sino también sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen.

1.4.2 Contexto Medioambiental

Actualmente, existe gran cantidad de información sobre el tema de reciclaje, por tanto, es necesario el compromiso desde el área productiva como también de la sociedad; puesto que, al generar gran cantidad de residuos muchos de estos se reprocessan de una manera adecuada, pero otra gran parte se genera solamente basura que contamina el planeta. Por consiguiente, el impulso de buscar soluciones que permitan generar una nueva oportunidad de vida útil a estos artefactos y de igual forma obtener ingresos. Se pueden crear incentivos fiscales y económicos que alienten la inversión en nuevas tecnologías verdes, donde las PYME de diferentes sectores se puedan integrar a cadenas de valor y nuevos mercados más sostenibles. Esto requiere también de sistemas nacionales de competencias laborales, y la creación de capacidades en las instituciones educacionales y de formación profesional para diseñar y ofrecer programas en gestión empresarial sustentable. (OIT, 2012, p.93).

Las formas en cómo se separan los residuos es de vital importancia, ya que en este paso se define el tratamiento final que se le dará a este artefacto por esta razón la capacitación de la población en formas adecuadas de seleccionar y colocar los residuos en el área correspondiente brindará la posibilidad de que este reciba una solución ambiental.

En el documento tratado se logra evidenciar que existe una problemática tanto a nivel de América Latina como del el Caribe, por ende, es importante el tratamiento de residuos especiales para de este modo generar empresas más sostenibles y una población más concientizada en este tema. Al lograr implementar algún modelo que permita incentivar el reciclaje y reutilización de estos residuos del mismo modo, el cual permita fortalecer, tanto a nivel privado como público, que las empresas impulsen un cambio ambientalmente responsable e integral.

1.4.3 Responsabilidades de la Gestión de Residuos y Electrónicos

Por otra parte, la gestión de los procesos relacionados al tratamiento de tales desechos debe ser distribuida eficazmente entre los principales actores que forman parte de manera directa o indirecta en la cadena, tal y como lo indica a continuación Gonzáles (2012):

La responsabilidad principal de la gestión recae en el gobierno municipal, quien sería el gestor. Para que un plan de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos resulte viable, se requiere que todos los actores sociales involucrados en la cadena de generación, consumo y disposición de residuos de electrónicos participen de manera voluntaria y comprometida, asumiendo su responsabilidad. (p.34).

Como se puede apreciar, la responsabilidad ante la coordinación de estos procesos recae principalmente en los gobiernos locales. Sin embargo, se requiere un compromiso total por parte de los ciudadanos, en cuanto a la participación y responsable dentro de la gestión de los residuos, dado que estos residuos, al ser considerados no tradicionales, deben ser tratados con procesos exclusivos y delicados.

1.4.4 Los residuos electrónicos un problema mundial del siglo XXI

Por otro punto la consideración de esta gran problemática según Palma, Reyes, Vázquez, Lira y González. (2016), constituye uno de los mayores problemas a nivel mundial, ya que los residuos electrónicos constituyen un sector de mucho crecimiento este es el de la industria manufacturera dado

que la población cada año exige innovaciones en estos aparatos electrónicos, lo que ha causado que a nivel mundial hayan superado las 40.000 kilotoneladas en el año 2014. Entonces, para Palma et al (2016):

La producción de aparatos electrónicos constituye uno de los sectores de mayor crecimiento en la industria; paralelamente, la innovación tecnológica y la globalización de los mercados contribuyen a un proceso vertiginoso de sustitución de estos productos que generan anualmente toneladas de residuos electrónicos (RE) al concluir su vida útil. Aparatos que tienen destinos diversos, como: el reusó, tiraderos y vertederos oficiales o clandestinos, reciclado de partes, reparaciones, rediseños o simplemente en disposición de obsoletos. Todos los países cuentan con este problema en sus muy diversas magnitudes. Las Naciones Unidas ONU en diciembre del 2015 indicó que América Latina generó el nueve por ciento de toda la basura electrónica del mundo, incluyendo teléfonos móviles, monitores de televisión y pequeños electrodomésticos, según un estudio de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y la asociación de empresas de la industria móvil GSMA. El informe advierte que la cantidad de estos residuos, conocidos como “e-waste”, está creciendo en todo el mundo, superando las 40.000 kilotoneladas en 2014. (p.380).

Por tanto, esta problemática que se presenta a nivel mundial es muy grave y esta trata de los residuos electrónicos el consumo masivo de estos es provocado por el crecimiento exponencial en las industrias de manufactura, este comportamiento se da debido a que el tiempo de vida de estos productos es corto y conforme la tecnología se va desarrollando la población desea aún más aquellos modelos nuevos dejando los aparatos que compraron anteriormente como desechos, este fenómeno se repite anualmente y es el comportamiento que se puede observar en la población cada vez que las industrias sacan al mercado un nuevo modelo electrónico, y se genera la siguiente interrogante: ¿Qué sucede con los

aparatos que cambiaron por el aparato nuevo? En muchos de los casos estos terminan como desechos, aunque su ciclo de vida útil aun no haya concluido, por lo que se ejecuta un mal manejo de estos causando problemáticas ambientales, sociales y económicas.

1.4.5 Procedimiento general de reciclaje para residuos peligrosos

Según Castells (2012), en el libro de Reciclaje y tratamiento de residuos diversos, “los residuos electrónicos entre sus componentes contienen materiales o elementos peligrosos, los cuales son una parte muy importante para tratar en al momento de aplicarle el tratamiento de reciclaje, ya que, dichos residuos son peligrosos para el ambiente y la salud en general” (p1041).

Los equipos que contengan materiales o elementos peligrosos deberán ser descontaminados. Para el mismo Castells (2012), Este procedimiento de descontaminación incluirá como mínimo, la retirada selectiva de los fluidos, componentes, materiales, sustancias, y preparados, de conformidad con la lista (I), que se acompaña, o según otras tecnologías de tratamiento que garanticen un nivel, como mínimo equivalente, de protección de la salud humana y del medio ambiente” (p.1042).

Consecuentemente, el proceso de gestión y tratamiento que se le aplica a los residuos electrónicos una vez que se establecen los procedimientos se prosigue a visualizar los elementos peligrosos que se van a separar para la descontaminación esta consta también de un proceso, el cual se menciona en la cita anterior, esto se realiza ya sea para reutilizarlos, recíclalos o valorizarlos. Estas acciones se realizan con el fin de garantizar la protección de la salud de los seres humanos y evitar lo más sea posible la contaminación del medio ambiente.

1.4.6 Sistema de Gestión de Residuos de Aparatos Electrónicos

Finalmente, según Rodríguez, Gonzáles, Reyes y Torres (2013), en la revista Sistemas y Telemática existe una gran variedad de clasificaciones de los residuos electrónicos tanto en Europa, Latino América y alrededor del mundo manejan diferentes códigos para diferenciar estos residuos.

Existen varias clasificaciones de los RAEE. En el 2002 la directiva de la Unión Europea los dividió en diez categorías (UE, 2003). Otra clasificación contiene un código por colores: línea blanca, línea marrón y línea gris. Las tres líneas resultaron de los colores corrientes de los aparatos que pertenecían a la línea correspondiente, por ejemplo, en la línea blanca están las neveras y lavadoras; en la línea marrón, los equipos de consumo de audio y video, como televisores, equipos de sonido y video; y en la línea gris o línea de tecnologías de comunicaciones, están los equipos de oficina, como computadores, celulares, impresoras, entre otros. No obstante, de acuerdo con el diseño de los productos que se ha desarrollado, algunas veces los aparatos no se pueden clasificar por su color. Latinoamérica propone cinco categorías, de acuerdo con el reciclaje, de la siguiente manera: aparatos que contienen refrigerantes, electrodomésticos grandes y medianos, equipos de iluminación, equipos con monitores y pantallas, y otros AEE (Relac, 2011). Sus diferentes clasificaciones dejan ver la complejidad y variedad de AEE existentes y la dificultad que trae su disposición final. (p.40).

Los residuos electrónicos son una problemática mundial, pero es conocida alrededor del mundo por diferentes nombres y clasificaciones. Dicha problemática se causa debido que esta gama de aparatos es tan extensa que en Europa, Latinoamérica y otras partes del mundo ha decidido categorizarlos para lograr distinguirlos, esto deja reflejado la complejidad que existe en estos residuos tanto su clasificación como su interior ya que muchos de ellos cuentan con propiedades y elementos difíciles de tratar, debido a esta complejidad y desconocimiento de tratamiento de productos se genera una mayor contaminación, ya que la población no tiene un conocimiento previo de desechar dichos aparatos.

1.4.7 Valorización de residuos

Todos los residuos electrónicos se van desvalorizando cuando llegan al fin de su ciclo de vida, sin embargo, algunos materiales y compuestos que contienen estos artefactos aún cuentan con un valor

donde se les puede aplicar el método de ingeniería inversa y así obtener ganancias tanto económicas como ambientales.

Con base en Clinckspoor, Martínez y Ferraro (2021):

Se detecta la necesidad de sistematizar datos, respecto a las cantidades que permitan llevar adelante inversiones de gestión y en la tecnología necesaria para recuperar los valorizables. La dimensión económica, debe concebirse bajo los criterios que plantea la Economía Circular, de modo que se contemplen no sólo los ritmos de generación actual, sino incluyendo los artefactos en desuso y almacenados que hoy se conservan en instituciones y hogares. (p.94).

En consecuencia, se debe tomar en cuenta que los aparatos electrónicos contienen diversos materiales en su estructura y cada uno de ellos tiene un ciclo de vida diferente, al aplicar el tratamiento de residuos se debe ejecutar la clasificación de los componentes, puesto que los tratamientos pueden variar según el material o componente.

Por otra parte, están los elementos que al realizar una visualización del artefacto no han cumplido su vida útil y se pueden utilizar nuevamente y reintegrarse en diferentes campos, al aplicar este método de valorización se beneficia el aspecto ambiental reduciendo la contaminación, evitando problemas en la salud de las personas y no se generan desperdicios. Además, favorece la economía creando una oportunidad de negocio para aquellas personas que realizan la extracción de los componentes de manera sostenible mediante su re inserción al mercado.

1.4.8 Gestión de residuos electrónicos y la economía circular

Cuando se refiere al término “Gestión de residuos electrónicos y la fomentación de la economía circular”, se refiere a la acción de mantener el tiempo el valor de una cosa u objeto y alargar su vida útil; siendo este un concepto se suma importancia en busca de mejorar su aplicación para beneficio, tanto de las personas como del medio ambiente.

De acuerdo con Puentes (2018):

Una aplicación más estricta de los principios que vertebran el sector, es decir, avanzar en la implementación de políticas que hagan efectivos los objetivos ya codificados. Algunos de los desafíos planteados por la estrategia comunitaria de economía circular caminan en esta dirección: un diseño ecológico que asegure la durabilidad, el alargamiento del ciclo de vida útil de los AEE, la lucha contra la obsolescencia programada, el fomento de la reparación y reutilización de los aparatos, el reaprovechamiento máximo de los residuos y la consecución de hábitos de consumo más responsables. (p.15).

En el documento consultado se puede evidencia el uso del concepto economía circular como el desafío de contar con un diseño ecológicamente sostenible con el cual, además de saber qué hacer con los residuos electrónicos. También se puede capacitar a la población con el objetivo de reducir la cantidad de residuos deseados logrando tener aparados con mayor durabilidad, alargar su ciclo de vida útil, fomentar la reparación de estos mientras sea posible y reutilizar todos los materiales posibles de estos desechos.

Ello trae varios beneficios tanto para las personas como para el ambiente, puesto que, para las personas y el país, en general, se favorecer la economía al crear más oportunidades de negocio, también el ámbito social y cultural. Con respecto al medioambiente, al reducir los residuos y aumentar el aprovechamiento de estos de manera sostenible reduce la contaminación ambiental.

1.4.9 Gestión integral de desechos electrónicos

Como se menciona Ordoñez, (2018), en “Manejo de desechos tecnológicos en el basurero municipal de la ciudad de Esmeraldas”, la gestión integral de residuos electrónicos lleva un arduo proceso para poder alcanzar los objetivos referentes a procurar el mejor manejo posible donde en conjunto se cuide el medio

ambiente, se preserve la salud del ser humano y se pueda obtener recuperación de recursos a través de dicho proceso. Ordoñez (2018), indica:

Los residuos según su naturaleza serán dispuestos en entidades autorizadas para su confinamiento, reciclaje o tratamiento. La gestión de la basura comprende todos los instrumentos y mecanismos destinados a su manejo en el marco del ciclo de los residuos sólidos vigente en una comunidad dada. Esta gestión puede ser exclusivamente institucional, cuando solamente el gobierno municipal se encarga de desarrollar esfuerzos para el manejo de la basura, o también social, cuando la población participa en ese manejo. A este esfuerzo combinado se le llama gestión integral de residuos sólidos o basura. (p.356).

De igual forma, se debe considerar que dependiendo del tipo de residuo que se esté manejando se tendrán diferentes tipos de reciclaje. En esta revista se menciona que la gestión integral que busca el manejo de los residuos, a través de mecanismos y planes de acción donde se logre la economía circular recuperando lo más que se pueda los recursos para darle un nuevo uso mediante la inserción industrial. Asimismo, para la gestión de estos aparatos tecnológicos se debe tomar en cuenta los mecanismos establecidos por las entidades que se encargan de tratarlos, porque, dicha gestión tiene que ser un proceso en conjunto con las instituciones encargadas, pero también involucrando la responsabilidad social mediante programas que incentive la toma de conciencia de la población respecto al tema, para de esta manera alcanzar la gestión integral.

1.4.10 Tecnologías aplicables al reciclaje multidisciplinar

De igual manera en una era tan industrializada y con grandes avances tecnológicos es casi imposible buscar una minimización desde el aspecto de evitar la utilización de los artefactos considerados como “residuos especiales”, ya que el uso de estos ha permitido mejorar la calidad de vida y facilitado el diario vivir de población.

Una de las alternativas que permite incluir como las mejoras en el tratamiento es la creación de equipos que permitan eliminar estos residuos de manera eficaz y eficiente, asimismo, aportando tanto a la salud pública, economía y medio ambiente.

De acuerdo con Castells (2012):

La técnica de reutilización de residuos ha sido históricamente practicada y aceptada, si bien es cierto que a pequeña escala y circunscrita únicamente a la recuperación de metales, papel, vidrio, fibras textiles y algunos materiales de construcción. El término reciclaje multidisciplinar está referido en este caso a la reutilización de los residuos para su transformación en materiales aptos para la construcción, usando una o diversas combinaciones de las tecnologías que se explican en este capítulo. (p 10).

Se puede mencionar que entre algunos de los factores por considerar son las deficiencias estructuras organizacional, faltantes de presupuestos, falta de conocimiento e infraestructura, desde este aspecto se halla gran cantidad de estos residuos que se desconoce su destino final, pues no existe alguna manera de medir su gestión por esta razón, uno de los desafíos más importantes como población es buscar soluciones factibles que permitan la eliminación de estos residuos de manera total, así como del aprovechamiento considerable de los elementos que aun puedan tener alguna función productiva para la transformación de un nuevo artefacto o generen alguna remuneración económica.

1.4.11 Estrategia Metodológica

La elaboración del marco metodológico permite al investigador tomar una serie de decisiones que le permita alcanzar sus objetivos. Estas decisiones toman en cuenta diferentes aspectos como el enfoque de la investigación, el tipo de estudio, el tamaño de la muestra y las técnicas que serán utilizadas para alcanzar los objetivos del estudio. Para Azuero (2018):

La formulación del marco metodológico en una investigación es permitir, descubrir los supuestos del estudio para reconstruir datos, a partir de conceptos teóricos habitualmente operacionalizados. Significa detallar cada aspecto seleccionado para desarrollar dentro del proyecto de investigación que deben ser justificado por el investigador. (p.110).

En concordancia con lo supracitado, es importante tener en cuenta que el marco metodológico debe contener los datos precisos que permita guiar el proceso investigativo, y que la teoría pueda sustentar la información. De igual manera, mediante la aplicación del método científico se pueda obtener la información para entender, analizar corregir los problemas, así como aplicar las técnicas y conocimientos de la investigación.

1.5 Contexto Técnico

En el siguiente apartado se mencionará una serie de aparatos electrónicos que son de uso cotidiano, sin embargo, al concluir su vida útil una parte de la población no tiene el conocimiento ni herramientas necesarias para lograr desecharlo, la mayoría de las personas que desconocen de la información o entidades que reciben estos desechos los optan por colocarlo en la basura tradicional, lotes baldíos o en los recolectores de basura no certificados y que realizan una mala práctica de desecho, por ende, se mencionará información de cada uno de estos aparatos electrónicos que fueron seleccionados para el presente estudio.

1.5.1 Impresora

Las impresoras son un artefacto de uso cotidiano en los hogares, en mayores cantidades se puede hallar en empresas, aunque se ha visto disminuido su uso por los constantes avances tecnológicos, que de la mano de temas implementados para el cuidado del medio ambiente buscan reducir las cantidades de papel, evitando la contaminación ambiental. Sin embargo, es un equipo electrónico que sigue presente

y en uso, según la compañía Canon (2016), “seguido a la venta de Cámaras, se considera que la venta de productos para la impresión es uno de los más importantes para la compañía. La empresa cuenta con el soporte y la venta de equipos de gama alta (tales como plotters e impresoras fotográficas de alta resolución) y productos para el hogar” (s.p).

Por ello, es uno de los artefactos de los cuales es importante recalcar sus componentes y conocer cuál es la mejor forma para desecharlo.

Entre sus componentes están los tornillos, la carcasa de plástico, placas de circuitos electrónicos, resortes de acero, cables que contiene cobre, vidrio y cartuchos de tinta.

Según Recyclia ABC (2014), “de una impresora con un peso medio de 10 kg se extraen mediante las actuales técnicas de tratamiento 4,8 kg de metales -mayoritariamente hierro-, 4 kg de una mezcla de plásticos y 310 gramos de vidrio” (s.p).

Algunas empresas se encargan de la recolección y desarme del electrónico, pero envían las partes a compañías del extranjero para su tratamiento. Entre ellas están:

- Servicios Ecológicos M.B.B. S.A.
- ASEGIRE.
- SOLIRSA.

Sin embargo, en el país existe una empresa que se encarga de reciclar los cartuchos de impresión y reutilizarlos, esta empresa es conocida como “FORTECH Circular” la cual recicla *toners* de impresión, está ubicada en parque industrial Zeta en Cartago Costa Rica, pero aún no se registra ninguna empresa en el país que se encargue de reciclar por completo este aparato de impresión.

1.5.2 Unidad de Proceso Central (CPU)

En términos generales este es el cerebro de cualquier PC desde la que se controlan y realizan los comandos relacionados al funcionamiento de CPU (Unidad de Proceso Central). El término CPU se define como un dispositivo para la ejecución de software, los primeros CPU vinieron dados con la llegada del ordenador con programa almacenado. Este representa una parte muy importante del sistema, en la que se hacen todos los cálculos de código binario del ordenador.

El CPU está compuesto básicamente por tres partes, la primera es la memoria, luego la unidad aritmética lógica y por último el procesador de control, cuya función en conjunto es vital para la correcta ejecución del CPU.

A continuación, un desglose de estas:

- El lugar en el que se almacenan datos y programas es en la memoria principal, este se encarga de almacenar, leer o escribir datos sobre instrucciones de un programa u operaciones con instrucciones. Está organizada en centenares o millares de unidades de almacenamiento individual, su unidad elemental es el byte el cual está formado por bits.
- La unidad principal o central del proceso es el auténtico cerebro, este controla y a su vez coordina el correcto funcionamiento del PC. Esta unidad genera el orden necesario para realizar cualquier tarea por medio de la interpretación de instrucciones que integran el programa utilizado.

Están diseñadas a través de microarquitectura, en términos de ingeniería informática para luego ser implementadas por los procesadores.

Los microprocesadores se encargan de procesar los datos y de obedecer instrucciones, mediante el funcionamiento establecido. Se encuentran en artefactos electrónicos como juguetes electrónicos, videojuegos, teléfonos móviles, automóviles, tabletas o lectores de libros digitales, entre otros.

El funcionamiento consta de cuatro fases.

- En la primera el procesador lee los datos desde la memoria.
- En la siguiente fase, se sigue un juego de instrucciones para saber qué hacer con la información obtenida en la primera fase.
- En la tercera fase se ejecutan las instrucciones tomadas decodificadas, proceso realizado en la segunda fase. Aquí se realiza la suma con el objetivo de obtener resultados.
- La última fase es la escritura, donde se vuelve a cargar la información, pero desde el procesador hasta la memoria.

Las CPU son las encargadas del procesamiento de todas las instrucciones que le llegan del hardware y del software

La CPU suele ser pequeña, con forma cuadrada, y tiene conectores y pines metálicos. Por lo general, suele estar instalada en la placa base de un ordenador, en un zócalo especial que puede estar en diferentes sitios dependiendo de la placa base. El procesador no va soldado a la placa, por lo que puedes cambiar la CPU de un ordenador por otra si quieres.

La CPU tiene un mínimo de un procesador o núcleo en su interior, un chip para realizar los cálculos y operaciones. Al principio todos tenían sólo uno, pero con el tiempo las CPU han ido aumentando el número de estos núcleos, y hay diferentes maneras de llamarles dependiendo de este número.

Algunas de las empresas donde actual reciben CPU para separar en sus respectivas partes son:

- ASEGIRE.
- SOLIRSA.
- GREEN COSTA RICA.

A pesar de ello, en Costa Rica todavía no se cuenta con la capacidad para darle un adecuado proceso a todas las partes del CPU por completo, aun así, cabe mencionar que los materiales separados no son tratados aquí y tienen que ser vendidos al extranjero.

1.5.3 Monitor

La tecnología constantemente va avanzando conforme transcurren los años se realizan las mejoras en los aparatos que existen actualmente, los monitores que son aparatos creados para visualizar conocidos como pantalla. Se crearon en el año 1981 y se utilizaban solamente para texto, conforme fueron pasando los años ha ido revolucionando.

En 1984 se crearon los monitores con gráficos, estos contaban con solamente dieciséis colores y en 1987 se desarrollaron monitores con señales analógicas y conforme pasaban los años se creaban mejores inventos más colores, mayor resolución y mejores características, y la evolución a nivel mundial tiene un concepto de desarrollo, de mejora, es un concepto de bienestar, y si es asertiva la forma en cómo la humanidad percibe dicho concepto.

Sin embargo, conforme el desarrollo aumenta los artefactos que ya no forman parte de ese desarrollo porque nace un mejor invento quedan en el olvido y se convierte en basura, entonces queda la pregunta: ¿Qué se hace con los artefactos que pasaron al olvido o artefactos que se han dañado con el paso del tiempo y ya no funcionan para cumplir con el objetivo con el que fueron creados?

Con respecto a la consulta anterior se puede observar en la siguiente tabla realizada por MICITT los siguientes porcentajes de los artículos electrónicos según método de desecho.

Ilustración 1. Método de desecho

Distribución porcentual de los artículos electrónicos o eléctricos desechados según método de desecho, 2016 y 2017

2016	Camión recolector de basura	Camión con altavoces que recolecta electrodomésticos	Centro especializado	Otro	NS/NR	Total
Televisores o monitores	24,1	45,4	12,8	0,0	17,7	100,0
Computadoras	19,5	46,3	15,8	0,0	18,4	100,0
UPS (baterías para computadoras)	25,0	44,4	22,2	0,0	8,3	100,0
Teléfonos celulares	38,9	22,3	19,4	0,0	19,4	100,0
Routers inalámbricos o módems	29,9	37,9	21,8	0,0	10,3	100,0
Radios	37,0	41,1	10,3	0,0	11,7	100,0

2017	Camión recolector de basura	Camión con altavoces que recolecta electrodomésticos	Centro especializado	Otro	NS/NR	Total
Televisores/ monitores	16,7	49,1	13,9	1,1	19,3	100,0
Computadoras	18,6	45,1	21,1	0,7	14,5	100,0
UPS (baterías para computadoras)	20,7	34,6	29,3	0,8	14,6	100,0
Teléfonos celulares	28,4	24,5	19,9	2,5	24,7	100,0
Routers inalámbricos o módems	15,3	34,4	28,2	1,6	20,5	100,0
Radios	20,8	50,8	13,3	1,1	14,0	100,0

Fuente: MICITT. Encuesta de Acceso y Uso de los Servicios de Telecomunicaciones 2016 y 2017.

Se puede observar que en general, a nivel país, un 24,1% bota los monitores en el camión de basura, un 45,4% bota en los camiones de altavoces que recolecta electrodomésticos un 12,8% en centro especializados.

A nivel cantón central se puede observar en la siguiente tabla:

Ilustración 2. Estadística desecho artículos

Distribución de los entrevistados que ha desechado al menos un artículo eléctrico o electrónico por año y método de desecho según variables sociodemográficas, 2016 y 2017

Región	2016			2017		
	Camión recolector de basura (Municipalidad u otro)	Camión con altavoces que recolecta electrodomésticos	Centro especializado	Camión recolector de basura (Municipalidad u otro)	Camión con altavoces que recolecta electrodomésticos	Centro especializado
Total	33,8	45,6	18,9	25,9	42,7	19,7
Central	30,9	49,9	20,2	22,8	46,7	22,0
Chorotega	26,0	49,2	14,2	34,0	38,4	13,0
Pacífico Central	55,4	25,1	9,8	39,4	38,9	13,9
Brunca	35,1	32,9	25,5	25,9	34,2	17,5
Huetar Caribe	41,2	50,5	12,1	29,7	28,7	15,4
Huetar Norte	41,4	27,5	21,0	30,0	40,0	17,3
18 a 24	36,6	45,9	17,8	26,7	45,5	19,3
25 a 34	39,3	45,3	18,7	28,1	35,2	22,5
35 a 44	28,5	45,3	28,6	28,1	33,0	27,2
45 a 54	30,5	49,4	17,9	24,7	43,7	25,1
55 o más	29,7	43,4	15,0	22,1	46,8	10,7
Ninguna	48,5	24,1	4,2	27,4	21,3	2,7
Primaria	34,7	48,5	11,8	26,9	47,0	12,9
Secundaria	35,6	45,6	18,8	27,8	41,6	17,2
Universitaria	28,5	44,4	26,2	21,1	40,9	32,5
NS/NR	74,1	35,0	100,0	96,4	100,0	58,2

Fuente: MICITT. Encuesta de Acceso y Uso de los Servicios de Telecomunicaciones 2016 y 2017.

En el cantón central, se puede observar que el 30,9% de la población encuestada bota la basura en el camión de basura, el 45,6% bota en los camiones de altavoces que recolecta electrodomésticos un 20,2% en centro especializados en el 2016 y el 22,8% de la población encuestada bota la basura en el camión de basura, el 46,7% bota en los camiones de altavoces que recolecta electrodomésticos un 22,0% en centros especializados en el 2017.

Entre algunas de las empresas que manejan el desecho de residuos de monitores caben mencionar las siguientes:

- SOLIRSA.
- Servicio de Reciclaje de Monitores en Pavones Costa Rica.
- Valu Shred.

Estas son las empresas más reconocidas que se encargan de desechar los monitores; sin embargo, existen algunas otras empresas reconocidas que no tratan este aparato, realizando una entrevista a Pablo Chaves Gerente General de Green Costa Rica menciona que: “No podemos tratar televisores de cajón y monitores de computadoras por el material peligroso que contienen que puede ocasionar una descarga eléctrica si no se sabe manipular” P. Chaves. (2022), con esto se logró analizar que este es uno de los desechos electrónicos más peligrosos ya que al contener componentes, tales como el fósforo y plomo que proviene del vidrio. Bajo estas condiciones, no se hallan muchas empresas que lo desechen o le brinden un buen tratamiento a nivel nacional.

1.5.4 Teclados

Los teclados son dispositivos creados para facilitar la comunicación directa entre el usuario y la computadora, el cual le permite ingresar datos con mucha facilidad por medio de la presión que se aplica sobre sus teclas. Están hechos de distintos materiales, que por lo general son plásticos resistentes y algunos poseen una especie de gomas o amortiguadores para evitar que se dañen las teclas. Sin embargo, en un mismo teclado es posible encontrar diferentes clasificaciones de plásticos, debido a que suelen variar según la sección del teclado.

El Plástico ABS cuyas siglas en inglés son Acrilonitrilo Butadieno Estireno (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), se caracteriza por ser el más utilizado y es a su vez el más barato. Este tipo se usa en diferentes partes de la computadora y también en muchas otras piezas de uso cotidiano, debido a su conveniencia en cuanto a precio y resistencia.

También es posible encontrar frecuentemente el Plástico Tereftalato de Poli Butileno (*Polybutylene Terephthalate*), pero no es tan frecuente como el ABS. El PBT, en comparación con el ABS, es considerablemente más resistente y presenta menor desgaste a lo largo del tiempo. Sin embargo, se sabe que su fabricación es mucho más costosa. Presenta una textura arenosa, lo que facilita el agarre y evita la sudoración.

El Plástico Polioximetileno (*Polyoxymethylene*) es un material muy costoso y poco común en los teclados. Entre sus características están su resistencia al desgaste y genera muy poca fricción.

Finalmente, se pueden encontrar piezas en policarbonato, estas aparecen generalmente en teclas transparentes. Sin embargo, se dice que este material es de resistencia muy baja y se desgasta con facilidad. Suele encontrarse en teclados de bajo costo.

En su parte superior cuenta con una sección compuesta por teclas y barras que permite la interacción entre el usuario y el ordenador. De igual manera, cuenta con una sección conformada por el cableado necesario para el transporte de los datos y una lámina de circuitos integrados que cumple la función de recuperar la información para traducirla y enviar los impulsos eléctricos dentro de la computadora que permite ejecutar la orden dada por el usuario.

Presenta teclas alfanuméricas (letras y números), de puntuación (punto, coma, dos puntos entre otras) y teclas especiales las cuales cumplen ciertas funciones o se combinan en conjunto para lograr una función. Por cada pulsación de una tecla, el controlador envía un código llamado Escanear Código (Scan Code).

Cuando se desmantela un teclado, se obtiene primeramente las teclas, así como las carcasa superior e inferior de plástico que contiene los sistemas tecnológicos. Una vez extraídas estas secciones, es posible ubicar una lámina de goma que permite transmitir los pulsos de cada tecla en los circuitos impresos que se encuentran bajo esta lámina de goma. Estos circuitos impresos, son dos láminas

separadas por una más en medio de estas que evita el roce entre ellas hasta el momento que una tecla es presionada. De igual manera, los teclados tienen una pequeña placa con circuitos integrados que sirve de receptor de información entre el teclado y la computadora. Finalmente, se recuperan los cables y el terminal que conecta al CPU de la computadora.

Como es sabido, los aparatos electrónicos deben ser desechados apropiadamente, debido a la peligrosidad que sus componentes representan en el medio ambiente. Los teclados, por su composición, en su gran mayoría están cubiertos de plástico.

1.5.5 Calculadora

Entre algunos de los aparatos seleccionados ya que para gran parte de la población es de uso diario se puede comentar según Soto J (2020):

Una calculadora es un aparato electrónico o un programa software que nos ayuda a realizar cálculos, la calculadora puede ser de diferentes tipos, los más comunes son básica, financiera científica y programable.

Y estas se dividen en las siguientes partes:

Teclado: compuesto por diferentes botones que al presionarlos se introducirán automáticamente los datos en el equipo.

Fuente de alimentación: Una batería o pila, consiste en un dispositivo de una o más celdas con dos polos o electrodos que al hacer contacto con un líquido conductor conocido como electrolito, con la capacidad de generar energía eléctrica.

Pantalla: se trata del espacio donde suelen mostrarse los datos introducidos a través del teclado, así como también sus resultados. Esta puede ser tipo LCD o LED. Su tamaño estándar es de ocho y diez dígitos.

Procesador y circuito electrónico: refiere a la parte de la calculadora que hace que esta funcione.

Carcasa: se trata de la estructura que protege y encierra a todos los componentes electrónico de la calculadora. Lo único que deja a la vista son las teclas. Esta carcasa es elaborada en base a plástico.

Por tanto, se logra describir que la calculadora está compuesta por materiales tales como metales (hierro, bronce, cobre y aluminio), plásticos, vidrio, transistores y baterías (litio, plomo y mercurio).

Los cuales representan un riesgo para la salud publica si no son tratados de manera adecuada.

Cabe destacar que algunas de las empresas que realizan el tratamiento en Costa Rica de este residuo es en:

- SOLIRSA.
- GREEN.
- ZUBRE LTA.

1.5.6 Escáner

Antes de la existencia de los escánereses no existía la forma de poder digitalizar la información ya sean textos o imágenes, impresa en el papel o en algún material similar, además que permite obtener señales o información de todo tipo de objetos. Con el fin de leer la información y hacer uso de ella para diferentes propósitos los escáneres han sido de gran ayuda para la sociedad en los últimos años, ya que los avances de las tecnologías han ido evolucionando durante los últimos años de manera exponencial y el manejo de la información ha sido clave para las empresas industriales alrededor del mundo.

Cabe destacar que existen muchos tipos de escáner utilizados para diferentes propósitos en diversas áreas de la sociedad, para mencionar algunos se tiene, el escáner de código de barras que es de los más populares, ya que son utilizados en comercios, supermercados e industrias manufactureras y sirve para el registro de un producto determinado, revelando las características en una computadora ligada a dicho escáner.

Otro tipo de escáner que existe, pero este utilizado en la industria médica, se emplean para obtener imágenes anatómicas a partir de aparatos como TAC o la TEP.

Por otra parte, existen escáner más sofisticados que son utilizados en sistemas de seguridad de diferentes tipos de negocios y comercios. Uno de los ejemplos son los bancos y aeropuertos que utilizan escáneres para detectar metales, armas o explosivos en los equipajes de los pasajeros produciendo una imagen del contenido de la maleta. Por otro lado, están los escáneres que se utilizan en las empresas para que sus empleados marquen sus horas de llegada, almuerzo y salida de su jornada laboral.

En el caso para el presente estudio, se va a concentrar en explicar a mayor profundidad y mostrar características específicas de los escáneres de ordenador o computadoras.

Lo que hacen los escáneres es mediante el uso de la luz copia imágenes impresas o documentos a formato digital, el uso de estos aparatos electrónicos es básico, pero muy importantes en el día a día de las personas. Desde el año 1984 que se creó el primer escáner hasta el día de hoy los escáneres son más innovadores, pequeños y más sencillos de utilizar.

De sus componentes más importantes y de cuidado para su reutilización y reciclaje se tienen el lente de la impresora, el sensor de CCD, cuya función es detectar la presencia y cantidad de colores El panel de control controla las funciones del escáner. Además de la lámpara de luz, la fuente de alimentación, filtros, espejos, tapa, puertos y cables.

Es un aparato que tiene muchos componentes plásticos en su composición.

Cabe destacar que de las empresas que procesan estos aparatos electrónicos comunes, son varias de las empresas en Costa Rica que se les realizó una respectiva investigación. Algunas de estas empresas son:

- SOLIRSA.
- FORTECH.
- VALUE SHRED.

No obstante, solo por mencionar algunas, todas estas empresas dentro de muchos de los productos que reciben y procesan se encuentran los diferentes tipos de escáner, donde les brindan el tratamiento especializado para la separación de los diferentes componentes antes mencionados a los escáneres.

1.5.7 Problemática Nacional

Este es un tema muy controversial en los últimos años en el país, porque cada día incrementa de gran manera los residuos electrónicos o también conocidos como desechos especiales, esto debido al gran aumento de la población costarricense y los avances tecnológicos. La municipalidad tiene gran protagonismo con respecto a este tema tan importante para el país, pues son los mayores responsables de la recolección de estos residuos, pero, aun así, se desconoce el paradero de todos estos productos que ya han cumplido su vida útil o están dañados.

Se estima que en Costa Rica, actualmente, se producen todos los días alrededor de 4000 toneladas de residuos, un número tan grande que para comprender su magnitud debemos contextualizarlo; 4000 toneladas equivalen al peso de 300 buses. Unos 0,8 kilogramos de residuos por habitante por día.

Esté número ha ido en aumento puesto que en 1991 se producían en Costa Rica 1400 toneladas de residuos diarias, en el año 2006 este número ascendió a 3784; para el año 2014 ya producíamos 4000 toneladas por día. Las razones que explican este aumento están relacionadas al incremento de la población, pero también a la adopción de patrones de consumo poco sostenibles. (Fernández, 2020).

Ahora bien, ¿qué sucede con la correcta distribución de estos desechos? Es muy probable que se le dé la gestión correcta, ya sea por compostaje, que los entierren, quemar, o los boten en lotes baldíos, terminando en quebradas u hasta océanos. En Costa Rica, principalmente las zonas rurales no cuentan con instalaciones adecuadas o definitivamente no cuentan con instalaciones con las cuales logren dar una buena recolección, separación y uso de estos residuos, por ello es por lo que se desconoce que se hace con la cuarta parte de estos restos a nivel país.

1.5.8 Enfoque de la investigación

El enfoque que se selecciona para el proceso de investigación de este seminario es el que pertenece al enfoque mixto, dado que, el propósito del estudio mixto no consiste solo en suplir los enfoques cualitativos y cuantitativos, sino que es una combinación de ambos.

En el caso del enfoque cualitativo, se realiza un análisis de los significados interpretativos y subjetivos del tema que se desea estudiar, en esta investigación de los procesos realizados, en cuanto al reciclaje de residuos electrónicos en relación con la situación actual de la municipalidad y el contexto mundial.

En referencia al enfoque cuantitativo centrado en mediciones y análisis de los datos obtenidos, se aplicará a la investigación de manera que se analice los resultados para proponer el mejor modelo de tratamiento de residuos electrónicos más factible para el cantón de Alajuela.

Para Hernández-Sampieri y Mendoza (2008), como se citó en Hernández (2014):

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p.534).

Desde esta perspectiva, el enfoque mixto, se considera como el más adecuado para investigar y estudiar la gestión de los residuos electrónicos ampliamente desde su recolección hasta su debido tratamiento e inserción al mercado, esto conociendo la situación histórica del cantón con respecto al manejo de estos residuos, ya que, se busca del mejor diseño del modelo adecuado para dicha gestión de los residuos electrónicos.

1.5.9 Tipo de estudio o profundidad

El tipo de estudio o profundidad presente en este seminario es exploratorio tiene como objetivo aproximarse a fenómenos novedosos para poder comprenderlo mejor: lo que hace es interesarse por un tema que no ha sido estudiado antes, o bien permite conocer aspectos nuevos de conocimientos ya existentes. Así, cuando no sabemos a qué nos enfrentamos, lo mejor es explorar primero, antes de llevar a cabo otros análisis más costosos.

Se centra en realizar un estudio lo más completo posible antes de realizar otros que podrían incurrir en costos más elevados, formado por una serie de características que ayudan en a llevar a cabo la investigación cuando la problemática se encuentra en la fase preliminar.

De acuerdo con Muñoz (2011):

Se muestran los aciertos y desaciertos en la preparación de un estudio exploratorio, en el que al final se visualiza la coherencia y la viabilidad de la futura investigación. La reflexión ética es imperante en la investigación cualitativa, máxime cuando se estudian personas inmersas en conflictos sociales, para quienes el investigador puede ser visto como un informante del grupo agresor. La verdad debe estar siempre presente y las relaciones intersubjetivas de confianza son indispensables. (p. 492).

Por tanto, para el cumplimiento de objetivos en este tipo de estudio se da por medio de la búsqueda de fenómenos novedosos, como es en este caso la estandarización de un método para la recolección de aparatos electrónicos, ya que sobre esto existe poca información. Así se forma una investigación flexible, al utilizar todos los métodos cualitativos como la opinión de expertos y revisión de información. Es decir, se busca involucrar al investigador por completo al objeto de estudio, aplicando métodos cualitativos haciendo que las conclusiones sean en punto de partida para investigaciones posteriores sobre el mismo tema.

1.5.10 Muestra

Por medio del enfoque de investigación, se logró determinar el enfoque mixto; por ende, al realizar el análisis de la muestra, se realizarán dos tipos la muestra probabilística donde se va a utilizar el método de tamaño de muestra, se aplicará a la población total del cantón central de Alajuela; según el Tribunal Supremo de Elecciones, en su padrón electoral, existe una población total en el cantón Central de Alajuela de 217.239 habitantes al mes de mayo del año dos mil veintidós, como se observa en la siguiente imagen.

Ilustración 3. Población provincia de Alajuela

DEPARTAMENTO DE INFORMATICA REPORTE: R2431 TODOS LOS MOVIMIENTOS*		TRIBUNAL SUPREMO DE ELECCIONES Y REGISTRO CIVIL SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACION PADRON NACIONAL ELECTORAL SEGUN SEXO Y AUMENTO EN CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS POR PROVINCIAS Y CANTONES AL MES DE MAYO DE 2022					PAGINA: 2 FECHA: 22-06-2022 HORA: 19:24:10	
PROVINCIA, CANTON	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	VARIACION RESPECTO AL MES ANTERIOR	PADRON ELECTORAL DEL 2022	VARIACION DE ELECTORES ELECCION ABSOLUTO	RELATIVO %	
PROVINCIA DE ALAJUELA								
CENTRAL	217239	109820	107419	-629	215633	1606	0.75 %	

Fuente: Tribunal Supremo de Elecciones.

De dicha cantidad de personas, se aplicará un margen de error del 5% para determinar el número de encuestas que se aplicarán en la población de estudio, a fin de obtener un aproximado del conocimiento por parte de ellos sobre tratamiento y el ciclo de los procedimientos de los desechos electrónicos.

Tabla 2.Cálculo del tamaño de la muestra

INTRODUZCA EL MARGEN DE ERROR EN LA SIGUIENTE CASILLA	5,0%
INTRODUZCA EL TAMAÑO DE LA POBLACION EN LA SIGUIENTE CASILLA	217.239

TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA NC 95%= 383

TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA NC 97%= 470

Fuente: Elaboración propia.

Según la muestra obtenida, para un 95% de confianza es de 383 personas y para un 97% de confianza es de 470, por lo tanto, según el resultado se le debe de aplicar a la cantidad de personas de la muestra obtenida a un 97% de confianza. En la cual se toma en cuenta personas al azar para identificar los diferentes estratos dentro de la población general.

Además, por otra parte, como se mencionó con anterioridad al ser un enfoque mixto se aplicará el muestreo no probabilístico el cual se ejecutará mediante el método de selección por parte de los

investigadores, en donde se seleccionarán una cantidad de personas de la Municipalidad de Alajuela y otras empresas privadas las cuales cuentan con criterio experto sobre el tema, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Características de selección de la población

Población	Rango de Edad	Género	Cantidad	Área
Personal Experto de la Municipalidad.	20-60	No definido	1	Alajuela
Personal Experto de la empresa Solirsa.	20-60	No definido	1	San José
Personal Experto de la empresa HC Recycle S. A.	20-60	No definido	1	Cartago

Fuente: Elaboración propia. basada en información del centro educativo seleccionado, 2018.

Estas instituciones cuentan con el personal experto en el tema que brindará información detallada de si existe un tratamiento adecuado, como manejan los residuos, entre otras interrogantes, y se implementará por medio de entrevistas.

1.6 Técnicas

1.6.1 Técnica Delphi

La técnica Delphi consiste en aplicar una forma con la cual se obtenga la recolección de información importante sobre el tema a tratar, información esencial para el análisis propio para la creación e

implementación de la que se espera con el seminario. Esta técnica conlleva indagar a expertos en un tema determinado para orientar la toma de decisiones. Toma su nombre del Oráculo de Delfos, que era una fuente a la que acudían los griegos para obtener información sobre su futuro y así orientarse para la toma de decisiones. Con el fin de obtener resultados precisos, los expertos son consultados a través de un cuestionario. Las respuestas recibidas se cuantifican y se analizan como información cuantitativa.

Para el caso de la deserción escolar, se podría consultar entre los expertos cuál es la causa principal de esta problemática dentro de una serie de 10 opciones. Este resultado debe ser comparado con los demás resultados de la investigación para que su análisis tenga validez en el contexto. (Caro, 2021).

Como menciona Caro (2021), el objetivo principal de la técnica Delphi es buscar a personas interesadas y experimentadas en el tema a tratar por el seminario y con ella conocer más para tener un panorama más amplio sobre la problemática presente para facilitar o agilizar la toma de decisiones para obtener resultados lo más precisos posibles. El resultado obtenido se compara con otro resultado obtenido en alguna de las técnicas para que su análisis tenga validez en el contexto.

1.6.2 Entrevista

La entrevista consiste en una de las técnicas más utilizadas para la recolección de datos, es una herramienta muy completa que, de igual manera, se aplica en la Ingeniería de Producción Industrial, ya sea para mejoras de proceso, aplicación de nuevos proyectos, controles en la producción y la calidad entre muchas aplicaciones más. Una buena entrevista facilita la obtención de información y así planificar de mejor manera el objetivo del seminario.

La entrevista es, en esencia, una conversación bien planificada. En ella, el investigador plantea una serie de preguntas o temas de debate a una o varias personas, con el fin de obtener información específica.

Puede realizarse personalmente, por teléfono o de manera virtual. Sin embargo, en algunos casos es importante la interacción personal con el entrevistado, para poder tomar nota de la información que brinda la comunicación no verbal.

Como menciona Caro (2021), la aplicación de entrevistas para recolección de datos es sumamente importante más en la modalidad de seminario, donde se conoce poco del tema y uno de los objetivos es la recolección de la información para dicho fin. La entrevista puede ser aplicada tanto para la población como tal para medir el conocimiento que tienen sobre el tema donde aquí implica mucho la cultura con la que cuentan estas personas a la hora de distribuir los aparatos electrónicos que ya no funcionan y también puede ser aplicada a expertos en el tema para crear un mejor desarrollo de la información como tal.

1.6.3 Documentos y registros

Los documentos y registros son una técnica muy importante y utilizada en la ingeniería, ya que por medio del análisis de datos disponibles se puede ver que hay con oportunidad de mejora y con ella establecer la ruta a seguir en el cumplimiento de los objetivos. Esta técnica consiste en examinar los datos presentes en documentos ya existentes, como bases de datos, actas, informes, registros de asistencia, etc. Por lo tanto, lo más importante para este método es la habilidad para encontrar, seleccionar y analizar la información disponible.

Es necesario tener en cuenta que la información recopilada puede dar información inexacta o incompleta. Por este motivo, debe ser analizada en relación con otros datos para que pueda ser útil a la investigación. En el caso de la deserción escolar, podrían consultarse las estadísticas existentes al igual que los registros académicos de los estudiantes que han abandonado la escuela. (Caro, 2021).

Según Caro (2021), los documentos y registros permiten conocer el historial o información recolectada con la que se encuentra como bases de datos, informes, entre otras cosas; con esta técnica se logra

analizar la información esto con la idea de mejorar procesos y procedimientos. Para el seminario esta técnica es de suma importancia ya que para el tema escogido se cuenta con poca información y una de las ideas principales del seminario es dejar un documento con información más completa y actualizada.

1.6.4 Matriz FODA.

Esta herramienta responde a letras F, O, D y A que se definen de la siguiente manera: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Las fortalezas explican los factores positivos a lo interno de la organización con los que se cuenta y se puede apoyar la organización. Por su parte, las oportunidades representan las características y factores a los que se les puede sacar provecho, mediante las fortalezas. Las debilidades son aquellos factores que se deben eliminar, mientras que las amenazas representan los acontecimientos externos que podrían obstaculizar el logro de los objetivos.

Por lo tanto, de acuerdo con Goig et al (2021), “es una herramienta importante para el análisis de la situación que ayuda a los directivos de diversos sectores a identificar factores organizacionales y ambientales, centrándose en dos dimensiones: interna y externa. La dimensión interna incluye factores organizacionales, también fortalezas y debilidades. La dimensión externa incluye factores ambientales, también oportunidades y amenazas” (p.30).

En concordancia con lo citado anteriormente, la matriz FODA es una herramienta muy útil para gestionar proyectos y organizaciones, tomando en cuenta factores internos y externos. Así también, brinda un panorama muy claro de la cuestión en estudio, que posteriormente, se deberá tomar las decisiones estratégicas respectivas que permita mejorar dicha situación.

1.6.5 Cuestionarios y encuestas

Estas técnicas consisten en el planteamiento de una serie de preguntas cerradas para obtener datos precisos. Suelen ser utilizados en investigaciones de carácter cuantitativo, sin embargo, es permitido hacer uso de preguntas abiertas para obtener datos cualitativos.

De acuerdo con Fábregas (2016), la encuesta es una técnica que se utiliza para obtener datos sistemáticos pertenecientes a una población determinada, a partir de las respuestas que proporciona una muestra de la población en estudio.

Para efectos de esta investigación, las encuestas y los cuestionarios se pretenden aplicar con el objetivo de medir el conocimiento y opinión de la población en cuanto al tratamiento de los residuos electrónicos que se lleva en el cantón, lo cual representa una información muy valiosa, puesto que parte de la factibilidad del modelo es obtenida por apoyo o la negativa de la población a comprometerse a colaborar con la comunidad.

1.6.6 Identificación del impacto ambiental

Para identificar y evaluar el impacto ambiental se debe analizar las diferentes consecuencias que pueden tener efecto las alternativas de un proyecto, para decidir si tal proyecto produce un menor efecto adverso sobre el medio ambiente. Para Sbarato, Sbarato y Ortega (2016):

El término Estudio de Impacto Ambiental denomina a una investigación de carácter técnica, de mayor o menor alcance y extensión, que se realiza normalmente en un período de análisis y toma de decisiones sobre un proyecto o plan de acción o actividad, con el fin de investigar la posibilidad y la gravedad de sus impactos ambientales potenciales. (p.22).

Para efectos de esta investigación, el impacto ambiental que se pretende generar es de gran relevancia puesto que se sentará un precedente en cuanto a la gestión de los residuos electrónicos, con el fin de que éste no tenga como destino final ríos, lotes baldíos, o vertederos, lugares en los que el daño ambiental es de grandes magnitudes y afecta considerablemente los ecosistemas.

1.6.7 Revisiones Bibliográficas

Tarea constante que debe realizar toda persona a lo largo de su vida, la creación de una revisión bibliográfica es de gran importancia y pone a prueba la capacidad de juicio de cada participante,

haciendo referencia a la elaboración de ideas y conclusiones del conocimiento, también las competencias de lectura de cada persona, ya que esto forma parte de la interpretación y análisis que pueden hacer estos sobre dicha revisión; por último, la escritura de los estudios que básicamente es la práctica de la escritura en el contexto del trabajo o proyecto.

1.6.8 Tratamiento y análisis de la información.

Este punto es de gran seguimiento, porque en el seminario es de suma importancia el correcto tratamiento y análisis de la información que se va a recolectar. Este análisis puede ser cualitativo, siendo esto una forma verbal de interpretación ya que es la forma más común de obtener información basándose en características y la forma cuantitativa presentados de manera numérica y se rige a resultados.

De forma general, la idea es llegar a conclusiones y resultados basados en la investigación realizada, teniendo claro que las fuentes deben ser confiables y que nos den información precisa para obtener un mejor resultado en la investigación, en este caso el seminario.

1.6.9 Distribución de la investigación por objetivo.

Básicamente, consiste en cumplir el orden en cuanto a la distribución del seminario, el mismo basado en los objetivos planteados desde un inicio, la evaluación del sistema actual con un análisis exhaustivo, de igual manera el análisis del proceso, las diferentes etapas y subprocesos, desde la recolección hasta la inserción. Por último, el diseño de la primera etapa del modelo de gestión, con el fin de avanzar en temas de ambiente beneficiando al país.

1.6.10 Finalidad

El proceso investigativo se circunscribe a la investigación aplicada, según Vargas (2009). se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y

los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Por ende, se puede ver con claridad que el estudio tiene una finalidad aplicada, dado que se quiere diseñar un modelo de gestión integral para el manejo de residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela tomando referencia información y estudios realizados por la Municipalidad de Alajuela y otras empresas privadas.

CAPÍTULO II. SISTEMA ACTUAL DEL MANEJO DE RESIDUOS ELECTRONICOS EN COSTA RICA.

2. Resumen Capítulo II

En este capítulo se encontrarán contenidos de investigaciones realizadas con respecto al sistema actual del manejo de residuos electrónicos en el país donde se inició, por medio de las indagaciones de los recursos actuales de cada municipalidad, para la gestión de los residuos electrónicos y obtener cuáles cuentan con un plan de gestión.

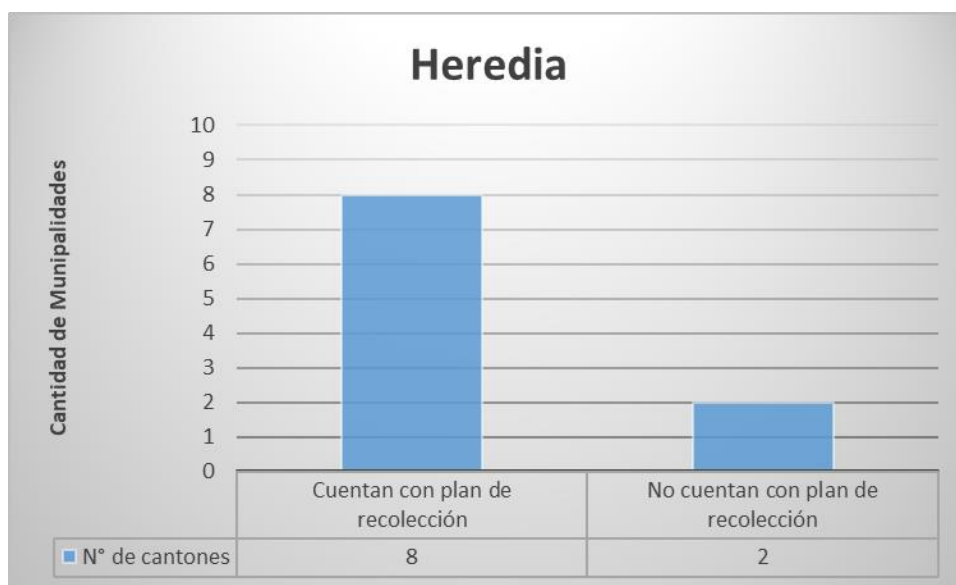
Posteriormente, se mostrarán mediante mapas en que partes de cada provincia se cuenta o no con plan de gestión para una representación más gráfica, asimismo se encontrarán las empresas que brinda el tratamiento de los residuos electrónicos y se mencionara sobre las leyes y reglamentos nacionales con los que debe contar una empresa para poder gestionar estos residuos. Finalmente, la indagación para determinar el grado de conocimiento de la población.

2.1 Plan de gestión integral de residuos

El presente seminario está centrado específicamente en estudiar y saber cuál es el sistema actual de la Municipalidad de Alajuela, en cuanto a gestión de desechos electrónicos, pero se considera importante el llegar más allá con el presente seminario. Por lo cual se presentará un estudio realizado a todas las municipalidades del país con el objetivo de conocer cuál cuenta con un sistema de gestión de residuos electrónicos ya establecido, conociendo las diferentes realidades de estos cantones, ver posibles mejoras y conocer el panorama actual que presenta nuestro país, para esto se realizó una investigación, a través de redes sociales y mediante páginas de las municipalidades por cantón de cada provincia para ver si implementan la recolección de residuos electrónicos.

En el siguiente gráfico se logra ver como de un total de diez cantones, ocho si cuentan con un plan o sistema para la gestión de aparatos electrónicos y dos no cuentan con ningún tipo de recolección. Estos cantones pertenecen a la provincia de Heredia.

Ilustración 4. Provincia de Heredia



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico que aparece en seguida, se evidencia cómo ocho de diecinueve municipalidades de la provincia de San José sí cuentan con campañas de recolección de residuos electrónicos y los once restantes no cuentan con esta recolección.

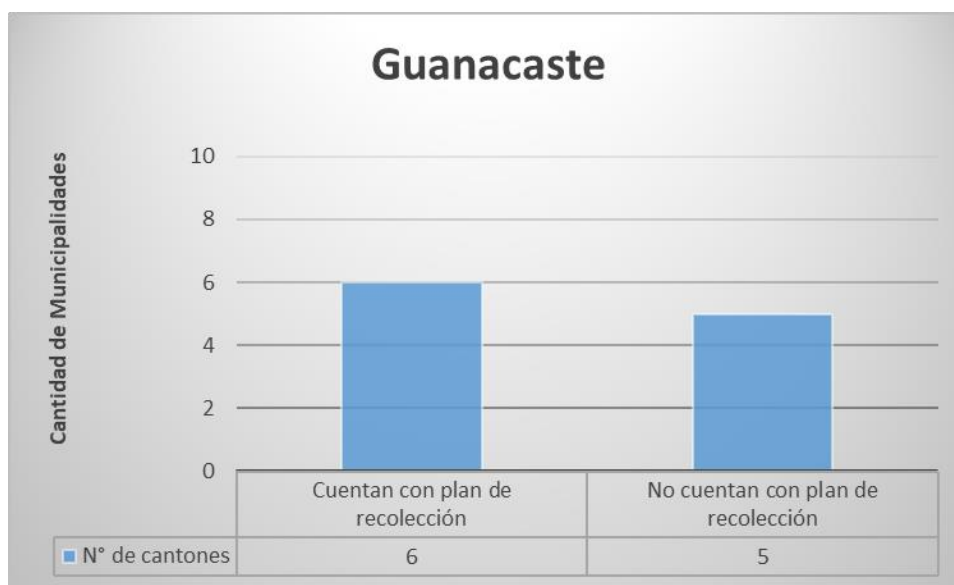
Ilustración 5. Provincia de San José



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se aprecia por medio del gráfico la situación que se presenta en la provincia de Guanacaste que, de once cantones en total, solo en seis de sus gobiernos locales cuentan con un plan y cinco de ellos no.

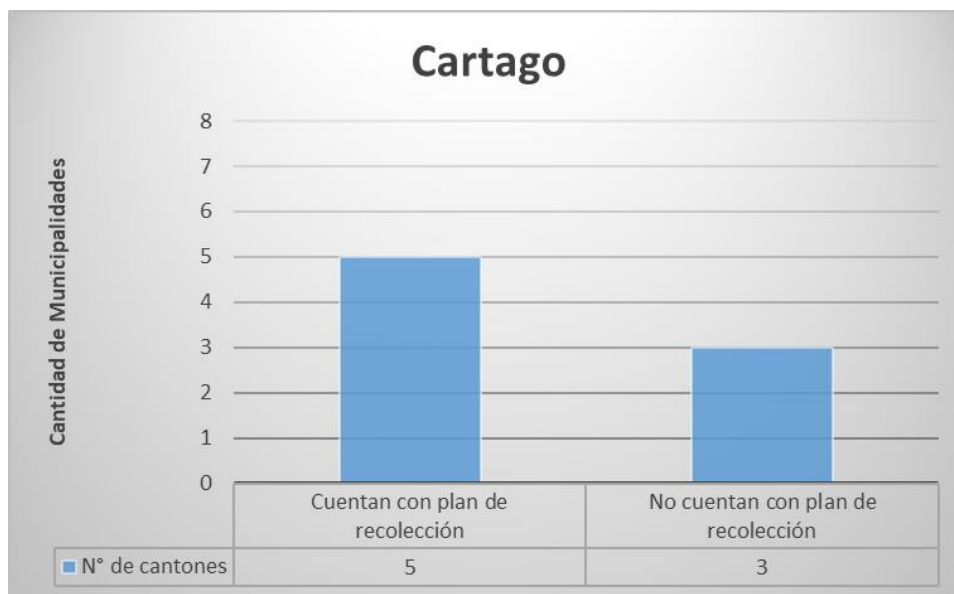
Ilustración 6. Provincia de Guanacaste



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se observa el gráfico correspondiente a la provincia de Cartago, donde se evidencia que cinco cantones sí cuentan con un plan para la recolección de aparatos electrónicos y tres cantones que no cuentan con este, en un total de ocho cantones.

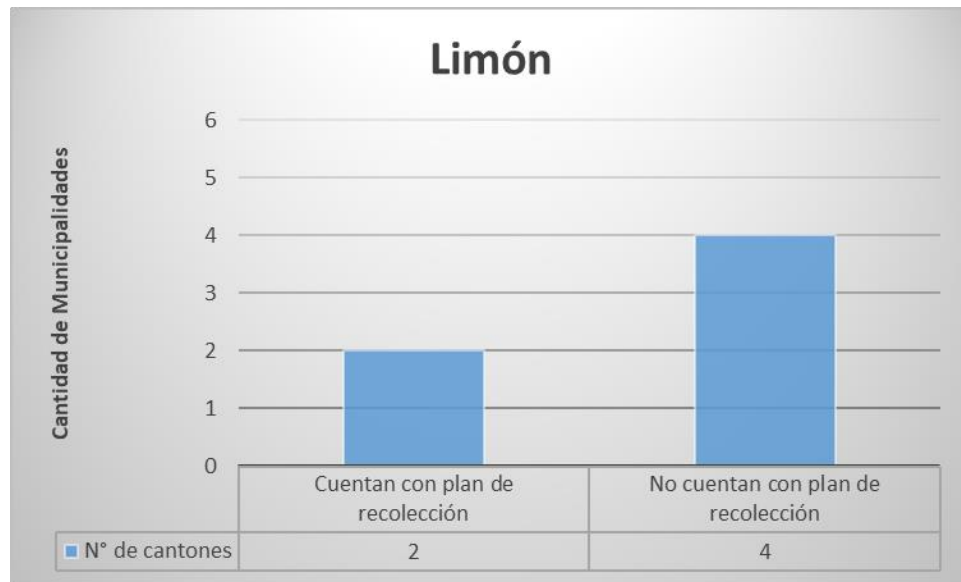
Ilustración 7. Provincia de Cartago



Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se ilustra la situación actual de la provincia de Limón, donde solamente dos cantones presentan un plan de gestión y cuatro de estos aún no han implementado sistemas de gestión o ni siquiera se han interesado en el tema.

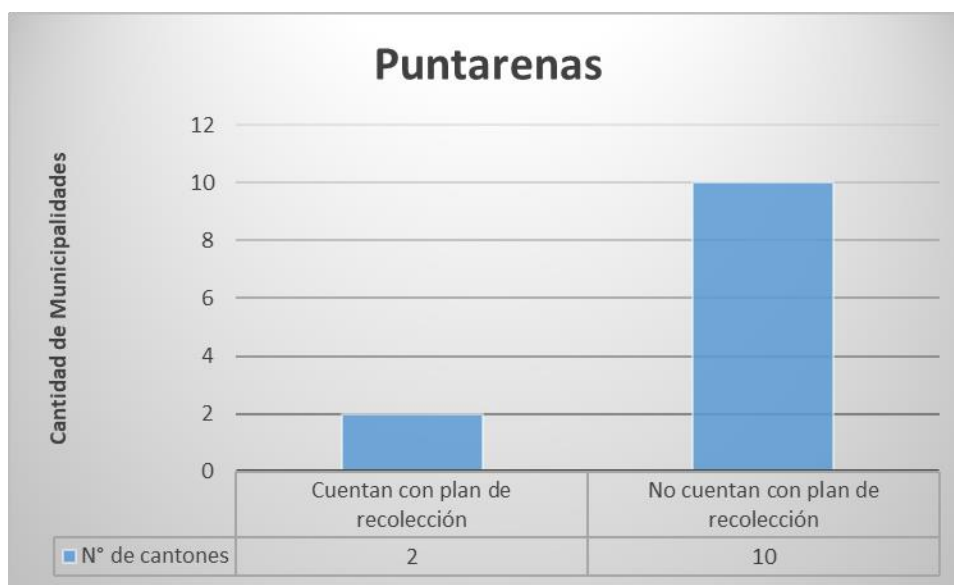
Ilustración 8. Provincia de Limón



Fuente: Elaboración propia.

En la provincia de Puntarenas se obtuvo que solo dos municipalidades cuentan con plan de gestión y las restantes diez municipalidades no cuentan con este plan.

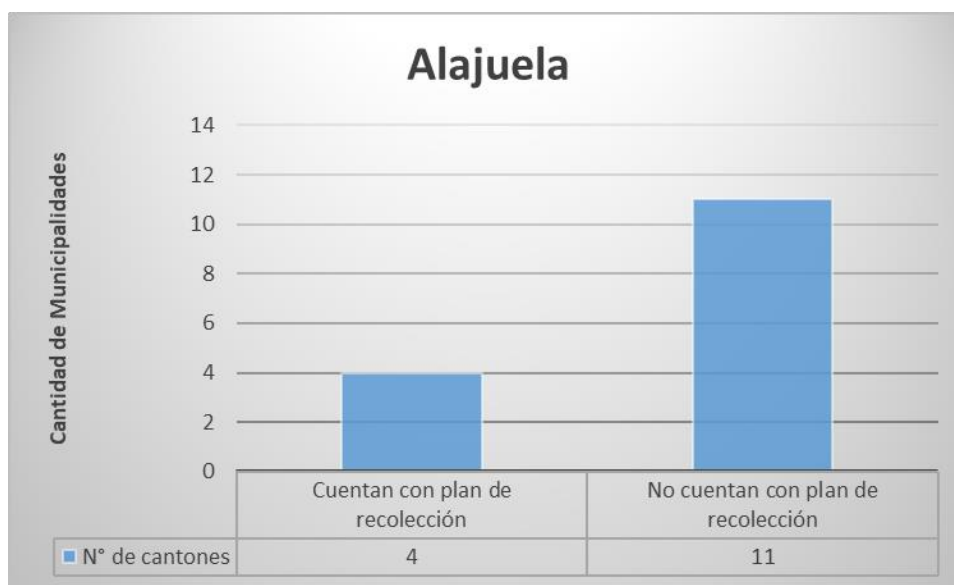
Ilustración 9. Provincia de Puntarenas



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la provincia de Alajuela se investigó que, de un total de quince municipalidades, cuatro de ellas sí cuentan con plan de gestión y los once restantes, no cuenta con recolección de residuos de tipo electrónico.

Ilustración 10. Provincia de Alajuela



Fuente: Elaboración propia.

Con este análisis se logra visualizar cómo las zonas costeras como Puntarenas y Limón tienen municipalidades que se encargan de la gestión de estos residuos, exceptuando a Guanacaste que sí tiene más municipios en los que realizan esta recolección.

La tendencia en el Área Metropolitana es muy variada, ya que, se logra ver cómo las provincias de Cartago y Heredia sí cuentan con un panorama favorable teniendo planes de gestión en varias de sus municipalidades; sin embargo, la provincia capitalina sí se encuentra un poco rezagada teniendo menos municipios encargados de la gestión de dichos residuos. Asimismo, la provincia de Alajuela la cual presenta mayor deficiencia con solo cuatro de sus quince municipalidades, con plan de gestión.

En la siguiente tabla se muestran los cantones de la provincia de Alajuela que cuentan con recolección de estos residuos, mientras tanto el cantón central de Alajuela es uno en los cuales no se realiza la recolección de desechos electrónicos.

Tabla 4. Cantones de la provincia de Alajuela que cuentan con recolección de desechos electrónicos

Provincia Alajuela	Cuentan con plan	
	Residuos electrónicos	
Cantón	SÍ	NO
Alajuela		X
San Ramón		X
Grecia		X
San Mateo	X	
Atenas		X
Naranjo	X	
Palmares	X	
Poas		X
Orotina		X
San Carlos		X
Zarcero		X
Sarchí		X
Upala		X
Guatuso		X
Los Chiles	X	
Total	4	11

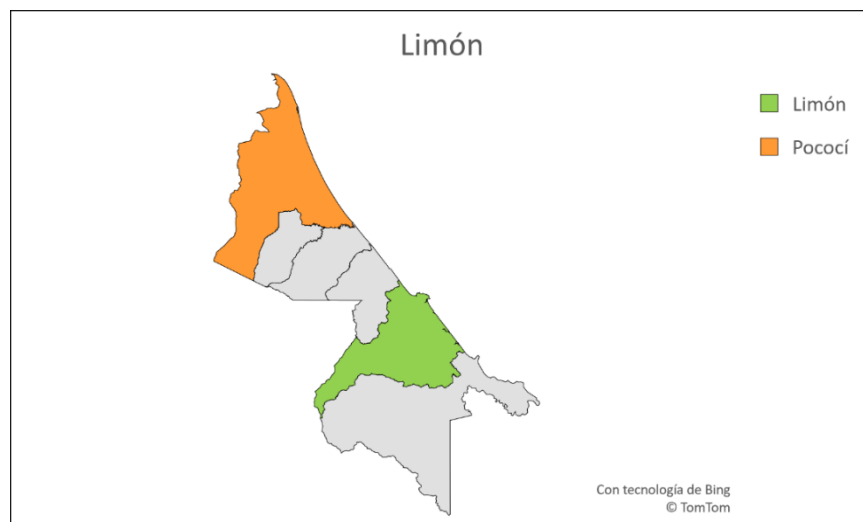
Fuente: Elaboración propia.

2.2 Ubicación de los cantones que cuentan con un programa de recolección por medio de mapas.

A continuación, se mostrará la ubicación por medio de mapas provinciales de los cantones que cuentan con un plan de recolección de aparatos electrónicos no tradicionales, con el cual tratan de dar solución a la problemática que envuelve la recolección de residuos no tradicionales y su gestión.

En el siguiente mapa provincial de Limón presenta los cantones que cuentan con un plan:

Ilustración 11. Mapa cantones de Limón

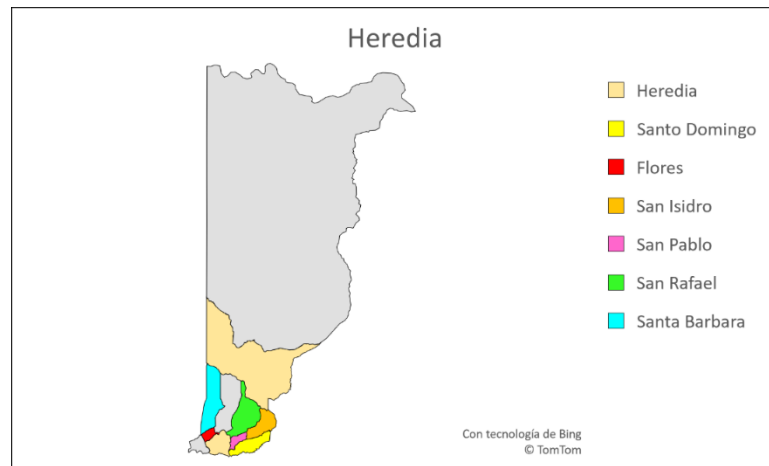


Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza en el gráfico anterior, de seis cantones ubicados en la provincia de Limón solo en dos de estos se preocupan por la recolección de residuos no tradicionales, dichos lugares son el cantón central de Limón y Pococí.

A continuación, se presenta por medio del gráfico para la provincia de Heredia los que cuentan con un plan:

Ilustración 12. Mapa cantones de Heredia

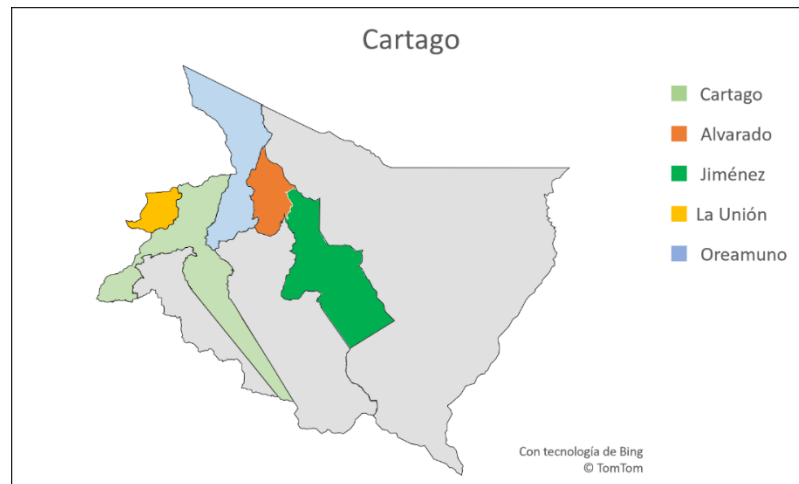


Fuente: Elaboración propia.

En esta se observa que son siete los cantones, con sus respectivos nombres, que de alguna manera se preocupan por esta problemática, representando esto un buen número para la provincia de Heredia, ya que son un total de diez cantones, demostrando que si es posible tener planes en la mayoría de los cantones por provincia.

La siguiente imagen representa el gráfico con la información recolectada para provincia de Cartago:

Ilustración 13. Mapa cantones de Cartago

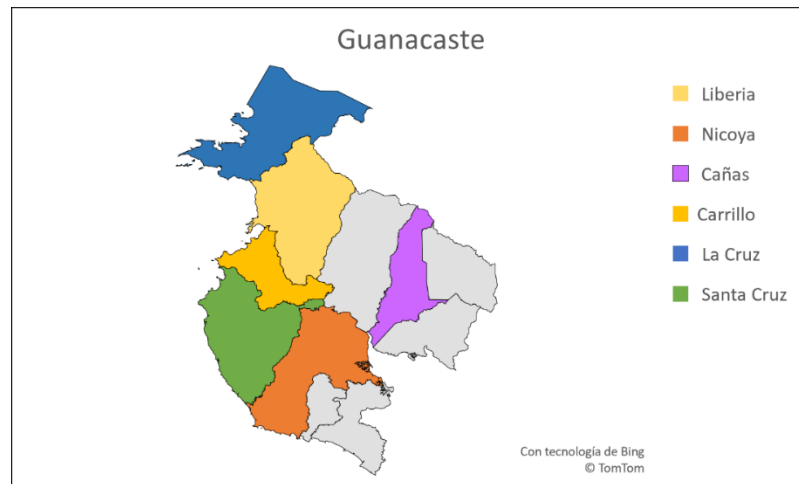


Fuente: Elaboración propia.

En este son cinco los cantones comprometidos con el medio ambiente en cuanto a contar con un plan para la recolección de residuos no tradicionales, dichos cantones son Cartago, Alvarado, Jiménez, La Unión y Oreamuno. Esto da como resultado que solo tres de los ocho cantones de Cartago cuentan con este servicio.

También se muestra, a continuación, el mapa correspondiente a la provincia de Guanacaste:

Ilustración 14. Mapa cantones de Guanacaste

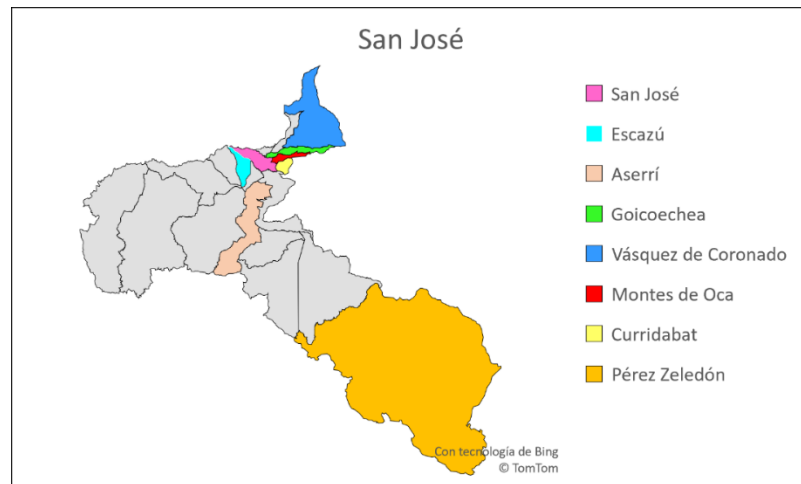


Fuente: Elaboración propia.

Aquí se puede ver que seis de los once cantones que, sí cuentan con un plan para la recolección de productos no tradicionales, siendo este un buen número considerando que Guanacaste es una zona costera.

En la siguiente imagen se muestran los cantones propios a la provincia de San José:

Ilustración 15. Mapa cantones de San José

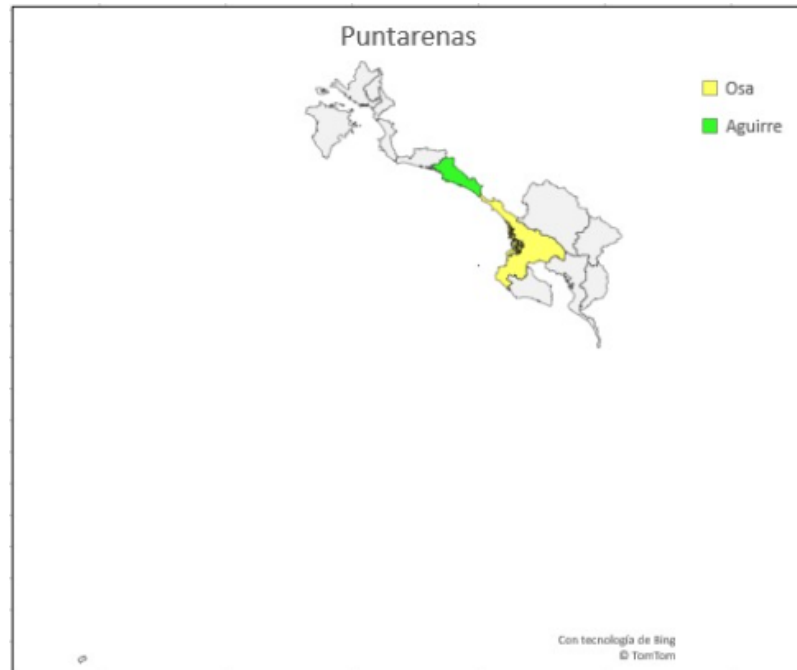


Fuente: Elaboración propia.

Esta es la provincia que se espera cuente con más y mejores planes de acción para la recolección de aparatos electrónicos debido a la gran demanda de todo tipo de productos y mayor cantidad en la población con la que cuenta. No obstante, en el mapa solo ocho de los veinte cantones realizan la recolección de estos, como se evidencia en el mapa con sus colores respectivos.

A continuación, vemos el gráfico con la información propia de la provincia de Puntarenas:

Ilustración 16. Mapa cantones de Puntarenas



Fuente: Elaboración propia.

En esta provincia, solo dos cantones cuentan con planes o estrategias de recolección de aparatos electrónicos. Puntarenas es muy interesante, ya que es un comportamiento normal en las zonas costera ya que se enfocan más en turismo que en el cuidado del medio ambiente, no quiere decir que no se preocupen por el medio ambiente, pero enfocan más su visión e inversión en turismo, aun así, en el cantón de Osa cuentan con la mejor estrategia para la recolección de estos aparatos, por medio de una estrategia bien establecida que cuenta con excelente publicidad, la información correcta para mejorar el proceso, tienen una mascota como imagen del programa de recolección, redes sociales, entre otras y todo esto liderado por la municipalidad.

El siguiente gráfico representa la provincia de Alajuela:

Ilustración 17. Mapa cantones de Alajuela



Fuente: Elaboración propia.

Como se sabe en esta provincia se encuentra nuestro lugar de estudio, el cantón central de Alajuela es nulo el tratamiento que se le da a estos artefactos; ya que, la información recolectada es muy escasa considerando que esta provincia es una de las más grande de Costa Rica y las municipalidades no cuentan con planes de acción para la recolección de aparatos electrónicos. Se observa con claridad que de dieciséis cantones, solo cuatro cuentan con algún plan o idea para la recolección de aparatos electrónicos, como se evidencia en la gráfica anterior.

En términos generales de ochenta y dos cantones solo en treinta y cuatro de estos realizan la recolección de aparatos electrónicos cada cierto tiempo, sin saber cuál es el tratamiento después de ser recolectados, pero al menos existe algún tipo de recolección. Estos representan solamente un 41% de los cantones del país, lo cual deja en evidencia la gran problemática que esto representa.

La información actual del tema en el país es escasa y a ello se suma una problemática cultural, comenzando por los gobiernos locales y las mismas empresas, que venden de estos artefactos, no informan bien a la población sobre cuál es el funcionamiento adecuado que se le puede dar a este una vez que cumple su tiempo de vida útil.

2.3 Empresas que brindan el tratamiento en Costa Rica

Para un adecuado manejo en la gestión de los residuos electrónicos las empresas que se encargan de la recolección deben ser aprobadas por el Ministerio de Salud con ello se asegura que estas organizaciones estén trabajando bajo la ley, cumpliendo todos los requisitos que esto conlleva.

Entre ellas están las empresas registradas ante el Ministerio de Salud como gestores autorizados de residuos, las cuales son puntos de recolección de residuos.

A continuación, se presentan las empresas registradas ante el Ministerio de Salud como gestores autorizados de residuos electrónicos, obtenidas de un listado actualizado el 30 de marzo del 2022.

- BENEFICIO LA SYLVIA LTDA (CENTRO DE ACOPIO LA SYLVIA)
- QUANTUM LIFECYCLE PARTNERS, S.R.L.
- HC. RECYCLE S.A.
- MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS S.A.
- GQS MULTISERVICIOS ECOLÓGICOS NACIONALES S.A
- GQS MULTISERVICIOS ECOLÓGICOS NACIONALES S.A
- PLATAFORMA INTERNACIONAL REAL S.A.
- SUR QUÍMICA S.A.
- SLUDGE AND WASTE RECEPTION COMPANY S.A.
- SOLUCIONES INTEGRALES DE RECICLAJE S.A.

- (SOLIRSA)
- RECOLECTORA Y EMPACADORA CAPRI S.A.
- SERVICIOS ECOLÓGICOS M.B.B. S.A.
- ZUBRE S.A.
- UPS SCS COSTA RICA LTDA.
- VALU SHRED COSTA RICA VSCR S.A.
- AIMAR LOGISTIC S.A
- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES S.A. (MADISA)
- RECUPERADORA BIOLÓGICA DE SOLVENTES S.A.
- GRECO CHEMICAL INDUSTRIAL S.A.
- FORTECH QUIMICA S.A.
- BODEGUITA DE LA LUNA LLENA S.A.
- FUNDACIÓN TECNÓLGICA DE COSTA RICA (FUNDATEC)
- CAMPOS Y MUÑOZ ASESORES PROFESIONALES. S.A. (CYMAPSA)
- GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES ECOWAY DOS CUARENTA Y TRES INTERNACIONAL S.A.
- RECICLADORA Y MAQUILA H Y O S.A.
- RAFAEL ANTONIO SANDOVAL SOTO
- (CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS RECICLAJE)
- ADIME DE ABANGARES S.A.
- FORESTER RECYCLING S.A.
- MARIELA JIMÉNEZ OVIEDO
- (RECUPERADORA NACIONAL DE CHATARRA)

- ASOCIACIÓN PRO-FOMENTO DE PROYECTOS PRODUCTIVOS DE LA SUB-REGIÓN DE QUEPOS (ASOPROQUEPOS)
- CAMPOS RECYCLING INDUSTRIAL S.A.
- CENTRO DE ACOPIO LA RUSIA S.A.
- BAJO EL OCÉANO DEL SUEÑO S.A.
- CENTRO DE ACOPIO RECICLE PLANET S.A.
- WASTECH TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE RESIDUOS S.A.
- MAYLOR CAMPOS RIVERA
- (CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES RASTA RECYCLE)
- KARLA PADILLA RODRÍGUEZ
- (RECICLADORA DEL OCCIDENTE)
- RECOLECTORA DE GUANACASTE S.A.
- RECICLADORA COSTARRICENSE DE METALES REMECSA S.A. (REMECSA)
- SOLUCIONES DETEA S.A.
- ALEXANDER SEGURA MONTOYA
- (RECICLADORA HERMANOS SEGURA)
- DANNY ESTEBAN CERDAS CHAVES
- (CENTRO DE ACOPIO EL GENERAL)
- GESTION DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL M & L S.A. (GREEN COSTA RICA)
 - MUNICIPALIDAD DE LIBERIA (CENTRO DE RECUPERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS VALORIZABLES)
 - RECICLAJE LOGISTICO ARM S.R.L.
 - ASOCIACIÓN YO HAGO EL CAMBIO

- LOS CHACALES S.A.
- (RECUPERADORA LOS CHACALES)
- RECIMETAL S.A.
- ALLTRUCK SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
- MARIA ESTHER OVIEDO VARAGAS
- (CENTRO DE ACOPIO EL VIRILLA)
- ASOCIACIÓN NICOYA PENINSULAR WATERKEEPER
- RODRIGO MOHS PORRAS
- (MOHS MARINE SERVICE)
- MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS S.A.
- RECOLECCION DE RECICLAJE S.A.
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE COSTA RICA (UNA CAMPUS SOSTENIBLES)
- FORTECH S.A.
- ILIANA GALLO MARENCO
- (ACOPIADORA DE CHATARRA LOS LAGOS)
- MUNICIPALIDAD DE LEÓN CORTÉS (CENTRO DE ACOPIO)
- ANDY RAUL KNUDSEN ARROYO (CENTRO DE ACOPIO PARRITA)
- CONSULTORES EN SOSTENIBILIDAD DESARROLLO E INGENIERIA SDI
SOCIEDAD ANONIMA
- HELBERTH ARRIOLA BRENES (RECICLAJE ARRIOLA)
- GRUPO TLA S.A.
- RECYCON S.A.
- CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS RESERVA CONCHAL

- CR MADERA PLÁSTICA S.A
- SERVI INDOOR S.A.
- MANEJO PROFESIONAL DE DESECHOS S.A
- CARMEN CAROLINA GUILLÉN QUIRÓS (CENTRO DE ACOPIO SAN DIEGO)
- ECODESARROLLO PAPAGAYO LTDA.
- RECICLADORA Y MAQUILA HYO S.A. (PLANTA GUÁCIMA)
- CHATARRERA SAN ANTONIO MR S.A.
- KARLA VANESSA PADILLA RODRÍGUEZ
- (RECICLAJES DEL OCCIDENTE-SEDE SAN RAMÓN)
- ASOCIACIÓN ALBERGUE PROMESAS DE DIOS
- METALES FERROSOS Y NO FERROSOS DE COSTA RICA S.A.
- CELIA VALVERDE BONILLA (RECICLAJE EL TUCÁN)
- GRUPO COMPRA METAL J Y R LTDA
- DESTRUPACK, S.A.
- ZERO WASTE DE CENTROAMÉRICAS.A.
- BAJO EL OCEANO DEL SUEÑO S.A. (CENTRO DE ACOPIO SAN MARCOS)
- RECIMETAL S.A. (CENTRO DE ACOPIO PASO ANCHO)
- MADISA DE LATINOAMÉRICAS.A.
- RECIMETAL S.A. (CENTRO DE ACOPIO PASO DE LA VACA)

Fuente: Listado de gestores de residuos aprobados del Ministerio de Salud

Por otro lado, están las unidades de cumplimiento las cuales se encargan de la supervisión y control del proceso de gestión de residuos.

El reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial N.º 38272-S del Sistema Costarricense de información jurídica define a las unidades de cumplimiento como “una estructura legal conformada por uno o más productores e importadores, tiene la responsabilidad de establecer los mecanismos y acciones que garanticen la gestión integral de sus respectivos residuos y su sostenibilidad. La Unidad de Cumplimiento es una estructura operativa que permite, cumplir con el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor, y con los lineamientos técnicos, sanitarios y ambientales nacionales.”

A continuación, se presentan las unidades de cumplimiento registradas ante el ministerio de salud al 30 de marzo del 2022.

- QUANTUM LIFECYCLE PARTNERS, SRL
- ASOCIACIÓN DE EMPRESARIOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS (ASEGIRE)
- LIQUIDACIONES DE AMÉRICA S.A.
- PRISMAR DE COSTA RICA S.A.
- PRICESMART
- CRAISA S.A.
- RECICLADORA COSTARRICENSE DE METALES S.A.
- CORPORACIÓN SUPERMERCADOS UNIDOS S.A.
- IMPORTADORA RODRISA ML DEL ESTE S.A.
- 3-101-632262 SOCIEDAD ANÓNIMA
- CARLOS FEDERSPIEL & COMPAÑÍA S.A.
- FORTECH S.A.
- COMPEXCR USA S.A.
- INVERSIONES ANTECHE DE SAN RAFAEL S.A

- HITS ALLIANCE S.R.L.
- PORTAFOLIO AM SIETE S.A.
- TECHNOLOGY ALLIANCE COMPANY (TAC)
- CORPORACIÓN FDC INDUSTRIAL S.A.
- MILLICOM CABLE COSTA RICA S.A.

Fuente: Ministerio de Salud.

En Costa Rica, actualmente no se registra ninguna empresa que recicle los residuos electrónicos en su totalidad, por lo que las unidades de cumplimiento son las que se encargan de exportar las partes a diferentes países donde los utilizan para diferentes procesos.

2.4 Estrategias de recolección

Actualmente, la Municipalidad de Alajuela no cuenta con ninguna estrategia o plan de recolección de residuos no tradicionales o electrónicos. Por lo cual, se investigará sobre los métodos utilizados por otras municipalidades del país.

Por lo que para hacer más amplia la investigación se decide evaluar diferentes estrategias utilizadas por otras municipalidades, con el fin de crear ideas para con ello lograr desde diferentes escenarios generar ideas estratégicas que puede ser aplicadas por la Municipalidad de Alajuela.

Algunas estrategias de recolección utilizadas por otras municipalidades se describen a continuación:

2.4.1 Municipalidad de San Pablo de Heredia

Con respecto a esta municipalidad vemos que, si cuenta con un plan para recolección de material no tradicional, por medio de esta imagen e información recolectada se logra hacer un pequeño análisis de este plan estratégico, la buena organización y el trabajo son claves en el éxito de estas campañas. El

hecho de que esta municipalidad cuente con esto no genera sorpresa, pues forma parte de la provincia de Heredia y esta es una de las mejores provincias en este tema, ya que actualmente solo el cantón de Barva y Belén no cuentan con uno.

En la imagen se logra observar la información que brinda la municipalidad, este pertenece a las rutas dividida por calles, distritos y caseríos, además de las fechas y la especificación de lo que se va a recolectar, mostrando a su vez el área de la municipalidad la cual se encargará siendo esta la Unidad de Gestión Ambiental.

Ilustración 18. Estrategia de recolección Municipalidad de San Pablo, Heredia

PRÓXIMAS

Fechas de recolección de material NO tradicional

16 de Marzo: Rincón de Ricardo / Yuli / M Fernanda / Irma / Flores.
6 de Abril: Las Cruces.
27 de Abril: Calle Cordero / Miraflores /Urbanizaciones Aledañas.
11 de Mayo: Ma Auxiliadora /Sector Uriche / Marino /Los Crotos.
8 de Junio: Las Pastoras.
29 de Junio: Calle Real /Amelia /Hidalgo / Chinita.
6 de Julio: El Centro / Meseta/ Quintana Norte /Brisas / Chirripó.
10 de Agosto: Joyas / San Martin / Don Antonio / Santa Isabel / Jerusalén.
7 de Setiembre: Quintana Sur / Villa Adobe / Villas de la Quintana / Villa Lantana.

No recojemos material ordinario ni escombros



**Unidad de Gestión
Ambiental de San Pablo.**



Fuente: Municipalidad de San Pablo, Heredia.

2.4.2 Municipalidad de Naranjo

Otro ejemplo muy claro que se encuentra es la Municipalidad de Naranjo, este cantón pertenece a la provincia de Alajuela, en el cual la Unidad Técnica de Gestión Ambiental cuenta con un programa o campaña de recolección de residuos no tradicionales en los cuales incluye los aparatos electrónicos. Dicha campaña está distribuida por sectores o caseríos, una ruta por sábado notificada con anticipación para que las personas puedan organizar de la mejor manera sus residuos.

Las publicaciones de esta campaña se realizan en las redes sociales y página de la municipalidad con el fin de brindar la recolección correcta y la mejor información para beneficio del cantón y del país.

Ilustración 19. Estrategia de recolección Municipalidad de Naranjo, Alajuela

	RECORRIDO	FECHA
1	Calle Rafael Monge, San Francisco, Pilas El Rosario, El Llano y Santa Margarita.	Sábado 05 de Febrero
2	Hacienda Naturas, San Miguel Este y Oeste, El Sitio, Calle Muñoz (después del puente de los Pitiguirras), Calle las Rosas, Villa Nueva, la pista hasta el puente del Río Grande, Concepción, Palmitos y San Roque.	Sábado 12 de Febrero
3	Dulce Nombre, Corazón de Jesús, Bajo Zaida, El Carmen, El Muro, la Conejera, María Auxiliadora, Barrio Espíritu Santo, Tres Marías, la Radial, Ciudadela Orlich y el Casco Comercial.	Sábado 19 de Febrero
4	Los Robles, San Jerónimo, Lourdes y Cirrí.	Sábado 26 de Febrero
5	San Juan, San Juanillo, Río Grande, San José, Cañuela, Llano Bonito, La Palmita, Barranca, Barranquilla y San Antonio Norte.	Sábado 05 de Marzo
6	San Rafael, Bajo Corrales, Guarumal y San Antonio de la Cueva hasta el Cruce.	Sábado 12 de Marzo

Fuente: Municipalidad de Naranjo, Alajuela.

2.4.3 Municipalidad de Osa

Tammy Osa Recicla es una campaña creada por el área de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Osa, la cual busca orientar a los habitantes del cantón sobre la separación propia y correcta que se le debe dar a los llamados residuos valorizables y sus rutas de recolección en las comunidades. En un principio esto fue creado para los residuos no tradicionales, pero también adaptaron la campaña para residuos eléctricos y tecnológicos.

Aquí se utiliza un oso hormiguero llamado Tammy como la imagen principal de la campaña, al ser ello una estrategia publicitaria para atraer la atención de los pobladores y visibilizar la estrategia de recolección. Otro punto importante que llama la atención es que esta municipalidad, a pesar de que pertenece a un cantón costero, se preocupa por dicha recolección, ya que se ve la tendencia, en los cantones cercanos a playas, a enfocar sus recursos en el turismo y se dejan los temas ambientales de lado.

Ilustración 20. Estrategia de recolección Municipalidad de Osa, Puntarenas



Fuente: Municipalidad de Osa, Puntarenas.

En términos generales, la mejor manera de realizar una buena estrategia de los residuos es basada en la legislatura propia del Ministerio de Salud propia a la Ley para la Gestión Integral de Residuos. En este el objetivo principal es usar de una manera eficiente los recursos, con una adecuada planificación, aplicando de manera correcta acciones regulatorias, financieras, administrativas, entre otras, donde la participación social es pilar aportando en la creación de la ley y la construcción de conjunta he integrada. El punto B de la Reglamentación asociada a la Gestión Integral de Residuos trata específicamente sobre el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos, en el cual se menciona su objetivo principal el cual consiste en la reducción de la contaminación y las afectaciones que esto provoca en la salud de las personas debido a su mala gestión, generando ese interés por informarse mejor con respecto a esta problemática para crear una mejor calidad de vida y ambiental.

2.5 Leyes y reglamentos nacionales sobre la recolección, separación y tratamiento

En Costa Rica existen diferentes leyes nacionales que permite a los gobiernos locales relegar esta problemática.

Entre algunas de las leyes y reglamentos que rigen actualmente se mencionan a continuación:

- Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley No. 8839) A partir del 13 julio del 2010, entra en vigor en Costa Rica la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley No. 8839), publicada en la Gaceta No. 135, la cual tiene como objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación.
- Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Decreto No. 37567- S-MINAET-H, publicado en el diario oficial La Gaceta No. 55 del 19 de marzo del 2013), el cual tiene como objetivo, regular la gestión de los residuos a nivel nacional, a fin de asegurar el

trabajo articulado en la gestión integral de residuos para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la población.

- Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (Decreto N.º 35933-S, Publicado en el diario oficial La Gaceta N.º 86 del 5 de mayo del 2010), que tiene entre sus objetivos, el reducir la contaminación al ambiente y afectaciones a la salud de la población que provoca la gestión no integral de residuos electrónicos.
- Reglamento Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Decreto N.º 35906-S, publicado en el diario oficial La Gaceta N.º 86 del 5 de mayo del 2010), donde se establece los requisitos y condiciones físico-sanitarias que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional.

Por tanto, esto, impacta de manera directa la gran brecha que existe a nivel nacional que solamente un parte de las municipalidades asuman la importancia de recolectar los RAEE ya que en ninguna de las leyes actuales del país responsabiliza a las municipales asumir este cargo para brindar un tratamiento adecuado.

Costa Rica se caracteriza por ser un país con dirección al cambio climático. Según el Ministerio de Salud (2019):

El problema de los desechos electrónicos sigue representando una amenaza, tanto para el medio ambiente global como para la salud humana, y no muestra signos de desaceleración en el corto plazo. Al contrario, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) son la corriente de residuos de más rápido crecimiento en el mundo.

Actualmente, el mundo produce aproximadamente cincuenta millones de toneladas de residuos electrónicos al año. Esto equivale al peso total de todos los aviones comerciales fabricados en el mundo y se prevé que esta cifra aumente a 120 millones de toneladas para 2050.

Al ser Costa Rica considerado una de las naciones latinoamericana que registra la mayor cantidad (RAEE) y aunque en algunas instituciones, tanto privadas, públicas o gubernamental existen estrategias utilizadas para la recolección de residuos hoy se puede mencionar que no existe ningún plan nacional en acción que permita disminuir el impacto ambiental que se genera actualmente y que los artefactos que cumplido su vida útil generen la cadena productiva. Del mismo modo, en el país no existe una entidad que pueda desarrollar toda la cadena de desecho de los aparatos electrónicos y cada uno de sus componentes, sino que surge la necesidad de exportar algunas de sus partes para que se les brinde un adecuado tratamiento.

2.6 Conocimiento de la población

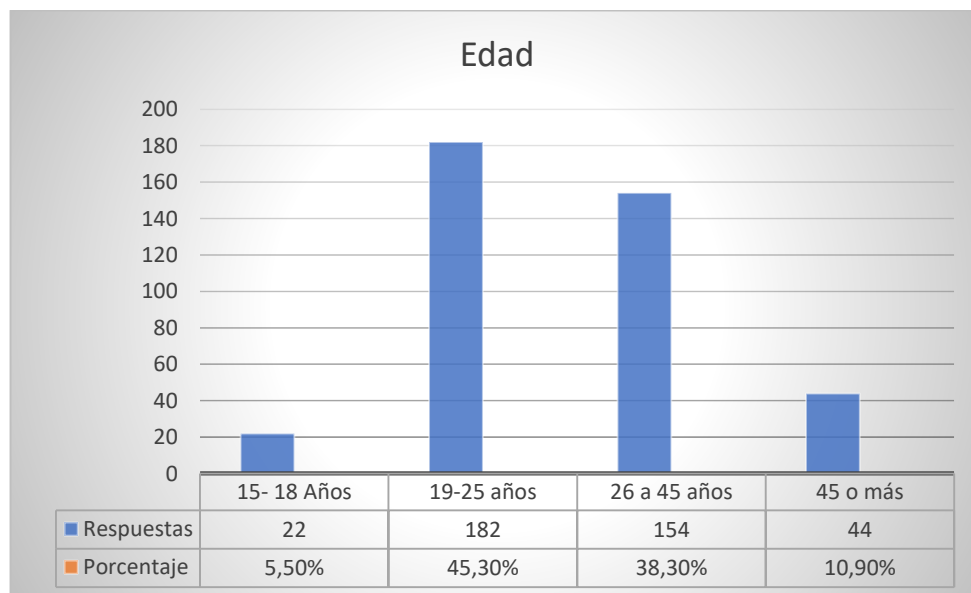
Al ser una investigación, se requirió realizar una encuesta por medio de la plataforma llamada *Google forms* adjunta en el anexo dos, la cual permitió tener un mayor alcance, a través de diferentes medios de comunicación como lo son las redes sociales y con el objetivo de recolectar información relevante que permitió indagar sobre los conocimientos de la población en el tema del manejo de residuos electrónicos en Costa Rica. Se aplicó una encuesta de veinte preguntas, enfocadas las tres primeras con generalidades de las personas encuestadas y las siguientes con enfoque al tema principal que involucran desde la separación hasta la inserción de estos aparatos al mercado actual.

Se considera, dentro de este trabajo final de graduación, la población elegida parte clave para lograr indagar sobre el conocimiento actual, se logra obtener un panorama de los diferentes aspectos importantes tales como diferenciar los aparatos electrónicos, formas de desecho, conocimiento sobre la

recolección en la municipalidad o entidades autorizadas. Por tanto, esta encuesta permite obtener una realidad nacional que afecta los intereses de toda la sociedad tanto en aspectos sociales, ambientales, económicos entre otros por lo que permite entender las debilidades encontradas en tema para la propuesta de un plan de acción.

En las primeras tres preguntas se obtiene aspectos generales tales como edad, sexo y lugar de residencia, estos factores pueden influir en el estudio debido que al contar con diferentes rangos de edades dentro población las personas pueden tener un mejor o menor conocimiento sobre el tratamiento de los aparatos electrónicos, dentro de este marco, influye la ubicación geográfica debido a las diferentes maneras en que las municipalidades los tratan, debido a la brecha abierta en este tema, de la misma forma afecta la ubicación de las entidades autorizadas que tratan estos desechos, ya que, muchas de estas no están ubicadas en zonas rurales.

Ilustración 21. Edad de la población



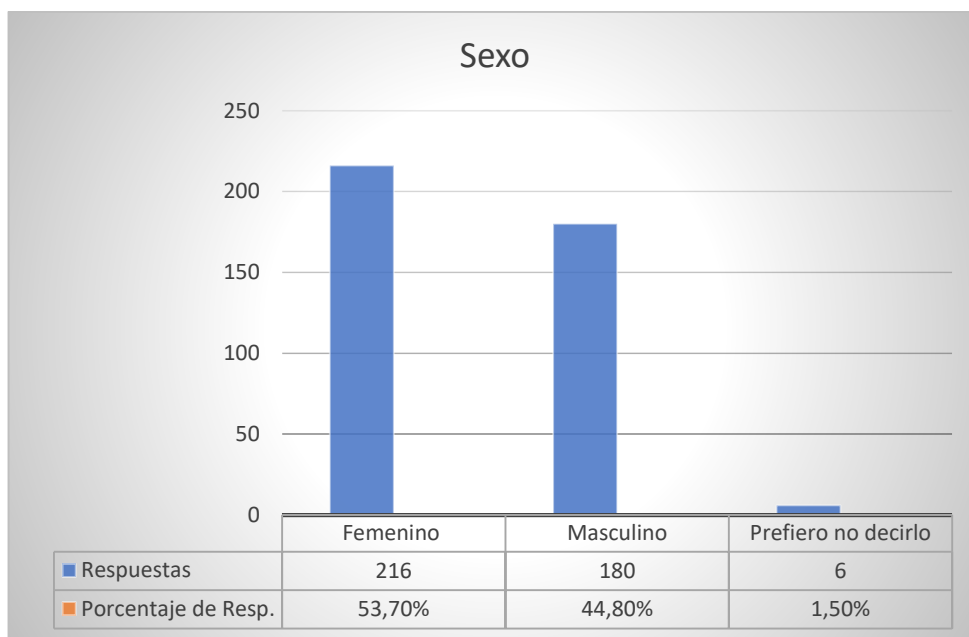
Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Esta gráfica da un panorama general sobre la edad de las personas que contestaron a la encuesta, cómo se puede ver es importante recalcar que el 45,30% de las personas que dieron respuesta tienen entre 19 a 25 años.

En seguida, con un porcentaje de 38,30% se encuentra el grupo de rango de edades entre 26 a 45 años, dejando en evidencia que la población con mayor acceso a la información de manera digital se encuentra en un rango de edades entre 19 a 45 años, según un estudio realizado por iLifebelt en el 2013 demuestra que “Costa Rica tiene la tasa más alta de usuarios de 25 a 30 años en las redes sociales” (CAMTIC, 2013); por ende, se logra respaldar que los usuarios con un mayor alcance a redes sociales son los que logran adquirir mayores datos cibernéticos.

Los porcentajes más bajos entre 5% a 10,90% quedan en las poblaciones con edades entre 15 a 18 años, y edades entre 45 años o más.

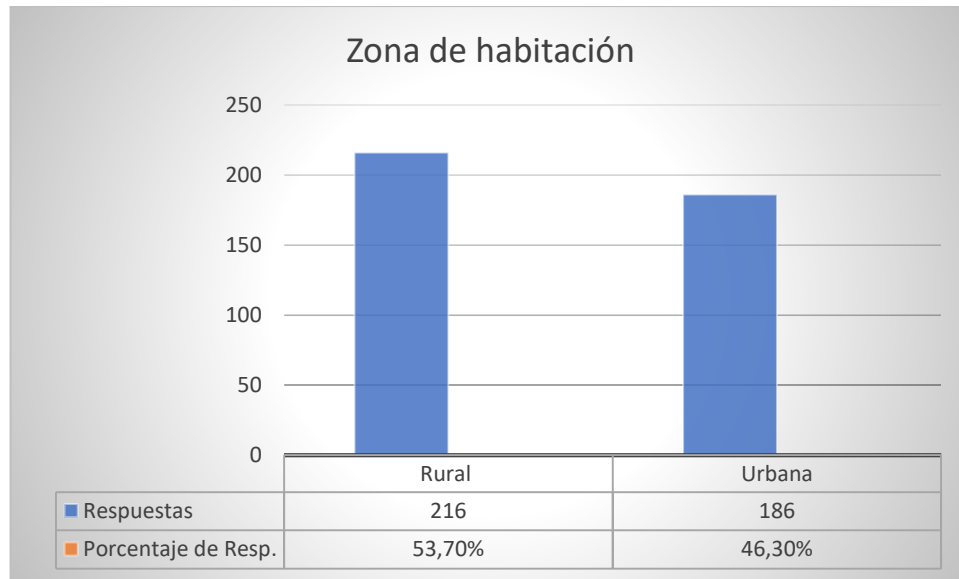
Ilustración 22. Género de la población



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Se logra obtener que un 53,70% de las personas que participaron son del sexo femenino, representando la mayoría de los encuestados. Además, un 44,80% de los encuestados son de sexo masculino y un 1,50% prefieren no decirlo.

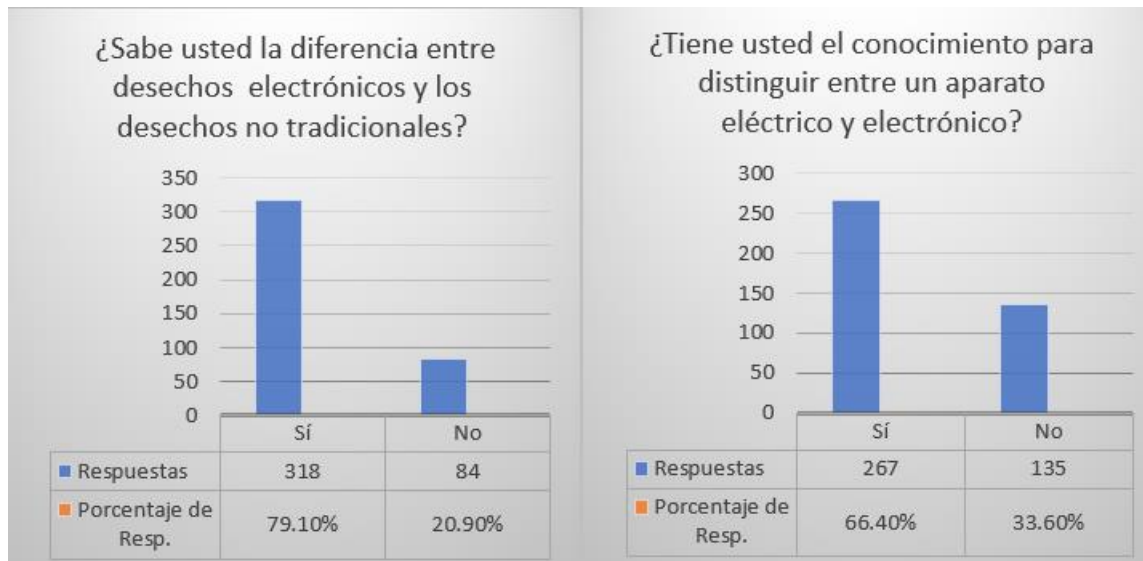
Ilustración 23. Lugar de residencia



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Por medio de este gráfico como herramienta de información, se obtiene que un 53,70% de los encuestados son de zonas rurales de Alajuela, mientras que un 46,30% de ellos son de zonas urbanas.

Ilustración 24. Separación de residuos



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

De las personas quienes participaron de la encuesta, según las respuestas obtenidas en la pregunta número uno un 70,1% de la población sí lograr diferenciar los desechos electrónicos y los no tradicionales, esto es importante, porque, según el porcentaje la mayoría de los entrevistados, tiene conocimiento de la diferencia de un desecho electrónico y los desechos no tradicionales. Sin embargo, continúan desechándolos de manera incorrecta, según la revista OMPI “De los 50 millones de toneladas que se generan cada año en el mundo, únicamente se recicla entre un 15% y un 20%” (2014), lo que refleja que, aunque exista el conocimiento de la diferencia las personas continúan ejecutándolo con procesos inadecuados. Asimismo, a pesar del acceso que existe actualmente a la información en una Era tan digitalizada se cuenta con que un 20,9% no tiene el conocimiento de diferenciar estos residuos.

En la pregunta número dos se refleja cómo un 33,6% el desconocimiento de la población para lograr distinguir las características de los residuos; por tanto, entiéndase como la diferencia de estos descrita de la siguiente manera.

Tabla 5. Desechos no tradicionales

DESECHOS NO TRADICIONAL
Muebles.
Madera.
Llantas.
Chatarra.
Vidrio.
Juguetes.
Colchones.
Podas de árboles.

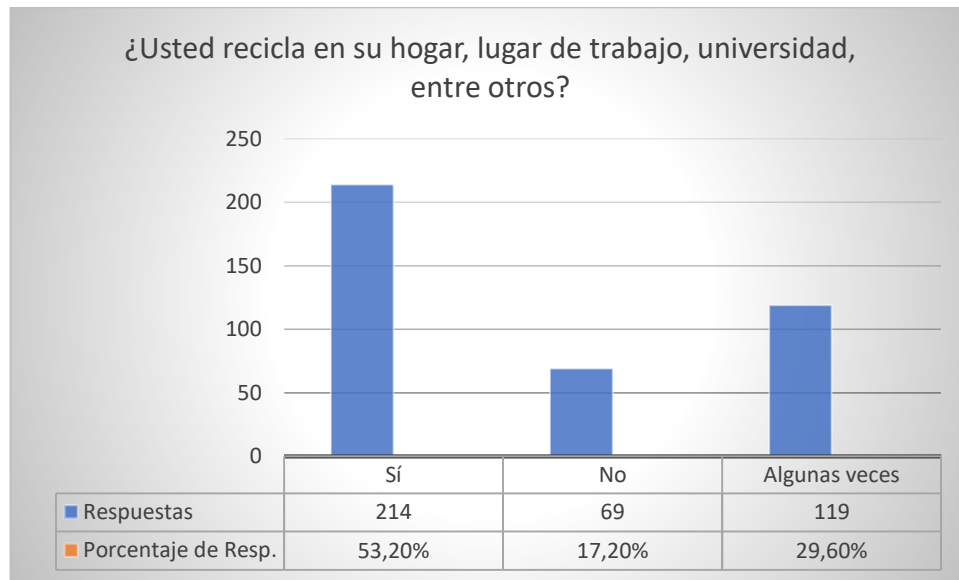
Fuente: Elaboración propia, a partir de página web de la Municipalidad de Heredia.

Tabla 6. Desechos Electrónicos

DESECHOS ELECTRÓNICOS
Computadoras, discos duros.
Cámaras fotográficas.
Tarjetas electrónicas y centrales telefónicas.
Calculadoras.
Monitores, proyectores y pantallas planas.
Escáneres, impresoras, fotocopiadoras y equipos de oficina multifuncional.
Teléfono celulares y tabletas.
Aire acondicionado.
Consolas de video juegos.

Fuente: Elaboración propia, a partir de página web de Soluciones Integrales de Reciclaje SA.

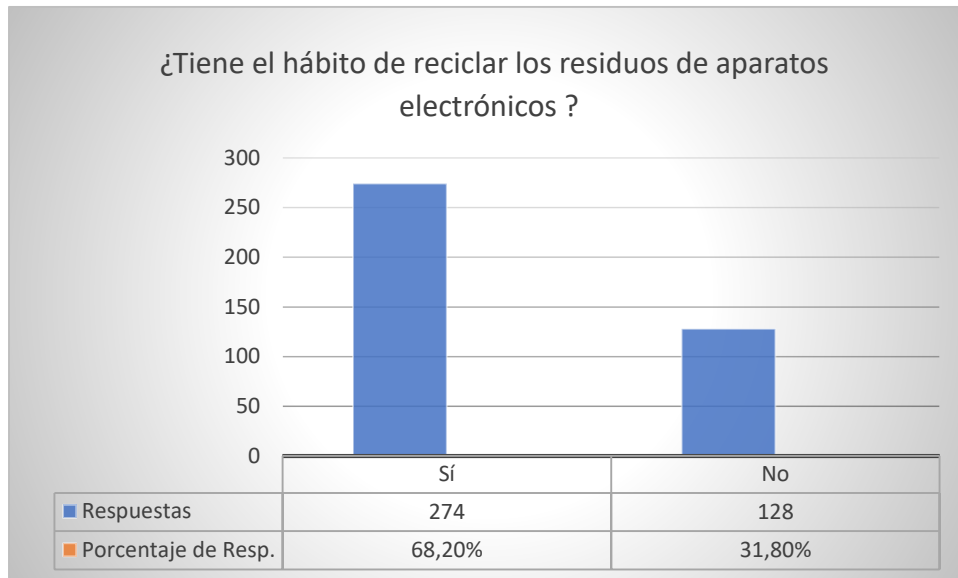
Ilustración 25. Población que recicla en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Esta gráfica arroja datos relevantes donde se evidencia el comportamiento de las personas con respecto a este tema, la falta de información y un problema cultural presente en Costa Rica. Donde se ve un buen resultado de 214 encuestados que, sí reciclan, una suma de 119 que algunas veces y un número de 69 que no reciclan, esto un panorama que se puede mejorar a nivel país.

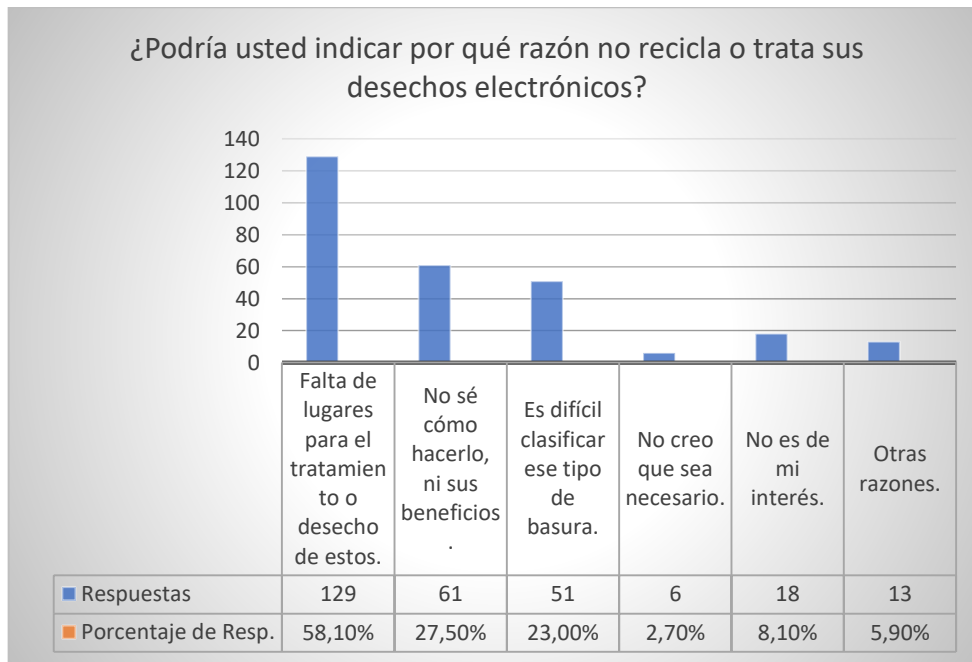
Ilustración 26. Reciclaje de aparatos electrónico de la población



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Este gráfico permite evidenciar, a pesar de la poca información con la que cuenta la población sí existe un interés y un hábito de reciclar estos residuos. Donde el 68,2 % de los encuestados dicen que si realizan el reciclaje de estos representando esto un número de 274 personas. Además, existe gran oportunidad en informar y crear campañas de recolección donde el 31,80% de las personas que no realizan esta práctica puedan desarrollarla de una buena manera y con ayuda de instituciones que se encargan de gestionar estos desechos.

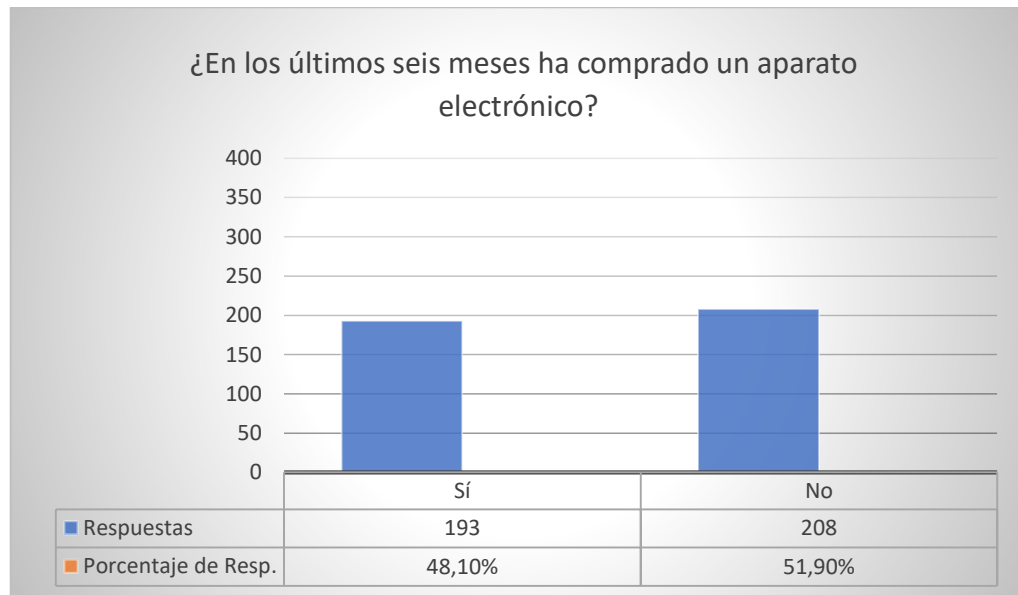
Ilustración 27. Razones por las cuales la población no recicla



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Este gráfico representa un problema real que existe en Costa Rica donde faltan muchos lugares para el tratamiento o desecho de estos artefactos y esto se ve representado con un 58.1%, los encuestados que dicen no saber cómo hacer, ni sus beneficios son un 27,5% y los que consideran la separación de residuos como algo difícil de hacer con este tipo de basura son el 23%, al ser estos los tres puntos más importantes por considerar. Estos datos reflejan la gran oportunidad que existe actualmente en la población que por falta de conocimiento no están realizando estas buenas prácticas, la encuesta muestra una gran necesidad de generar publicidad por medio de las instituciones como la Universidad Técnica Nacional con datos relevantes como ubicación de centros de tratamiento, campañas, rutas y los beneficios que se obtienen al tratar de forma correcta los residuos electrónicos.

Ilustración 288. Tendencia compra de artículos en los últimos seis meses

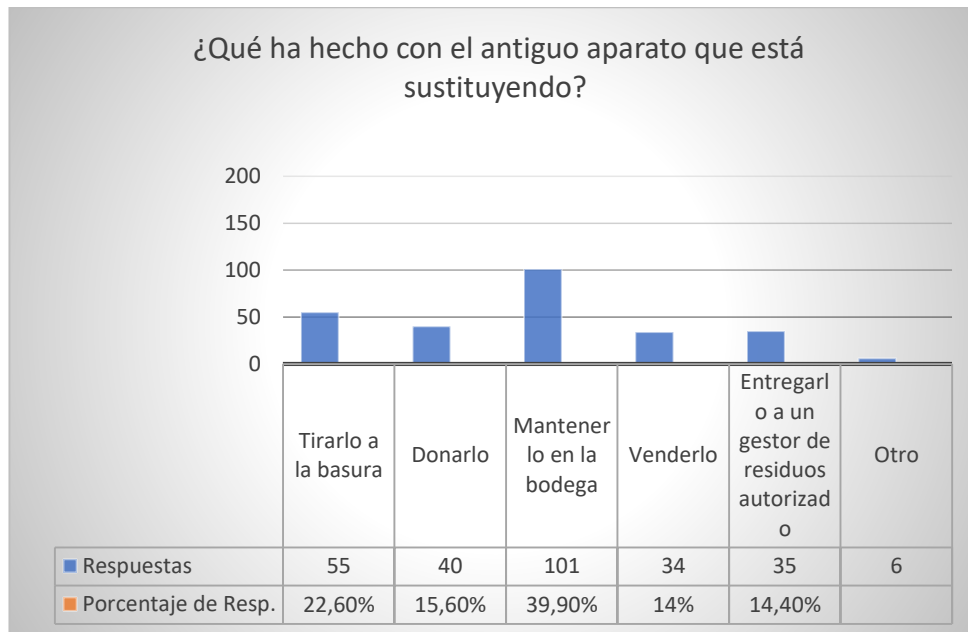


Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Aquí se representa el consumo que ha tenido esta población con respecto a este tipo de aparatos, donde realmente gran parte de los encuestados no han adquirido un nuevo aparato en los últimos seis meses.

Se tiene el conocimiento que en fechas festivas la tendencia en adquirir nuevos artículos aumenta. Sin embargo, empresas como INTECO “hace un llamado a los consumidores para que busquen artefactos eficientes que no solo contribuyan con el ahorro energético, sino que reduzcan su factura de electricidad” (ASOCIACION INSTITUTO DE NORMAS TECNICAS DE COSTA RICA, 2022). Todo esto ante el acercamiento del *Blackfriday* y el pago del aguinaldo donde se da una tendencia de mayor consumismo.

Ilustración 29. Formas de sustitución de artículos viejos



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Existe una tendencia a guardar en bodegas las cosas que no se necesitan, representando esto un 39.9% y la causa raíz de esto según el estudio realizado son pocos lugares o información que hay sobre dónde se pueden recibir este tipo de aparatos para dar su correcta separación, el segundo dato con mayor votación es tirarlo a la basura con un 22.6%, al ser esta una muy mala práctica.

Como tercer factor en esta pregunta sobre que ha hecho con el antiguo aparato se encuentra donarlo con un 15.6%, pero según la información recolectada no es correcto hacer esto, ya que muchos de estos aparatos terminan en lotes baldíos o relleno sanitario.

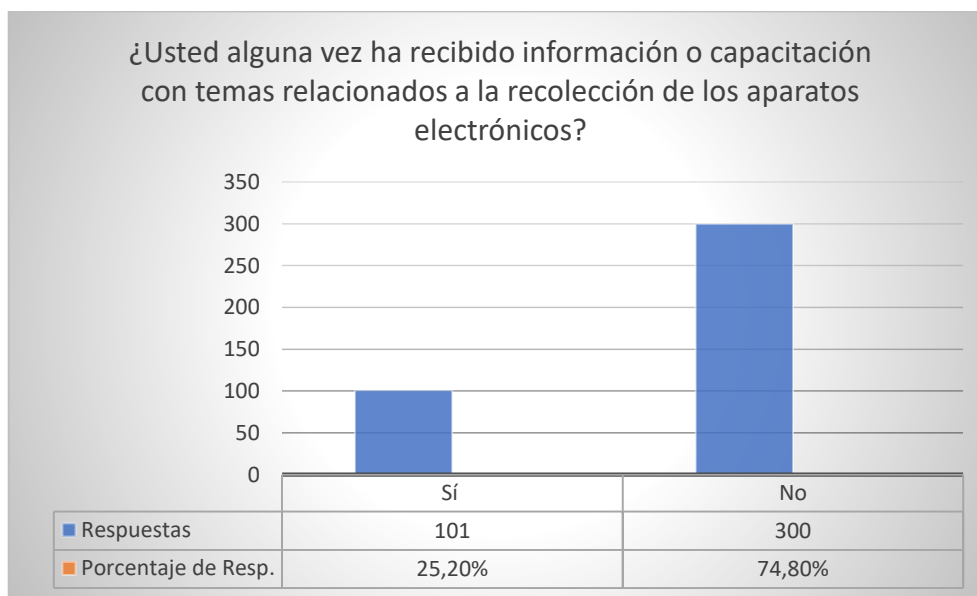
La información que se presenta la siguiente tabla son otras respuestas puntuales que se recolectaron por medio de la encuesta, que de igual manera son resultados muy importantes a considerar.

Ilustración 30. Otras formas de desecho utilizadas

OTRAS RESPUESTAS	
•	Entregarlo a la recolección de la municipalidad.
•	Entregarlo a los chatarreros.
•	Lo mantengo, pero alterno el uso.
•	Sigue en uso, pero por otra familiar.

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

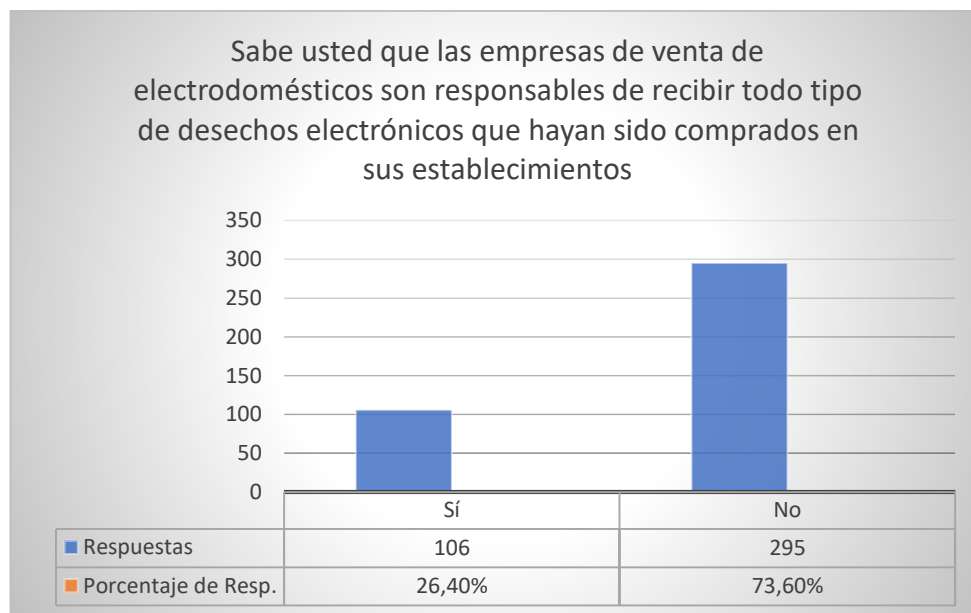
Ilustración 31. Conocimiento sobre temas relacionados al tratamiento de aparatos electrónicos



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada

Esta encuesta da un panorama más exacto sobre las necesidades que presenta la población con temas relacionados a esta problemática, en la cual solo el 25.2% de los encuestados dicen recibir información o capacitación con temas relacionados a la recolección de los aparatos electrónicos. Se evidencia como el dato que más resalta es un resultado negativo, al ser este un 74.8%, una tercera parte de la muestra.

Ilustración 32. Conocimiento principio de responsabilidad extendida del productor



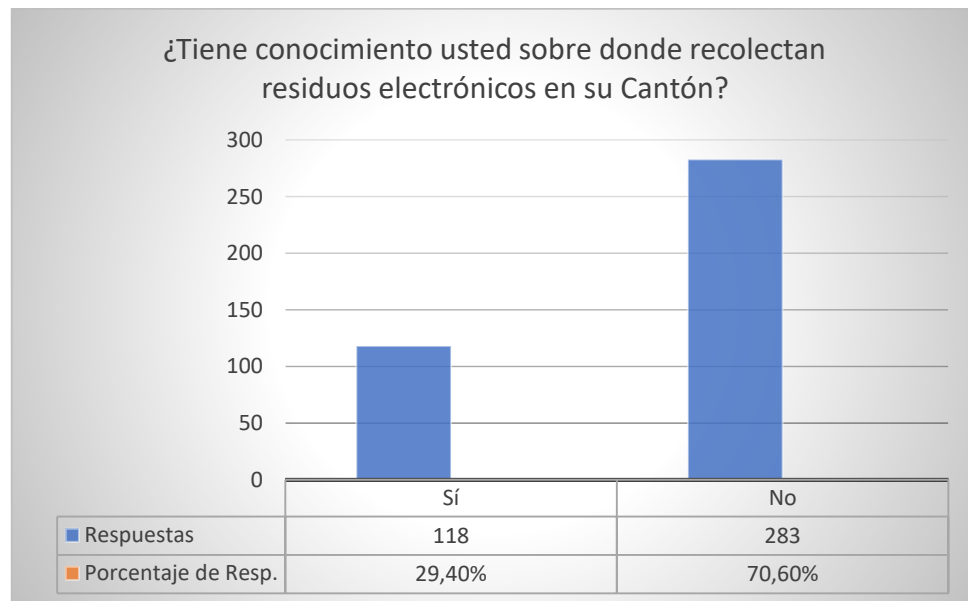
Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

El gráfico anterior, permite conocer algunas de las debilidades existentes en la población estudiada. En primera instancia, una gran parte de los encuestados muestra que un 73,60% desconoce que en Costa Rica existe la Ley para la Gestión Integral de Residuos N.º 8839 del 24 de junio del 2010 la cual fundamenta que se “incorpora el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor, según el cual

los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases postindustrial y post consumo.

Es importante rescatar es responsabilidad de las empresas y complemento de este principio, la Ley establece que la gestión integral de residuos es una corresponsabilidad social, que requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los productores, importadores, distribuidores, consumidores, gestores de residuos, tanto públicos como privados, así como de las municipalidades y otras instancias del gobierno central. La misma le indica que este principio se aplicará únicamente a los residuos de manejo especial. Ley N. ° 8839, Ley de Gestión Integral de Residuos, (2010).

Ilustración 33. Conocimiento sobre recolección en el Cantón

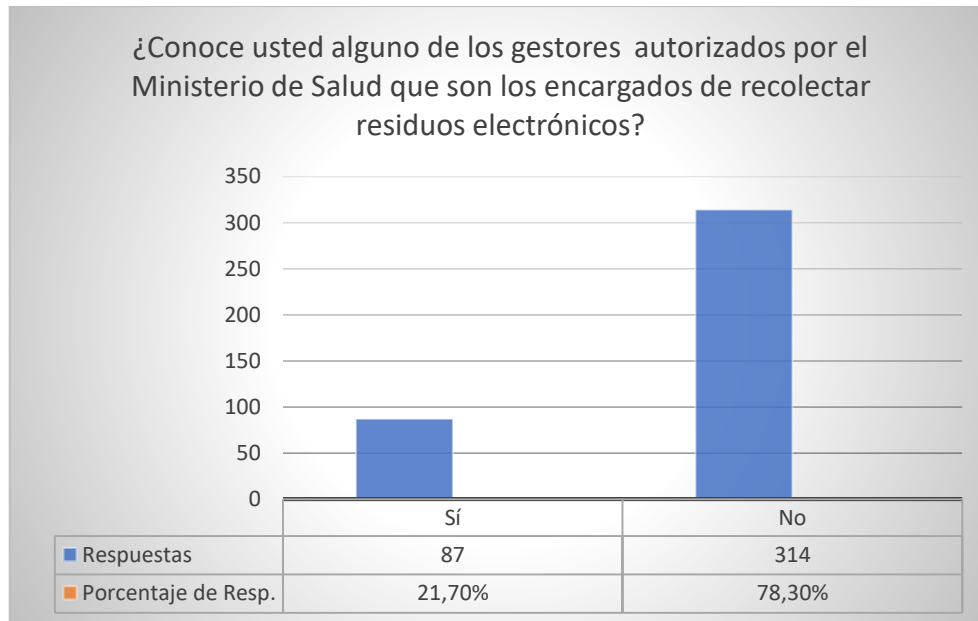


Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Esta pregunta es de gran importancia, ya que implica temas culturales, interés de las personas, cuidado del medio ambiente y es muy evidente no existe un conocimiento sobre donde recolectan residuos

electrónicos en cada cantón de Costa Rica, donde con un 70.6% de los encuestados dicen no conocer sobre esto que representa una gran problemática cantonal.

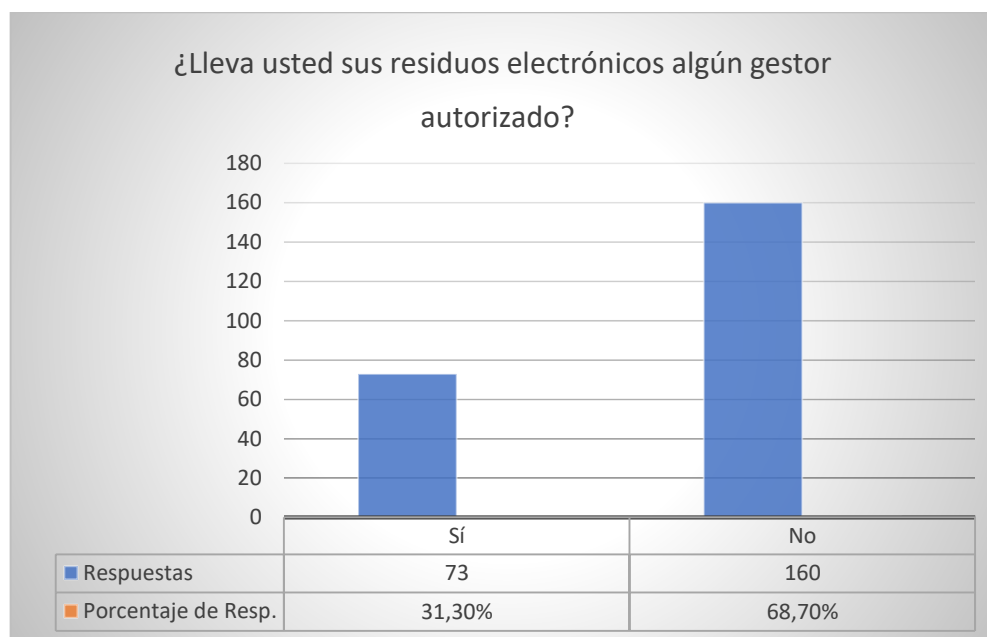
Ilustración 34. Conocimiento sobre gestores autorizados



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Aquí se observa con claridad un tema cultural, involucrando diferentes sectores principalmente instituciones del gobierno, ya que no es algo que se ha divulgado mucho, en Costa Rica se vende mucho la imagen de que es un país ecológico, pero realmente no es del todo así. Representando un 78.3 % de los encuestados los cuales dicen no conocer algún gestor autorizado por el Ministerio de Salud.

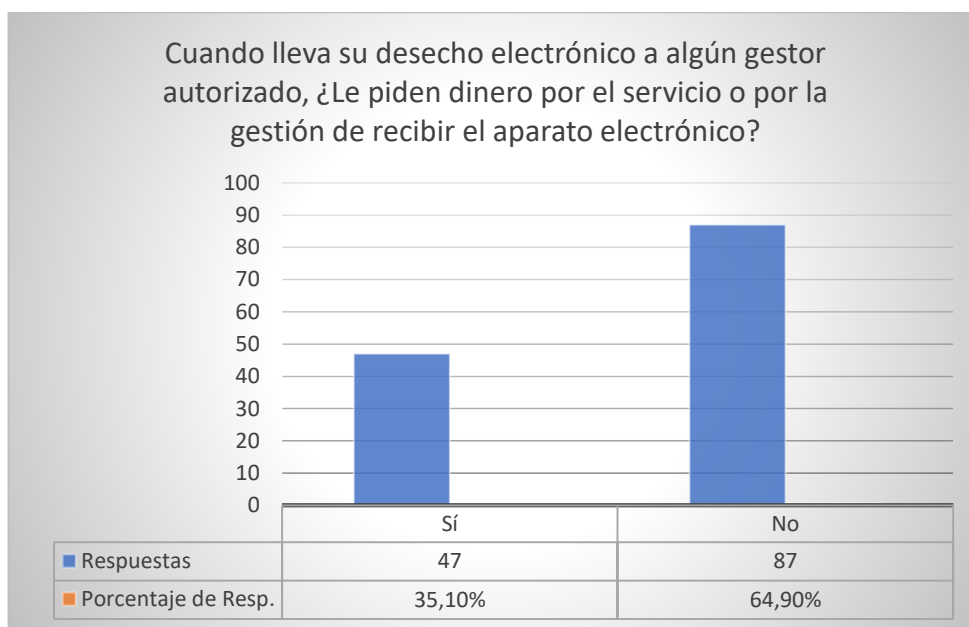
Ilustración 35. Conocimiento si la población utiliza los servicios de los gestores autorizados



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Este gráfico deja en evidencia que el 68.7 % de los encuestados no llevan los residuos electrónicos algún gestor autorizado, a nivel país es un comportamiento que refleja una realidad nacional. Por ende, se desarrolla este seminario, con el fin de crear alianzas, tanto gobiernos locales como del sector privado y público para entender la importancia que esto conlleva el correcto tratamiento de los residuos electrónicos.

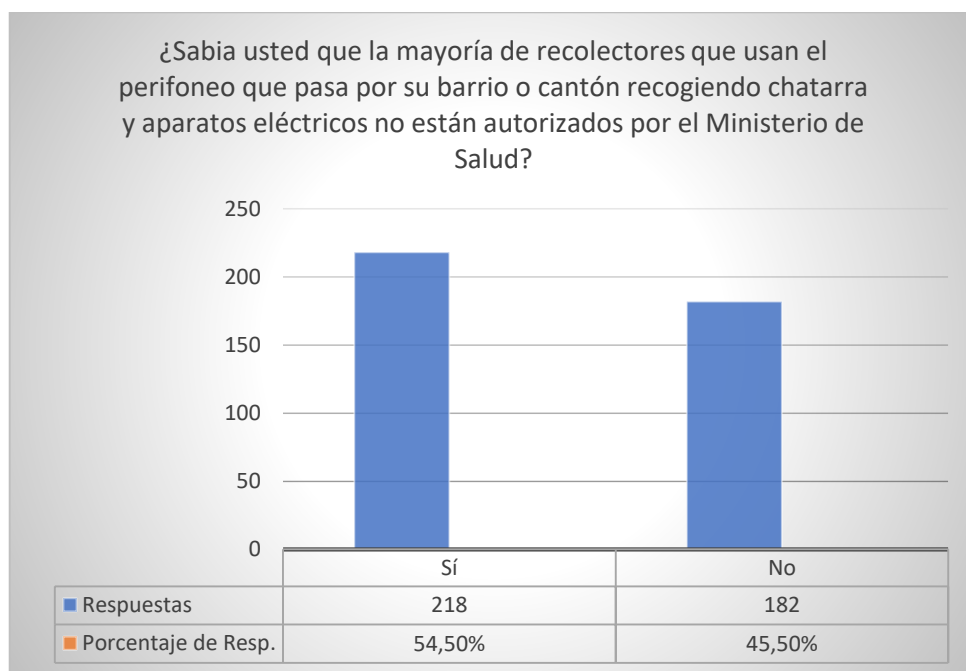
Ilustración 36. Conocimiento sobre cobrar remuneración por brindar el servicio



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Es de gran importancia mantenerse informado sobre diferentes temas, sin considerar este como una excepción, muchas personas piensan que, si llevan un artefacto de estos a un gestor autorizados les van a cobrar por recibirlo, como lo señala Pablo Chaves Gerente General de Green Costa Rica: “no se cobra por recibir ningún artefacto electrónico, cuando más bien nos beneficia a todos” (2022).

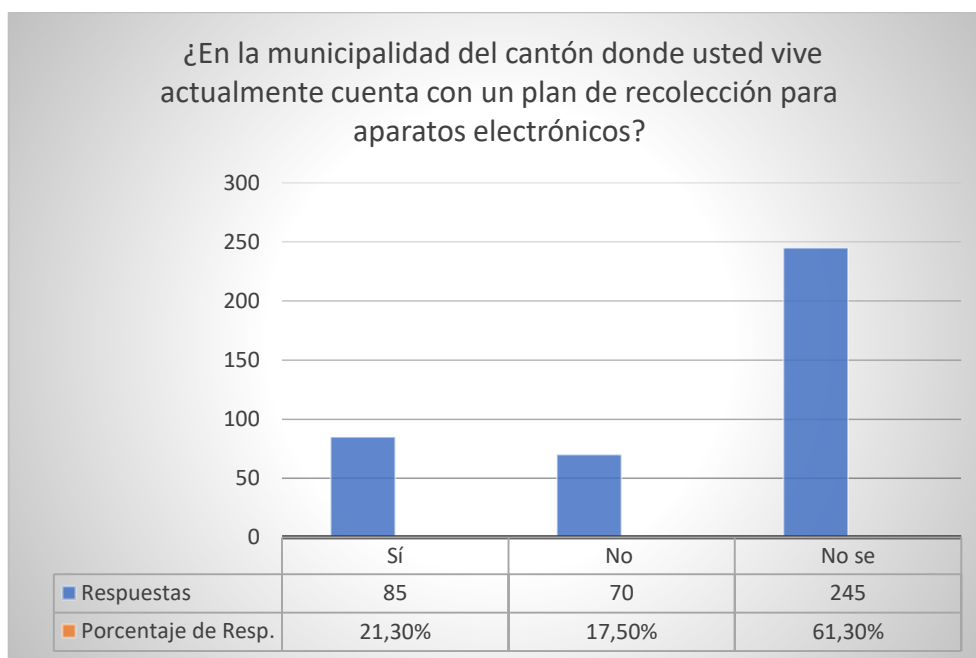
Ilustración 37. Conocimiento sobre los gestores no autorizados



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Toda persona habitante de Costa Rica debería conocer que existen también este tipo de gestores, ya que frecuentan la mayoría de los cantones del país y es una problemática muy común, varias veces a la semana se escucha en los barrios donde transitan estos recolectores no autorizados donde muchas veces le extraen, del artefacto, solamente lo que les genera valor y lo demás lo desechan y muchas veces en lotes baldíos y no en rellenos sanitarios. Los encuestados que contestaron que “sí” representan un 54.5 % mientras que los que contestaron que “no” un 45.5 %.

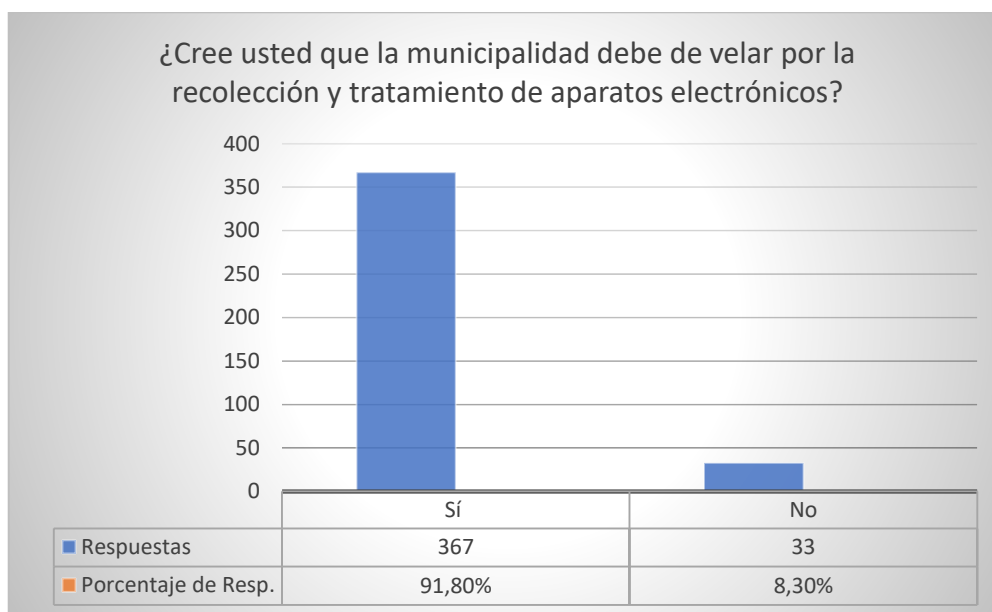
Ilustración 38. Conocimiento sobre plan de recolección municipal para aparatos electrónicos



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Por medio de la recolección de información que se ha generado, a través del seminario se estudiaron las diferentes municipalidades que cuentan con un plan de recolección para aparatos electrónicos, aunque sabemos que no es una práctica muy aplicada en el país es importante que sus habitantes lo conozcan y lo apliquen. En este gráfico se representa con un 61.3 % de las personas encuestadas decir que no saben si la municipalidad de su cantón cuenta con dicho programa; así queda claro deja esto como una problemática a nivel país.

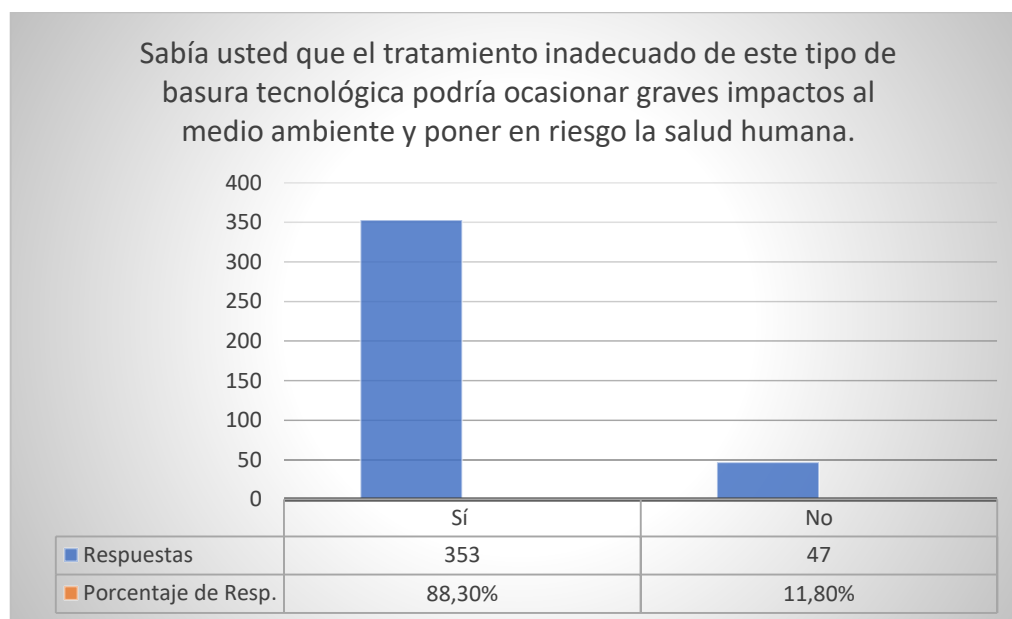
Ilustración 39. Conocimiento sobre la responsabilidad Municipal



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Es importante que una institución, principalmente gubernamental tome el control sobre este proyecto, ya que, cuentan con los recursos necesarios para realizar una correcta gestión sobre estos aparatos. Y es en este gráfico donde se ve reflejado, con un 91.8 % de los encuestados, quieren ese respaldo por medio de la municipalidad.

Ilustración 40. Conocimiento sobre el impacto a la salud pública y ambientales



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos por medio de la encuesta aplicada.

Se evidencia que un 88,30 % la mayoría de las personas encuestadas tienen el conocimiento que el inadecuado tratamiento de los aparatos electrónicos puede generar gran impacto en la salud humana y ambiental ya que contienen materiales contaminantes.

Así en los residuos electrónicos encontramos materiales peligrosos como metales pesados: mercurio, plomo, cadmio, plomo, arsénico o antimonio, los cuales son susceptibles de causar diversos daños para la salud y para el medio ambiente. En especial, el mercurio produce daños al cerebro y el sistema nervioso, el plomo potencia el deterioro intelectual, ya que tiene efectos perjudiciales en el cerebro y todo el sistema circulatorio; el cadmio, puede producir alteraciones en la reproducción e incluso llegar a provocar infertilidad; y el cromo, está altamente relacionado con afecciones en los huesos y los riñones.” *National Geographic* (2022).

Como se denota en la cita anterior las afectaciones a la salud pública surge, a partir de los materiales pesados que estos pueden liberar; por tanto, es necesario que estos sean desechados y procesados de la manera más adecuada posible para así disminuir las afectaciones ambientales y a la salud pública.

En resumen, con la recopilación de esta información se desarrolla el análisis con el fin que permita plantearse una visión de largo plazo, articulando los distintos niveles en el conocimiento de población estudiada y visualizar el conocimiento de esta, con la necesidad de realizar las recomendaciones al diseñar un plan de acción que contribuya con un mejoramiento el cual involucre tanto entidades tanto públicas como privadas.

2.7 Cantidades de RAEE que se recolecta en Costa Rica

En cuanto al manejo adecuado de los residuos especiales en el país, puesto que, a la fecha, el historial de esta práctica es bastante deficiente a nivel nacional. El país cuenta con la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) 2016-2021, elaborado por Ministerio de Salud que describe la problemática del país.

De acuerdo con Ministerio de Salud (2016):

Actualmente, de las 4000 toneladas de residuos sólidos generadas diariamente en el país; 3000 toneladas se reciclan, se exportan o llegan a rellenos sanitarios. Quedan aproximadamente 1000 toneladas de residuos que se depositan en vertederos, en las calles, ríos, lotes baldíos, y otros.

Dada esta situación el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 plantea la meta de que al menos un 15% de esas 4000 toneladas diarias que actualmente no se gestionan integralmente; se les debe en los próximos tres años dar un tratamiento integral. (p.11).

Según la cita anterior queda en evidencia el mal manejo de los residuos tanto por parte de la población, municipalidades, instituciones públicas y privadas. Por lo tanto, surge la necesidad de buscar una

solución factible de tratamiento de los no tradicionales para brindar una mejor gestión integral, asimismo, de mejorar el medio ambiente y la calidad de vida.

Aunado a lo anterior se pretende contribuir en el tratamiento de estos residuos ayudando a las entidades encargadas del proceso a optimizar la gestión para obtener como resultado un mayor control de datos.

Asimismo, visualizar la manera de obtener ganancias al realizar este proceso del manejo de residuos.

Además, se considera la importancia de contribuir con la imagen ecológica que Costa Rica presenta ante el mundo, dejando una huella positiva a nivel ambiental. Puesto que, como profesionales se cuenta con los insumos necesarios para el accionar en dicha temática.

En este caso cabe mencionar, que, el país, desde el 2011 cuenta con el Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios N° 36093-S, por tanto, según el artículo 40 del mismo Decreto Ejecutivo N° 36093-S (2011):

Artículo 40. —Los residuos de manejo especial que se originen en las unidades habitacionales deberán ser recolectados en horarios y rutas definidos y comunicados al usuario, mientras no exista o no estén disponibles en el país otras opciones de manejo o alternativas tecnológicas para la valorización o tratamiento de estos residuos. (p.9).

Según el artículo citado anteriormente se debe estandarizar y mejorar el modelo de tratamiento de residuos especiales, esto con el objetivo de hacer cumplir la legislación vigente que regula estas actividades en el país.

Asimismo, se conoce que en Costa Rica existen diferentes tipos de reciclajes y tratamientos enfocados a cada desecho, pero aún existen deficiencias en tratamientos para algunos residuos especiales como lo son las pilas, aires acondicionados, fluorescentes, refrigerantes, entre otros; ya que, en el país no se cuenta con los equipos requeridos para tratar los mismos, por ende, se requiere investigar sobre los procesos de tratamiento de estos residuos en la situación del país actualmente.

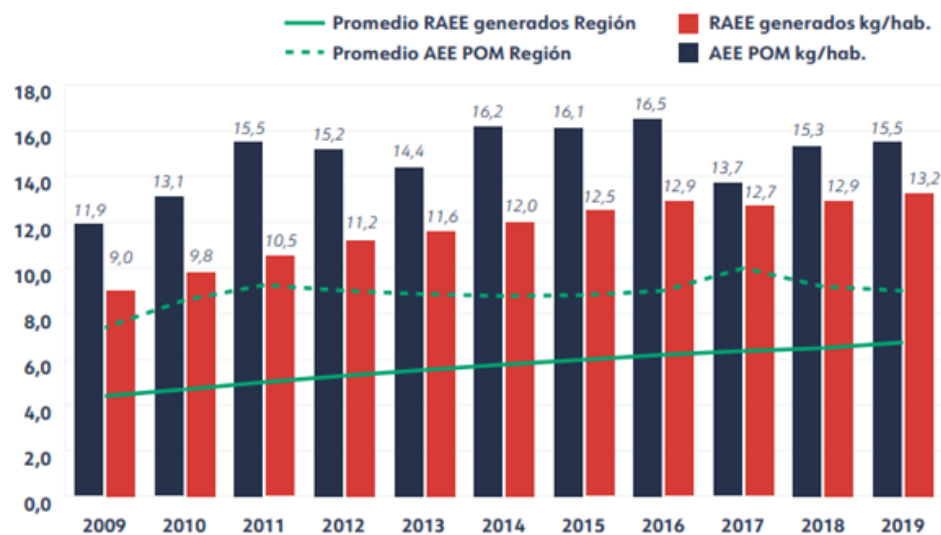
La cantidad de RAEE que se recolecta en el país según el Monitoreo regional de los residuos electrónicos (2022) “Costa Rica comenzó a recopilar datos estadísticos sobre residuos electrónicos en 2018. Antes de 2018, la información sobre las importaciones y exportaciones de AEE no se llevaba a cabo sistemáticamente” (p.134).

Además “cada productor debe informar anualmente al Coordinador del CEGIRE sobre el peso del AEE recolectado, de conformidad con el Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos N.º 35933.” (2022, p. 76). Esto ayuda a mantener un control sobre la cantidad de residuos recolectados.

A continuación, se aprecia un gráfico elaborado en el artículo el Monitoreo regional de los residuos electrónicos (2022, p. 135) en donde se muestra la cantidad de residuos electrónicos (RAEE) por año en comparación con los Aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado.

Ilustración 41. Cantidad de residuos electrónicos por año

Figura 20. AEE POM y RAEE generados en Costa Rica



Fuente: Monitoreo regional de los residuos electrónicos.

En el gráfico se muestra “la cantidad de AEE puestos en el mercado (POM) aumentó durante la última década, de 11,9 kg/hab. (53 kt) en 2009 a 15,4 kg/hab. (78,2 kt) en 2019. En 2017, hubo una ligera disminución de los AEE POM, de 16,5 kg/hab. (81 kt) en 2016 a 13,7 kg/hab. (68,3 kt) en 2017. En general, los AEE POM de Costa Rica y los RAEE generados son más elevados que el promedio regional” (2022, p. 135).

**CAPÍTULO III. PROCESOS Y SUBPROCESOS DE LOS RESIDUOS
ELECTRONICOS DESDE SU SEPARACION HASTA LA
INSERCIÓN INDUSTRIAL.**

3. Resumen Capítulo III

En este capítulo se abarcarán los procesos y subprocesos de los residuos electrónicos desde su separación hasta la inserción industrial, se encontrará investigaciones donde se fundamenten las etapas y procesos que se realizan para la extracción de componentes de los residuos electrónicos para de esta manera tener conocimiento de todo el proceso que implica el tratamiento. De esta forma, se mencionarán los equipos utilizados para el desarme y tratamiento de dichos residuos.

Por otra parte, se encontrará la investigación de la situación actual de la Municipalidad de Alajuela específicamente con respecto al manejo de estos residuos, empresa que brinden el tratamiento, equipos de tratamiento y procedimientos actuales, gestión nacional e internacional y el impacto de la inserción al mercado actual.

3.1 Etapas y subprocesos

Según el programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA), en el mundo se genera aproximadamente 40 millones de toneladas de residuos electrónicos al año. Calculando que el volumen de este tipo de residuos crece entre un 16% y un 28% cada cinco años, el triple que de la basura domiciliar normal.

Los componentes electrónicos y eléctricos (RAEE) son altamente contaminantes y pueden tener efectos muy dañinos sobre el planeta. Se le considera residuo electrónico a todos aquellos aparatos en desuso que requieren baterías o usan la corriente eléctrica para funcionar. Además de provocar un daño al medio ambiente también afecta el ámbito económico.

Componentes de algunos de los residuos electrónicos que pueden ser altamente contaminantes para el planeta tierra:

- Componentes plásticos (PVC).

- Fósforo.
- Mercurio 90% procede de las pilas, sensores, relés y tubos fluorescentes.
- Cadmio - más del 90% en las pilas recargables.
- Bromo.
- Plomo - más del 90% en las baterías, lámparas y tubos fluorescentes.
- Metales (cobre, oro, plata y aluminio).

La extracción de estos componentes son lo que más afectan el medio ambiente, recuperarlos de los residuos tienen diversas ventajas; primero, se requiere de menos energía, menos costo y menos impacto ambiental. En el caso del cobre, se necesita 10% menos de energía que extraerlo de la naturaleza y se tendría un 98% menos de desechos que generan estas extracciones.

Al contrario de lo que la gente se imagina, el proceso de reciclaje de los residuos electrónicos es respectivamente sencillo en comparación con otros residuos procedentes de otras industrias, ya que la mayor parte de los componentes pueden separarse por medios mecánicos. También se estima que en promedio el 70% de cada dispositivo puede transformarse en materias primas aprovechables, entrando en contexto a lo que llamamos una economía circular.

La ciudadanía puede ayudar activamente al correcto reciclaje de los productos electrónicos, depositando sus residuos en los diferentes centros de acopio privados, municipales y empresariales alrededor del país, tal como se mostró anteriormente en el mapa realizado por el Ministerio de Salud en el día Mundial de los Residuos Eléctricos y Electrónicos donde se muestran las diferentes entidades que reciben los desechos eléctricos y electrónicos. En Costa Rica solo se recicla el 8% de estos residuos y el 92% restante se vota en botaderos ordinarios e informales.

En relación con la idea anterior, en país desde el año 2016 se creó el Plan Nacional para a la Gestión Integral de Residuos 2016-2021, que se establece el diseño y puesta en práctica de una Estrategia

Nacional de Reciclaje, misma que en su sentido más amplio e inclusivo se ha denominado la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos. (ENSRV,2016).

Una nueva legislación promueve que los productores e importadores de estos tipos de artefactos a responsabilizarse por todo su ciclo de vida, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo. Se busca que el consumidor realice el proceso de llevar sus residuos a estas entidades que las reciben de manera gratuita.

El tema de la Gestión Integral de Residuos desde la institucionalidad costarricense y principalmente del Ministerio de Salud, como ente rector, ha sido preocupación constante en la búsqueda de soluciones eficientes, eficaces y colectivas. Es a partir del 2010 con la aprobación de la Ley para la Gestión Integral de Residuos No.8839, que visionariamente pretende inducir y facilitar a todos los actores del desarrollo

(empresas, instituciones, municipalidades y comunidad en general) para que se asuma una mayor responsabilidad en la gestión de estos, según su quehacer diario. (ENSRV,2016).

Existen brechas de gran magnitud entre las leyes y reglamentos establecidos que se mencionan en la siguiente tabla en comparación a la realidad nacional. Lo anterior evidencia cómo los diferentes procesos vinculados entre sí no tienen un fortalecimiento necesario.

Tabla 7. Reglamentos publicados y asociados a la Ley para la Gestión Integral de Residuos en Costa Rica

Reglamentación asociada a la Gestión Integral de Residuos
<p>A) Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Decreto No. 37567- SMINAET-H, publicado en el diario oficial La Gaceta No. 55 del 19 de marzo del 2013), el cual tiene como objetivo, regular la gestión de los residuos a nivel nacional, a fin de asegurar el trabajo articulado en la gestión integral de residuos para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la población.</p>
<p>B) Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (Decreto N° 35933-S, Publicado en el diario oficial La Gaceta N° 86 del 5 de mayo del 2010), que tiene entre sus objetivos, el reducir la contaminación al ambiente y afectaciones a la salud de la población que provoca la gestión no integral de residuos electrónicos.</p>
<p>D) Reglamento Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Decreto N° 35906-S, publicado en el diario oficial La Gaceta N° 86 del 5 de mayo del 2010), donde se establece los requisitos y condiciones físico-sanitarias que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional.</p>
<p>H) Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos (Decreto No. 37788-S-MINAE, publicado en el diario oficial la Gaceta N° 138 del 18 de julio del 2013, el cual establece las condiciones y requisitos para la clasificación de los residuos peligrosos, así como las normas y procedimientos para la gestión de éstos, desde una perspectiva sanitaria y ambientalmente sostenible.</p>
<p>I) Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial (Decreto No. 38272-S, publicado en el diario oficial la Gaceta N° 58 del 24 de marzo del 2014). Este reglamento tiene como objetivos:</p>

- a. Establecer los criterios y el procedimiento generales para la gestión de los residuos declarados como residuos de manejo especial,
- b. Establecer los diferentes niveles de responsabilidad y proponer formas de organizaciones y participación en el manejo de esta clase de residuos de manejo especial por parte de los productores importadores, distribuidores, comercializadores, generadores y gestores; así como las municipalidades.
- c. Promover a través de los Planes de Cumplimiento y los Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la reducción de los residuos de manejo especial enviados a tratamiento y a sitios de disposición final.

Fuente: Propia a partir Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR).

Las personas, empresas, municipalidades y hasta el Gobierno de la República deberían de tener claro la estrategia de gestión de los residuos, no solo para residuos ordinarios, plástico, cartón y orgánicos si no de los demás materiales que pueden ser contaminantes para el medio ambiente. En Costa Rica existen tres tipos de residuos:

- Residuos ordinarios

Como bien lo indica su nombre los residuos ordinarios son estos residuos que son generados durante la rutina diaria del ser humano en sus hogares, escuelas, oficinas, centros comerciales u hospitales. Estos desechos no suponen un peligro para las personas, pero igualmente tienen su impacto en el medio ambiente si no se les da una adecuada logística para desecharlos, pueden afectar en la contaminación de

ríos, suelos, bosques y mares. La composición de estos residuos no permite su reusó o reciclaje, algunos ejemplos de estos desechos son espumas, lapiceros, servilletas, papel higiénico, chicles, entre otros.

Ilustración 42. Separación correcta de residuos



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Residuos peligrosos

Por otro lado, los residuos peligrosos agrupan aquellos desechos que, si suponen un peligro para el ser humano y el medio ambiente de forma extrema, debido a sus propiedades corrosivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas que por su composición química tienden a reaccionar se les debe de tener extremo cuidado a la hora que se manejan estos residuos. La mayoría de estos residuos vienen de los hospitales con los residuos biológicos, de la industria farmacéutica, de la industria química, industria agropecuaria, industria petrolera industria textil, industrial militar por mencionar algunas que debido a sus procesos trabajan con materiales y sustancias peligrosas tales como fungicidas, plaguicidas, diferentes tipos de aceites, colorantes, ácidos, reactivos, solventes, etcétera.

Ilustración 43. Gases refrigerantes



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial son los otros tipos de materiales que se generan en los procesos productivos o de servicios en el país y que no cuentan con las características para ser considerados residuos sólidos ordinarios o residuos peligrosos, el sistema productivo en Costa Rica en los últimos años ha tenido un gran crecimiento, el asentamiento de muchas empresas han ingresado muchas divisas para el país, aun así, estas empresas son las mayores generadoras de residuos de manejo especial. Algunas empresas que se pueden mencionar están las cadenas de supermercados Walmart, los servicios de hotelería, tiendas de autoservicios, empresas de pesca y constructoras, estas empresas desechan cantidades de residuos especiales a los que se le debe de dar un tratamiento adecuado para no impactar el medio ambiente de manera negativa.

Ilustración 44. Residuos de Manejo Especial



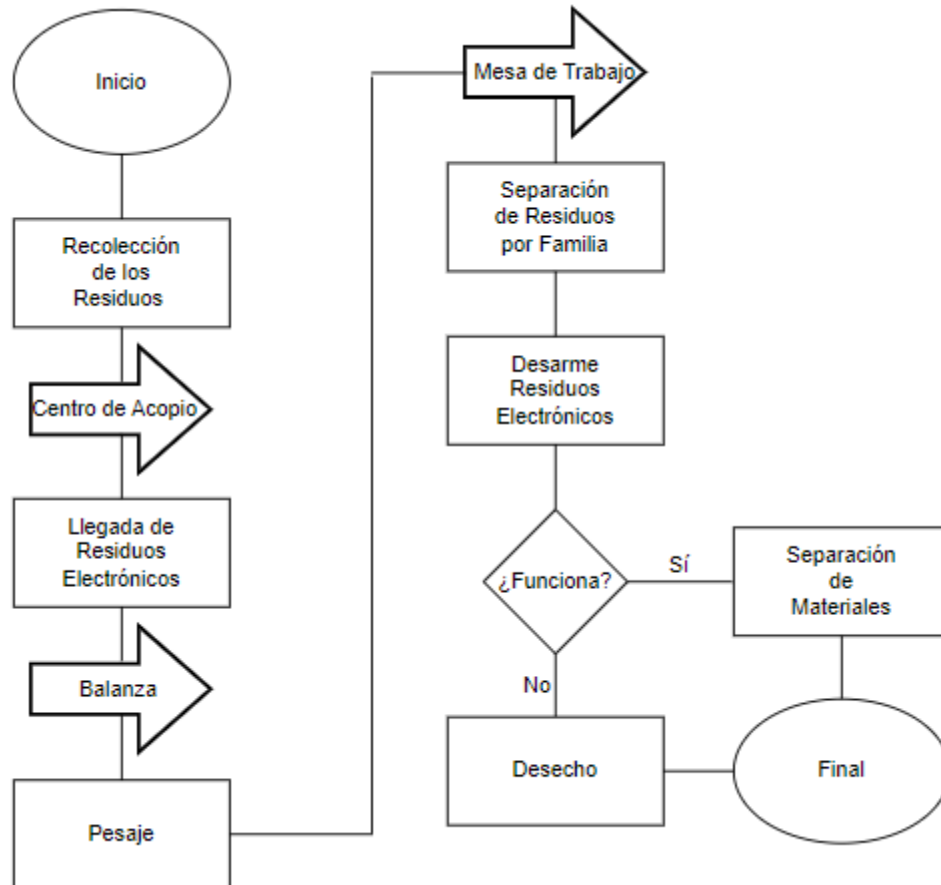
Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

3.2 Equipos y procesos

En este apartado, por medio de una investigación a diferentes empresas pioneras del reciclaje de residuos electrónicos en Costa Rica, se puede definir que para la correcta separación, reutilización y reciclaje de los residuos especiales es realizado el proceso de manera manual debido a que así se tiene un mayor cuidado con cada uno de los componentes que conforma un aparato electrónico (CPU, laptop, impresoras, refrigeradoras, equipo A/C...etcétera).

Diagrama de Proceso Básico:

Ilustración 45. Reciclaje de residuos electrónicos en Costa Rica



Fuente: Elaboración propia, a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Recolección de los residuos

Ilustración 46. Recolección de los residuos electrónicos



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Llegada de los residuos electrónicos

Ilustración 47. Llegada de los residuos al centro de acopio



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Pesaje

Ilustración 48. Pesaje de los residuos



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Separación de los residuos por familias

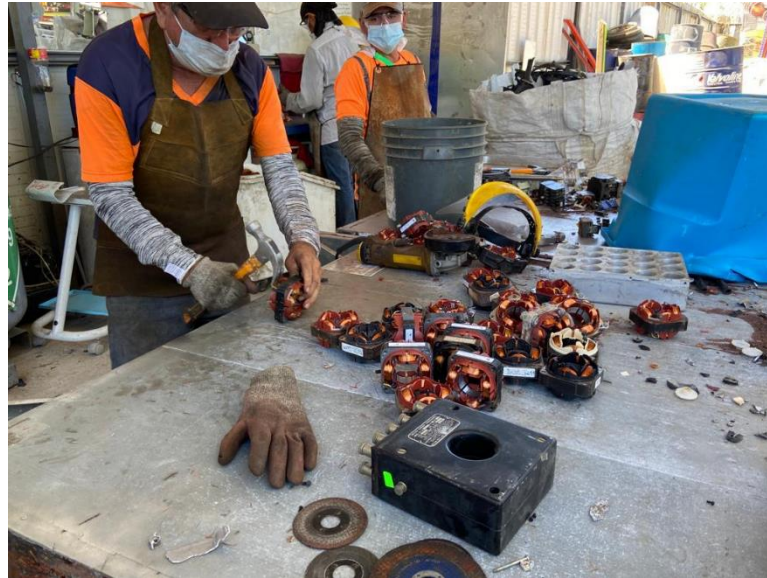
Ilustración 49. Separación por familias



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Desarme de los residuos electrónicos

Ilustración 50. Desarme de los residuos



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Separación de los materiales (Tarjetas, baterías, metales, plásticos, tóner y desechos)

Ilustración 51. Separación de los diferentes materiales



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Proceso Tratamiento del cobre, el cobre tiene una zona específica donde se separa de los diferentes aparatos en los que contiene el metal, además que la mayoría del cobre viene en los cables por lo tanto es un proceso un tanto más complejo, existen máquinas especiales para separar el cable del cobre para después almacenarlo, este metal es de los que mayor utilidad les generan a las empresas que tratan los RAEE.

Ilustración 52. Proceso Tratamiento del Cobre



Fuente: Propia a partir de la visita a la empresa GREEN COSTA RICA.

- Proceso Tratamiento de tóner, al este contener sustancias altamente contaminantes y dañinas para el medio ambiente, las empresas le dan un tratamiento separado al tóner, en donde en un área aislada de la empresa y con todo el equipo de seguridad se desecha el polvito contaminante que está cargado en los tubos de plástico que vienen en las impresoras

Ilustración 53. Proceso Tratamiento de Tóner



Fuente: Ingeambiente del Caribe.

- Proceso de tratamiento de fluorescentes, los fluorescentes también contienen sustancias contaminantes como el mercurio, las empresas en el país cuentan con una maquina casera para deshacerse de las lámparas fluorescentes, en donde en un estañón se ingresan y este los va destruyendo y donde existe en su interior un filtro de carbono, el cual absorbe las sustancias contaminantes para no exponerlas al medio ambiente.

Ilustración 54. Proceso de tratamiento de fluorescentes



Fuente: Mundo HVACR.

- Proceso del tratamiento de refrigerante, de las sustancias más complicadas en su manejo son los refrigerantes que son gases que impactan directamente el efecto invernadero, las empresas en Costa Rica tienen máquinas extractoras de refrigerantes para trasladar de los electrodomésticos tales como refrigeradoras y aires acondicionados a unos contenedores más grandes para procesarlos después.

En el tema de los refrigerantes aún existen grandes dudas de cómo es su mejor adecuado tratamiento, en el país existe una empresa que utilizan hornos industriales con gran capacidad para eliminar los refrigerantes y estos no se expongan en el medio ambiente. Sin embargo, de acuerdo con la investigación realizada no todas las empresas contratan estos servicios si no que mantienen almacenado este material altamente volátil.

Como subprocesos de estos pasos se tiene la trituración del plástico y la compactadora de los materiales para convertirlos en pacas para su envío al exterior.

En su mayoría las empresas nacionales tienen convenios con las empresas canadienses para el envío de estos residuos electrónicos, en ese país si cuentan con toda la tecnología necesaria para darles el tratamiento adecuado y recuperar los materiales valorizables.

Las empresas en Costa Rica tienen convenios con diferentes empresas a nivel nacional para recibir todo tipo de residuos electrónicos, además en su gran mayoría extienden el servicio de recibir otros tipos de residuos los cuales caben mencionar el papel, vidrio, cartón, madera y latas.

Cabe a destacar que se debe tener en cuenta que hay materiales que no se pueden reciclar o que su reutilización no es rentable para la empresa y con estos desechos lo que se hace es botarlos en los rellenos existentes al alrededor del país.

Además, es importante mencionar que al igual en Costa Rica no existe la maquinaria especial que tratan los residuos en la forma en que la botaron y que extrae los materiales valorizables. Algunas de la refinadora para el tratamiento de los residuos electrónicos se encuentran ubicadas en Japón donde “serán desarmados y fundidos, para rescatar sus materiales, especialmente los metales preciosos que contienen oro, plata, cobre, platino (iresiduo, 2022)”. En él existen empresas como *Panasonic, Toshiba, Sony, Daikin* entre muchas otras plantas encargadas del reciclaje de deseos electrónicos en este país oriental. China es uno de los países en donde “los desechos de productos electrónicos se cotizan a un precio mayor que el papel, por lo que los esfuerzos de las compañías se centran en dicho tiempo de productos” (POLITICA PUBLICAS ASIA PACIFICO, 2018). Por tanto, en este país existen empresas como *Hangzhou Jinjiang Group, China National Environmental Protection Group, China Everibright International*, entre muchas otras que son empresas líderes en temas ambientales las cuales se dedican y tienen la capacidad de desarrollar equipos para el tratamiento de residuos; también “Los operadores de RAEE de Honduras exportan piezas valiosas, como placas de circuitos impresos, a Corea (Rep. de), Panamá, México (Sims Recycling Solutions), Canadá y Estados Unidos” (Wagner, Baldé, Nnorom,

Luda, Kuehr y Lattoni, 2022), lo cual produce beneficios y representa una buena opción para exportar estos aparatos realizando una correcta gestión con la cual se impacte de menor manera el medio ambiente.

De manera que en el país todos estos procesos se realizan de manera totalmente manual y con maquinaria ordinaria, entre los equipos más utilizados en las empresas nacionales dedicados al tema se observa martillos, mazos, taladros, desatornilladores, alicates, juego de cubos, seguetas. Además de ello, utilizan maquinaria más sofisticada para unos procesos que deben de utilizar para el tratamiento de ciertos componentes las máquinas más comunes entre las empresas se tiene:

- Trituradora

Ilustración 55. Trituradora



Fuente: FOR REC.

- Compactadora

Ilustración 56.Compactadora



Fuente: Kautec solutions.

- Peladora de cable de una cabeza

Ilustración 57. Peladoras de cable



Fuente: Corima.

- Máquinas para la recuperación del refrigerante.

Ilustración 58. Máquinas de recuperación del refrigerante



Fuente: Norfrig.

- Máquinas para los fluorescentes.

Ilustración 59. Máquina Tratamiento fluorescentes



Fuente: Air cycle.

Estas son de las máquinas más utilizadas por las empresas que tratan los residuos electrónicos, no son máquinas de alta tecnología, pero son las máquinas que se necesitan para realizar los procesos de separación y recuperación de los materiales valorizables. Algunos de los procesos entre estas empresas son muy similares, varía muy poco, pero más que todo en temas logísticos y de capacidad de la planta.

3.3 Situación actual Municipalidad de Alajuela

Como parte de la investigación para el desarrollo del Seminario sobre la Gestión de RAEE, fue necesario conocer la posición de la Municipalidad de Alajuela ante este tema, y así tener un panorama más amplio de las oportunidades que el presente trabajo de investigación pueda brindar a este Gobierno Local. Para tales efectos, le solicitamos al señor Rafael González Benavides, quien funge como Encargado de

Sensibilización de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que respondiera a entrevista correspondiente en Anexo1 realizada el primero de marzo del 2022 mediante una entrevista virtual.

Entre sus respuestas, se logró identificar los tipos de desechos que el municipio gestiona actualmente, los cuáles son únicamente los residuos ordinarios y los valorizables. En cuanto a los ordinarios, afirmó que la Municipalidad de Alajuela brinda este servicio de recolección mediante la contratación de terceros, quienes acarrean esa basura a la estación de transferencia ubicada en Montecillos de Alajuela para su posterior traslado al Relleno Sanitario Parque Eco industrial Miramar, para la disposición y tratamiento integral.

Por su parte, la recolección de residuos valorizables se realiza también con la colaboración de una empresa debidamente autorizada por el Ministerio de Salud. Se utiliza la estrategia “puerta a puerta” y llevados posteriormente al centro de acopio La Sylvia Ltda.

No obstante, el entrevistado aseveró que la Municipalidad de Alajuela no cuenta con el servicio de recolección de RAEE, basándose en el Decreto 359936-S, en donde se manifiesta que dicha tarea no corresponde a las Municipalidades, sino de los actores de la cadena de consumo de los productos. Según las declaraciones, esta condición, impide que la municipalidad prevea en un futuro la formulación de un plan para la gestión de ningún tipo de RAEE.

Finalmente, el Señor Gonzales mostró su preocupación ante la problemática que representa el aumento exponencial de RAEE a nivel nacional, además estuvo de acuerdo sobre la importancia de tomar las medidas necesarias para mitigar las consecuencias que esto genera al ambiente.

3.4 Empresas que brinden el tratamiento en Costa Rica

En la siguiente investigación se analizará las entrevistas realizadas a las siguientes entidades, Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (ASEGIRE), realizada el 17 de marzo

del 2022, mediante una entrevista virtual, Soluciones Integrales de Reciclaje S.A (SOLIRSA) realizada el 18 de marzo del 2022, por medio de una entrevista presencial, GREEN COSTA RICA realizada el 19 de febrero a través de una entrevista presencial y Valu Shred realizada el 18 de marzo del 2022, mediante una entrevista presencial.

ASEGIRE es “una organización colectiva de productores responsables que se ha desarrollado como un caso de éxito en Costa Rica” (ASEGIRE, 2022), una unidad de cumplimiento cuenta con más de 90 empresas afiliadas donde “les proveemos servicios especializados para la correcta gestión de residuos electrónicos y de manejo especial” (ASEGIRE, 2022).

Además, se entrevistó también a SOLIRSA es una pyme, “ofrece una gestión integral de residuos eléctricos, electrónicos, iluminación y refrigeración (entre otros residuos ordinarios, especiales y peligrosos) segura y responsable, apegada a la normativa nacional e internacional vigente, adecuando sus soluciones de reciclaje a los intereses de cada cliente.” (SOLIRSA, 2022) su centro está ubicado en la Uruca, San José y son expertos en el área de RAEE cuentan con diversos procesos que se estarán mencionando en el próximo apartado.

Luego, se entrevistó a GREEN COSTA RICA que también es una pyme y se encargan de “brindar nuestros servicios de gestión de equipos que contienen gases refrigerantes y la adecuada recuperación y disposición de los materiales.” (GREEN, 2022) esta empresa está ubicada en Alajuela y esta mayormente ligada a los equipos de refrigeración, pero en una conversación con Pablo Chaves Gerente General de dicha empresa se quiere expandir y aumentar la demanda de recolección de RAEE.

Por último, Valu Shred se hace “cargo de sus preocupaciones sobre su reciclaje con el mayor cuidado y el control total de los procesos.” (Valu Shred, 2022) esta empresa está ubicada en la Zona Franca Zeta en Alajuela, tienen convenios con grandes empresas como INTEL, AMAZON, entre otras y reciben grandes cantidades de RAEE.

Se conversó con las diferentes entidades sobre los convenios que se realizan con las municipalidades, donde el Sr. Chaves menciona en la entrevista realizada que la legislación apunta a sacar los RAEE de la corriente municipal, ya que las municipalidades tienen prohibido manejar estos residuos; sin embargo, no quiere decir que no sean parte de la solución, pero se pretende es que sean las empresas que ponen estos productos al mercado las que se hagan responsables de esos aparatos, una vez que alcanzan su vida útil es lo que se conoce por el principio de responsabilidad extendida del productor.

Entonces, la regulación vigente está basada en dos principios primero la REP que es decir “los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo” (Ley para la Gestión Integral de Residuos, N° 8839). Por ejemplo, si empresas como Importadora Monge, Gollo, entre otras colocan estos aparatos electrónicos en el mercado como tiene un costo gestionarlos les corresponde hacerse cargo de estos RAEE que colocan en el mercado, debido a que solo algunos de estos materiales son valorizables, pero la mayoría tiene un costo elevado para gestionarlos de la mejor manera. Por ello, una de las razones por las cuales se sacó a las municipalidades del manejo de los RAEE es porque no tienen el presupuesto y el personal especializado para manejarlos, ya que son altamente contaminantes y riesgosos. Por lo cual se necesita personal capacitado con conocimiento especializado para desensamblarlos, almacenarlos, entre otros procesos que se realizan, además se necesitan ciertas características en las plantas de las compañías recicladoras y demás, y este constituye un factor que las municipalidades no tienen, dado que no cuentan con el presupuesto, el segundo principio de la ley es la responsabilidad compartida que el consumidor debe de llevar este aparato a los puntos de recolección.

No obstante, respecto a lo anterior la Sra. Wash comenta que brindan el servicio a diferentes Municipalidades, reciben todo tipo de residuos electrónicos y eléctricos y, han participado y patrocinado parcialmente campañas de recolección, dentro y fuera del GAM (ejemplo, Municipalidad de Limón, San

Carlos, San José, Belén, Escazú, Curridabat, entre otras). Aunque existan los principios de REP y responsabilidad compartida que excluyan a las municipalidades de ser responsables de los RAEE hay algunas de ellas que consideran que pueden ayudar a la causa para que la contaminación de este tipo de residuos se vaya disminuyendo, el señor Chaves también comparte sus experiencias con algunas campañas que han realizado con algunas empresas privadas y municipalidades donde tratan de realizarlas periódicamente dos veces al año. Dado que las municipalidades no tienen la obligación de tratar con estos residuos muchas de ellas no se hacen responsables de estos y prefieren dejarlo en manos de las empresas privadas como se observó en las entrevistas realizadas anteriormente.

Sin embargo, se considera que las municipalidades son instituciones claves para que la contaminación de los RAEE disminuya debido a que tienen mayor comunicación y atención por parte de los ciudadanos, ya sea brindando información como por ejemplo donde están ubicados los centros de acopio de las instituciones recolectoras como GREEN que se encuentra en Alajuela, Guácima, Calle El Urbano, SOLIRSA ubicada en La Uruca, 50 metros Este de Migración, Valu Shred donde su centro de acopio está ubicado en Alajuela, Zona Franca Zeta o las oficinas de ASEGIRE que se encuentran ubicadas en Condominios Llorente. Apto. # 19. 200 metros al este del Convento de Monjas de Santa Ana. Llorente de Tibás. San José, para un mayor asesoramiento, esta información es importante para conocimiento de la población y estas entidades públicas pueden facilitar la comunicación de esta.

Otro método importante por aplicar para combatir con la contaminación de los RAEE son las campañas de recolección de residuos, como lo comparte la Sra. Wash donde comenta que, como parte de los esfuerzos y Responsabilidad Social, han sido parte del programa Ambientados, están a la espera de su reactivación, sin embargo, mensualmente, el primer jueves y viernes de cada mes, recolectamos residuos electrónicos y eléctricos a los hogares en nuestra planta (sin ningún costo). Además, indican que SOLIRSA está al servicio tanto de la empresa privada como pública, asimismo, personas particulares

interesadas en realizar el desecho responsable de los residuos. También, el señor Chaves comenta que realizan dos campañas de recolección al año en coordinación con empresas privadas u Municipalidades, esto para promover y aumentar la recolección de los RAEE, Valu Shred también realiza campañas con instituciones.

Estas campañas generalmente se realizan con las empresas privadas que son los mayores proveedores de residuos electrónicos debido al principio anteriormente mencionado de REP donde los productores e importadores tienen la responsabilidad del producto hasta el final de su ciclo de vida como se menciona en Ley para la Gestión Integral de Residuos, N° 8839. Estas empresas privadas que tienen la responsabilidad de los RAEE generalmente recolectan el residuo y lo transportan hacia algún centro de acopio para que este pase por un proceso como el que ejecutan en SOLIRSA, el cual es el señalado por la señora Wah a continuación:

Acopio: Por parte del cliente y con personal capacitado.

Transporte: Los residuos son recolectados por nuestro personal bajo las mejores prácticas disponibles para la salud ocupacional de los colaboradores y transportados en vehículos autorizados para dicho fin.

Recepción: al llegar a nuestra planta se descargan, se pesan y separan según el tipo para ser almacenados.

Almacenaje: los residuos son almacenados en zona específica donde esperan su entrada al proceso de desarme, esta zona está protegida de lluvia y cualquier otro efecto meteorológico negativo.

Desarme: Los mismos son desarmados manualmente por los operarios, con ayuda de herramientas manuales y eléctricas bajo estrictos estándares de salud ocupacional, los materiales resultantes serán separados y almacenados para su salida.

Reciclaje/Destrucción: Los materiales resultantes del desarme serán enviados a destinos finales autorizados tanto a nivel nacional como internacional para su reciclaje o destrucción.

Este proceso aplica se aplica en materiales que tratan en la empresa como todo tipo de electrónicos, por ejemplo, CPU, UPs, laptop, celular, servidor, teclados, mouse, pantallas, audio, video, entre otros. Asimismo, los electrodomésticos, línea blanca, equipo de refrigeración e iluminación.

De igual modo, el señor Chaves comparte parte del proceso que se realiza en la institución en el cual los residuos electrónicos se separan las tarjetas electrónicas y se clasifican de acuerdo con el tipo de tarjeta (computadora, pantallas, celulares, otros).

Los residuos plásticos y metálicos se separan para enviar a Gestores que los reciclan y las tarjetas se envían a Canadá donde le dan el tratamiento de separación de materiales valorizables, principalmente el oro. Y este proceso está más enfocado en los residuos electrónicos que desensamblan como lo son: computadoras portátiles, CPU, UPS, celulares, tabletas, pantallas planas, impresoras, y envían las partes separadas a gestores especializados.

Valu Shred implemento un proceso similar al de SOLIRSA donde recibe el material en el acopio lo transporta a cajas para ser repartidas por los empleados encargados del desensamble y separación de los materiales los cuales se envían a gestores para ser tratados de la mejor manera y algunos de los materiales a los cuales le realizan este proceso es a las computadoras, laptop, CPU, celulares, impresoras, entre otros, además cuentan con una máquina para el desecho correcto de los fluorescentes, donde se trituran los fluorescentes al mismo tiempo que se capturan los vapores de mercurio y fosforo que son liberados y que son altamente tóxicos para el ser humanos principalmente altamente venenosos para los riñones, esta máquina también la maneja la empresa SOLIRSA.

Uno de los primeros pasos del proceso que realizan estas empresas es la clasificación de los residuos debido a que como se mencionó anteriormente algunos de estos requieren un proceso diferente, este paso lo realizan al momento del ingreso los residuos, se clasifican manualmente de acuerdo con un listado interno de categorías que tienen para almacenar y posteriormente destruir.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente por los gestores también es importante mencionar que los procesos ejecutados por los colaboradores de cada una de las instituciones se realizan con diferente maquinaria, como herramienta básica eléctrica y manual para la destrucción de los equipos y separación de materiales, posteriormente pasan a la compactadora para metales, trituradora de plásticos, *bulb eater* para fluorescentes, y la máquina para separar el cable. Pero no todos los materiales pueden pasar por este proceso y utilizar esta maquinaria por lo que hay materiales que las empresas no trabajan en SOLIRSA no procesan equipos eléctricos o electrónicos que contengan residuos radio activos (por ejemplo, Rayos X), o residuos bioinfecciosos y en GREEN no pueden tratar televisores de cajón y monitores de computadoras por el material peligroso que contienen que puede ocasionar una descarga eléctrica si no se sabe manipular.

Además, se consultó con las empresas los indicadores de control de cantidad de residuos que manejan en la empresa en SOLIRSA se documenta la trazabilidad desde la recepción de los residuos con el Manifiesto de Recibido, indicando el tipo y la cantidad en kilos. Dicha información es documentada de forma física y electrónica, se documentan diariamente y se llevan registros históricos. Luego él se lleva registro del tiempo almacenado, el día que ingresó al proceso de destrucción y el operario que realiza esta tarea, y respecto a estos indicadores se puede obtener que al año se manejan 700 toneladas de RAEE. Esta es la empresa que lleva un mejor registro e indicadores sin embargo Valu Shred comenta que para ellos es difícil saber cuántos equipos trabajan los operarios que solamente manejan indicadores de peso del material que reciben.

Respecto a los indicadores que manejan los gestores, se consultó los residuos electrónicos de mayor tratamiento o volumen, lo que SOLIRSA indica que es muy variado, accesorios de los equipos de cómputo, audio y video, así como electrodomésticos. La misma consulta se le realizó a la empresa GREEN, la cual indica que los residuos de mayor volumen que se procesan son celulares y pantallas

planas. Además, Valu Shred considera que los materiales de mayor volumen son las computadoras, pero esto varía para todos los gestores debido a que todos reciben diferentes materiales y están aliados con diferentes empresas, como Valu Shred está aliado con INTEL y AMAZON; por tanto, resulta completamente válido que considere que las computadoras son uno de los equipos de mayor consumo. Este tipo de materiales contienen tarjetas electrónicas que son de difícil tratamiento y cuentan con piezas de cobre y oro las cuales son de mucho valor en el mercado, existen diferentes tipos de tarjetas y se separan dependiendo del valor que tengan. Así, al recolectar una cantidad grande de estas se venden y los mayores beneficios económicos que obtienen los gestores son los ingresos provienen de las exportaciones de tarjetas o bien, cuando se recibe retribución por los materiales ferrosos resultantes. Sin embargo, aunque se obtengan bastantes beneficios existen algunos materiales difíciles de tratar y que generan una mayor dificultad en los procesos, por lo tanto, se genera la duda de: ¿A qué gestores le envían los residuos plásticos y metálicos que quedan de los residuos electrónicos que se manejan en su empresa?

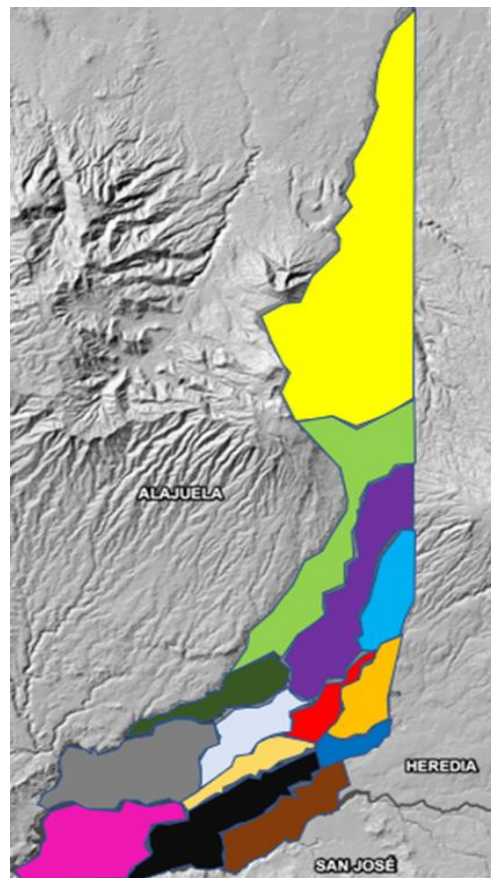
A la duda anterior, no se especifican exactamente los nombres de los gestores, aunque se indica que, a gestores autorizados para ese tipo de residuo, los plásticos electrónicos que no son reciclables se envían a hornos cementeros para co-procesamiento y los metales a gestores autorizados específicamente para esto.

Por último, es importante conocer si el país se interesa por el tema de los RAEE, sin embargo, los gestores consideran que no todas las personas tienen el conocimiento de estas empresas y tampoco tienen conocimiento de los principios que comento anteriormente ASEGIRE. Por ende, se considera que una manera para que el pueblo costarricense tenga mayor conciencia y conocimiento respecto al manejo de estos residuos es importante compartir la información y las campañas con empresas, tanto privadas como públicas y principalmente las municipalidades serían de gran ayuda.

3.5 Estrategias de recolección por rutas

El cantón de Alajuela es el número uno de la provincia de Alajuela. Cuenta con una población estimada de 321 872 habitantes. Posee un área aproximada de 388 km². Está conformado por los distritos de: Alajuela, San José, Carrizal, San Antonio, Guácima, San Isidro, Sabanilla, San Rafael, Río Segundo, Desamparados, Turrúcares, Tambor, La Garita y Sarapiquí. El cantón alajuelense limita al norte con el cantón de Río Cuarto, al sur con Santa Ana y Mora; al este con Heredia y los cantones heredianos de Belén, Santa Bárbara, y Sarapiquí. Al oeste limita con Poás, Grecia, Sarchí y Atenas. A continuación, se podrá detallar gráficamente la distribución del cantón alajuelense según sus distritos:

Ilustración 60. Cantón de Alajuela



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Segmentación distritos del cantón de Alajuela

SEGMENTACIÓN DE DISTRITOS DEL CANTÓN DE ALAJUELA			
	SARAPIQUÍ	DESAMPARADOS	
	SABANILLA	SAN JOSÉ	
	SAN ISIDRO	SAN ANTONIO	
	CARRIZAL	LA GUACIMA	
	ALAJUELA	SAN RAFAEL	
	TAMBOR	LA GARITA	
	TURRUCARES	RÍO SEGUNDO	

Fuente: Elaboración propia.

Dado la amplitud que presenta el cantón de Alajuela, las rutas de recolección deben ser diseñadas cuidadosamente, tomando en cuenta las características de la zona, el equipo disponible, temporada, horarios, entre otros. Basándose en las rutas de recolección de residuos valorizables de la Municipalidad de Alajuela, cuentan con diez rutas establecidas para visitar los poblados del cantón. Cada una se lleva a cabo dos veces por mes, o tres si el día de la semana seleccionado aparece cinco veces durante el mes. La Municipalidad de Alajuela es la encargada de realizar la recolección de los residuos valorizables en el cantón central de Alajuela, los residuos que recolectan son cartón, papel, plástico, tetrabrik, vidrio, acero, aluminio, bronce, hierro y cobre.

A continuación, se adjuntan los cuadros con el detalle de las rutas de recolección de Residuos Valorizables (reciclaje) cantón Alajuela. En este detalle se muestra la hora de inicio de las rutas, los días

de cada ruta, el inicio de la ruta, finalización de la ruta, hora aproximada de finalización de la ruta y el detalle del recorrido con todos los lugares por donde pasa el camión recolectando los desechos.

En la siguiente tabla número 9 se define la ruta 1 que pasa por San Antonio, Roble, Rincón Herrera y Turrúcares, asimismo, la ilustración 61 con el mapa de la ruta 1.

Tabla 9.Ruta 1

Ruta 1: San Antonio-Roble-Rincón Herrera-Turrúcares			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Plaza San Antonio del Tejar 	
Día de cada ruta:	lunes por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta Azul 	
Inicio de Ruta:	Puente de Villa Bonita	<ul style="list-style-type: none"> • Lotes Madrigal 	<ul style="list-style-type: none"> • Rincón Herrera
Finalización de la Ruta:	Parque Rincón Herrera (Laguito)	<ul style="list-style-type: none"> • Villa Carmelina • Villa Antolina • Urbanización El Tejar 	<ul style="list-style-type: none"> • Málaga Ciruelas • Autódromo
		<ul style="list-style-type: none"> • Bajo de La Candela • Los Naranjos • Urbanización Los Metates • Urbanización Jacaranda • Urbanización Luz del Sol • Macacona • El Roble • Las Vegas • Villa Eli 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada a Turrúcares por Garita • Cebadilla • San Miguel • Turrúcares Centro • Siquiares • Calle Sánchez
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Luz del Sol • Macacona • El Roble • Las Vegas • Villa Eli • Málaga San Antonio 	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización La Línea • Calle San Juan • Tramo Guácima • Rincón • Ruta del Sol • Rincón Herrera

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 61. Mapa Ruta 1



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

En la siguiente tabla número 10 se define la ruta 2 que pasa por Trinidad, Montecillos, Copan, Plywood y Coyol, asimismo, la ilustración 62 con el mapa de la ruta 2:

Tabla 10.Ruta 2

Ruta 2: Trinidad-Montecillos-Copan-Plywood-Coyol			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Hotel Aeropuerto 	
Día de cada ruta:	martes por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Representaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Álvarez
Inicio de Ruta:	Hotel Aeropuerto	<ul style="list-style-type: none"> • CATEC SA-INA • La Lisboa 	<ul style="list-style-type: none"> • Pastas Roma • Monserrat
Finalización de la Ruta:	RITEVE	<ul style="list-style-type: none"> • Sol Casa • Pacto del Jocote • Los Jardines • Urbanización Las Marías • Los Lecheros • La Trinidad • Cristo Rey 	<ul style="list-style-type: none"> • City Mall • Sánchez • COSEVI • Copán • Coyol • Villa España • Monumento • La Amistad • Los Olivos
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • Límite Barrio San José • Pandora • Montecillos • Los Molinos • Urbanización Santa Teresita • LLinaga • Melisas • Lotes Sánchez • Villa Bonita 	<ul style="list-style-type: none"> • Úrsula Cien Años (Vuelta del Pescado) • Sierra Morena • Villas del Lago • Bertilia • Lomas 2000 • Monterrocoso • Rotonda El Coyol

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022

Tabla 11.Ruta 3

Ruta 3: Desamparados		
DETALLE DEL RECORRIDO:		
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Agua Clara • Babilonia • Arbora • La Giralda • La Coyotera • Targuaces • INVU 1 • INVU 2 • INVU 3 • Urbanización La Primavera • Rosales • Calle El Común • Calle La Esperanza • Calle La Julieta • COTAXA • Brasil
Día de cada ruta:	Miércoles por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Tikal
Inicio de Ruta:	La Candela	<ul style="list-style-type: none"> • Saret • Río Segundo • Urbanización del Sendero
Finalización de la Ruta:	Brasil- COTAXA	<ul style="list-style-type: none"> • Desamparados • Punta del Este • Silvia Eugenia • Mondoví • Fabio Molina • Jerusalem • Los Adobes • Desamparados Centro • Bajos de Desamparados
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • La Claudia • Villa Flores • Vista Verde • Calle Linda Vista • Urbanización El Valle • Colinas del Viento <p>(No incluye Calle Hogar de Ancianos, Brasilia ni Campo Verde- ver ruta Canoas- TropicanaCarrizal- Río Segundo)</p>

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 63. Mapa Ruta 3



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

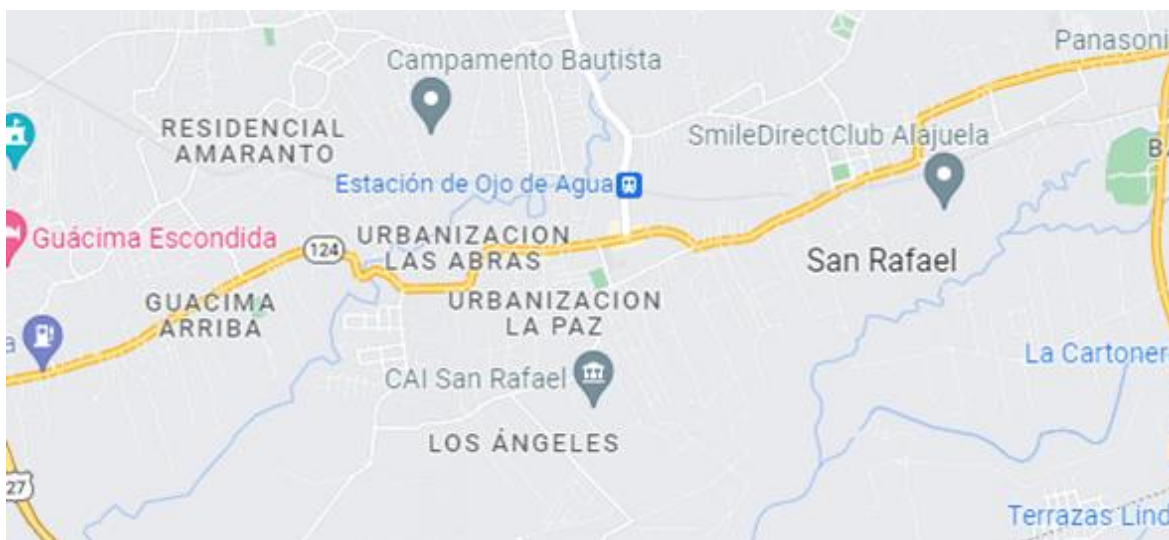
En la siguiente tabla número 12 se define la ruta 4 que pasa por San Rafael y Guácima Arriba, asimismo, la ilustración 64 con el mapa de la ruta 4:

Tabla 12.Ruta 4

Ruta 4: San Rafael - Guácima Arriba			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Los Portones • Ottos Bar • Calle Las Veraneras 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Los Tomates • Calle Tuti • Barrio Lourdes
Día de cada ruta:	jueves por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Arias • Calle Barquero 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle La Funeraria • Calle Vuelta del Cristo
Inicio de Ruta:	Iglesia de San Rafael	<ul style="list-style-type: none"> • Amaranto • Calle El Bajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrio Santa Cecilia (Comandancia de Rafael)
Finalización de la Ruta:	Urbanización San Gerardo	<ul style="list-style-type: none"> • Condominio Vila Jardín Real • Urbanización La Amistad • Fábrica de Masa • Urbanización Las Abras • Barrio Los Ángeles 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Los Conejos • Calle Mora • Las Melisas • San Gerardo • Barrio Sacramento
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Vásquez • Sector de La Reforma • San Rafael • Calle Los Piña 	<ul style="list-style-type: none"> • Las Garzas • El Futuro • Portillos • Sector Rumba

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 64. Mapa Ruta 4



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

En la siguiente tabla número 13 se define la ruta 5 que pasa por San Isidro y Sarapiquí, asimismo, la ilustración 65 con el mapa de la ruta 5:

Tabla 13.Ruta 5

Ruta 5: San Isidro – Sarapiquí			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Arias • Villas de La Ceiba 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaza San Isidro • Beneficio
Día de cada ruta:	viernes por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Romelia 	<ul style="list-style-type: none"> • La Luisa
Inicio de Ruta:	Itiquis	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Jiménez 	<ul style="list-style-type: none"> • Cebadilla
Finalización de la Ruta:	La Virgen	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Las Américas • Carbonal- Itiquís 	<ul style="list-style-type: none"> • Jaulares • Fraijanes
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • INVU 1 • INVU 2 • La Chaparra • Pilas • Mirador 	<ul style="list-style-type: none"> • Poacito Centro • Antiguo El Ángel • Nueva Cinchona • Cariblanco • San Miguel

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 65. Mapa Ruta 5



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

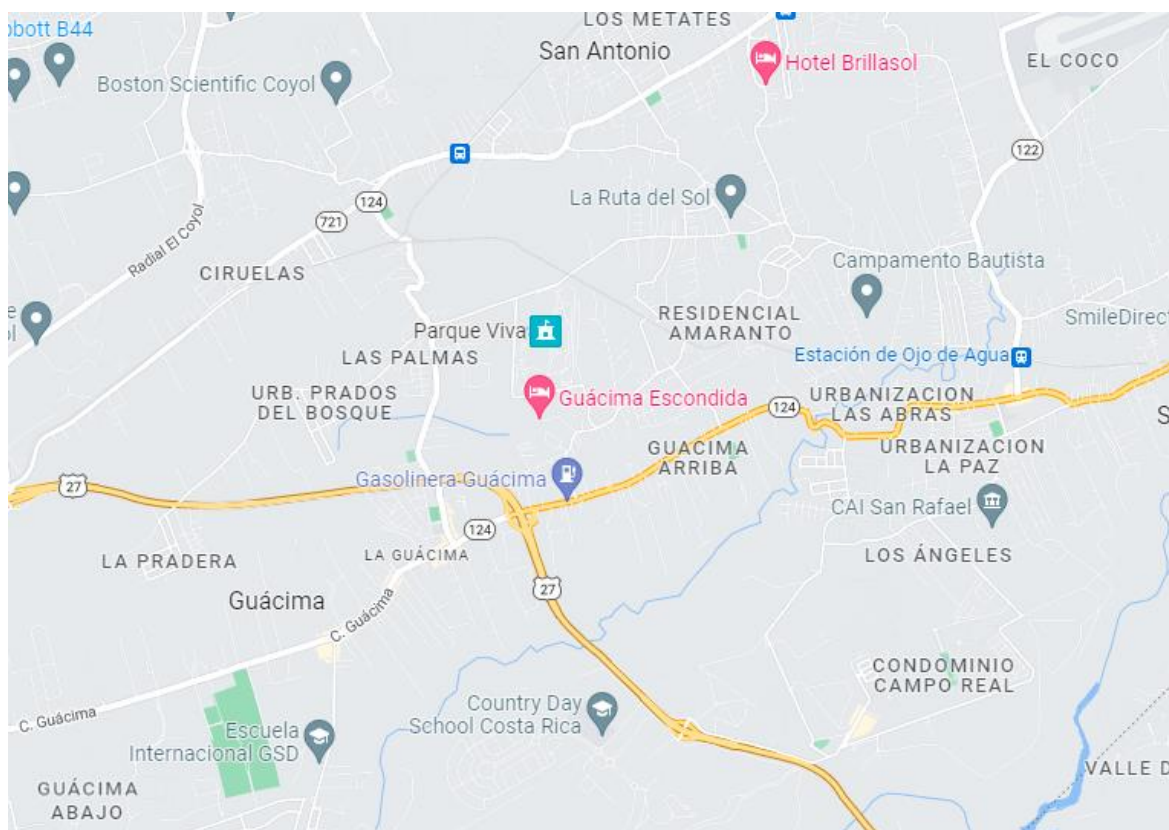
En la siguiente tabla número 14 se define la ruta 6 que pasa por Coco, Ciruelas, La Pradera, Vueltas y Guácima Abajo, asimismo, la ilustración 66 con el mapa de la ruta 6:

Tabla 14.Ruta 6

Ruta 6: Coco - Ciruelas - La Pradera - Vueltas - Guácima Abajo			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • El Coco 	<ul style="list-style-type: none"> • Las Promesas
Día de cada ruta:	lunes por medio	<ul style="list-style-type: none"> • Calle las Hormigas 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de Cruz Roja
Inicio de Ruta:	El Coco	<ul style="list-style-type: none"> • Los Pinos (Precario Guasa Guasa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Guácima centro • Calle Los Chavarría
Finalización de la Ruta:	Los Reyes	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Camboya • Urbanización Monte Sión • Detrás del Balneario Ruta del Sol Plaza del Roble • Loma Linda 1 • Loma Linda 2 • La Lucha 	<ul style="list-style-type: none"> • Automercado • Calle Langosta • Caballo Blanco • Condominio Los Castillos • Condominio Posada del Sol • Condominio Villas del Sol
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Santa Fé • Fábrica Ibérico • Industrias Cárnicas • Fábrica de Cemento • La Pradera • Rincón Chiquito • Cementerio • Urbanización Al Andaluz 	<ul style="list-style-type: none"> • Condominio Espavel • Condominio Villas del Arroyo • Iglesia de Las Vueltas • Condominio Villa Elsi • Mariposario • Colegio de Las Vueltas • Los Reyes

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 66. Mapa Ruta 6



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

En la siguiente tabla número 15 se define la ruta 7 que pasa por San José, Dulce Nombre, Cacao y Garita, asimismo, la ilustración 67 con el mapa de la ruta 7:

Tabla 15.Ruta 7

Ruta 7: San José - Dulce Nombre - Cacao - Garita			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	Dulce Nombre	Garita	
6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización Copa Blanca • Restaurante Delicias de mi 	<ul style="list-style-type: none"> • Puente de RECOPE • Fiesta del Maíz 	

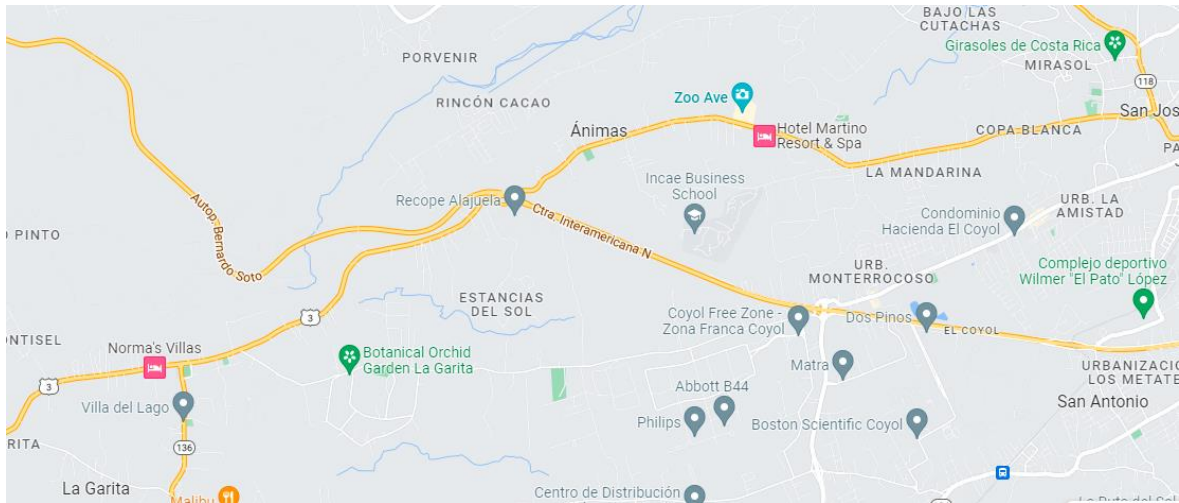
Ruta 7: San José - Dulce Nombre - Cacao - Garita

DETALLE DEL RECORRIDO:

Día de cada ruta:	martes por medio	Tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Plaza de La Garita
Inicio de Ruta:	Dulce Nombre Restaurante Fiesta del Pollo	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización La Mandarina • INCAE • Zoo ave 	<ul style="list-style-type: none"> • Recta de La Garita • Calle El Polvorón • Calle Limón
Finalización de la Ruta:	Calle La Torre	<ul style="list-style-type: none"> • Colegio de periodistas • Plaza Dulce Nombre • INVU Cacao • Entrada Cacao recibidor • Granja PIPASA • Plaza de deportes • Rincón del Cacao • Entrada Quinta La Garita • Escuela de Rincón del Cacao • Urbanización Colinas del Valle • Urbanización Los Alpes 	<ul style="list-style-type: none"> • Urbanización El Bosque • Lagos del Coyol • Tramo Tikal • RITEVE San José • Gato Verde • Iglesia Monte Sión • Calle San Juan • Arrocera • Princesa Marina • Ferretería Isaudro Castro • Calle Santa Lucía • Cruce Bar YAJA • Urbanización Mirasol • Santa Rita • Trópico 1 • Trópico2 • Tuetal Sur • Calle La Unión
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm		

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 67. Mapa Ruta 7



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

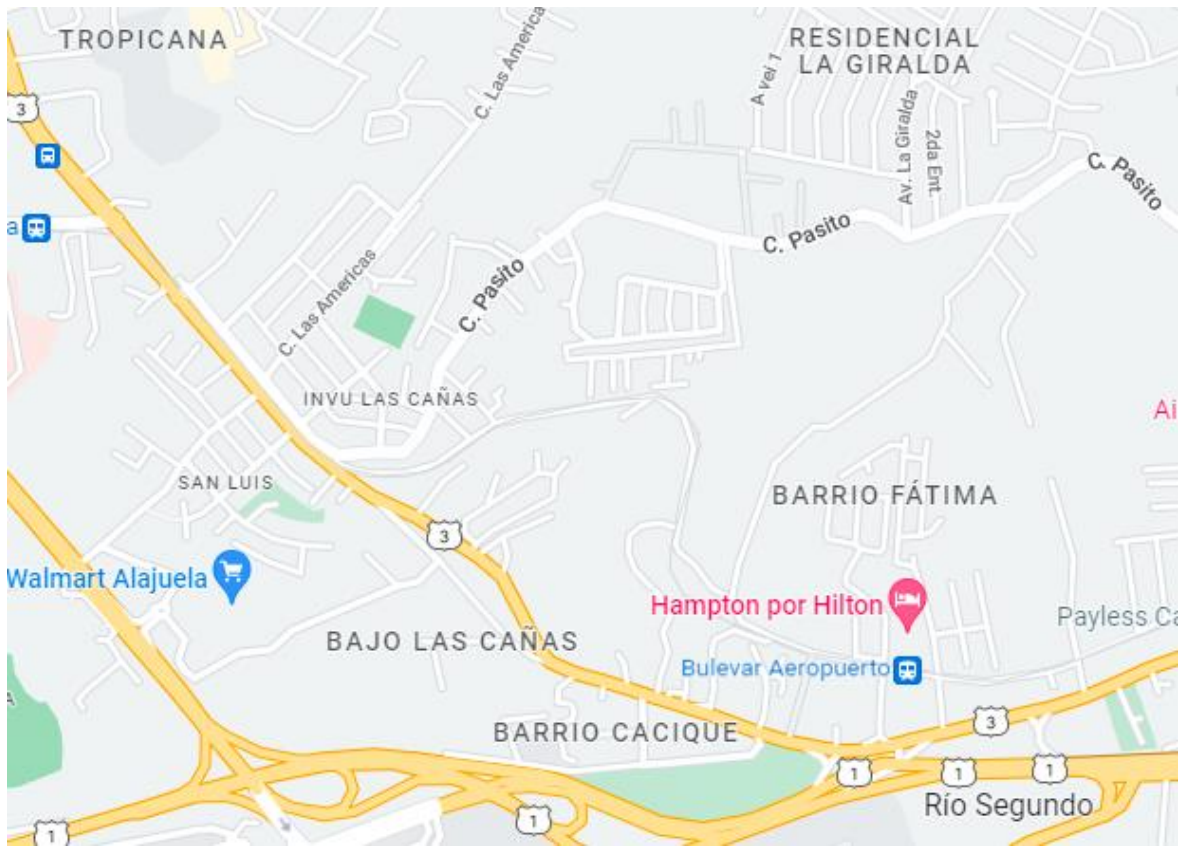
En la siguiente tabla número 16 se define la ruta 8 que pasa por Canoas, Tropicana, Carrizal y Río Segundo, asimismo, la ilustración 68 con el mapa de la ruta 8:

Tabla 16. Ruta 8

Ruta 8: Canoas - Tropicana - Carrizal - Río Segundo			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	<ul style="list-style-type: none"> • Frente a Hospital de Alajuela 	<ul style="list-style-type: none"> • El Cafetal (Pollo Macho)
Día de cada ruta:	miércoles por medio	<ul style="list-style-type: none"> • El Cacique • Casino Fiesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Plaza Real Alajuela
Inicio de Ruta:	Río Segundo La Baviera	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Río Segundo • Entrada al Lubricentro • Urbanización Villa Nueva 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba Delta • Canoas • La Guaria • Guadalupe
Finalización de la Ruta:	Recta La Lechería	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba El Pacífico • Calle El Tanque • Calle La Arena • Fátima • Calle Los Vargas • Urbanización Tropicana 	<ul style="list-style-type: none"> • Pavas • Puente Negro • Carrizal • Cinco Esquinas • El Colegio • Palo Verde
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm	<ul style="list-style-type: none"> • Estadio • Calle Hogar de Ancianos • Brasilia • Campo Verde • El Llano • Villa Hermosa • INVU 	<ul style="list-style-type: none"> • Recta Los Cartagos • Nuevo Carrizal • Calle Cementerio • Calle La Primavera • Urbanización Las Azucenas • Calle Los Vecinos • Calle Las Lomas (frente a Tequila Bar).

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

Ilustración 68. Mapa Ruta 7



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

En la siguiente tabla número 17 se define la ruta 9 que pasa por Alajuela Centro, asimismo, la ilustración 69 con el mapa de la ruta 9:

Tabla 17.Ruta 9

Ruta 9: Alajuela Centro		
DETALLE DEL RECORRIDO:		
Hora de inicio de la ruta:	9:00am	• Alajuela Centro
Día de cada ruta:	jueves	
Inicio de Ruta:	Alajuela Centro	
Finalización de la Ruta:	Alajuela Centro	
Hora aproximada de finalización de la ruta:	12:00pm	

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022

Ilustración 69. Mapa Ruta 9



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

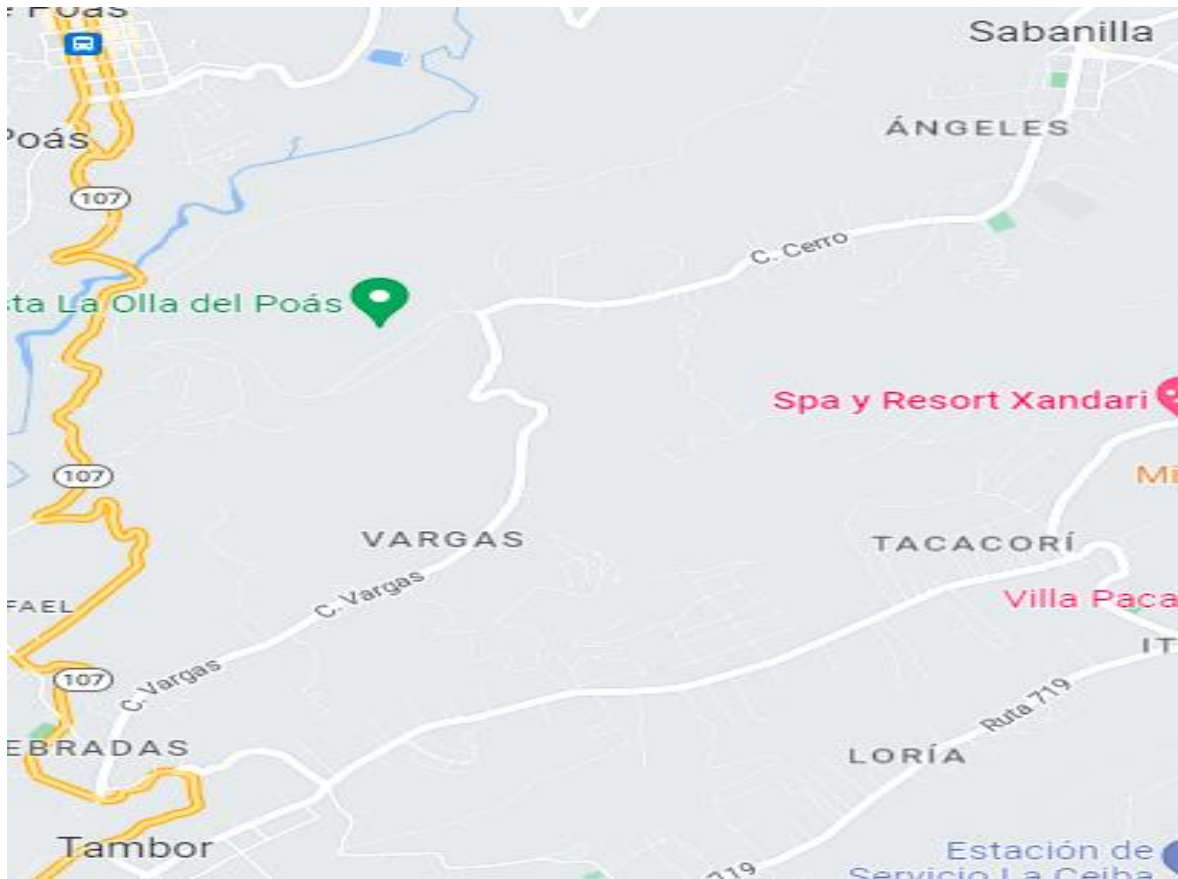
En la siguiente tabla número 18 se define la ruta 10 que pasa por Pueblo Nuevo, Sabanilla y Tambor, asimismo, la ilustración 70 con el mapa de la ruta 10:

Tabla 18.Ruta 10

Ruta 10: Pueblo Nuevo - Sabanilla - Tambor			
DETALLE DEL RECORRIDO:			
Hora de inicio de la ruta:	6:00am	Pueblo Nuevo	<ul style="list-style-type: none"> • La plaza • Calle Loría
Día de cada ruta:	viernes por medio	<ul style="list-style-type: none"> • La Maravilla • Alba María 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle Bella Vista • Calle La Unión • Calle Duraznos
Inicio de Ruta:	Pueblo Nuevo Santa Elena	<ul style="list-style-type: none"> • San Martín • Punto Rojo 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle La Amistad • Calle El Higuerón
Finalización de la Ruta:	Sabanilla	<ul style="list-style-type: none"> • Antigua Jabonera San Vicente • Las Gradadas • Urbanización Meza • La Corte • Vuelta del INS • Bajos de Montenegro • Recta Canoas • Los Higuerones (El Seguro) • Urbanización El Rey • Altos de Montenegro • Colegio Técnico Jesús Ocaña • Providencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Bar Más que Copas • La vuelta del Tajo • Calle Santa Anita Tambor • Puente Quebradas • Calle Vargas • Tramo carretera Poás hasta el puente • Cementerio de Tambor • Iglesia de Tambor • Cruce de Tambor y Tuetal Norte • Tramo de Tuetal Norte a Rancho Grande
Hora aproximada de finalización de la ruta:	2:00pm		

Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

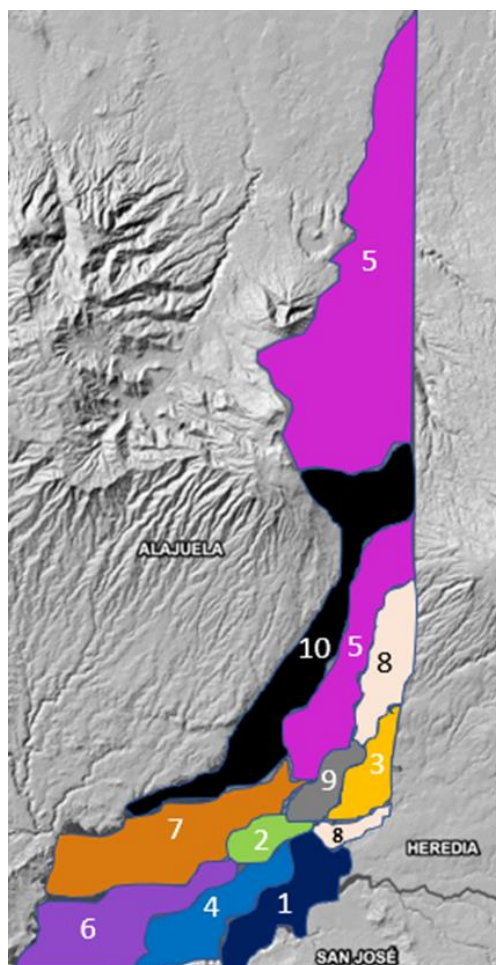
Ilustración 70. Mapa Ruta 10



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

A continuación, se logra apreciar gráficamente la distribución de las rutas:

Ilustración 71. Distribución de rutas



Fuente: *Google maps* y Municipalidad de Alajuela, 2022.

En la ilustración anterior se logra apreciar la distribución de las rutas actuales de recolección de residuos no tradicionales. En resumen, el cantón presenta una cobertura muy aceptable de este servicio, puesto que todos los distritos están contemplados en alguna de las 10 rutas. Sin embargo, se aprecia que el área requerida a cubrir en la ruta 5 es muy amplia, puesto que están contemplados dos de los distritos más grandes del cantón, en consecuencia, es posible que haya comunidades que no puedan ser visitadas por

falta de tiempo, contratiempos, etcétera. Ante esto, es necesario que en una ruta se contemple solo el distrito de San Isidro y otra ruta nueva para Sarapiquí.

3.5 Consideraciones especiales para el transporte de RAEE.

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (p. 23), existen ciertos aspectos técnicos de suma importancia en cuanto a la recolección y transporte de los residuos electrónicos. Primeramente, se requiere que la mercadería esté totalmente empacada y asegurada, Además, esta debe ser resguardada por los encargados con el fin de evitar que terceras personas puedan manipular el contenido y causar alguna alteración a los residuos, y también para garantizar la protección contra el entorno

Todos los equipos que son transportados hacia los diferentes centros de acopio deberán ser transportados de manera que se evite cualquier fractura de los equipos, o en caso de presentarse las mismas puedan ser contenidas con el fin de evitar derrames en el entorno. Esta situación se presenta principalmente en equipos con cristales o los que contienen tinta

Por otra parte, es recomendable que los RAEE sean ubicados dentro de cajas de madera, o bien también pueden ser transportados sobre tarimas, pero deberán ser envueltos meticulosamente con plástico de paletizar. Además, se recomienda portar dos extintores de fuego en cada camión

De igual manera, deberán acogerse al artículo 16 del Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos:

De los gestores de residuos electrónicos: Las personas físicas o jurídicas dedicadas al tratamiento de los residuos electrónicos deberán estar debidamente registradas ante el Ministerio de Salud y cumplir con la legislación nacional, garantizando un tratamiento ambiental y sanitariamente seguro.

Para ello, deberán mantener un sistema de registro del movimiento de los residuos electrónicos a través de contratos y manifiestos de entrega-transporte-recepción. Asimismo, deberán mantener los registros de manifiesto de carga por cinco años y reportar al Ministerio de Salud anualmente los volúmenes y tipos de residuos gestionados.

(Procuraduría General de la República).

3.6 Equipos de tratamiento y procedimientos actuales

A medida que los aparatos electrónicos incrementan la forma en que se gestionan al final de su vida útil es un tema de mucha relevancia en la actualidad. “Los residuos de aparatos electrónicos constan básicamente de los materiales, componentes, consumibles y subconjuntos que los componen. Los RAEE provienen tanto de uso en hogares como de uso profesional” (Geo innova, 2017).

Según Ecotic, enumera cuatro métodos principales en el reciclaje de RAEE.

1. Desmontaje y separación manual de los componentes del aparato.
2. Reciclaje mecánico, mediante la extracción y triturado de materiales.
3. Fundición, para la recuperación de metales.
4. Reciclaje químico, aplicable a metales contenidos en las placas de circuitos impresos.

De los principales métodos que existen para el tratamiento de los residuos electrónicos, en la actualidad en Costa Rica las empresas aplican los dos primeros métodos que son la separación de manera manual con herramientas ordinarias como martillos, taladros, alicates, etcétera. Además, algunas también aplican métodos mecánicos con trituradoras para procesar algunas familias de los RAEE, asimismo en su mayoría las empresas en el país aplican un método combinado en donde sus procesos empiezan de manera manual con algunos de sus componentes y otros son triturados y compactados de manera paralela al proceso para después gestionar su envío al exterior.

Con los otros dos métodos no son aplicables en el país debido a que su costo es muy elevado, además que en la actualidad no existe fundidora en Costa Rica, cabe mencionar que en el mundo solo existen tres fundidoras certificadas para darle un tratamiento a los residuos electrónicos.

Asimismo, los procesos químicos son altamente costosos y peligrosos, este tipo de procedimiento no lo realiza ninguno de los entes en el mercado nacional que le dan tratamiento a los RAEE.

A continuación, se describen algunos de los equipos más utilizados por las empresas que tratan los residuos electrónicos, entre las herramientas manuales tenemos el martillo, maso, desatornillador, alicates, llaves estos como equipo básico para gestionar cada residuo, además de otras máquinas más sofisticadas como la trituradora que es mayormente utilizada para los desechos plásticos, la compactadora que es utilizada para compactar y organizar los desechos para su almacenamiento antes de ser exportados al exterior donde si existe un modelo sólido y tecnología avanzada para una adecuada gestión de los RAEE.

3.7 Gestión nacional e internacional

Como se ha mencionado anteriormente, el creciente desarrollo y uso de dispositivos electrónicos, conlleva a la necesidad en los usuarios de estar en constante recambio de los dispositivos, los cuales pasan a una inminente clasificación como residuo electrónico. Tal situación, pone en peligro a quienes puedan tener un eventual contacto directo o indirecto con el aparato en descomposición, ya que poseen sustancias muy peligrosas como éteres, bifenilos poli bromados, plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente. (González, 2012).

Gran cantidad de los afectados mencionados anteriormente, son consecuencias de muchos procesos inadecuados de extracción de los componentes valorizables que provienen de estos residuos, puesto que

se utilizan prácticas rústicas y sin tener en cuenta los cuidados requeridos para un correcto procedimiento.

Debido a la desinformación que prevalece tanto a nivel global sobre este tema, se crea la necesidad de crear un modelo sostenible que permita gestionar correctamente los residuos, tomando en cuenta a todas las partes involucradas directa o indirectamente del proceso, tal y como lo gráfica Gonzales (2012), en la siguiente figura, logrando así un equilibrio que brinde múltiples beneficios en el ámbito ambiental, socioeconómico, cultural, de salud, entre otros. (González Ávila, 2012).

3.8 Impacto de la inserción al mercado actual

La inserción de los componentes provenientes de RAEE, puede traer beneficios para los agentes involucrados en el proceso. Primeramente, es sabido que muchos de estos componentes, tales como metales ferrosos, oro, cobre, bronce, plástico, entre otros, pueden reinsertarse en diferentes productos, evitando así una eventual repercusión negativa en la naturaleza.

Lo anterior, no solo puede beneficiar a los ecosistemas, puesto que quienes realicen esta tarea adecuadamente, pueden generar sus propias ganancias, gracias a la recuperación responsable de los componentes.

Por otra parte, poner en práctica un modelo de economía circular, tendría un gran impacto cultural. La economía circular es un enfoque que se ha extendido en los últimos años, que propone instaurar nuevas formas de producir y consumir, un modelo que sea más sustentable, que optimice los flujos de materiales, de agua y de energía. De igual manera, la economía circular, permite valorar y disminuir los costos ambientales que conlleva la producción de los artefactos eléctricos y electrónicos, puesto que toma relevancia el agotamiento de las fuentes naturales, necesarias para la producción.

Asimismo, la gestión de los RAEE puede verse como una oportunidad para miles de personas que trabajan en condiciones informales, por lo cual se requiere un total compromiso, tanto de las

regulaciones, los entes estatales, y la ciudadanía en general, para desarrollar una economía con buenas prácticas de gestión de los residuos, que contribuyan al desarrollo equilibrado del país.

Acerca de la economía circular de los electrónicos, añade Seth (s.f):

Tenemos que analizar todo el ciclo de producción de cada producto electrónico. Comienza desde la etapa de diseño, de ingeniería y, por supuesto, se adentra en toda la economía circular. El uso, reciclaje, restauración, reventa y devolución de la tecnología debe considerarse de una manera mucho más sistemática que hasta ahora, para asegurarse de que se generan los residuos electrónicos que no causan el tipo de daño que hacen ahora al medio ambiente y la humanidad.

Asimismo, una economía circular es todo un sistema en que todos los componentes y materiales que componen un aparato electrónico se mantienen en su valor más alto en todas las etapas de vida de este y los residuos sean inexistentes.

“Si se diseñan productos que duren más tiempo, y si se recupera, reutiliza y recicla una mayor cantidad de desechos a lo largo del ciclo de vida de esos productos, habrá menos demanda de materiales vírgenes y se generarán menos residuos de la extracción de materias primas y de los procesos de embalaje y transporte de los productos”, afirma un informe de la OIT.

Además, dado que los desechos electrónicos son un recurso creciente, al tiempo que disminuyen los metales y minerales, también hay una oportunidad para la recuperación de estos recursos. Combinado con mejores diseños y tecnología para recuperarlos se producirá un rendimiento más rentable de los materiales.

Asimismo, si se desarrolla de manera correcta, el sector puede generar millones de empleos en todo el mundo

CAPÍTULO IV. DISEÑO EN UNA PRIMERA ETAPA UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

4. Resumen Capítulo IV

En este capítulo se incluyen las diferentes propuestas con las cuales se les dará solución a los temas iniciales con mayor relevancia para el comienzo de la aplicación de un modelo de gestión integral, el cual se enfocará en atacar asuntos como convenios estratégicos, publicidad especializada en captar la atención de la población, mejorar los niveles de capacitación y culturización que presenta el país en cuanto a tales tópicos.

Sumado a lo anterior, se presentan rutas las cuales están ubicadas en el cantón central de Alajuela aprovechando los recursos con los que se cuenta y ofreciendo mejores servicios de recolección.

Finalmente, ofrecer centros de acopio y valorización, con los cuales se logren generar ingresos y darles un valor a esos artefactos por medio de la economía circular. La idea inicial es aplicar este sistema en la Municipalidad de Alajuela, para luego expandir la idea a nivel de todas las municipalidades del país; al ofrecer, así, un sistema eficiente con el cual se logre apoyar a la mayor parte de la población en la recolección de residuos electrónicos.

4.1 Introducción

En el país la situación problema se expone como la falta de un proceso eficiente de recolección de Residuos Electrónicos por parte de las municipalidades, además del desconocimiento de la población, que provoca mayormente la informalidad como la forma de operación más común.

Según lo recopilado las entidades que realizan el mayor esfuerzo es por parte de las empresas como lo son las unidades de cumplimiento y los gestores autorizados los cuales con los centros de acopio permanente como las campañas de recolección no logran llegar a la toda la población. Aquí radica la idea de que, a través de las municipalidades, se instale un sistema de recolección por rutas como una forma más eficiente para llegar a la población.

Ilustración 72. Modelo de Gestión Integral



Fuente: Elaboración propia.

4.2 Convenios

Para construir una cultura de cooperación al medio ambiente, es necesario crear convenios entre distintas organizaciones que trabajen mutuamente para el beneficio del ambiente. Por ejemplo, la Universidad Técnica Nacional junto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica firmaron en el 2018 el “Convenio de Colaboración en Materia Ambiental y Reciclaje”. Este convenio tiene por objetivo que los participantes unan sus intereses, en cuanto al desarrollo de políticas ambientales y el reciclaje. Este convenio también insta a la Universidad Técnica Nacional a cumplir con lo establecido en el decreto No 35933-S Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos.

Se propone, crear una alianza de la Universidad Técnica Nacional en conjunto con la Municipalidad de Alajuela y crear una aplicación para celular que permite a los habitantes estar informados de todas las actividades relacionadas a la conservación del medio ambiente, como reciclaje, campañas publicitarias, localización de puntos de recolección de residuos, entre otros; con el objetivo de formar una mejor culturización y, a la vez, estas dos instituciones ser un punto estratégico de recolección de RAEE.

Con el avance de los años y de la tecnología, muchos estudiantes de la universidad requieren estar constantemente cambiando sus equipos, ya sea por que terminan siendo inservibles o desactualizados. Por lo tanto, se visualiza la importancia de que las universidades estén a la vanguardia en cuanto al tratamiento de estos desechos.

Así como la universidad ha hecho su trabajo en pro del medio ambiente, el Gobierno Local de Alajuela, puede establecer estas alianzas con diferentes empresas con el fin de beneficiarse mutuamente con estas medidas. Por ejemplo, como se observó en capítulos anteriores de este documento, algunas tiendas de venta de electrodomésticos reciben diferentes residuos de aparatos electrónicos. De esta manera, el gobierno local puede encargarse de retirar dichos residuos y brindarles el procesamiento y la

recuperación posible, y es en este proceso que la municipalidad puede además obtener un beneficio económico, el cual simultáneamente contribuye al desarrollo sostenible.

Es importante considerar el apoyo que pueda dar una entidad como el Ministerio de Salud en la gestión de estos residuos, ya que la Universidad de Costa Rica realizó un estudio en el cual considera a esta institución como “la encargada de coordinar todos los proyectos para el tratamiento más efectivo en materia ambiental” (Mora, 2022), consolidando esfuerzos en conjunto con respecto a capacitación en áreas donde se puede dar un mejor manejo.

Por ejemplo, un aspecto que está afectando en la actualidad y principalmente en temas ambientales, lo constituye la falta de regulación en el sector informal (“los chatarreros”), donde las empresas que se encuentran registradas por dicho ministerio no llevan un control real de RAEE, a pesar de ser las encargadas de efectuar la correcta gestión, separación e incorporación al mercado. Es aquí donde se pueden generar alianzas con la entidad gubernamental para preparar a estas personas y realizar una gestión adecuada, evitar poner su salud en peligro, buscando métodos para trabajar de forma más segura, mejorando su condiciones laborales y fortaleciendo varios factores que influyen en gran medida en la recolección informal de estos artefactos, logrando que las partes interesadas trabajen en conjunto buscando las mejores prácticas en pro de su bienestar y beneficios ambientales.

Como parte de la correcta aplicación de la propuesta del seminario, se sugiere debido a que la institución cuenta con el programa de Bandera Azul Ecológica, redoblar esfuerzos y crear convenios que involucren las diferentes universidades estatales, esto es de gran importancia para el país, ya que involucra temas educativos, nuevos proyectos, jóvenes empoderados, personas más capacitadas, enfoque al cuidado del medio ambiente y qué mejor ejemplo que en instituciones como estas, cuya función es formar profesionales, capacitados para afrontar diferentes retos, involucrando en esta la correcta gestión de los residuos, aprovechando iniciativas ya aplicadas en la universidades.

La Universidad de Costa Rica cuenta con diferentes programas donde se incluyen datos de suma importancia sobre la correcta gestión de los residuos electrónicos, como, por ejemplo, “la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UCR cuenta con un programa de reparación y durabilidad de motores eléctricos” (Mora, 2022), con el cual logran un gran avance en la gestión de residuos electrónicos y aquí es donde puede entrar la Universidad Técnica Nacional y lograr aún mejores resultados realizando un trabajo en conjunto.

Por otro lado, se encuentra el Instituto Tecnológico de Costa Rica, dicha Universidad cuenta con gran respaldo hacia la Universidad Técnica Nacional; por ello, es un claro candidato para generar convenios de este tipo más cuando se habla de materiales asociados a los RAEE. El tecnológico cuenta con un lugar especializado donde se puede dar una correcta recolección, gestión y tratamiento de estos artefactos, “además de realizar investigaciones y cursos abiertos de forma directa con esta práctica” (Mora, 2022). Aquí es donde puede entrar la Universidad Técnica Nacional, ya que, cuenta con carreras universitarias como Ingeniería en Producción Industrial, Mantenimiento Agroindustrial Sostenible, Ingeniería Energética, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Gestión Ambiental, entre muchas otras, con las cuales se podría apoyar el programa con el que cuenta el Tecnológico y poder fortalecer la gestión de los residuos electrónicos en bien de la recuperación ambiental.

Por su parte la Universidad Nacional de Costa Rica, cuenta con un sistema de gestión para aparatos electrónicos, este estudio es uno de los más completos propios de este tema a tratar, tanto así que se formó un comité Técnico Nacional donde actúan instituciones como el Ministerio de Salud, el Ministerio de Ambiente, el Instituto Costarricense de Electricidad y representantes de Intel; de esta manera, permite unir ideas y conocimientos con el objetivo de acercarse más a este tema.

Por medio del supraindicado sistema, la Universidad Nacional cuenta con una ruta más clara de cómo recolectar, desensamblar, tratar y comercializar estos aparatos; logra estandarizar, obtener información sobre cómo efectuarlo, a nivel nacional e internacional, sobre los procedimientos de exportación logrando buenos resultados, es aquí donde se puede aprovechar toda esta experiencia y fortalecer esfuerzos con un futuro convenio entre universidades.

También se puede iniciar conversaciones con el Instituto Nacional de Aprendizaje y con ello estudiar posibles estrategias que se puedan aplicar en conjunto; a partir de ello, dar soluciones más técnicas, usos más sencillos, pero eficientes y, así, lograr un mayor aprovechamiento en el momento que desechará un aparato electrónico.

Otro convenio que sería de gran beneficio consiste en implementar, tanto en la Municipalidad de Alajuela como la Universidad Técnica Nacional, es con la institución de Ecoins Costa Rica, mediante la cual se lograría incentivar a los ciudadanos a reciclar y llevar su residuo electrónico a los centros de recolección; debido a que, por medio “ecoins®, es la primera plataforma digital regional que premia el compromiso con el reciclaje y da valor a la sostenibilidad. Se otorga a cambio de los residuos valorizables que se entregan #LimpiosSecosSeparados para su reciclaje, mediante un sistema de incentivos que se pueden canjear por descuentos en productos y experiencias de las empresas participantes” (Ecoins Costa Rica).

Varias municipalidades y centros de acopio ya cuentan con la afiliación con Ecoins Costa Rica, las cuales se encuentran registradas en la base de datos de la página de Ecoins donde los ciudadanos pueden buscar los centros de valorización donde se puede ir a entregar el residuo electrónicos y de esta manera ganaran ecoins, el proceso para recibir ecoins es sencillo: “solo debes registrarte en ecoins.eco y entregar tus residuos valorizables #LimpiosSecosSeparados en los centros de acopio y valorización, puntos limpios y/o a través de las rutas de recolección de materiales valorizables.” (Ecoins Costa Rica)

Algunas empresas transportistas

Wbb Coriclean

Es una empresa que cuenta con recolección y transporte de residuos, la cual cuentan con camiones y ofrecen los servicios de recolección, entre otros los cuales según (Bienvenidos a *WppCoriclean - Home, s. f.*) están:

- Alquiler y venta de contenedores y compactadores: Brindamos el servicio de venta y alquiler de equipo para recolección y disposición. Transporte y recolección: Ofrecemos el servicio de transporte y recolección de residuos en todo el territorio nacional, cumpliendo con los requerimientos y normas de seguridad.
- Disposición Final: Rellenos sanitarios mecanizados de última tecnología para garantizar el tratamiento técnico y responsable de los desechos sólidos.
- Destrucción certificada: Ofrecemos el servicio de destrucción de desechos con su respectiva acta de destrucción para trámites fiscales.
- Asesoría técnica calificada: Nuestro equipo de asesores técnicos, están
- para apoyarlo en su proceso hacia un mejor manejo de sus desechos.
- Recolección de desechos en ruta: Ideal para el acopio de residuos ordinarios compactables, generados principalmente por restaurantes, condominios, zonas francas y centros comerciales.

Servicios WASTECH Costa Rica S.A.

Es una empresa dedicada al manejo de residuos que cuenta con una amplia flotilla de camiones y transportistas capacitados.

Uno de los servicios de (Wastech Costa Rica, 2020) es la Recolección y transporte de residuos peligrosos que cuentan con:

- Gestor autorizado ente el Ministerio de Salud para brindar servicios de recolección, transporte, acopio, desensamble, exportación y tratamiento de residuos ordinarios, de manejo especial y peligrosos.
- Servicio de recolección de excedentes industriales y residuos peligrosos procedentes de centros de acopio.

Grupo Empresarial RABSA

Esta empresa está dedicada a la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, a nivel municipal, comercial e industrial. De igual manera cuentan con manejo de escombros, tratamiento de biosólidos, tratamiento de aguas residuales entre otros.

Esta “empresa cuenta con una moderna flotilla de camiones recolectores, con los cuales se brinda el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos ordinarios o valorizables. Tenemos contratos con diferentes Municipalidades a nivel nacional, brindando un servicio responsable, eficiente y personalizado” (Soluciones, s. f.).

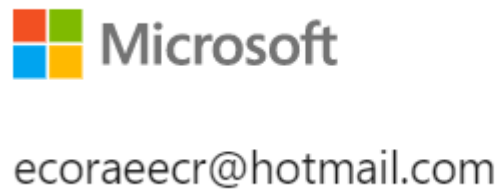
Esta es una de las empresas más reconocidas y vistas en el transporte de residuos ordinarios en país, sin embargo, también brindan el servicio de residuos valorizables.

4.3 Publicidad

Como propuesta publicitaria se desarrolla la creación del correo electrónico, Instagram, Facebook y la APP donde se promueva información del proyecto, administradas por la Dirección de Mercadeo y Comunicación de las páginas oficiales de la Universidad Técnica Nacional.

El correo electrónico será la herramienta de comunicación, por este medio se podrá contactar con las entidades a realizar convenios, organización e información de las campañas a realizar, coordinación de procesos.

Ilustración 73. Correo electrónico



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se propone mediante un análisis de competidores, la creación de una App encargada de facilitar al usuario información relevante de los residuos electrónicos, esta se especificará en el siguiente apartado, tomando en cuenta lo anterior, se utilizará el medio de comunicación de redes sociales.

Se creó el usuario en Facebook con el nombre ECORAE CR, para comunicar y publicar las herramientas que ofrece el APP, también información de las campañas a realizar, rutas de recolección, datos relevantes de los residuos electrónicos y calendario.

Ilustración 74. Página de Facebook



Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, se propone la creación de un usuario en Instagram para abarcar una mayor población y compartir contenido relevante para la comunidad, así mismo informar sobre los residuos electrónicos, la vida útil, los centros de acopio encargados de gestionar la recolección y más datos de gran importancia.

Ilustración 75. Página en Instagram



Fuente: Elaboración propia.

Las campañas de recolección de residuos electrónicos es una estrategia importante para brindar el mejor tratamiento o destino de estos artefactos, las instituciones tanto privadas como públicas crean convenios entre ellas y comunican por medio de afiches, anuncios, publicidad en redes sociales y otras fuentes la propagación de información para que una cantidad extensa de población pueda deshacerse de los equipos de la mejor manera.

Ilustración 76. Publicidad



Fuente: Elaboración propia.

Agregando a la propuesta de publicidad, como parte de comunicación, se emprende la creación de anuncios publicitarios con información relevante para la recolección de los residuos electrónicos como infografías de las rutas.

Ilustración 77.Publicidad







RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS



- 1

RUTA 1: SAN ANTONIO - ROBLE - RINCÓN HERRERA - TURRÚCARES
- RUTA 2: TRINIDAD - MONTECILLOS - COPAN - PLYWOOD - COYOL

2
- 3

RUTA 3: DESAMPARADOS
- RUTA 4: SAN RAFAEL - GUÁCIMA ARRIEA

4
- 5

RUTA 5: SAN ISIDRO - SARAPIQUÍ
- RUTA 6: COCO - CIRUELAS - LA PRADERA - VUELTAS - GUÁCIMA ABAJO

6
- 7

RUTA 7: SAN JOSÉ - DULCE NOMBRE - CACAO - GARITA
- RUTA 8: CANOAS - TROPICANA - CARRIZAL - RÍO SEGUNDO

8
- 9

RUTA 9: ALAJUELA CENTRO
- RUTA 10: PUEBLO NUEVO - SABANILLA - TAMBOR

10



¡POR UN MUNDO EN EQUILIBRIO, AMO CONSERVO Y RECICLO!

Fuente: Elaboración Propia.

4.4 Capacitación y culturización

Como se menciona en el anterior punto, se plantea por medio de un *benchmarking*, la creación de una App propia en donde se le pueda facilitar al usuario información relevante de los residuos electrónicos, sus tratamientos y procesos, el calendario con las fechas de recolección, las rutas de recolección y los centros de acopios existentes y los nuevos centros que se proponen por parte del seminario siendo participe a la Universidad Técnica Nacional en este proceso.

Por medio de la aplicación, que se puede descargar en los dispositivos móviles en las tiendas virtuales, las personas del cantón central tendrán un mayor acercamiento al tema de los residuos electrónicos y se les estará recordando las fechas importantes de recolección para que puedan sacar sus desechos electrónicos y estos no terminen en el relleno sanitario con la basura ordinaria, sino que se les pueda dar una valorización a sus componentes más importantes después de culminar su ciclo de vida.

A continuación, se presenta la propuesta de cómo se verá la interfaz de la aplicación.

Ilustración 78. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 79. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 80. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 81. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 82. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 83. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 84. Interfaz de la aplicación



Fuente: Elaboración propia.

En la universidad se propone implementar charlas, colocar anuncios sobre los puntos de gestores autorizados, proponer como temas de TCU, charlas, convenios que se pueden dar a conocer.

Como parte de este seminario es importante recalcar que la población es de los actores claves para lograr la correcta revalorización de los residuos, se proponen diferentes herramientas necesarias para el desarrollo de un plan estratégico.

Tabla 19. Propuesta Capacitación y culturización

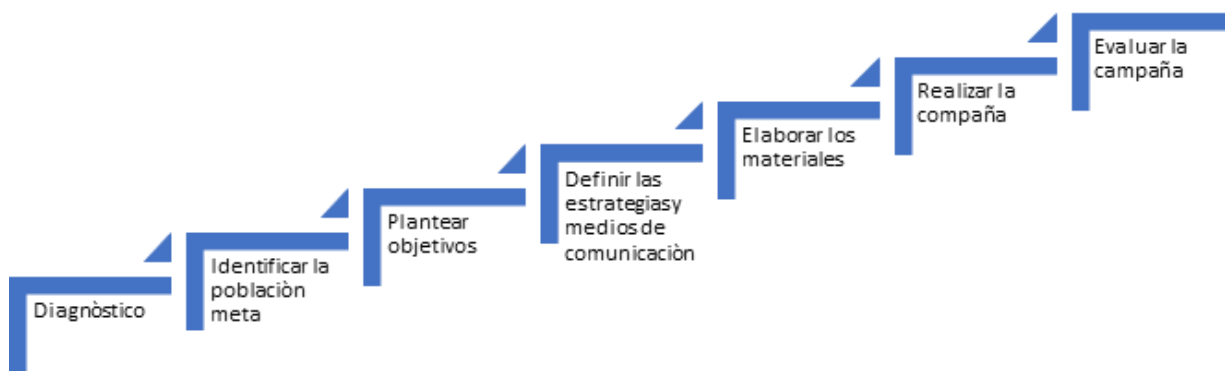
Acción Estratégica	Objetivo	Responsable
Programa de correcta separación y recolección de residuos especiales.	Generar espacios para lograr reflejar la realidad nacional y explicar correctas formas de separar estos residuos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL. ▪ MUNICIPALIDAD DE ALAJUELA.
Programa de recuperación de residuos valorizables.	Fortalecer en los entes como municipalidad y universidades implementando en formar diseños innovadores.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL.
Programa Nacional de Desarrollo de los gestores autorizados en Costa Rica.	Fomentar el desarrollo y conocimiento de estos gestores como aliados para el tratamiento correcto en país.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNIVERSIDAD TÉCNICA. ▪ MUNICIPALIDAD DE ALAJUELA.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ GESTORES AUTORIZADOS EN COSTA RICA. ▪ MINISTERIO DE SALUD
Desarrollar una plataforma virtual, estandarizada y accesible para toda población costarricense.	Diseñar una plataforma donde se permita ubicar los gestores autorizados, campañas, temas relacionados a la correcta separación y desecho.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL.

Fuente: Elaboración propia.

Guía para realizar una campaña de concientización basadas en las herramientas de la metodología DMAIC se realiza la siguiente propuesta para crear y diseñar las campañas, cuyos responsables son Universidad Técnica Nacional, Municipalidad de Alajuela en alianzas con actores estratégicos como lo son el Ministerio de Salud y gestores autorizados.

Ilustración 85. Ilustración



Fuente: Elaboración propia.

1. Diagnóstico: Se debe identificar el tema a tratar y mediante encuestas detectar la problemática del tema abordar.
2. Identificación de la población: Definir a qué tipo de población va dirigida la campaña, es decir a quienes se les va a transmitir el mensaje.
3. Plantear lo objetivos: Establecer en plazos como se va a abordar las problemáticas encontradas con el punto de diagnóstico.
4. Definición de medios y estrategias: Determinar cuáles son los medios en que se va a transmitir el mensaje a la población, ejemplo: charlas, anuncios, publicidad, conferencias, entre otros.
5. Elaborar mensajes:
6. Contactarse con organismos y instituciones que tenga relación con la campaña para obtener información que sirva de insumo para producir los mensajes.

7. Conectarse con especialistas en el tema para generar mensajes asertivos.
8. Llevar la propuesta a las escuelas y universidades para trabajar en conjunto con los estudiantes.
9. Realizar la campaña: Ejecutar todo lo planificado.
10. Evaluar la campaña: Revisar que impacto se obtuvo al realizar todo lo planificado por medio de encuestas con preguntas que determinen el grado de conciencia.

4.5 Rutas

El servicio de recolección de residuos presenta debilidades en el diseño de las rutas de recolección, casi la mitad de los camiones recolectores municipales no se encuentran en óptimas condiciones, y el extenso recorrido realizado en el transporte de los residuos hasta los sitios de disposición final por algunas municipalidades, son factores que tienen repercusiones en la eficiencia, continuidad y la cobertura del servicio de recolección.

Según lo analizado anteriormente en el capítulo anterior, se conoce que actualmente el cantón de Alajuela posee 10 rutas para la recolección de los residuos ordinarios. Esas rutas se repiten durante dos o tres veces durante el mes, puesto que la cantidad de desechos es muy considerable, además que el ser humano cotidianamente adquiere productos cuyos empaques deben ser reciclados y por lo tanto se requiere un control meticuloso en cuanto a la frecuencia de las rutas establecidas. Una de las propuestas en cuanto a las rutas, se basa en utilizar las ya existentes con el fin de facilitar la coordinación y la logística.

No obstante, los residuos electrónicos se presentan en menores cantidades y volúmenes, por lo que puede verse afectada la viabilidad de establecer una ruta semanal o mensual especialmente para estos. Por tal motivo, en el presente seminario se propone el desarrollo de centros de acopio con el objetivo de que

los habitantes del cantón dispongan de un lugar al cuál depositar estos artículos en desuso apropiadamente.

Los centros de acopio se pretenden que sean instalados en dos puntos específicos. El primero será ubicado en la Municipalidad de Alajuela, esto porque se consideró que el gobierno local debe ser pionero en el tratamiento de los residuos del cantón alajuelense. El otro centro de acopio lo tendrá la sede central de la Universidad Técnica Nacional. Se eligió este lugar debido al gran tránsito de personas que representan potenciales generadores de residuos electrónicos, debido al uso masivo de dispositivos electrónicos como computadoras y celulares. El detalle de los requerimientos de los centros de acopio se detalla en otra sección de este documento.

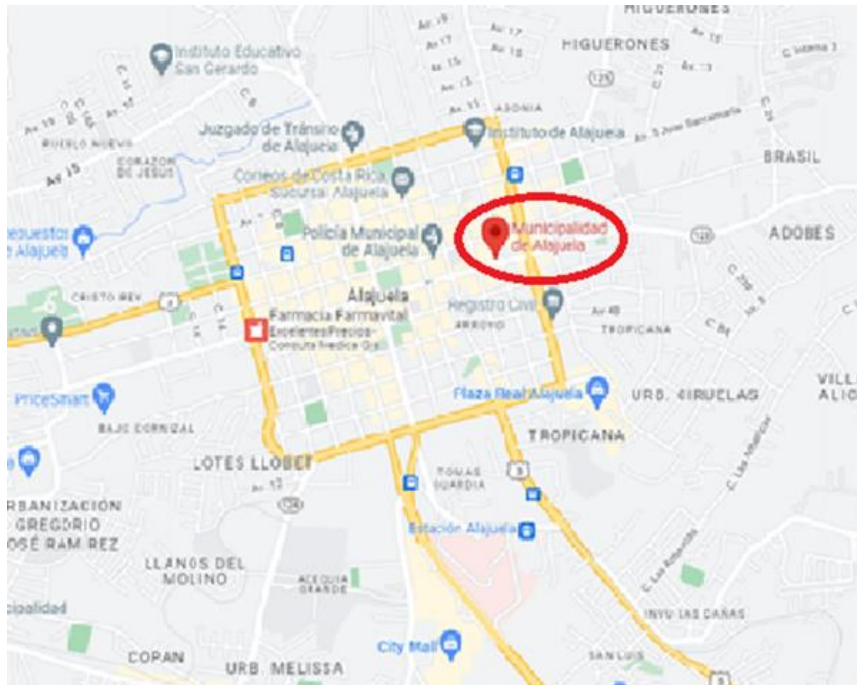
Por otra parte, una de las propuestas consiste en desarrollar una aplicación para celular, la cual pueda brindar información a los usuarios si eventualmente se planea hacer alguna ruta de recolección, esto con el objetivo de que los usuarios puedan informar a la organización si tienen o no artículos para desechar, y con esto se logra la programación eficaz de la ruta en cuanto al número de rutas que tienen que realizar o el tipo de transporte necesario para satisfacer la demanda calculada mediante la aplicación.

Aunado a esta propuesta, se puede poner en práctica la metodología *just in time*, la cual, aplicado a este proyecto, consiste en programar la ruta con respecto a únicamente la cantidad de usuarios que afirman mantener artefactos para desecho, con esto se logra una atención más eficiente y personalizada, disminuyendo los costos de operación.

Las recolecciones serán servicios subcontratados por empresas con experiencia en dicho campo, esto con el objetivo de evitar incurrir en gastos considerables para la compra de los vehículos destinados a recorrer el cantón alajuelense acarreado los desechos electrónicos.

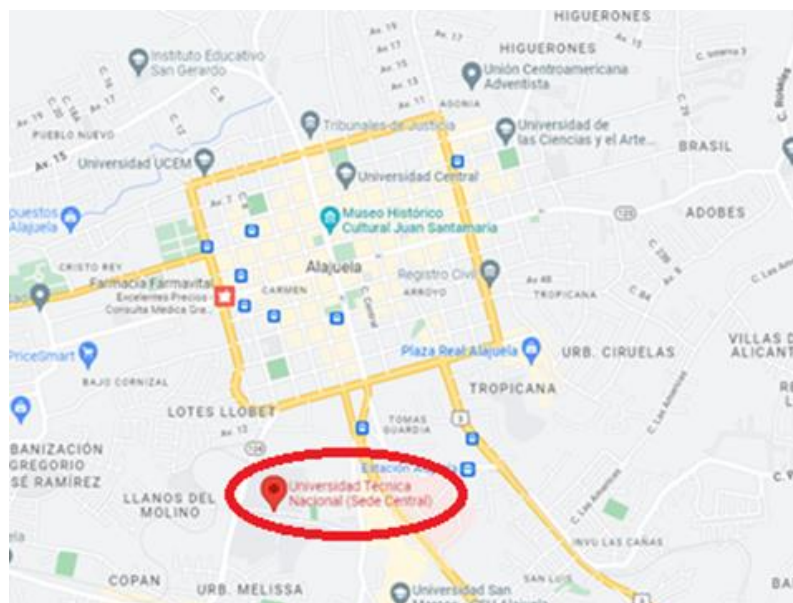
A continuación, se muestran los mapas de la propuesta de colocación de los centros de acopio.

Ilustración 86. Centro de acopio Municipalidad de Alajuela.



Fuente: Elaboración propia, a partir *Google maps*

Ilustración 87. Centro de acopio Universidad Técnica Nacional.



Fuente: Elaboración propia, a partir *Google maps*

Costeo de las rutas.

1. Contrato de los vehículos de recolección: Se establece un monto por kilómetro lineal recorrido para las rutas en residencias, comercios e instituciones dentro del cantón central de Alajuela.
2. Personal: Se necesita contratar 1 colaborador por servicios profesionales que gestione la logística de las rutas, así como el manejo de toda la información necesaria para el funcionamiento de las rutas y la recolección de datos y resultados de las recolecciones.
3. Suministros de oficina: Corresponde al equipamiento de la oficina del colaborador encargado de la logística.

Tabla 20. Rubros

Rubro	Monto
Contrato de los vehículos de recolección	\$21.500/mes
Personal de oficina	\$615/mes
Suministros de oficina	\$2000

Fuente: Elaboración propia.

4. Centros de recuperación de residuos valorizables y valorización

En el reglamento de centros de recuperación en el artículo uno se menciona los requisitos y condiciones físico-sanitarias que deben de cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional (Salud, 2018), Ley Centro Acopio.

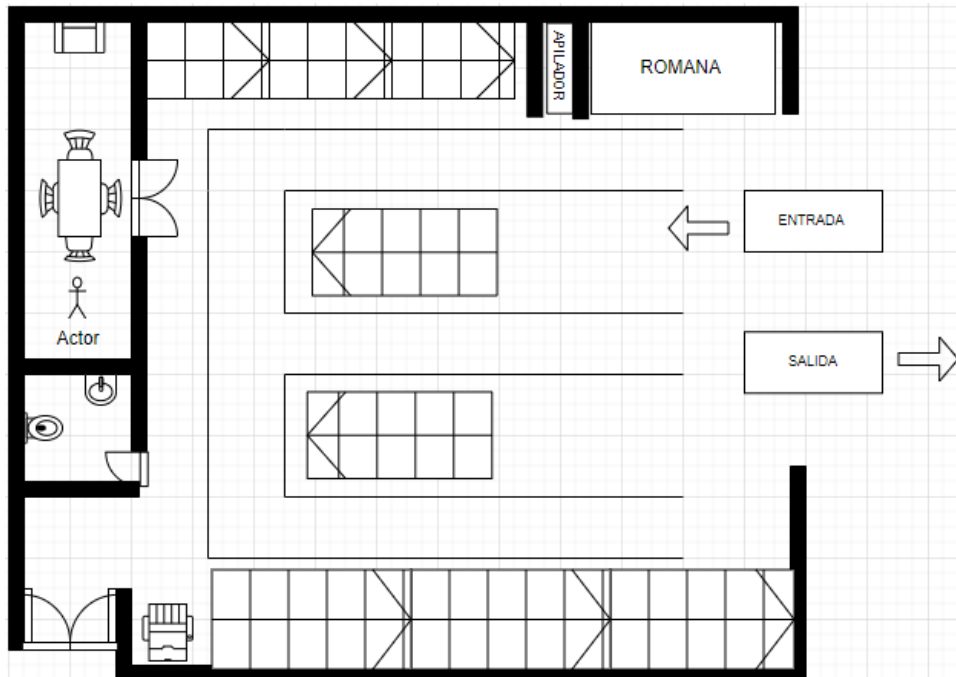
La propuesta por parte del seminario la creación de dos centros de acopio, uno en la sede Central de la Universidad Técnica Nacional y el segundo en la Municipalidad de Alajuela. Para la construcción de estos centros de acopio en general se necesitan cumplir con ciertos rubros que se mencionaran a continuación:

- Respetar áreas de protección y distancia a cuerpos de agua.
- Cobertura máxima de construcción de un 60% del área del lote o lo que indique el plan regulador o la municipalidad respectiva.
- Las distancias al límite de la propiedad frontal, lateral y posterior deben ser lo que indique el plan regulador o la municipalidad respectiva.

En los centros de acopio que se proponen, además, planes para el control de olores y molestias, condiciones de salud ocupacional y las condiciones físico-sanitarias que deben de cumplirse según el artículo 10 del reglamento de los centros de acopio.

Asimismo, como parte de la propuesta se define en el rubro posterior del plan parte de los convenios que se quieren lograr alcanzar con diferentes universidades públicas de las cuales ya muchas cuentan con su centro de recuperación de residuos ya organizado. La idea del seminario es de realizar un benchmarking con estos centros de acopio de estas sedes y logran ubicar a la Universidad Técnica Nacional entre las rutas de recolección de residuos especiales propuestas.

Ilustración 88. Diseño de los centros de recuperación



Fuente: Elaboración propia.

Como bien se sabe, un centro de acopio “es una edificación o establecimiento permanente de almacenamiento temporal de residuos para su valorización, donde los materiales recuperables son pesados y pueden ser clasificados, transformados de manera física, separados y embalados de acuerdo a su naturaleza” (Salud, 2018), Ley Centro Acopio.

El propósito de estos centros de acopio es de almacenar temporalmente los residuos electrónicos para su posterior transporte hacia las empresas privadas, en donde atraviesan por un proceso de separación y valorización de los materiales más especializados

Análisis de materiales y costos

Para el centro de acopio se tomará en cuenta las siguientes características para la infraestructura y materiales más importantes a cotizar, considerando que el centro tenga una capacidad de almacenaje de 500 kg.

Un terreno de 20 x 20 metros, ubicado en la zona posterior de la Universidad Técnica Nacional en donde existe un espacio amplio que no es aprovechado en su totalidad.

Cerca de malla de 2 metros de altura, con puerta de acceso con capacidad de un camión de dos toneladas máximas.

Importante los racks metálicos para la colocación de los residuos electrónicos por tipos de familia, además de los contenedores para el almacenar temporalmente los residuos mientras se realiza la separación estándar de los materiales.

Para el equipo de trabajo esencial para la realización de las funciones dentro del almacén (EPP), es necesario contar con los siguientes:

- Anteojos de seguridad, guantes, botas y gabachas para 3 operadores y el coordinador del centro.
- Extintores contra incendios.
- Botiquín para primeros auxilios.

En los costos de inversión, no se incluyen valores de renta ya que la universidad cuenta con el terreno propio, la construcción de la estructura metálica con techo de lámina zinc y piso de cementado pulido además del área de lavado y baño y así mismo la sala de reuniones del equipo de trabajo. Construcción: \$ 48,000.

Gastos preoperativos: Corresponden a capacitaciones, asesoramientos, gastos operacionales, gastos en la preparación del personal, para estos el primer año se consideran en \$10000.

Capital de trabajo: corresponde a la operación del centro de acopio, salario de los colaboradores, agua energía eléctrica, publicidad y el mantenimiento de la infraestructura.

Costos fijos primer año aproximadamente \$ 60,000.

Costos variables, el valor del insumo (materia prima), costo de transporte de materiales para el primer año \$ 10,200.

4.6 Valorización

En este apartado la propuesta del seminario es aplicar el concepto de una economía circular con los componentes valorizables de los residuos electrónicos, se sabe que en su mayoría de los aparatos electrónicos contienen metales preciosos y estos pueden ser reutilizados como materia prima y así a su vez evitar la explotación de más recursos limitados con la minería tradicional.

Como bien se sabe el tratamiento de los residuos depende directamente de las tecnologías que tenga un país o región para procesarlos, por eso es importante realizar un análisis costo beneficio en donde se refleje que tecnologías se pueden adquirir para sacar provecho de los residuos que se tienen proyectados recolectar con las diferentes estrategias planteadas en el plan de gestión integral.

Realizando un benchmarking a ScrapMonster, la cual es una de las plataformas digitales más grandes para el comercio de chatarra de Norteamérica y también en demás partes del mundo, en la página podemos encontrar los diferentes valores que se les dan a los diferentes residuos electrónicos que están dentro del plan de tratamiento presente.

En las siguientes tablas se puede observar los diferentes valores aproximados que se le dan a los residuos y sus componentes por aparte, realizando la observación se puede concluir que de los residuos electrónicos se pueden alcanzar grandes márgenes de ganancias que se realizan recolecciones a gran escala de los diferentes residuos electrónicos.

Ilustración 89. Futuros de metal

Futuros de metal

CME VER TODO >			
Cobre	3.8055	-0.05	\$US / Lb
Oro	1793.40	-16	\$US / Oz
Plata	23.54	-0.14	\$US / Oz
Paladio	1888.50	-67	\$US / Oz
Platino	1009.80	-26.8	\$US / Oz
SHFE VER TODO >			
Aluminio	18960.00	-385	CNY / Ton
Cobre			

Fuente: ScrapMonster.

Ilustración 90. Precio metal en dólares por libra

Teléfonos celulares	4.25	0	\$US / Lb
Procesadores CPU	20.00	0	\$US / Lb
Discos duros	0.65	0	\$US / Lb
tarjetas madre	2.50	0	\$US / Lb
Mouse / Teclado	0.03	0	\$US / Lb

Fuente: ScrapMonster.

En cuanto los beneficios económicos que podrían dejar los residuos electrónicos, pueden ser mayormente positivos combinando las diferentes estrategias de rutas, centros de recolección, publicidad, convenios y culturización para alcanzar los volúmenes óptimos de recolección para ver la utilidad de estos residuos valorizables y así aplicar una economía circular en el plan propuesto por el seminario.

Realizando un estimado con base a la capacidad real de los centros de acopio propuestos de 30 toneladas de residuos electrónicos cada uno y en base a los precios vistos en ScrapMonster de los diferentes componentes o equipos con la recaudación de 30 mil celulares con un precio de venta de \$4.25 la unidad, se tendría ganancias de \$135000.

Análisis del estudio económico

1. INVERSIÓN

Es de suma relevancia realizar una evaluación exhaustiva de la inversión de un proyecto, ya que nos determina en gran parte a predecir posibles resultados de las utilidades de este, para la realización del análisis de inversión en este caso se utilizan diferentes metodologías, tales como análisis de mercado, análisis técnicos operativos y financieros.

Ilustración 91. Inversión

INVERSIÓN			
CONCEPTO	Monto	Inversionista	Financiamiento
Terreno	\$ -		\$ -
Obras Físicas	\$ 48 000,00	\$ 48 000,00	
Maquinaria	\$ 10 200,00		\$ 10 200,00
Subtotal Activos fijos	\$ 58 200,00		
Gastos preoperativos	\$ 10 000,00		
Sub total activos intangibles	\$ 10 000,00	\$ 10 000,00	
Capital de Trabajo	\$ 147 700,00	\$ 147 700,00	
INVERSION TOTAL	\$ 215 900,00	\$ 205 700,00	\$ 10 200,00
Porcentaje	100	95	5

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se desglosan uno a uno los montos para poner a operativizar el proyecto de inversión del centro de acopio para una inversión total de \$ 215 900 en donde un 95% de la inversión inicial corresponde al capital de inversión por parte de la entidad en donde se establecerá el centro de acopio y un 5% se estaría financiando.

Así, la inversión de los \$ 215 900 se distribuye con las obras físicas del almacén \$ 48 000, puesto que no se tiene que incurrir al costo de comprar un terreno, ya que se cuenta con el espacio suficiente en la Universidad Técnica Nacional, en los costos de maquinaria \$10 200 y los gastos preoperativos \$10 000 para empezar a operativizar el centro de acopio. Importante el capital de trabajo \$ 147 700 que es la capacidad requerida para llevar a cabo el proyecto con normalidad en el corto plazo.

2. DEPRECIACIÓN

Es importante dar relevancia a este concepto ya que debido a las características que este presenta es necesarios tenerlos claros y considerar en cualquier proyecto. Este da una aproximación al valor real que el activo presentará en cualquier momento y logrando un ajuste en el tiempo.

Ilustración 92. Depreciación

DEPRECIACIÓN ACTIVOS FIJOS									
CONCEPTO	Inversión	% Depr	1	2	3	4	5	TOTAL	VALOR RESIDUAL
Terreno	\$ -	0%	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Obras Físicas	\$ 48 000,00	5%	\$ 2 400,00	\$ 2 400,00	\$ 2 400,00	\$ 2 400,00	\$ 2 400,00	\$ 12 000,00	\$ 36 000,00
Maquinaria	\$ 10 200,00	10%	\$ 1 020,00	\$ 1 020,00	\$ 1 020,00	\$ 1 020,00	\$ 1 020,00	\$ 5 100,00	\$ 5 100,00
Depreciación total			\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 17 100,00	\$ 41 100,00
AMORTIZACIÓN ACTIVOS INTANGIBLES									
CONCEPTO	Inversión	% Amort	1	2	3	4	5	TOTAL	VALOR RESIDUAL
GASTOS PREOPERATIVOS	\$ 10 000,00	20,0%	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 10 000,00	\$ -

Fuente: Elaboración propia.

Este cuadro permite observar y entender el desglose de los puntos que se van a considerar para la depreciación de activos fijos, donde se comienza con el terreno sin embargo estos no se deprecian en el tiempo sino más bien presentan una vida ilimitada. También están las obras físicas las cual requiere de una inversión de \$ 48 000 con una depreciación de 5% representando este un monto de \$ 12 000 en cinco años obteniendo un valor residual de \$ 36 000, además de la maquinaria presenta una inversión de \$ 10 200 depreciando un 10% en cinco años, dando como resultado un valor residual de \$ 5 100.

Con respecto a la amortización de activos intangibles se consideran como los gastos durante la vida útil por lo cual en la tabla anterior se consideran los gastos preoperativos con una inversión de \$ 10 000, con una amortización del 20% representando este un valor de \$ 10 000 en cinco años.

3. INGRESOS

La proyección de los ingresos de una empresa a una fecha determinada, proporcionan la utilidad neta de esta, tomando en cuenta como parámetros los ingresos y los gastos efectuados, es decir se muestran la diferencia entre el total de los ingresos por los costos incurridos

Ilustración 93.Ingresos

AÑO	1	2	3	4	5
VENTAS (KG)	15 600	16 068	16 550	17 047	17 558
PRECIO DE VENTA (Promedio ponderado)	\$ 28,95	\$ 29,53	\$ 30,12	\$ 30,72	\$ 31,34
INGRESOS	\$ 451 651,20	\$ 474 504,75	\$ 498 514,69	\$ 523 739,53	\$ 550 240,75
Ingresos en colones	₡269 635 766,40	₡283 279 336,18	₡297 613 270,59	₡312 672 502,08	₡328 493 730,69

PRODUCTOS	PRECIO	MEZCLA	Tipo de cambio	597			
A.Teléfono Celulares	\$9,35	25%	A.Teléfono Celulares	dolares/libras = 4,25	=	9,35	\$/kg
B. Procesadores CPU	\$44,00	60%	B. Procesadores CPU	dolares/libras = 20,00	=	44,00	\$/kg
C.Discos duros	\$1,43	15%	C.Discos duros	dolares/libras = 0,65	=	1,43	\$/kg

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los residuos electrónicos se tendrá un aumento del 3% en las ventas anuales, ya que los aparatos electrónicos van en aumento en cuanto al consumo diario como lo muestran las estadísticas, así mismo, el precio del producto aumenta en un 3% anual.

Se estimaron los costos con tres diferentes residuos electrónicos de alto volumen en el mercado los cuales son los teléfonos celulares con un 25% de las ventas, Procesadores CPU con un 60% y los discos duros con un 15%.

Es importante considerar que los precios unitarios de cada uno de los residuos electrónicos fueron estimaciones de diferentes estudios de mercado y benchmarking de las empresas gestoras de los residuos electrónicos.

4. COSTOS

La gestión de los costos en el proyecto se encarga de analizar y ocuparse de los costos de los recursos requeridos para completar las funciones y actividades del proyecto sin inconvenientes, la planificación de los costos conlleva diferentes procesos de planificación de costos, estimación, determinar los presupuestos y por último del control de los costos.

Ilustración 94. Costos

COSTOS DIRECTOS					
AÑO	1	2	3	4	5
PRODUCCIÓN	\$ 15 600,00	\$ 16 068,00	\$ 16 550,04	\$ 17 046,54	\$ 17 557,94
Costo materias primas	\$ 31 200,00	\$ 32 939,40	\$ 34 775,77	\$ 36 714,52	\$ 38 761,36
Materiales indirectos	\$ 3 900,00	\$ 4 117,43	\$ 4 346,97	\$ 4 589,32	\$ 4 845,17
TOTAL	\$ 35 100,00	\$ 37 056,83	\$ 39 122,74	\$ 41 303,84	\$ 43 606,52
Costos unitarios	Monto				
Materias primas	\$ 2,00	\$ 2,05	\$ 2,10	\$ 2,15	\$ 2,21
Insumos varios	\$ 0,25	\$ 0,26	\$ 0,26	\$ 0,27	\$ 0,28
COSTOS FIJOS DE FABRICACIÓN					
AÑO	1	2	3	4	5
Directos	\$318 000,00	\$318 000,00	\$318 000,00	\$318 000,00	\$318 000,00
Indirectos	\$ 30 000,00	\$ 30 000,00	\$ 30 000,00	\$ 30 000,00	\$ 30 000,00
COSTOS ADMINISTRACIÓN Y VENTA					
AÑO	1	2	3	4	5
ADMINISTRACIÓN	\$ 30 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00
VENTAS	\$ 30 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00
Capital de trabajo	\$147 700,00				

Fuente: Elaboración propia.

En los costos de materias primas se prevé un incremento de un 0.25% anual, esto debido que el producto que vende la empresa no tiene un costo elevado de adquisición ya que son residuos que son desechados por la población. Además de que la Universidad contara con convenios importantes y proveedores fijos de la materia prima.

Los costos fijos directos de fabricación se mantienen en \$318,000 anualmente. Este representa un rubro muy elevado puesto que aquí se incluyen todos los costos esenciales para el funcionamiento de las rutas y centros de acopio. Por su parte, los costos variables rondan los \$30,000 para el primer año y los siguientes tendrán un valor aproximado a los \$36,000.

En cuanto los costos de administración y ventas \$30 000 se estiman que se mantendrán fijos los primeros 5 años ya que se desea mantener con el mismo personal administrativo, no se estiman remodelaciones importantes de la infraestructura del centro de acopio y en cuanto a la publicidad y estrategias de ventas se mantienen los costos en \$ 30 000 anuales.

5. DESARROLLO DE LA DEUDA

Una gran inversión conlleva un endeudamiento para cumplir con todas las obligaciones y diferentes erogaciones, el cuál debe ser programado muy cuidadosamente para calcular los respectivos intereses y el monto a cancelar por cada período para cumplir a tiempo con el pago. A continuación, se muestra el resumen del desarrollo de la deuda para el caso que estudia este seminario:

Ilustración 95.Desarrollo de la Deuda

Monto prestamo	\$ 10 200,00				
Interés	8,0%				
Plazo	5				
Año	1	2	3	4	5
Monto Principal	\$ 10 200,00	\$ 8 461,34	\$ 6 583,60	\$ 4 555,63	\$ 2 365,42
Interés	\$ 816,00	\$ 676,91	\$ 526,69	\$ 364,45	\$ 189,23
Amortización	\$ 1 738,66	\$ 1 877,75	\$ 2 027,97	\$ 2 190,21	\$ 2 365,42
Saldo	\$ 8 461,34	\$ 6 583,60	\$ 4 555,63	\$ 2 365,42	\$ -
Cuota	\$ 2 554,66	\$ 2 554,66	\$ 2 554,66	\$ 2 554,66	\$ 2 554,66

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, el desarrollo de la deuda durante los cinco años del préstamo, con un monto principal de \$10,200. Se adquiere esta deuda con una tasa de interés del 8% anual. Para efectos de este caso, se calcula una cuota de \$2,554.66 anuales para cubrir la totalidad del préstamo con los respectivos intereses.

6. ESTADO DE RESULTADOS

El estudio de un estado de resultados para una empresa es uno de los más importantes a tomar en cuenta al llevar a cabo un análisis económico, puesto que en este apartado se resumen los ingresos y los gastos que se han presentado durante un determinado período de tiempo y que permite por lo tanto el cálculo de las utilidades. A continuación, se detalla el estado de resultado del caso en estudio.

Ilustración 96.Estado de Resultados

AÑO	1	2	3	4	5
CONCEPTO					
Ingresos por ventas	\$ 451 651,20	\$ 474 504,75	\$ 498 514,69	\$ 523 739,53	\$ 550 240,75
Costos variables de fabricación	\$ 35 100,00	\$ 37 056,83	\$ 39 122,74	\$ 41 303,84	\$ 43 606,52
Costos fijos fabricación	\$ 348 000,00	\$ 348 000,00	\$ 348 000,00	\$ 348 000,00	\$ 348 000,00
Total costos fabricación	\$ 383 100,00	\$ 385 056,83	\$ 387 122,74	\$ 389 303,84	\$ 391 606,52
UTILIDAD BRUTA	\$ 68 551,20	\$ 89 447,93	\$ 111 391,95	\$ 134 435,70	\$ 158 634,23
Costos de Administración	\$ 30 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00	\$ 20 000,00
Costos de ventas	\$ 30 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00	\$ 36 000,00
Depreciación	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00	\$ 3 420,00
Amortización intangibles	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00
Total Costos de operación	\$ 65 420,00	\$ 61 420,00	\$ 61 420,00	\$ 61 420,00	\$ 61 420,00
UAII	\$ 3 131,20	\$ 28 027,93	\$ 49 971,95	\$ 73 015,70	\$ 97 214,23
Gastos financieros	\$ 816,00	\$ 676,91	\$ 526,69	\$ 364,45	\$ 189,23
UAI	\$ 2 315,20	\$ 27 351,02	\$ 49 445,26	\$ 72 651,25	\$ 97 025,00
Impuestos	\$ 694,56	\$ 8 205,31	\$ 14 833,58	\$ 21 795,37	\$ 29 107,50
UTILIDAD NETA	\$ 1 620,64	\$ 19 145,71	\$ 34 611,68	\$ 50 855,87	\$ 67 917,50
Impuestos	30%				

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior, muestra primeramente un resumen de los ingresos y los costos fijos y variables por cada año, con lo cual, la diferencia entre estos rubros permite obtener la utilidad bruta. Posteriormente, para determinar la utilidad antes de impuestos (UAI), al monto de la utilidad bruta se le debe restar los costos de operación y los gastos financieros. Finalmente, a esta utilidad corresponde deducir los respectivos impuestos, que para efectos de este proyecto y según la legislación son del 30%, y tal operación da como resultado la utilidad neta.

7. FLUJO DE CAJA

El flujo de caja es un indicador muy importante dentro del estudio de factibilidad económica porque permite conocer los ingresos y egresos que se han presentado en un determinado período, pero además muestra la liquidez de la empresa, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Ilustración 97. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA						
Año	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ingresos por ventas	\$ -	\$ 451 651,20	\$ 474 504,75	\$ 498 514,69	\$ 523 739,53	\$ 550 240,75
Aporte inversionistas	\$ 205 700,00					
Crédito	\$ 10 200,00					
TOTAL INGRESOS	\$ 215 900,00	\$ 451 651,20	\$ 474 504,75	\$ 498 514,69	\$ 523 739,53	\$ 550 240,75
EGRESOS						
Activos Fijos	\$ 58 200,00					
Activos intangibles	\$ 10 000,00					
Costos fabricacion de fabricad	\$ -	\$ 383 100,00	\$ 385 056,83	\$ 387 122,74	\$ 389 303,84	\$ 391 606,52
Costos de operación	\$ -	\$ 60 000,00	\$ 56 000,00	\$ 56 000,00	\$ 56 000,00	\$ 56 000,00
Gastos financieros	\$ -	\$ 816,00	\$ 676,91	\$ 526,69	\$ 364,45	\$ 189,23
Amortización deuda	\$ -	\$ 1 738,66	\$ 1 877,75	\$ 2 027,97	\$ 2 190,21	\$ 2 365,42
Impuestos	\$ -	\$ 694,56	\$ 8 205,31	\$ 14 833,58	\$ 21 795,37	\$ 29 107,50
TOTAL EGRESOS	\$ 68 200,00	\$ 446 349,22	\$ 451 816,79	\$ 460 510,98	\$ 469 653,87	\$ 479 268,68
FLUJO DE EFECTIVO	\$ 147 700,00	\$ 5 301,98	\$ 22 687,96	\$ 38 003,71	\$ 54 085,67	\$ 70 972,08
SALDO INICIAL	\$ -	\$ 147 700,00	\$ 153 001,98	\$ 175 689,95	\$ 213 693,66	\$ 267 779,33
SALDO FINAL	\$ 147 700,00	\$ 153 001,98	\$ 175 689,95	\$ 213 693,66	\$ 267 779,33	\$ 338 751,41

Fuente: Elaboración propia.

El período de recuperación de la inversión que obtuvo entre los años cinco años se recuperará toda la inversión del proyecto.

Por medio de la evaluación, el valor actual neto (VAN), que se entiende como lo que se recibirá en el futuro, corresponde a \$ 37686.44, esta cifra traduce que el proyecto es rentable y además que generará beneficios.

Por medio del análisis se obtiene que la tasa mínima aceptable (TREMA) es de 9,68%, por lo tanto, en el momento de calcular la tasa interna de retorno (TIR) que dio el resultado de 13,85%; a partir de lo cual se puede concluir que el proyecto se encuentra por encima de la tasa mínima, lo cual significa es aceptable lo que retornará y que no se van a tener pérdidas si se realiza la inversión en este negocio.

También se observa la relación costo beneficio, la cual es de 1.02, con lo cual se deduce que por cada dólar de costos se están generando 1.02 beneficios.

9. PUNTO EQUILIBRIO

Mediante el análisis del punto de equilibrio, se definen las ventas adecuadas para cubrir los costos variables y fijos. En la tabla siguiente se presenta el punto de equilibrio monetario y en unidades:

Ilustración 99. Punto de equilibrio

Año	1	2	3	4	5
INGRESOS	\$ 451 651,20	\$ 474 504,75	\$ 498 514,69	\$ 523 739,53	\$ 550 240,75
COSTOS FIJOS	\$ 413 420,00	\$ 409 420,00	\$ 409 420,00	\$ 409 420,00	\$ 409 420,00
COSTOS VARIABLES	\$ 35 100,00	\$ 37 056,83	\$ 39 122,74	\$ 41 303,84	\$ 43 606,52
Punto de eq monetario	\$ 448 256,15	\$ 444 102,54	\$ 444 287,03	\$ 444 472,58	\$ 444 659,20
Punto equil unidades	15482,74	15038,50	14749,75	14466,58	14188,88
punto equili porcentual	99%	94%	89%	85%	81%

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos, se interpreta que el punto de equilibrio monetario del año 1 es de \$ 448 256.15 lo que quiere decir que se debe obtener mínimo de este valor en dinero para que se pueda cubrir los costos totales y así con los demás años. Asimismo, en el análisis del punto de equilibrio en unidades se interpreta como que para el año uno, se debe vender 15482.74 unidades para no tener pérdidas.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Resumen Capítulo V

En este capítulo se incluyen las conclusiones obtenidas a lo largo de la investigación y análisis propio de este seminario, donde se tratan aspectos muy interesantes sobre el tema del manejo de los residuos electrónicos en Costa Rica y porqué este representa un gran problema. Además, se emiten recomendaciones, con las cuales se busca concienciar a las personas para seguir informándose sobre este tema, generando mejores ideas y soluciones enfocadas en este bien común.

5.1 Conclusiones

La Municipalidad de Alajuela, como la entidad responsable de promover y velar por el cumplimiento de la recolección de los residuos del cantón, no posee el protagonismo necesario donde se refleja gran debilidad nacional en el tema de tratamiento y gestión responsable e integral de los residuos electrónicos; ya que, no cuenta con algún plan de recolección de estos aparatos basados en el Decreto 359936-S, no se considera la necesidad de la población de recolectar estos desechos, se carece de Alianzas estratégicas con las diferentes organizaciones del sector público y con los gestores autorizados en Costa Rica.

El país cuenta con prácticas inadecuadas y desinformación sobre la separación correcta de los desechos electrónicos donde la gran cantidad de estos artefactos terminan en los desechos sanitarios, siendo esto un problema; ya que, tiene un impacto significativo en el medio ambiente. Es importante recalcar que la población no cuenta con una cultura fomentada en la concientización, y no permite entender la gravedad de estas acciones en el medio ambiente.

Las normativas y la estrategia nacional que rigen en Costa Rica para el tema del manejo de residuos especiales, más específicamente los desechos electrónicos carecen de información relevante para guiar a la población en cómo se debe realizar la disposición a los aparatos electrónicos que se van desechando al cumplir su ciclo de vida; además, se carece de estrategias concretas como lo son rutas de recolección, fechas de recolección, centros de acopios destinados para residuos electrónicos y valorización de los residuos.

En el cantón central de Alajuela, los objetivos y estrategias definidas son escasas y no se cuenta con información precisa al respecto, mostrando un comportamiento similar al escenario a nivel país. Al no contar con un sistema de manejo de residuos de desechos electrónicos bien definido se dificulta

el panorama de la investigación requiriendo un análisis profundo con la intención de conocer la realidad que se vive actualmente con respecto a este tema.

La gestión de los residuos electrónicos supone una organización muy meticulosa por parte de todos los actores involucrados en el proceso. Los procesos necesarios para llevar a cabo esta gestión son de gran relevancia, tanto a nivel cantonal como nacional, con el fin de sentar un precedente en cuanto a las buenas prácticas en materia de gestión de residuos electrónicos. Por lo tanto, la cooperación de todos los actores involucrados en esta cadena de valor es fundamental para el funcionamiento adecuado del modelo.

En Costa Rica, existen diversas empresas encargadas de la recolección y gestión de los residuos electrónicos, todas estas entidades son iniciativas privadas. Al profundizar en los procesos aplicados por medio de visitas realizadas, se concluye que la metodología para tratar estos desechos es separando los componentes y exportando a distintas plantas procesadoras situadas en el exterior.

Con la recolección y tratamiento correcto de estos aparatos electrónicos el país se puede ver beneficiado a partir de la economía circular; ya que, con un modelo de gestión se lograría un mayor aprovechamiento de estos productos, haciendo que gran parte de estos queden en el país y no deban ser exportados trayendo consigo muchos beneficios para la sociedad; ya sean económicos, sociales e inclusive académicos.

La recolección de residuos especiales en Costa Rica se encuentra en proceso de transformación gracias a las nuevas generaciones, que se consideran más amigables con el ambiente y evidencian la necesidad de implementar propuestas de economía circular, donde incluye los aspectos que implican el correcto tratamiento de los residuos; ya que, se tiene conciencia de los riesgos inherentes para la salud pública e impacto en el medio ambiente las prácticas inadecuadas en el tratamiento de residuos especiales.

Se determina que la forma correcta de obtener buenos resultados es generar un modelo de gestión integral segmentado; es por ello, que este seminario presenta información y análisis relevante para iniciar con las etapas de este. Es de suma importancia la obtención de beneficios ambientales, siendo este un punto por resaltar, logrando mejores resultados socio económicos con la recolección, gestión y tratamiento de los residuos electrónicos en el cantón central de Alajuela.

5.2 Recomendaciones

En primera instancia, se recomienda estandarizar los procesos que involucran el tratamiento de los desechos de residuos electrónicos en Costa Rica; por tanto, se propone un plan integral de gestión de residuos electrónicos en Costa Rica, que involucra los aspectos con mayor deficiencia tales como rutas, concientización y culturización, centros de recuperación de residuos valorizables, convenios y valorización de los residuos después de cumplir su vida útil.

Generar convenios estratégicos, para sumar esfuerzos que permitan hacer efectiva la correcta recolección de aparatos electrónicos aprovechando información existente en las instituciones públicas e incentivar a las empresas privadas interesadas en este tema que toma más relevancia en Costa Rica, proporcionando la información y estrategias mencionadas en este seminario. Con la sinergia de ambas partes y considerando un diseño adecuado de la gestión integral de residuos electrónicos, se beneficiarán áreas como la educación, la economía, y se aporta en la mejora de la sociedad reduciendo el impacto ambiental, al ser este un tema de relevancia y, a la vez, fortaleciendo los niveles socioeconómicos de los costarricenses involucrados.

Por medio de la información recolectada en este seminario, evaluar las diferentes etapas del manejo de aparatos electrónicos en Costa Rica, desde su recolección hasta su inserción industrial, identificando los aspectos estratégicos y operativos adecuados; a partir de ello, obtener un proceso óptimo, con el fin de aprovechar todos los recursos logrando aclarar temas importantes a la población. Esto incentivando la correcta gestión, capacitando a la población, crear estrategias que den impacto positivo en las personas y con esto generar ese cambio de mentalidad tan importante para la población costarricense en busca de mejoras en temas ambientales.

Es de suma importancia considerar los diferentes factores que pueden incidir en el desempeño del modelo, puesto que los requerimientos pueden variar según la demanda, densidad de población, rutas, entre otros.

Por otra parte, la creación de centros de acopio especializados en residuos electrónicos puede ser un gran paso para llamar la atención de los habitantes alajuelenses y que se sumen a este importante movimiento para beneficio social y ambiental. De igual manera se recomienda crear mecanismos de concientización que logren persuadir a las personas, tales como publicidad, actividades recreativas, marketing, entre otros.

Adicionalmente, se sugiere revisar la legislación actual y fortalecer o crear nuevas leyes en las que las organizaciones se vean comprometidas a realizar una adecuada gestión de todos sus residuos, en cumplimiento con los lineamientos establecidos.

Se recomienda que en Costa Rica se incentive la adquisición de las tecnologías que se utilizan en otros países para brindarles un tratamiento adecuado y aplicar una economía circular con los componentes valorizables de los residuos electrónicos y así poder tener un impacto positivo, tanto en el ámbito económico como ambiental en el país.

Por ser la Universidad Técnica Nacional una de las instituciones públicas del Estado, la cual desea innovar creando alianzas con las diferentes instituciones, tanto públicas como privadas, se propone el presente modelo de gestión integral de los residuos electrónicos. Se debe procurar la implementación de primera etapa propuesta, lo cual permitirá obtener avances, tanto en temas ambientales y socioeconómicos. Del mismo modo, generar el aprovechamiento de las diferentes carreras que se brindan en la Universidad con el objetivo de que se impulse a las nuevas generaciones para convertir a Costa Rica en un país con una huella ambiental más verde. Finalmente, como impulsora de este seminario y como formadora de los estudiantes que lo conforman, estudiar y continuar con la estrategia

planteada por el equipo y que se le dé seguimiento en una segunda etapa, para que en un futuro cercano se pueda hacer realidad este plan y se les pueda brindar un aporte positivo a la sociedad y al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2021, 12 noviembre). *Aproveche los últimos meses para cambiar electrodomésticos por otros más eficientes*. intaco.org. <https://www.inteco.org/blog/noticias-2/aproveche-los-ultimos-meses-para-cambiar-electrodomesticos-por-otros-mas-eficientes-331>.
- Azuero, A. (2018). *Significatividad del marco metodológico en el desarrollo de proyectos de investigación (110, 111)*. Universidad Católica de Cuenca Ecuador.
- Bienvenidos a WppCoriclean - *Home*.
(s. f.). http://www.wppcoriclean.com/?option=com_content
- Caro, L. (2021). *7 técnicas e instrumentos para la recolección de datos*. Lifeder.
- Carretero. (2015). *¿Avances en la prevención y reducción de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos?* Revista CESCO de Derecho de Consumo, (13), 214-222.
- Castells, X. A. (2012). *Reciclaje y tratamiento de residuos diversos*. Editorial Díaz de Santos
- Castro, R. (2012). *Ley para la gestión integral de residuos*. En R. Castro. San José.
- Chinchilla Murrell, Vetrani & Bermúdez (2015). *Propuesta para la gestión ecoeficiente de una planta de operaciones dedicada al manejo de residuos en el Instituto Costarricense de Electricidad*. Revista de Ciencias Ambientales,49(1), 51-71.
- Clinckspoor, Greta Liz & Rosana Fátima Ferraro. 2020. *“Análisis de los actores involucrados en el tratamiento de los residuos electrónicos de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), en la ciudad de Mar del Plata”*. Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología 39: 41-64.
- Columbié Matos. (2012). *La construcción del marco teórico en la investigación educativa. Apuntes para su orientación metodológica en la tesis*. Recuperado de

file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-LaConstruccionDelmarcoTeoricoEnLaInvestigacionEduc-5982926.pdf

Costa Rica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT). (2018). *Manejo de residuos electrónicos en Costa Rica 2016-2017*. <https://www.micitt.go.cr/>

Daros, W. (2002). *¿Qué es un marco teórico?* Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/259/25914108.pdf>

Ecoins. (s. f.-b). *Te premia por tu compromiso con el reciclaje*. Obtenido de: <https://ecoins.eco/>

Elías Castells, X. (2012). *Reciclaje y tratamiento de residuos diversos*. Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/62626?page=12>

Elías Castells, X. (2012). *Tecnologías aplicables al tratamiento de residuos*. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/62630?page=10>.

Enríquez, Miranda, Palavecino, Sobarzo. (2016). *Procesos de fabricación, desarme de impresora Canon*. Recuperado de <https://procesosdefabricacion1.wordpress.com/>

Fernández, G. (2020). *El problema de la gestión de los residuos sólidos en Costa Rica*. La Habana. Universidad de Oriente.

Font Fábregas, J. (2016). *Las encuestas de opinión*. Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/41846?page=13>

Goig Martínez, R. M. Quintanal Díaz, J. y Trillo Miravalles, M. P. (2021). *La matriz DAFO: un recurso en el contexto socioeducativo. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia*. <https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/173776?page=30>

González Ávila, M. E. (2012). *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: propuestas y alternativas para una gestión sostenible*. Tijuana, México: El Colegio de la Frontera Norte. <https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/39904?page=35>.

Hernández Sampieri, R. et al (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta Edición. México CD. Editorial Mc Graw-Hill.

Ingeniería en Producción Industrial (2019). *Competencias profesionales*. Carta.

Iresiduo. (2022). *Japón recibe 5,37 toneladas de residuos electrónicos para su reciclaje procedentes de Chile*. Iresiduo. <https://iresiduo.com/noticias/chile-japon/fundacion-chilenter/16/08/17/japon-recibe-537-toneladas-residuos-electronicos>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. *Gestión Integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular / coordinación general de Laura Maffei*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación; Oficina de País de la Organización Internacional del Trabajo para Argentina, 2020.

Ministerio de Salud. (2008). *Información sobre la gestión integral de residuos en Costa Rica* https://www.ministeriodesalud.go.cr/misalud_2017/index.php/noticias-cd/noticias-2012/354-costa-rica-tiene-a-disposicion-web-sobre-gestion-integral-de-residuos

Ministerio de Salud. (2016). *Estrategia Nacional de separación, recuperación y valorización de residuos (ENSRVR) 2016-2021*. <http://www.digeca.go.cr/documentos/estrategia-nacional-de-separacion-recuperacion-y-valorizacion-de-residuos-ensrvr-2016>

Ministerio de Salud. (2018). *Reglamento de centros de recuperación de residuos valorizables*.
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?
nValor1=1&nValor2=67848](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=67848)

Ministerio de Salud. (2019). *Enfrentando los desafíos de los residuos eléctricos y electrónicos en América Latina*. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2019/190-enfrentando-los-desafios-de-los-residuos-electricos-y-electronicos-en-america-latina>.

Ministerio de Salud. (2022). *Gestores de residuos*. San José. Ministerio de Salud.
<https://www.ministeriodesalud.go.cr/ministeriodesaludbk/index.php/gestores-de-residuos-ms>

Ministerio de Salud. (2022). *Unidades de cumplimiento*. Ministerio de Salud.
<https://www.ministeriodesalud.go.cr/ministeriodesaludbk/index.php/informacion/unidades-de-cumplimiento-de-residuos>

Mora, P. (30 de agosto de 2022). *Costa Rica muestra avances y pendientes en gestión de residuos de aparatos electrónicos y eléctricos* UCR. Obtenido de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2022/08/30/costa-rica-muestra-avances-y-pendientes-en-gestion-de-residuos-de-aparatos-electronicos-y-electricos.html>

Muñoz, N. (2011). *El estudio exploratorio*. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3845189>

N. (2014, 14 mayo). *PC, móvil e impresora, los residuos electrónicos más recuperables*. Recuperado de ABC. <https://www.abc.es/natural-vivirenverde/20140514/abci-reciclaje-ordenador-impresora-movil-201405141332.html>

Ordoñez, M. L. (2018). *Manejo de desechos tecnológicos en el basurero municipal de la ciudad de Esmeraldas*. Revista Polo del conocimiento, Vol 3, N°12, 351-358. DOI: 10.23857/pc.v3i12.840

Organización Internacional del Trabajo. (2012). *“El desafío de la promoción de empresas sostenibles en América Latina y el Caribe: un análisis regional comparativo”*. <https://www.proquestcom.ezproxy.utn.ac.cr/docview/2134282729/bookReader?accountid=162647>

Partida, M., & Meza, E. (2017). *Revista EDUACATECONCIENCIA* [archivo PDF]. Tepic. Core.ac.uk.

Pascuas, Correa & Marlé. (2018). *Residuos electrónicos: análisis de las implicaciones socioambientales y alternativas frente al metabolismo urbano*. Revista de ciencia, docencia y tecnología, 29(56), 242-252.

Pérez Carrasco, F. (2019). *Requerimientos para la gestión de residuos, a partir de aparatos electrónicos*. Tesis de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Poder Ejecutivo. (2010). *Decreto Ejecutivo N° 36093-S, 2011*. Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios.

Políticas Públicas Asia Pacífico. (2018, 18 mayo). *El sistema de reciclaje en China que potencia el rol de los gestores de residuos*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/sistema-reciclaje-china-gestores-residuos>

Puentes, B. (2018). *Gestión y prevención de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): una propuesta para promover la economía circular*. Artículo de revista de la Universidad de Santiago de Compostela, (84) 1-31.

- Puentes, B. (2018). *Gestión y prevención de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): una propuesta para promover la economía circular*, "Actualidad Jurídica Ambiental", n. 84.
- Rodríguez, I., Gonzáles, N., Reyes, L & Torres, A. (2013). *Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Enfoque de dinámica de sistemas. Revista S&T, 7(24), 39-53.
- Rojas & Bogantes. (2018). *Cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de la Universidad Nacional de Costa Rica, dispuestos en rellenos sanitarios*. Artículo de la Universidad Nacional de Costa Rica.
- Ruda, I. (2016, 15 diciembre). *Manual de manejo integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Siigo S.A.* Repositorio Institucional.
- Rudin V. (2020). *Gestión de residuos electrónicos en Costa Rica*. Obtenido de https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/18695/178_21-22.pdf
- Rus, E (2020). *Investigación Exploratoria*. Economipedia.
- Sbarato, R. D. Sbarato, V. M. y Ortega, J. E. (2016). *Los estudios de impacto ambiental*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.<https://elibro-net.ezproxy.utn.ac.cr/es/ereader/biblioutn/77039?page=22>.
- Servicios Ecológicos M.B.B S. A - Reciclaje de Electrónicos. (2016). *Reciclaje de electrónicos*. Reciclaje.cr. <https://www.reciclajecr.com/reciclaje-electronicos-costarica.html>
- Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2014). *Normativa del Sistema Costarricense de información Jurídica*.

https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=76879

Soler, A. (2018). *Reducción de contaminantes en la descomposición térmica de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*. Tesis de la Universidad de Alicante.

Soluciones Verdes. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de <https://www.360-sv.com/blog/residuos>

Soluciones, D. (s. f.). *Nuestra empresa*. Grupo empresarial RABSA. <https://www.gruporabsa.com/nosotros/nuestra-empresa>

Soto, A. (2020). *¿Qué es una calculadora y para qué sirve?* <https://www.geeknetic.es/Calculadora/que-es-y-para-que-sirve>

Tribunal Supremo de Elecciones (2022). *Padrón Electoral Alajuela*. https://www.tse.go.cr/descarga_padron.htm

Wastech Costa Rica. (2020, 5 junio). *Servicios gestión residuos peligrosos*. <https://wastechcr.com/servicios/>

ANEXOS

Se le solicita al señor Rafael González Benavides, quien funge como Encargado de Sensibilización de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que respondiera a la siguiente entrevista.

Tabla 21. Anexo 1. Entrevista Municipalidad

1. Nombre del entrevistado
Rafael González Benavides.
2. Cargo en la Municipalidad
Encargado de Sensibilización de la Actividad de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
3. Área de la Municipalidad encargada de gestionar los residuos
Actividad de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
4. ¿Cuáles son los tipos de desechos que gestiona la Municipalidad?
Conforme la legislación vigente, los residuos de tipo sólidos ordinarios son responsabilidad del Gobierno local en cada Cantón.
Entiéndase por residuos ordinarios lo siguiente, según la Ley 8839, Ley para la Gestión Integral de Residuos: “residuos de carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que

presentan composiciones similares a los de las viviendas. Se excluyen los residuos de manejo especial o peligroso, regulados en esta Ley y en su Reglamento”.

5. ¿Cuál es el proceso desde la recolección hasta el destino final de los desechos que gestionan?

la Municipalidad de Alajuela brinda el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos ordinarios no valorizables (basura) y no tradicionales generados en el cantón Alajuela, a través de la empresa contratada, Manejo Integral Tecno ambiente S.A.; Gestor de Residuos Autorizado, registrado ante el Ministerio de Salud, mediante código de Registro N° DPAH-UASSAH-RGA-002-2014, vigente hasta el 30 de enero del 2024.

Dichos residuos son llevados a la estación de transferencia ubicada en Montecillos de Alajuela para su posterior traslado al Relleno Sanitario Parque Ecoindustrial Miramar, para la disposición y tratamiento integral.

En cuanto al servicio de recolección selectiva, esta Municipalidad se ha abocado a cubrir la totalidad del Cantón, brindando el servicio “puerta a puerta”, se cuenta con la contratación de la empresa Plataforma Internacional S.A., Gestor debidamente autorizado y registrado ante el Ministerio de Salud, código de Registro N° DPAH-UASSAH-RGA-032-2014, vigente hasta el 01 de abril del 2024.

Una vez recolectados los residuos valorizables son trasladados al Centro de Acopio Beneficio La Sylvia Ltda.; Gestor debidamente autorizado y registrado ante el Ministerio de Salud, código de Registro N° DPAH-UASSAH-RGA-004-2013, vigente hasta el 24 de octubre del 2023. En este lugar, posterior a la recolección, transporte y acopio, se procede a la preparación para la valorización y posterior exportación.

6. ¿Cuáles son las rutas de recolección?

En el correo le adjunto las rutas.

7. ¿Recolectan residuos electrónicos?

No.

8. Si la Respuesta: a la pregunta anterior es sí omitir pregunta y si es no, ¿Por qué no realizan la recolección de residuos electrónicos?

Conforme la legislación vigente (Decreto 359936-S, Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos de Costa Rica), la recolección, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos no es responsabilidad de las Municipalidades, esta recae sobre los productores, así como los demás actores de la cadena, incluyendo a los consumidores finales.

9. ¿Tienen un proyecto o plan a futuro para recolectar estos desechos?

Como se indicó en la Respuesta: anterior, este tipo de residuos no son responsabilidad de las Municipalidades, sin embargo, no se descarta que en algún momento se haga algún tipo de campaña con gestores debidamente autorizados que se encarguen de gestionar este tipo de residuos.

10. ¿Tiene conocimiento sobre las precauciones que se deben tener a la hora de manipular los residuos electrónicos?

Sí.

11. ¿Considera que un proyecto de este tipo puede traer beneficios al medio ambiente?	
En efecto, cualquier acción que se logre desarrollar para la adecuada gestión integral de este tipo de residuos es beneficiosa para el ambiente y por ende para la salud pública.	
12. ¿Tiene conocimiento que existen empresas encargadas de tratar residuos electrónicos de manera gratuita si son entregados a estas?	
A nivel país existe una gran cantidad de Gestores debidamente registrados y autorizados por el Ministerio de Salud, quien es el ente rector en materia de la emisión de normas y supervisión de la aplicación de éstas, relacionadas con la gestión integral de residuos. En la página oficial del Ministerio puede descargar la lista actualizada y filtrar para conocer los gestores que se encargan de tratar este tipo de residuos.	
13. ¿Tienen conocimiento de la cantidad de residuos electrónicos que se producen en el cantón y el impacto que tienen en el medio ambiente?	
No contamos con el dato de la cantidad de residuos electrónicos que se generan en el cantón. Es claro, que de no brindarse un tratamiento adecuado a este tipo de residuos y además por su composición generan impactos muy negativos al ambiente, tanto a nivel de suelo, atmósfera, ecosistemas, etcétera.	

Fuente: Elaboración propia., a partir de la entrevista realizada.

Tabla 22. Anexo 2. Encuesta sobre el conocimiento del tratamiento de residuos electrónicos en Costa Rica.

Encuesta sobre el conocimiento del	Opciones de respuestas
---	-------------------------------

tratamiento de residuos electrónicos en Costa Rica.	
Pregunta General	
Edad	19 - 25 años
	26 a 45 años
	45 o más
	15 - 18 años
Pregunta General	
Sexo	Masculino
	Femenino
	Prefiero no decirlo
Pregunta General	

¿Usted habita en zona?	Rural
	Urbana
Pregunta 1	
¿Sabe usted la diferencia entre desechos electrónicos	Rural
y los desechos no tradicionales?	Urbana
Pregunta 2	
¿Tiene usted el conocimiento para distinguir entre un aparato eléctrico y	No
electrónico?	Sí
Pregunta 3	
¿Usted recicla en su hogar, lugar de trabajo,	Sí
universidad, entre otros?	No

A Veces

Pregunta 4

¿Tiene el hábito de reciclar los residuos de aparatos electrónicos?

No

Si respondió "No",
pase a la siguiente
pregunta de lo
contrario pase a la 6.

Sí

Pregunta 5

Falta de lugares para el tratamiento o desecho de estos.

¿Podría usted indicar por qué razón no recicla o trata sus desechos electrónicos?

No sé cómo hacerlo, ni sus beneficios.

Es difícil clasificar ese tipo de basura.

No creo que sea necesario.

No es de mi interés.

Otras razones.

Pregunta 6

¿En los últimos seis meses ha comprado un aparato electrónico? Si respondió "Sí", pase a la siguiente pregunta de lo contrario pase a la 8.

No

Sí

Pregunta 7

Tirarlo a la basura.

Donarlo.

¿Qué ha hecho con el antiguo aparato que está sustituyendo?

Mantenerlo en la bodega.

Venderlo.

Entregarlo a un gestor de residuos autorizado.

Otros:

Pregunta 8

¿Usted alguna vez ha recibido información o capacitación con temas

Sí

relacionados a la recolección de los aparatos electrónicos?

No

Pregunta 9

Sabe usted que las empresas de venta de electrodomésticos,

Sí

tales como Gollo, Importadora Monge, Casa Blanca, entre otros son responsables de recibir todo tipo de desechos electrónicos que hayan sido comprados en sus establecimientos.

No

Pregunta 10

<p>¿Tiene conocimiento usted sobre donde recolectan residuos electrónicos en su Cantón?</p>	<p>Sí</p>
<p></p>	<p>No</p>
<p>Pregunta 11</p>	
<p>¿Conoce usted alguno de los gestores autorizados por el</p>	<p>Sí</p>
<p>Ministerio de Salud que son los encargados de recolectar residuos electrónicos? Si respondió "Sí", pase a la siguiente pregunta de lo contrario pase a la 14.</p>	<p>No</p>
<p>Pregunta 12</p>	
<p>¿Lleva usted sus residuos electrónicos algún gestor autorizado? Si</p>	<p>Sí</p>
<p>respondió "Sí", pase a la siguiente pregunta de lo contrario pase a la pregunta 14.</p>	<p>No</p>

Si respondió “Sí”,
pase a la siguiente
pregunta de lo
contrario pase a la
pregunta 14.

Pregunta 13

Cuando lleva su
desecho electrónico a
algún gestor

Sí

autorizado, ¿Le piden
dinero por el servicio o
por la gestión de
recibir el aparato
electrónico?

No

Pregunta 14

¿Sabía usted que la
mayoría de los
recolectores que usan
el perifoneo que pasa
por su barrio o cantón
recogiendo chatarra y
aparatos eléctricos no
están autorizados por
el Ministerio de Salud?

Sí

No

Pregunta 15

¿En la municipalidad del cantón donde usted	Sí
vive actualmente	No
cuenta con un plan de recolección para aparatos electrónicos?	No sé
Pregunta 16	
¿Cree usted que la municipalidad debe de velar por la	Sí
recolección y tratamiento de aparatos electrónicos?	No
Pregunta 17	
Sabía usted que el tratamiento inadecuado de este tipo de basura	Sí
tecnológica podría ocasionar graves impactos al medio ambiente y poner en riesgo la salud humana.	No

Fuente: Elaboración propia, a partir de la entrevista realizada.

Ilustración 101.Anexo 4 Gantt Modelo

Fecha de Revisión:	12/21/2022		Indicadores ■ Plan ■ En Proceso ■ Completo ■ Atrasado	2022												2023			
Carrera:	Ingeniería en Producción Industrial			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Aprobado por:	Cesar Guzmán			Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual
Elaborado por:	Seminario			Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual
Nombre del proyecto: MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA																			
MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS EN EL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA	1	Convenios	Reunión para plantear una alianza estratégica entre las Universidades Técnica Nacional y la municipalidad de Alajuela	Seminario	Plan														
			Actual																
			Plan																
			Actual																
	2	Comenzar conversaciones con el Ministerio de Salud para coordinar proyectos sobre la gestión de residuos electrónicos	Seminario	Plan															
			Actual																
	3	Redoblar esfuerzos que involucren a las universidades estatales de CR	Seminario	Plan															
			Actual																
	4	Implementar estrategias en conjunto con la institución Ecoins CR, para incentivar a la población al reciclaje de residuos electrónicos	Seminario	Plan															
			Actual																
	5	Creación de correo electrónico para la comunicación de las diversas plataformas y campañas	Seminario	Plan															
			Actual																
	6	Creación de redes sociales para brindar información a los usuarios de la aplicación ECORAE CR	Seminario	Plan															
			Actual																
	7	Creación de anuncios publicitarios con información de rutas, centros de acopio y residuos electrónicos a recibir ...etc.	Seminario	Plan															
			Actual																
	8	Comunicación de las fechas de las campañas de recolección de los residuos electrónicos	Seminario	Plan															
Actual																			
9	La creación de la App ECORAE CR	Seminario	Plan																
		Actual																	
10	Proponer en las diferentes sedes de la UTN el tema de los residuos electrónicos como temas aplicables en los TCU	Seminario	Plan																
		Actual																	
11	Propuesta de campaña de concientización donde involucren a la Universidad, municipalidad y gestores autorizados	Seminario	Plan																
		Actual																	
12	Realizar encuestas en la aplicación ECORAE CR para definir las rutas óptimas	Seminario	Plan																
		Actual																	
13	Analizar las propuestas de adquisición o subcontratación de los vehículos para el transporte de los residuos electrónicos	Seminario	Plan																
		Actual																	
14	Propuesta para proceso de contratación de personal para las rutas y el centro de acopio	Seminario	Plan																
		Actual																	
15	Proponer la instalación de dos centros de acopios ubicados en la UTN y la municipalidad de Alajuela	Seminario	Plan																
		Actual																	
16	Valorización de los costos que intervienen en la implementación de los centros de acopio	Seminario	Plan																
		Actual																	
17	Análisis de valorización de los residuos electrónicos, flujo de caja y TIR	Seminario	Plan																
		Actual																	

Fuente: Elaboración propia.



