



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ANÁLISIS TÉCNICO DEL APROVECHAMIENTO DE LAS PILAS USADAS EN EL
CANTÓN CUENCA – ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Ambiental

AUTORES: CRISTOPHER MIGUEL CALLE BUESTÁN
ESTEBAN XAVIER VALVERDE GALÁN
TUTORA: ING. KATERINE ELIZABETH PONCE OCHOA, PhD.
CO-TUTORA: ING. ANGÉLICA GEOVANNA ZEA COBOS, PhD.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Christopher Miguel Calle Buestán con documento de identificación N° 0105473706 y Esteban Xavier Valverde Galán con documento de identificación N° 0105125173; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



Cristopher Miguel Calle Buestán

0105473706



Esteban Xavier Valverde Galán

0105125173

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Cristopher Miguel Calle Buestán con documento de identificación N° 0105473706 y Esteban Xavier Valverde Galán con documento de identificación N° 0105125173, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo experimental: “Análisis técnico del aprovechamiento de las pilas usadas en el cantón Cuenca – Ecuador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



Cristopher Miguel Calle Buestán

0105473706



Esteban Xavier Valverde Galán

0105125173

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Katerine Elizabeth Ponce Ochoa con documento de identificación N° 1104167256, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS TÉCNICO DEL APROVECHAMIENTO DE LAS PILAS USADAS EN EL CANTÓN CUENCA – ECUADOR, realizado por Cristopher Miguel Calle Buestán con documento de identificación N° 0105473706 y por Esteban Xavier Valverde Galán con documento de identificación N° 0105125173, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



Ing. Katerine Elizabeth Ponce Ochoa, PhD.

1104167256

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación primordialmente a DIOS y a mis padres Miguel e Isabel, quienes me apoyaron incondicionalmente, por darme fuerzas en seguir adelante en este gran camino que fue la universidad.

A mi hermana que con sus ocurrencias me daban ánimos de seguir , a mis abuelos que en su forma me supieron guiar y apoyar

A mis compañero que incondicionalmente me han apoyado en esta gran travesía y por último, pero no menos importante a toda mi familia GRACIAS.

Atentamente:

Cristopher Miguel Calle Buestan

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por darme la vida y permitirme concluir con mi periodo universitario a pesar de las adversidades que se han presentado durante el transcurso de este. Este proyecto de grado es dedicado a los señores: Luz Marina Galán Montesdeoca , Esteban Miguel Valverde Matute, al Ingeniero Víctor Eduardo Tacuri Espinoza y al Dr. Jorge Francisco Galán Montesdeoca, por aportar en gran medida con mi educación superior, y a mis familiares y amigos que me han apoyado durante el desarrollo de mi carrera universitaria.

Atentamente:

Esteban Xavier Valverde Galán

Resumen

En el presente trabajo de titulación se realizó un análisis técnico de las pilas alcalinas recolectadas en el cantón Cuenca – Ecuador. Se conoció de sus usos a través de encuestas a la comunidad y se caracterizaron in situ, para luego ser llevadas a los laboratorios de la universidad donde se extrajeron de ellas los compuestos de óxido de cinc, dióxido de manganeso y sus partes metálicas.

Palabras clave: Aprovechamiento, encuestas, caracterización, laboratorio, pilas alcalinas, comunidad, oxido de cinc, dióxido de manganeso.

Abstract

In the present titling work, a technical analysis of the alkaline batteries collected in the Cuenca canton - Ecuador was carried out. Their uses were known through community surveys and they were characterized in situ, to then be taken to the university laboratories where zinc oxide compounds, manganese dioxide and their metallic parts were extracted from them.

Keywords: Exploitation, surveys, characterization, laboratory, alkaline batteries, community, zinc oxide, manganese dioxide.

Indicé de contenido

Capítulo I	10
1. Introducción	10
1.1. Análisis y planteamiento del problema actual.....	10
1.2. Justificación	11
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.3.3. Hipótesis.	12
Capitulo II.....	12
2. Marco teórico.....	12
2.1. Concepto de residuo	12
2.2. Clasificación de los residuos.....	13
2.2.1. Residuos sólidos urbanos	14
2.2.2. Residuos Peligrosos.....	14
2.2.3. Residuos radiactivos.....	14
2.3. Concepto de pila	15
2.4. Historias de las pilas	16
2.5. Composición de las pilas	17
2.6. Funcionamiento de las pilas.....	18
2.7. Clasificación de pilas	19
2.7.1. Por sus características químicas	19
2.7.1.1. Secas o semisólidas	19
2.7.1.2. Húmedas	20
2.7.2. Por la reversibilidad del proceso de generación.....	21
2.7.2.1. Primarias o no recargables.....	21
2.7.2.2. Secundarias	23
2.8. Descripción del tipo de pilas.....	25
2.8.1. Pilas alcalinas	25
2.9. Ciclo de vida de las pilas	26
2.9.1. Extracción.....	26

2.9.2.	Producción.....	27
2.9.3.	Importación	28
2.9.4.	Consumo.....	29
2.9.5.	Disposición Final.....	29
2.10.	La pila como un residuo peligroso	30
2.10.1.	Afecciones sobre el agua	33
2.10.2.	Afecciones sobre el suelo	34
2.10.3.	Afecciones sobre el aire.....	34
2.10.4.	Afecciones sobre la salud	34
2.11.	Gestión de las pilas.....	35
2.12.	Principales procesos para el reciclaje de pilas y baterías	35
2.12.1.	Reciclaje de pilas alcalinas	37
2.13.	Gestión de pilas en el Ecuador	38
2.14.	Gestión de las pilas usadas en la ciudad de cuenca.....	40
2.15.	Economía circular	41
2.15.1.	Economía circular y el manejo de pilas usadas	42
Capitulo III.....		43
3.	Marco legal aplicable.....	43
3.1.	Acuerdo ministerial 022 instructivo para la gestión integral de pilas usadas	43
Capitulo IV.....		45
4.	Metodología.....	45
4.1.	Área de estudio	45
4.2.	Recolección de datos.....	46
4.2.1.	Puntos de recolección de las pilas usadas	46
4.3.	Encuestas.....	51
4.3.1.	Cálculo de población para encuestas	51
4.4.	Planificación de las encuestas.....	52
4.5.	Listado de materiales utilizados en la recuperación del Oxido de Zinc y Magnesio	55
4.6.	Procesos de aprovechamiento de las pilas	59
4.7.	Procedimiento de laboratorio.....	63
Capitulo V.....		68

5.	Resultados.....	68
5.1.	Registro de las cantidades de pilas usadas, depositadas en los centros de acopio en el cantón Cuenca Ecuador.	68
5.2.	Resultados de las encuestas	70
5.3.	Resultados de las muestras.....	74
5.3.1.	Zinc.....	74
5.3.2.	Dióxido de manganeso.	76
5.3.3.	Socialización con la Empresa ETAPA - EP.....	76
6.	Conclusiones.....	77
8.	Bibliografía.....	80
Figura 1.	<i>Componentes de una pila.....</i>	15
Figura 2.	<i>Funcionamiento de una pila por el método redox.....</i>	18
Figura 3.	<i>Partes de una pila seca.....</i>	19
Figura 4.	<i>Partes de una pila húmeda.....</i>	21
Figura 5.	<i>Partes de una pila.....</i>	26
Figura 6.	<i>Cantidad de consumo de pilas en el Ecuador.....</i>	38
Figura 7.	<i>Disposición incorrecta de las pilas en el Ecuador.....</i>	39
Figura 8.	<i>Mapa de la Zona Urbana de la ciudad de Cuenca.....</i>	46
Figura 9.	<i>Mapa de puntos de recolección en centros Etapa.....</i>	47
Figura 10.	<i>Mapa de puntos de recolección en farmacias.....</i>	48
Figura 11.	<i>Mapa de puntos de recolección de otros lugares.....</i>	50
Figura 12.	<i>Mapa de la primera zona de la ciudad de Cuenca.....</i>	53
Figura 13.	<i>Mapa de la segunda zona de la ciudad de Cuenca.....</i>	54
Figura 14.	<i>Mapa de la tercera zona de la ciudad de Cuenca.....</i>	54
Figura 15.	<i>Contenedores de recolección de pilas usadas.....</i>	60
Figura 16.	<i>Pilas tipo D en reposo.....</i>	60
Figura 17.	<i>Desmantelamiento de las pilas de forma manual.....</i>	61
Figura 18.	<i>Componentes residuales de las pilas.....</i>	61
Figura 19.	<i>Obtención de la masa de carbono de las pilas usadas.....</i>	62

Figura 20.	<i>Obtención de la masa de Oxido de Zinc de las pilas usadas</i>	62
Figura 21.	<i>Herramientas utilizadas en el desarmado de las pilas</i>	63
Figura 22.	<i>Método de filtración de las muestras obtenidas</i>	64
Figura 23.	<i>Preparación de la muestra para el proceso de filtración</i>	64
Figura 24.	<i>Proceso de medición del pH</i>	65
Figura 25.	<i>Proceso de calcinación de las muestras</i>	65
Figura 26.	<i>Temperatura de calcinación para las muestras</i>	66
Figura 27.	<i>Preparación de muestras de carbono</i>	66
Figura 28.	<i>Purificación de las muestras de carbono</i>	67
Figura 29.	<i>Secado de las muestras de carbono</i>	67
Figura 30.	<i>Tipos de aparatos electrónicos en la Zona 2</i>	147
Figura 31.	<i>Cantidad total de aparatos electrónicos donde se utilizan las pilas</i>	149
Figura 32.	<i>Elecciones de pilas usadas en la Zona 3</i>	157
Figura 33.	<i>Afecciones de las pilas usadas en la Zona 3</i>	164
Figura 34.	<i>Cantidad total sobre el conocimiento de disposición final sobre las pilas usadas</i> 169	
Figura 35.	<i>Solicitud de ingreso hacia los laboratorios de Ciencias de la Vida</i>	177
Tabla 1.	<i>Tipos de pilas secas</i>	20
Tabla 2.	<i>Tipos de pilas primarias</i>	22
Tabla 3.	<i>Tipos de pilas secundarias</i>	23
Tabla 4.	<i>Procedencia de diversas marcas de las pilas que son importadas al mundo</i>	28
Tabla 5.	<i>Tipos de afecciones de los metales pesados sobre la salud y el ambiente</i>	31
Tabla 6.	<i>Efectos contaminantes de las pilas en el agua</i>	33
Tabla 7.	<i>Puntos de recolección en centros de Etapa</i>	47
Tabla 8.	<i>Puntos de recolección en farmacias y centros hospitalarios</i>	48
Tabla 9.	<i>Puntos de recolección en estaciones de servicios</i>	49
Tabla 10.	<i>Cálculos para la planificación de encuestas en la ciudad de Cuenca</i>	52
Tabla 11.	<i>Listado de materiales para el proceso de laboratorio</i>	55
Tabla 12.	<i>Cantidad de pilas en cada punto de recolección</i>	68

Tabla 13.	<i>Cantidad total de pilas consumidas en el cantón Cuenca – Ecuador</i>	69
Tabla 14.	<i>Resultados de la cantidad de personas por hogar</i>	70
Tabla 15.	<i>Resultados sobre el rango de edad de los ciudadanos</i>	70
Tabla 16.	<i>Resultados sobre la cantidad de pilas usadas por domicilio.....</i>	70
Tabla 17.	<i>Resultados sobre el tiempo de cambio de las pilas.....</i>	71
Tabla 18.	<i>Resultados sobre el tipo de pila utilizada comúnmente</i>	71
Tabla 19.	<i>Resultados sobre el tipo de aparatos electrónicos donde se utilizan las pilas</i>	71
Tabla 20.	<i>Resultados sobre las marcas de pilas más utilizadas en la ciudad de Cuenca</i>	72
Tabla 21.	<i>Resultados sobre porque eligen las pilas al momento de realizar su compra.....</i>	72
Tabla 22.	<i>Resultados sobre el conocimiento de las personas sobre el daño que causan las pilas</i>	73
Tabla 23.	<i>Resultados sobre los daños que pueden causar las pilas en el ambiente y en la salud</i>	73
Tabla 24.	<i>Resultados sobre la disposición final de las pilas realizada por los ciudadanos ..</i>	73
Tabla 25.	<i>Resultados sobre el conocimiento de los ciudadanos a cerca del programa de pilas de Etapa EP</i>	74
Tabla 26.	<i>Resultados sobre el conocimiento de los ciudadanos sobre los puntos de disposición de las pilas</i>	74
Tabla 27.	<i>Porcentaje de rendimiento del Oxido de Zinc tratado con agua destilada</i>	75
Tabla 28.	<i>Porcentaje de rendimiento del Oxido de Zinc tratado con agua Mili Q</i>	75
Tabla 29.	<i>Porcentaje de rendimiento del Dióxido de manganeso tratado con agua destilada al 30%</i>	76
	<i>Elecciones de pilas en la Zona 2.....</i>	155

Capítulo I

1. Introducción

1.1. Análisis y planteamiento del problema actual

En la actualidad los avances tecnológicos han alcanzado a desarrollar una amplia gama de electrodomésticos de diferentes usos o ejecuciones que requieren de fuentes de energía portátiles para su funcionamiento, en base a esta necesidad se dio la creación de una fuente energética de fácil acceso, contando con una amplia gama de diseños y tamaños para ajustarse a cada uno de los dispositivos electrónicos utilizados día a día en el desarrollo de las actividades personales, esta clase de fuente es conocida comúnmente como pila. Debido a su bajo precio y sus componentes necesarios para almacenar una cantidad de energía temporalmente, la pila es uno de los elementos más utilizados en el mundo llegando a tener una mayor comodidad para las personas y un amplio desarrollo en el mercado. La cantidad de uso de este implemento es de miles de millones de unidades, siendo una cifra muy considerable dentro de los rangos de consumo en cuanto a fuentes energéticas se refieren. Sin embargo, esta clase de elementos energéticos contienen una gran cantidad de compuestos alcalinos como el zinc y el carbono, cuya toxicidad llega a ser muy elevada para los estatutos de control del ambiente y la salud (Guzmán Cárdenas, 2018). Por ejemplo, una pila elaborada en base a zinc puede llegar a contaminar hasta 12 000 litros de agua no solo afectado a este recurso sino a otros elementos vivos como plantas animales y personas (Etapa, 2010).

Dado la importancia de estos problemas a nivel global, la ciudad de Cuenca – Ecuador ha desarrollado una serie de proyectos para reducir la contaminación, manteniendo una gestión más organizada y con resultados positivos, es por ello que la empresa ETAPA-EP cuenta con su programa de recolección de pilas denominado ¡Ponte pilas con las pilas!, cuyo objetivo es realizar la recolección de las pilas usadas siguiendo las normas establecidas por el Libro del TULSMA basado en el listado nacional de desechos peligrosos (Etapa, 2022).

Si bien su ejecución se da de manera adecuada, existen una serie de falencias que no dejan que su desempeño sea del todo efectivo, partiendo desde falta de conocimiento de la ciudadanía sobre los puntos de depósito de las pilas, por lo que deciden optar por métodos más sencillos como el desecharlas junto con los residuos comunes, esta clase de acciones atraen consecuencias como la descomposición de estos residuos con el resto de la basura y la afección directa hacia el medio ambiente. Dentro de este proyecto se propone un uso alternativo de estos residuos como elementos naturales para aumentar las capacidades de nutrición de los suelos fortaleciendo las masas vegetales o como fuentes de materiales primos para la fabricación de nuevas unidades.

1.2. Justificación

Si bien la empresa ETAPA – EP cuenta con su programa de gestión de pilas, únicamente se limita en inactivar sus toxinas a través del uso de grandes cantidades de cal, posteriormente se realiza el proceso de encapsulado en botellas de plástico por lo que estos residuos pasan a ser transformados en esculturas decorativas, si bien esta metodología es efectiva, no llega a ser lo suficientemente eficiente debido a que se pierden un sin número de elementos que pueden ser utilizados para otros fines productivos.

Nuestro proyecto de titulación busca reutilizar esta clase de residuos como una fuente de materiales alternativos, a través de los procesos de extracción y neutralización de las muestras de Oxido de Zinc y Oxido de Manganeso provenientes de las pilas, además la carcasa que recubre estas partes es usada como un material nuevo en la fabricación de productos metálicos aplicando las operaciones de fundición.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el aprovechamiento de las pilas usadas en el cantón Cuenca Ecuador para la propuesta de alternativas viables de reutilización.

1.3.2. Objetivos específicos

- Registrar las cantidades de pilas usadas depositadas en los centros de acopio en el cantón Cuenca Ecuador.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las pilas registradas en los centros de acopio en el cantón Cuenca Ecuador.
- Proponer alternativas viables para el aprovechamiento y reutilización de las pilas usadas del cantón Cuenca Ecuador
- Validar la propuesta a través de la socialización de las alternativas con la empresa ETAPA EP.

1.3.3. Hipótesis.

Hay que afirmar que las pilas más utilizadas en la ciudad de Cuenca son de tipo alcalino.

Se puede dar el aprovechamiento de la mayoría de los compuestos de los que conforman las “pilas alcalinas” usadas para su reutilización.

Capitulo II

2. Marco teórico

2.1. Concepto de residuo

El término residuo comprende a todo objeto proveniente de un producto principal o materia prima que haya pasado por cualquier tipo de proceso dejando restos sobrantes de toda clase. El residuo

carece de todo valor económico o funcional dependiendo del tipo de proceso o servicio que se haya ejecutado, en la mayoría de los casos la composición de estos desechos puede ser catalogados como negativos o nocivos para la salud y el ambiente (André, 2004).

En la sociedad antiguamente se practicaban los hábitos de utilizar y tirar los productos sin la posibilidad de darles un uso alternativo ocasionando una acumulación de materiales de valor mínimo, esta clase de acciones contribuyen a formar un factor principal para los impactos ambientales y visuales (Sánchez-Muñoz et al., 2020).

Dentro de estas causas encontramos como respuesta los siguientes efectos: la contaminación atmosférica producida por las emisiones de gases efecto invernadero provenientes de la quema y descomposición de los residuos sólidos, la contaminación del suelo y subsuelo por la influencia de lixiviados, la contaminación de las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas y por último el impacto sobre el paisaje dentro de los ecosistemas naturales y urbanos (Castells, 2000).

Mediante la observación de las repercusiones ocasionadas por la acumulación de residuos, se han integrado sistemas adecuados para el manejo fomentando el desarrollo sostenible en América Latina, con la confiabilidad de reforzar las políticas basadas en ciertos aspectos como: prohibir los botaderos a cielo abierto, incorporar procesos de reciclaje dentro de la gestión y reducir las cantidades de residuos generados desde su fuente de origen (Sánchez-Muñoz et al., 2020).

2.2. Clasificación de los residuos.

La forma de gestionar los residuos sólidos correctamente es por su medio de su origen y características, formando un parámetro de clasificación basado en cada una de las especificaciones antes mencionadas, la variación de sus componentes y propiedades están determinadas por su sitios de origen y las formas de cómo se producen determinando si estos residuos son eliminados o pueden ser aprovechables.

La mayoría de los países se destacan por la realización de estudios sobre la composición y caracterización de residuos sólidos, teniendo como prioridad clave la humedad y la densidad de

estos. Mediante los conocimientos de las cantidades que se generan y la composición de estos, se han diseñado sistemas de clasificación y recolección que permiten un mejor tratamiento y aprovechamiento (Sáez, 2014).

2.2.1. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son aquellos materiales desechados tras cumplir sus acciones de vida útil como: la fabricación, uso o transformación, para sus bienes de consumo y necesidades. Cuando el consumidor deja de utilizar ciertos productos, estos tienden a carecer de un valor económico o de uso y quedan en abandono absoluto para luego ser trasladados hacia un contenedor o lugar de desecho (Delgado, 1995).

La mayor parte de estos residuos son susceptibles al reaprovechamiento o transformación como materiales primos mediante los procesos de reciclaje adecuados. Los principales productores de estos residuos son los ciudadanos de las medianas o grandes ciudades, sus porcentajes de emisión tienden a ser elevados debido a la poca experiencia de reciclaje que existe actualmente (Ministerio de Comercio & Industria y Turismo, 2020).

2.2.2. Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos son aquellos elementos, materiales o sustancias que son descartados por contener características corrosivas, reactivas, explosivas o tóxicas que pueden causar riesgos en el ser humano y en el ambiente.

2.2.3. Residuos radiactivos

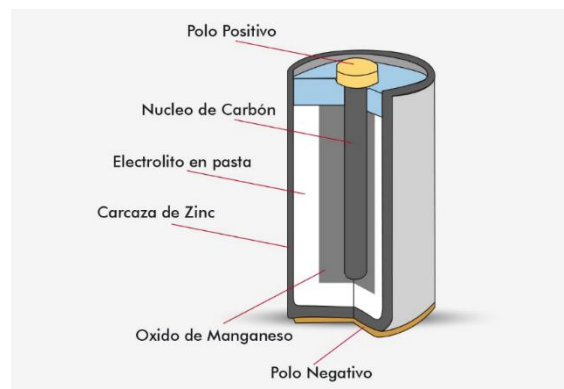
Los residuos radioactivos consisten en todo aquel desecho que contiene componentes radionucleidos de elevadas concentraciones, esta clase de materiales no deben ser empleados para un uso secundario luego de su período útil (Delgado, 1995).

2.3. Concepto de pila

Una pila es un sistema que tiene las capacidades de transformar la energía química en energía eléctrica mediante las reacciones de oxidación y reducción. El proceso de oxidación y reducción proviene de dos reacciones parciales (semirreacciones), una de oxidación (anódica) y otra de reducción (catódica). Cada una de estas de estas reacciones se dan en compartimentos privados denominados como celdas electrónicas además de contar con un medio de transporte que facilita el traspaso de la carga energética en forma de sustancia conductora conocida como electrolito. Para finalizar con el proceso se requiere conectar las celdas cargadas a un puente salino cerrando el circuito necesario para transformar la energía química en energía eléctrica (Bódalo Santoyo, 2002).

Las pilas son productos energéticos utilizados en aparatos electrónicos portátiles, debido a sus ciclos cortos de vida estos elementos han tenido un crecimiento exponencial, conllevando un elevado consumo, una rápida sustitución y la necesidad de eliminarlas como un residuo. Las pilas se caracterizan por contener diferentes celdas compuestas por dos polos (ánodo y cátodo) de diferentes materiales, un electrolito conductor, una cámara de aire y una cascara que recubre estos elementos, lo que le permite producir las reacciones químicas eléctricas necesarias para que los aparatos electrónicos funcionen como se ve en la figura 1 (Llanos, 2012).

Figura 1. Componentes de una pila



Fuente: (Mas Ferre, 2022)

En el mercado mundial las pilas alcalinas y las pilas de zinc – carbón son las más comunes debido a su fácil acceso en las tiendas y centros comerciales siendo una alternativa más eficiente para reducir la fabricación de pilas con mercurio, este método es considerado como una revolución en la tecnología dentro del almacenamiento energético, sin embargo, su proceso de elaboración requiere de metales pesados entre ellos el óxido de plata (Maquera Llica, 2020).

2.4. Historias de las pilas

La fabricación de las pilas comenzó en décadas finales del siglo XVII, aunque anteriormente se encontraron algunos elementos arqueológicos que retienen y almacenan la electricidad desde hace 2000 años atrás. En 1938 el científico Wilhelm König descubrió una batería antigua elaborada con una jarra de cerámica de 5 pulgadas y un cilindro de cobre recubierto de hierro.

En 1798 el físico italiano Count Alessandro Volta fabrico su primera pila de voltio implementando un diseño de un par de discos de zinc y cobre separados por otros discos de cartón humedecidos con soluciones salinas o acidas.

En 1836 el químico inglés John Daniell mejoro la eficiencia del diseño de Volta implementando nuevos cambios como una estrategia para disminuir los problemas de corrosión de las baterías de voltaje.

En 1868 el químico francés George Leclanche diseño una celda húmeda originando una pauta importante para la formación de la celda seca o batería de linterna, luego de varios años esta sería fabricada en 1888 por el científico alemán Dr. Carl Gassner, llegando a ser muy parecida a la celda que se encuentra dentro de las pilas de zinc carbono actuales.

Un año clave para la producción de las pilas fue en 1896, desde aquella década la compañía Columbia fue la pionera en realizar la manufactura de las pilas respaldados por la National Carbon Company que posteriormente paso a llamarse Everady Battery Company teniendo como nombre final Energizer, convirtiéndose en una de las marcas más comerciales en todo el mundo.

En el año de 1899 el científico Waldmar Jungner invento la primera pila recargable compuesta de níquel y cadmio.

La historia de las pilas y el desarrollo de los aparatos electrónicos iban en conjunto partiendo desde el año de 1955 con el diseño de las primeras pilas en miniatura para audífonos y relojes.

En 1956 se produjeron las primeras pilas de 9 voltios que son aplicadas en detectores de humo, tres años después se desarrolló la primera pila comercial compuesta por elementos alcalinos de forma cilíndrica, estas producen energía para el funcionamiento de ciertos aparatos electrónicos como: radios portables, juguetes, relojes de pared, entre otros.

Durante la década de 1960 inicio el auge de las pilas compuestas por oxido de plata destinadas para el funcionamiento de relojes y audífonos.(Energizer, 2022)

Desde el año de 1989 comenzaron las iniciativas ambientales para la eliminación del mercurio adicionado en las pilas de las marcas más vendidas alrededor del mundo.

Con la adición de litio en las pilas en 1992, se abrió un nuevo camino para las fuentes de energía debido a que podían llegar a abastecer a los dispositivos de alta tecnología de esa época, desde cámaras digitales hasta reproductores de música.

En el año 2000 debuta la tecnología de titanio como una alternativa mucho más eficiente en la duración energética de las pilas, manteniendo una mejor confiabilidad de los usuarios que dependían de estos elementos para su día a día (Ortiz López, 2009).

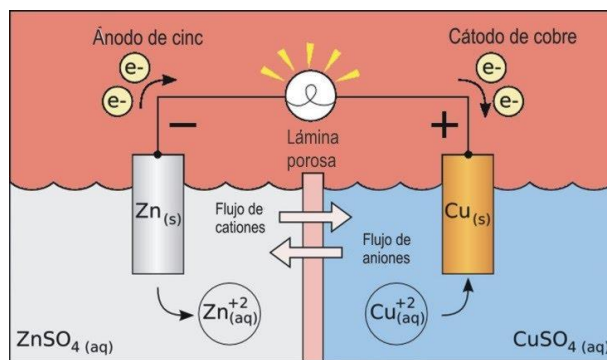
2.5. Composición de las pilas

La composición de las pilas consisten en: una celda fotovoltaica contenida dentro de un recipiente seguido de un electrolito que cumple la función de ser un conductor iónico seguido de dos electrodos (positivo y negativo) ubicados en los extremos de las mismas, el electrodo positivo se encarga de generar los electrones que producen energía mientras que el electrodo negativo recibe los electrones generados, al conectar los electrodos al circuito que requiere alimentación, se produce la energía eléctrica (Celis Gonzáles & Rivera Henríquez, 2019).

2.6. Funcionamiento de las pilas

Las pilas son dispositivos que tienen la capacidad de transformar la energía química en eléctrica mediante una reacción de oxidación – reducción más conocida como redox como se observa en la figura 2. Para realizar este proceso químico es necesario tener un elemento oxidante que capte electrones fácilmente y un reductor que pierda electrones sin dificultades, pero de manera confinada, el procedimiento en el interior del contenedor es controlado por un regulador de energía por lo que empieza a consumirse la pila poco a poco hasta que su vida útil haya concluido como se demuestra en la figura 2.

Figura 2. *Funcionamiento de una pila por el método redox*



Fuente: (Llanos, 2012)

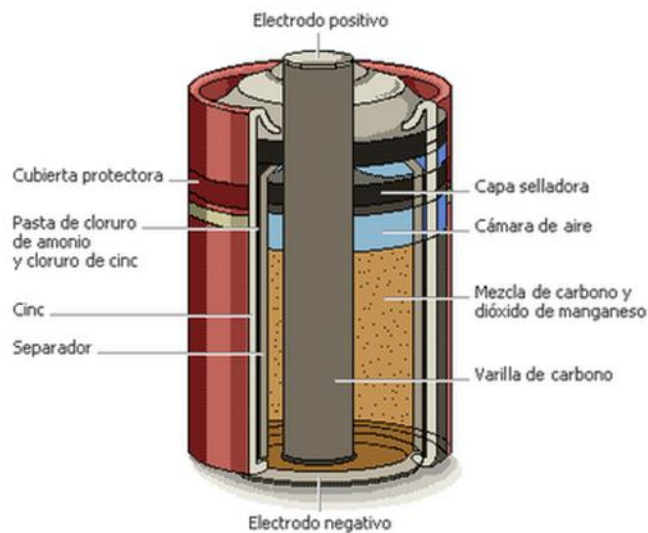
2.7. Clasificación de pilas

2.7.1. Por sus características químicas

2.7.1.1. Secas o semisólidas

Las pilas secas o semisólidas son conocidas como pilas de uso doméstico, estas cuentan con un electrolito seco de materiales alcalinos o ácidos, en algunos casos el electrolito ácido se encuentra recubierto por una capa de gel permeable o de fibra de vidrio simulando a una matriz sólida. Dentro de esta categoría se encuentran las pilas más comunes fabricadas con aleaciones de zinc – carbono incluyendo las pilas alcalinas adicionadas con manganeso, por lo general esta clase de pilas cuentan con electrolitos alcalinos representados en la figura 3.

Figura 3. Partes de una pila seca



Fuente: (Mariana Castillo, 2007)

Tabla 1.Tipos de pilas secas

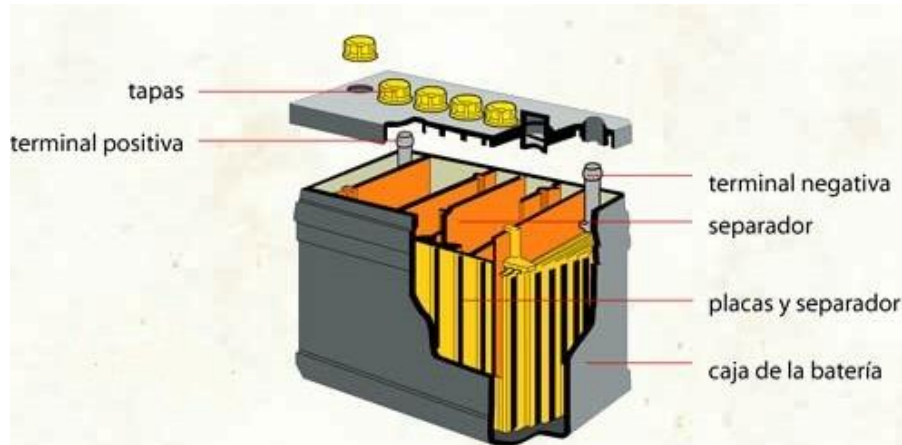
Tipo de pila	Cátodo	Ánodo	Electrolito	
	Alcalina	MnO ₂	Zinc	Potasio o NaOH
	Zinc – Carbono	MnO ₂	Zinc	NH ₄ o Clorato de Zinc
Pilas Secas	Oxido de Mercurio	HgO	Zinc	Potasio o Zn (OH) ₂
	Aireado de Zinc	Oxigeno	Zinc	KOH
	Oxido de Plata	Ag ₂ O	Zinc	Potasio o NaOH
	Litio	Varios óxidos metálicos	Litio	Varios orgánicos o soluciones salinas
	Níquel – Cadmio (Recargable)	Oxido de Níquel	Cadmio	Potasio o NaOH

Fuente: (López & Rocío, 2009)

2.7.1.2. Húmedas

Dentro de la categoría de las pilas húmedas se encuentran aquellas que son elaboradas a base de níquel – cadmio, la mayoría de estas son utilizadas para las industrias como fuentes de energía eléctrica emergente. Esta clase de electrolitos en su mayoría suelen contener materiales ácidos en estado líquido o metales tóxicos siendo un riesgo en caso de derrames por falta de sellado como se observa en la figura 4 (Zambrano Álvarez, 2015) .

Figura 4. Partes de una pila húmeda





Fuente: (Roly, 2022)

2.7.2. Por la reversibilidad del proceso de generación

2.7.2.1. Primarias o no recargables

El funcionamiento de esta pila se basa en una reacción química irreversible, por lo que es de uso único sin la posibilidad de recargarse, desde los años 90 los mayores fabricantes de pilas alcalinas sostienen que estas no contienen mercurio (Hg) agregado, es decir son elaboradas con materiales de carbono y zinc, por lo que dan origen a las pilas alcalinas. Las marcas líderes en el mercado elaboran sus pilas con una cantidad de 0.025% de mercurio dentro de su composición además de contener metales pesados como acero, zinc y magnesio como se ve en la tabla 2 (Pulido Ospina & Trujillo, 2012).

Tabla 2. Tipos de pilas primarias

CARACTERÍSTICAS DE LAS PILAS PRIMARIAS		
TIPO DE PILA	PRINCIPALES COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS Y USOS
<p>Zinc/Carbón</p> 	<p>Carbono Grafito</p> <p>MnO_2</p> <p>Zinc ánodo</p> <p>NH_4Cl en el electrolito</p> <p>Hierro</p> <p>Mercurio</p>	<p>También conocida como pilas secas o pilas de menor precio.</p> <p>Son utilizadas en aparatos de poco consumo:</p> <p>Juguetes, lámparas, linternas, radios, relojes de pared, control remoto, entre otros.</p>
<p>Alcalinas de manganeso</p> 	<p>MnO_2 en el cátodo</p> <p>Zinc en el ánodo</p> <p>KOH compuesto del electrolito</p> <p>Hierro</p> <p>Mercurio</p>	<p>Son consideradas como pilas de larga duración, su tiempo de funcionamiento es de 3 a 10 veces más que las pilas salinas.</p> <p>Constan de un blindaje que disminuye el derramamiento, sin embargo, el blindaje tiende a disminuir con el tiempo.</p> <p>Su uso se aplica en aparatos de alto consumo como: juguetes, cámaras de fotos, radios, lámparas, etc.</p>

Litio – Dióxido de manganeso



Li₂O de ánodo
MnO₂ o monofluorato de policarbono

Hierro

Níquel

Poseen una alta capacidad energética y una baja capacidad de descarga que brinda un voltaje de 3 V a diferencia de una pila alcalina de 1.5 V.

Producen 3 veces más de energía que una pila común considerando sus tamaños equivalentes.

Son utilizadas en: Cámaras, brújulas, relojes, calculadoras industriales.


Fuente: (López & Rocío, 2009)



2.7.2.2. Secundarias

Las pilas secundarias tienen la capacidad de ser recargadas por medio de una corriente eléctrica debido a la cantidad de componentes como: plomo ácido, níquel – cadmio, zinc, ion litio que tienen la capacidad de captar energía una vez que es suministrada en el interior de estas. En esta categoría se establecen las micro pilas y las pilas recargables, en la tabla 3 se describen las características de cada tipo de pila y sus componentes (Pulido Ospina & Trujillo, 2012).

Tabla 3. Tipos de pilas secundarias

CARACTERISTICAS DE LAS PILAS SECUNDARIAS

TIPO DE PILA	PRINCIPALES COMPONENTES	CARACTERISTICAS Y USOS
Níquel – Cadmio 	Ni (OH) ₂ en el cátodo Cadmio en el ánodo	Son elementos capaces de almacenar energía eléctrica que cuenta con una tensión media de 1.2 Voltios

	KOH en el electrolito	Su utilización se aplica en: equipos de iluminación para emergencias, aparatos electrónicos portátiles y flashes de cámaras fotográficas y de video.
<p>Níquel Hidruro Metálico</p> 	<p>Ni Ox en el ánodo</p> <p>Hidrógeno en forma de hidruro metálico en el cátodo</p> <p>Aleación de níquel y tierras raras</p> <p>Aleación de hidruro de circonio o de titanio y otro metal como níquel, cobalto, aluminio, etc.</p>	<p>Constituyen de una tecnología más avanzada que ocupa la mayor cantidad de ventas en el mercado. Su electrodo negativo puede conseguir mayor capacidad de energía y liberarla durante las descargas</p> <p>Su funcionamiento es empleado en: computadoras portátiles, cámaras de video, teléfonos móviles, automóviles electrónicos, relojes, radios.</p>
<p>Ion Litio</p> 	<p>Litio en el ánodo</p> <p>LiFePO₄ en el cátodo</p>	<p>Es una pila con una celda electroquímica común, con sus dos electrodos, electrolito y el medio para que la circulación de electrones se produzca.</p> <p>Las baterías de ion litio producen un flujo de electrones de energía mediante la oxidación del litio presente en el ánodo reduciendo la cantidad de material de este.</p> <p>Su uso se ha aplicado en aparatos electrónicos como: teléfonos móviles,</p>

agendas electrónicas, computadoras portátiles y lectores de música

Fuente: (López & Rocío, 2009)

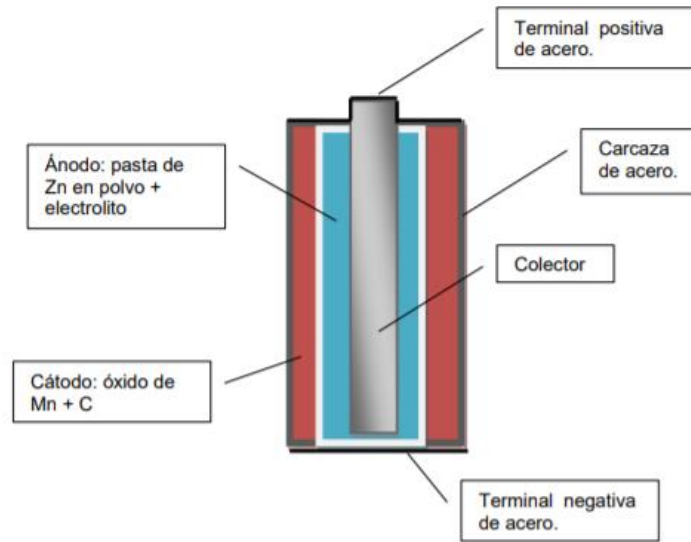
2.8.Descripción del tipo de pilas

2.8.1. Pilas alcalinas

Las pilas alcalinas son de uso común debido a la gran cantidad de tamaños necesarios para adaptarse a las diferentes necesidades entre ellas: económicas, estándar o premium diseñados para distintos dispositivos electrónicos, una vez concluida su vida útil son desechadas junto con los residuos comunes debido a que las personas desconocen sobre los efectos negativos que pueden ocasionar esta clase de elementos. La descomposición de sus metales pesados y su posterior fuga de contenidos ácidos, ingresan directamente en el medio ambiente dejando un saldo de contaminación elevado tanto en el suelo como en las fuentes de agua pura (Lara Aguilar, 2018).

Las pilas alcalinas tienen un tiempo de vida útil de dos a tres meses dependiendo del uso al que se les emplea (Guevara Huilcarema, 2019). Si bien las pilas alcalinas de larga potencia son similares a las pilas LeClanché, la diferencia entre ellas es en su composición, es decir las pilas alcalinas en vez de contener cloruro de amonio en su interior llevan cloruro de sodio o de potasio siendo materiales menos contaminantes. Las pilas alcalinas tienen la capacidad de durar más tiempo debido a que el zinc no está expuesto al ambiente ácido provocado por los iones de amonio como lo está en las pilas convencionales. Los iones se pueden movilizar con mayor facilidad a través del electrolito se produce con una potencia mayor y una corriente eléctrica más estable (Beltrán & Salas, 2016). Como podemos en la siguiente figura las pilas alcalinas están compuestas por un ánodo de zinc de una gran superficie específica, un cátodo de dióxido de magnesio de alta densidad, y un electrolito de hidróxido de potasio (Maquera Llica, 2020).

Figura 5. Partes de una pila



Fuente: (Maquera Llica, 2020)

2.9.Ciclo de vida de las pilas

El análisis de ciclo de vida es una técnica que permite evaluar los impactos generados por la extracción y el procesamiento de las materias primas, la distribución de los productos generados, el consumo de estos y su disposición final de su vida útil (de la Vega, 2020).

2.9.1. Extracción

En este apartado se desarrolla la etapa de extracción de los principales metales utilizados en el proceso productivo para cada tipo de pila. Sin embargo, no toda la información presentada corresponde exclusivamente a la cantidad de material extraído para la producción de pilas, ya que el mismo puede ser empleado en múltiples usos en distintas industrias. Dentro de esta etapa la magnitud de las consecuencias ambientales es alta debido a la liberación de agentes tóxicos al ambiente (Oro et al., 2020).

2.9.2. Producción

El proceso de producción consiste en la elaboración de las pilas a través de una serie de etapas que darán como resultado el producto terminado, listo para su actualización. Aunque existen alternativas de producción para cada tipo de pila basándose en sus características de funcionamiento. La primera etapa consiste en la formación del contenedor metálico, cuya forma y tamaño varía dependiendo del tipo de pila que se desea producir (Duracell, 2017).

Como paso inicial, se procede a conformar el núcleo por donde se transportan los electrones, previamente se realiza una limpieza con arena para disminuir los elementos contaminantes, el siguiente paso consta en la formación de la carcasa donde se almacenarían todas las piezas, luego se procede con la elaboración de los receptores de energía comenzando desde el ánodo por lo que se emplea una sustancia negativa que permita la liberación de los electrones con facilidad. Para la formación de cátodo se utiliza el polvo de dióxido de manganeso el cual es capaz de captar los electrones liberados por el ánodo mejorando la conductividad de la energía.

En resumen, para la elaboración de las pilas se da el seguimiento de los siguientes pasos (Duracell, 2017):

- Se alienan las carcasas de acero niquelado
- Se introducen las esferas de dióxido de manganeso y grafito dentro de la carcasa
- Se introduce el separador
- Se introduce una solución electrónica alcalina tomando un tiempo de espera hasta que el líquido se estabilice
- Se añade el gel de zinc y el núcleo colector de corriente
- Se sella la batería

Una vez terminadas las pilas son empaquetadas y distribuidas en los centros comerciales o tiendas para su venta.

2.9.3. Importación

Existen una serie de empresas e industrias que brindan un valor agregado a productos de comercialización quedando implícito el contenido de las pilas y baterías, en la tabla 4 se muestran algunas de las empresas que importan esta clase de productos (Solórzano, 2001).

Tabla 4. *Procedencia de diversas marcas de las pilas que son importadas al mundo*

Tipos de pilas	Procedencia
Energizer (Everady)	USA, Importación de Brasil
Duracell (Gillette)	USA, Fabricada en Brasil
Alkaline (Carrefour)	Portugal
Philips	Distinta procedencia
Kodak	Ídem
Sony	Hong Kong
Hitachi	Japón
Panasonic	Ídem
Aiwa	Japón
Sakar	China
Hi Power	Japón

Fuente: (Solórzano, 2001)

2.9.4. Consumo

El consumo de pilas y baterías se encuentran distribuidos en muchos y diversos sectores para su uso cotidiano, personal o profesional dentro de los ámbitos de la salud, seguridad, tecnologías diarias, entre otros. Entre los artículos más comunes encontramos calculadoras, cámaras fotográficas y de video, relojes de pared y de mano, juguetes, equipos médicos, etc. El consumo de esos aparatos va creciendo constantemente año con año no solo por el aumento de la población y el incremento a la accesibilidad a este tipo de tecnologías, sino por un factor que caracteriza a la fabricación de estos elementos, la gran cantidad de desechos generados y la demanda de estos (Martínez & Porcelli, 2016).

Este tipo de obsolescencia se puede manifestar como:

- La obsolescencia incorporada al producto debido a que concluyen con su vida útil
- La obsolescencia tecnológica debido a que se da una actualización de los productos tecnológicos
- La obsolescencia percibida

2.9.5. Disposición Final

Para realizar una adecuada disposición final se debe promover los aspectos de prevención, reducción y reutilización de sus componentes mediante los procesos de reciclaje antes de avanzar con los procesos de disposición final de los residuos. En estos casos las pilas son almacenadas en rellenos de seguridad donde se realiza un tratamiento sobre las pilas con el fin de disminuir su volumen e inactivar sus componentes tóxicos, esto se da mediante las técnicas de gestión como son: la pirolisis controlada, vitrificación, cementación y ceramización (de la Vega, 2020).

Pirolisis: Esta etapa consiste en la aplicación de la pirometalurgia ampliamente utilizada en la recuperación de metales pesados encontrados en las pilas. La pirolisis básicamente consiste en la degradación térmica y anaeróbica de los materiales que componen esta pequeña fuente de energía, es producida a través de una serie de reacciones químicas complejas y procesos de transferencia de calor y materia. Para ejecutar esta operación se utilizan separadores magnéticos e inductivos incluyendo dos tipos de hornos (Martínez Solano, 2012).

Vitrificación: El objetivo de esta operación es retener en bloques de vidrio los distintos residuos de las pilas que fueron reducidas a polvo. El primer paso es realizar la combustión de algunas piezas como son papel, plástico, etc., para luego separar los metales que conforman los electrodos convirtiéndolos en chatarra, el resto de los elementos pasan a ser óxidos que son utilizados en la fabricación de vidrio (Castells, 2000).

Ceramización: Este proceso consiste en triturar los residuos de las pilas para luego mezclarlos con arcillas formando una matriz amorfa mediante el proceso de cocción, como siguiente avance la matriz es recristalizada reduciendo la cantidad de lixiviados existentes dentro de las piezas trituradas. Al hacer este proceso las pilas pueden ser enterradas en rellenos sanitarios de seguridad (Sebá et al., 2007) .

Cementación: Es una técnica en la que se emplea el cemento como agente ligante para formar el concreto para encapsular física y químicamente a los restos de las pilas estabilizando los efectos de los metales pesados existentes (Sebá et al., 2007).

2.10. La pila como un residuo peligroso

Las pilas tienden a convertirse en un residuo debido a que sus componentes químicos pierden la capacidad de producir energía eléctrica sin la posibilidad de restaurarse, este efecto comúnmente se produce en las pilas de tipo primario o pilas de un solo uso (Castro Díaz & Díaz Arias, 2004).

Este tipo de pilas contienen metales pesados como el cadmio, mercurio, níquel, zinc, carbón, entre otros, una vez que estos materiales entran en contacto con la naturaleza constituyen en una contaminación de alto riesgo debido al elevado nivel de toxicidad que contienen (Etapa, 2010). El inadecuado tratamiento de las pilas puede ocasionar afecciones al medio ambiente y a la salud humana debido a los efectos contaminantes que se presentan (Lara Aguilar, 2018). En la tabla 5 se describe el tipo de acción que tienen los metales pesados de pilas sobre el ambiente y la salud humana.

Tabla 5. *Tipos de afecciones de los metales pesados sobre la salud y el ambiente*

Sustancias	Fuentes de exposición	Daños a la salud	Daños al ambiente
Mercurio	Al respirar aire contaminado, al ingerir agua y alimentos contaminados	Posible enfermedad cancerígena, una alta exposición puede dañar el cerebro, los riñones y en caso de embarazo daños al feto provocando retraso mental en sus capacidades de hablar, de ver y la generación de convulsiones.	El mercurio puede contaminar el agua o la tierra debido a su alta cantidad de depósitos en la naturaleza o por emisiones causadas en basureros. El metilmercurio es bioacumulable, es decir se acumula en el tejido vivo de los peces
Cadmio	Lugares donde se manufacturan productos de cadmio, al consumir alimentos o agua contaminados con cadmio.	Respirar altos niveles de cadmio ocasiona lesiones en los pulmones. Su consumo en altas dosis puede generar daños en el estómago y síntomas cancerígenos hasta ocasionar la muerte	Las partículas de cadmio pueden viajar a largas distancias a través del suelo o del agua, contaminando vertederos y fuentes de agua pura. Esta clase de afección se produce por medio de derrames de desechos peligrosos directamente en la naturaleza
Níquel	Ingerir alimentos con níquel es una fuente de exposición que genera reacciones alérgicas y	Los efectos más comunes del níquel se dan en la piel, en los pulmones por la generación de bronquitis crónica y desarrollo	El níquel es liberado a la atmosfera por las incineraciones de esta clase de residuos que tienen la

	contactos con la piel de las personas, con los suelos naturales o aguas que contienen altas dosis de níquel.	de cáncer al pulmón y en fosas nasales.	capacidad de adherirse al aire en forma de partículas que se depositan en el suelo.
Litio	El hidróxido de litio tiene aplicaciones en la industria de la cerámica y en campos medicinales como antidepresivos.	Los efectos neurotóxicos y tóxicos que se producen en los riñones, intoxicación por altas cantidades de litio en el sistema respiratorio, daños en el sistema nervioso llegando a un estado de coma o incluso la muerte.	El litio puede lixivarse con mayor facilidad en los espacios acuáticos, además de encontrarse adherido en las carnes de los peces, incluyendo que el litio volátil puede regresar a las superficies húmedas y secas.
Plomo	Puede ocurrir al respirar el aire o tomar agua contaminada con partículas de plomo o utilizar tierra contaminada	El plomo puede causar daño en los riñones y en el sistema productivo	El plomo no se degrada, pero puede transformarse por la luz solar en compuestos que se adhieren al suelo y las plantas, ocasionando graves afecciones de producción.

Fuente: (Greenpeace, 2018)

2.10.1. Afecciones sobre el agua

Debido a su composición las pilas pueden producir elementos tóxicos sobre el ambiente y otros organismos que habitan a su alrededor, existe una ruta de exposición hacia los metales pesados que se desprenden de las emisiones que producidas por los seres humanos ocasionando que se dé un incremento en la contaminación del agua una vez entra en contacto con su superficie. El problema radica en que las pilas son desechadas junto con los residuos comunes y son almacenadas en los rellenos sanitarios, la descomposición de sus lixiviados tiende a mezclarse con el líquido residual y sobrepasar hacia el subsuelo llegando hasta los vertederos de agua subterránea y posteriormente a las fuentes de agua superficiales (M. Camacho Aguilar & Iveth, 2006)

La capacidad de contaminación que tienen las pilas en un medio acuático puede representarse mediante la tabla 6 (Etapa, 2010):

Tabla 6. *Efectos contaminantes de las pilas en el agua*

Tipos de Pilas	Capacidad contaminante
Pila de Mercurio	600 000 litros de agua
Pila de Manganeso	167 000 litros de agua
Pila de Oxido de plata	14 000 litros de agua
Pila de Zinc	12 000 litros de agua

Fuente:(Etapa, 2010)

2.10.2. Afecciones sobre el suelo

Las pilas cumplen con su ciclo de vida útil hasta a ser desechadas en los vertederos, pero sus compuestos continúan produciendo reacciones químicas en las que resultan en formaciones de metales tóxicos por medio de la oxidación de estos, lo que facilita una movilidad a través del suelo. Las pilas provocan una corrosión de sus carcasas afectadas por sus componentes internos y de manera externa por la acción del clima y por un factor importante de los vertederos es que la fermentación de desechos orgánicos se produce a una temperatura de 70°C, actuando como un reactivo contaminante. En el caso de los rellenos sanitarios los suelos tienden a ser ácidos, lo cual favorece la prolongación de los compuestos tóxicos aumentando su capacidad de transporte a través de los lixiviados(M. Camacho Aguilar & Iveth, 2006).

2.10.3. Afecciones sobre el aire

Otra de estas afecciones importantes procedentes de las pilas es la liberación de los compuestos tóxicos hacia la atmosfera lo que conlleva una combinación severa del aire (Díaz Arias, 2004). La quema de pilas, en algunos casos se queman con la basura ya sea en cielo abierto o en un incinerador emanando humo de los productos químicos al aire, y su ceniza deposita los tóxicos en los suelos y el agua subterránea (Quincho Damián, 2018).

2.10.4. Afecciones sobre la salud

Ciertos metales presentes en las pilas pueden tener efectos tóxicos para el ser humano, las principales vías de ingestión de estos metales pesados son los alimentos contaminados e inhalación de polvos y humos. El tiempo de permanencia en el cuerpo humano es de 30 años aproximadamente. Algunos efectos producidos por la inhalación de estos elementos sobre la salud son graves, por ejemplo, ocasionar problemas pulmonares como: neumonitis, edema pulmonar hasta ocasionar la muerte (Patton, 2007).

2.11. Gestión de las pilas

La gestión de los residuos de las pilas representa un problema ambiental de difícil abordaje, debido a la cantidad de pilas utilizadas en artículos electrónicos, sumando la producción y circulación de pilas de marcas no muy conocidas ocasionan que en algunos países no existan las tecnologías necesarias para el tratamiento de sus residuos.

El creciente aumento del consumo y desecho de las pilas han sido los incidentes más complicados de tratar por parte de las autoridades locales, adicionando las perspectivas de la ciudadanía que no verifican esta esta clase de residuos por lo que se forman fuentes de contaminación y de generación de impactos ambientales y la salud. Estos reclamos en conjunto se han traducido en intentos de dar soluciones.

Los países encargados en la elaboración de estas fuentes energéticas portátiles han implementado leyes de control ambiental que establecen que las pilas son consideradas como residuos peligrosos de origen urbano presentando características como: corrosivo, reactivo, explosivo, toxico y biológico infeccioso.

Tomando en cuenta lo antes mencionado varios países actuaron para reducir el impacto que puedan ocasionar las pilas en el ambiente, por ende, en años posteriores se han creado y ejecutado programas de gestión de pilas con la finalidad de manejar de manera adecuada esta clase de residuos (K. I. Camacho Aguilar, 2006).

2.12. Principales procesos para el reciclaje de pilas y baterías

Los procesos utilizados para el reciclaje de pilas se basan en técnicas hidrometalúrgicas y pirometalúrgicas destacando la fundición de los metales para ser utilizados como materia prima en la industria metalúrgica, teóricamente los procesos se basan en(Gómez Gómez et al., 2011):

- **Molienda:** Consiste en la trituration de la masa de las pilas previo a su selección y limpieza
- **Separación:** Se produce el tamizado separando las partículas de polvo fino de los metales ferromagnéticos como son carcasas de hierro de las partes no ferromagnéticos como las piezas de zinc, el papel que recubre la pila y el plástico.

- **Lixiviación:** Se da la separación de los metales pesados de las sales metálicas en fracciones de polvos finos mediante tratamientos de neutralización.
- **Purificación:** En este paso se da la separación de sustancias consideradas como impurezas por medio del método de extracción sólido – líquido o precipitaciones en forma de hidróxidos o sulfuros de cementación.
- **Obtención:** Se obtiene una separación electrolítica del metal con los ánodos insolubles como el zinc y el cobre
- **Refinación:** Se da la separación electrolítica de los metales con ánodos solubles como el cobre y el plomo.

Como en todo proceso existen emisiones y residuos de materias brutas de relevancia ambiental como:

- **Agua residual:** que contiene grandes cantidades mayores o menores de metales pesados o elementos tóxicos para el ser humano
- **Emisión de gases:** como la niebla ácida y ácido sulfúrico que aparecen en el proceso de electrolisis de obtención, además de obtener otra clase vapores metálicos producidos en hornos con ánodos de cobre bruto, disolventes orgánicos como la xerosina en la extracción de líquidos en el proceso de enriquecimiento.
- **Fango de ánodos:** en estos fangos aparecen metales y compuestos metálicos como: plata, plomo, etc.
- **Electrolitos evacuados:** contienen compuestos metálicos disueltos como zinc, níquel, hierro, arsénico y cobalto.

El proceso pirometalúrgico se involucra en la transformación y separación de los componentes de las pilas a partir de un tratamiento térmico de sus residuos en el medio reductor mediante la separación de los metales volátiles. Estos procesos son simples, pero no versátiles por lo que consumen grandes cantidades de energía en comparación con las técnicas hidrometalúrgicas. Las etapas del método pirometalúrgico son(Gómez Gómez et al., 2011):

- **Calcinación:** Consiste en la desulfuración parcial o completa de la materia de alimentación.
- **Calcinación sinterizante:** Se produce el quemado del azufre a través de las entradas del aire con aglomeraciones de productos calcinados para la carga en los hornos de cuba.
- **Rotación del horno:** Da como resultado el enriquecimiento del óxido metálico mediante valorizaciones controladas.
- **Fusión:** Se separan los residuos obteniendo elementos como sulfuros metálicos de alto valor por combustión parcial de los contenidos de azufre o reducción de los óxidos metálicos específicos es decir de los óxidos de plomo y zinc bajo la combustión de coque con aportes de aire.
- **Soplado:** Se transforman los sulfuros metálicos en metales para nuevos materiales
- **Refinación pirometalúrgica:** Las impurezas son eliminadas mediante mezclas de fundición de los elementos oxígeno, azufre y metales acompañantes, además de emplear los procesos de precipitación intermetálica, laboreo de residuos o volatización de los mismos.
- **Empobrecimiento de los residuos:** Se basa en un procesamiento térmico de los residuos para obtener componentes metálicos

Dentro de los métodos descritos existen numerosas fuentes de emisiones y residuos, entre ellos tenemos:

- Gases de escape de diferente origen: polvo de material de alimentación, polvo de metales volátiles y sustancias gaseosas.
- Agua residual de circuitos de refrigeración y lavados de gases.
- Residuos finales de metales, sulfatos y sulfuros.
- Desprendimiento de plomo, cadmio y mercurio en los hornos.

2.12.1. Reciclaje de pilas alcalinas

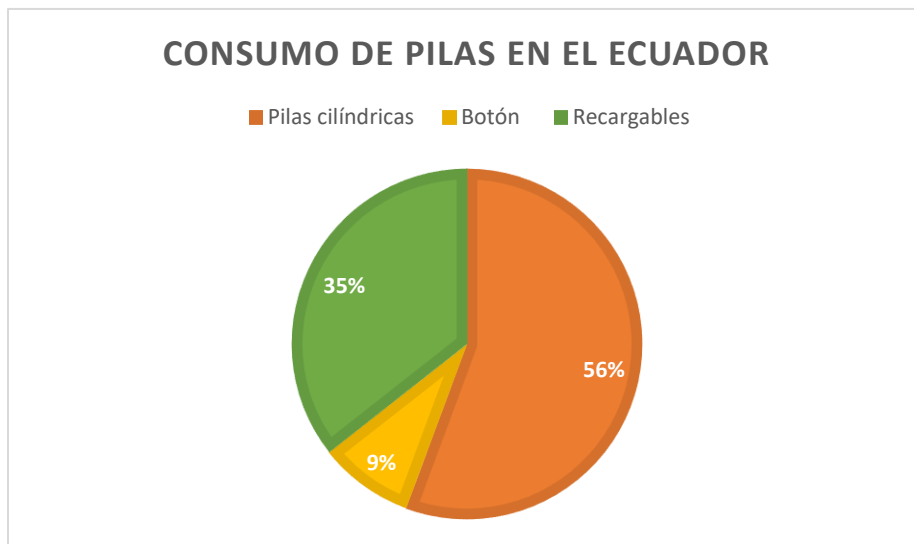
Son viables tanto para procesos hidrometalúrgicos como pirometalúrgicos para recuperar el zinc, el acero y el ferro manganeso o material de relleno para su uso en la industria de la construcción(Gómez Gómez et al., 2011).

2.13. Gestión de pilas en el Ecuador

Las pilas son dispositivos que contienen sustancias tóxicas y metales pesados, esta clase de elementos entran dentro del listado nacional de desechos peligrosos, según el Acuerdo Ministerial 142 del Plan de Gestión Ambiental de las Pilas Usadas se deben asegurar que su gestión genere la menor cantidad de riesgos incluyendo la disminución de su impacto ambiental para la mayor efectividad dentro de los ámbitos económicos, sociales, políticos y ambientales.

A nivel mundial se establece que una familia promedio genera una tonelada de residuos domésticos destacando el 1% de residuos peligrosos, entre ellos encontramos a las pilas cuya cantidad consumida es de 10 kg por año. Si bien es una cifra importante a nivel mundial, en Ecuador la cantidad de pilas consumidas es de 1.957,4 toneladas clasificadas de la siguiente forma tal como se observa en la figura 6:

Figura 6. Cantidad de consumo de pilas en el Ecuador

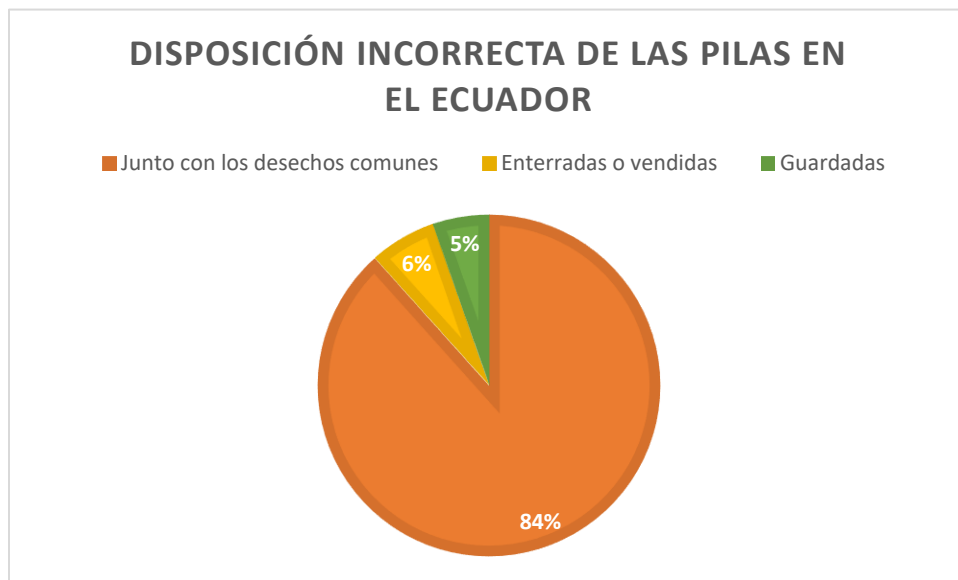


Fuente: (Guzmán Cárdenas, 2018)

Mediante los estudios realizados por el INEN a nivel nacional dentro de los entornos urbanos y rurales incluyendo las islas Galápagos, se demuestran que en las ciudades principales como: Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y Machala mantienen un gran consumo de pilas dentro de los hogares, se establece que el 8% de las familias usan pilas recargables mientras que el 92% utiliza pilas de una sola carga. Estos porcentajes establecen que el consumo de pilas por domicilio es de 14,183,773 unidades de las cuales 10,339,941 son pilas de una sola carga energética.

En 2017 se reportó que el porcentaje de pilas usadas que ingresaron en los centros de tratamiento fue de un 5.24% mientras que el 94.76% tiene una disposición inadecuada, debido a esto se lleva a cabo una clasificación de porcentajes sobre la mala disposición final de las pilas usadas de la siguiente forma expresada en la figura 7 (Guzmán Cárdenas, 2018):

Figura 7. *Disposición incorrecta de las pilas en el Ecuador*



Fuente: (Guzmán Cárdenas, 2018)

En los países precursores de esta tecnología se han decretado leyes de control ambiental que clasifican a las pilas como un residuo peligroso de acuerdo con sus características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, o biológico infeccioso) (Aguilar, 2006).

Mediante los estudios realizados por el INEN a nivel nacional, en entornos urbanos y rurales, incluyendo a las Islas Galápagos, demuestran que las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato y Machala tienen un gran consumo de pilas dentro de los hogares ecuatorianos. Entre los años 2017 y 2018 se ha determinado que el 8% de los hogares del Ecuador utilizan pilas recargables mientras que el 92% no las usa, estos porcentajes dan como significado que la producción de pilas por domicilio es de 14,183,773 unidades de las cuales 10,339,941 son pilas de un solo uso.

En 2017 se reportó que el porcentaje de pilas usadas que fueron llevadas a los centros de tratamiento solo fue de 5.24% mientras que el 94.76% son mal dispuestas por lo que se llevó a clasificar de la siguiente forma: el 83.76% de las pilas son desechadas con el resto de la basura, el 6% son enterradas o vendidas y el 5% restante son guardadas (Guzmán Cárdenas, 2018).

2.14. Gestión de las pilas usadas en la ciudad de cuenca

En la ciudad de Cuenca en el año 2003 la empresa municipal ETAPA-EP crea el programa de recolección de pilas usadas en base a la necesidad de implementar un manejo adecuado para la disposición final de pilas, debido a la peligrosidad que representan, ya que se encuentran dentro del listado nacional de desechos peligrosos bajo el código C.27.04 por ser un componente tóxico y afectar a la calidad del suelo, agua y ecosistemas a más de representar un riesgo para la planta de tratamiento de aguas residuales por los lixiviados provenientes del relleno sanitario que son transportados a esta planta (Guzmán Cárdenas, 2018).

Las pilas recolectadas son seleccionadas de acuerdo con su composición química, tamaño y grado de potencial perjuicio al ambiente, se colocan en recipientes plásticos, se adiciona un químico estabilizante, para pilas con Pb, hidróxido de calcio y sulfuro de sodio, para pilas con Cd con carbonato de sodio, para pilas de Hg con sulfuro de sodio y calcio, para inactivar los elementos tóxicos que contienen los lixiviados que se generan de la descomposición de estas (Etapa, 2022).

En estudios de contaminación por pilas y baterías, al ser desechadas estas se oxidan con el paso del tiempo por la descomposición de sus elementos y de la materia orgánica que las rodea, provocando daños a la carcasa o envoltura, liberándose así al ambiente sus componentes, Contienen metales pesados como mercurio (Hg) (1% y 30% en pilas botón), cadmio (Cd), zinc (Zn), níquel (Ni), plomo (Pb), manganeso (Mn), plata (Ag), litio (Li), cromo (Cr), cobalto (Co) (Guzmán Cárdenas, 2018).

En condiciones de humedad y temperatura en vertederos se generan lixiviados que promueven la corrosión de las pilas en donde se liberan los metales pesados los cuales pueden dificultar los tratamientos biológicos debido al medio ácido del lixiviado se encuentran como iones, además contaminan los suelos cercanos, cuerpos de agua superficiales o subterráneos debido a escorrentía y percolación (López Hernández, 2011).

2.15. Economía circular

La economía circular considera el manejo de los materiales enfocándose en los esfuerzos de prevención, minimización y aprovechamiento de estos como una fuente de opción. Basado en este enfoque, la Administración Integral de Residuos Rígidos (GIRS) debe de redirigir sus esfuerzos para lograr una economía circular evaluando las oportunidades económicas, ecológicas y sociales de la rehabilitación de los elementos desde los residuos producidos. La GIRS aparte de ser considerada como una fuente de empleo y de materia prima además contribuye al avance sostenible del país desde la prevención, minimización y aprovechamiento de residuos (Silva, 2016).

En el Ecuador la GIRS representa una ocasión para contribuir al confort humano y de la naturaleza. La división y manejo correcto de los residuos rígidos inorgánicos reciclables podría crear hasta 40 toneladas por mes de elementos para la producción de materiales elaborados con residuos con propiedades suficientes para tener una segunda vida de uso (Silva, 2016).

Para su utilización, es requisito asistir a distintos modelos regulatorios, financieros y sociales que faciliten utilidades primordiales para desarrollar una satisfacción correcta a la circunstancia nacional que se vive hoy en día. La mayor parte de las tácticas de minimización y prevención fueron de importancia en las partes de Reglas Públicas y Financieras, Producción Sostenible, Consumo Responsable y Conservación del medio ámbito, además hay un potencial para utilizar técnicas de biotecnología para editar residuos ordinarios en materiales con valores agregados además se emplean múltiples mecanismos para administrar los residuos con el propósito de desviarlos del sistema de administración para su disposición final en los rellenos sanitarios o vertederos y de esta forma achicar el encontronazo ambiental y popular injusto hacia las comunidades aledañas a los rellenos sanitarios (Silva, 2016).

2.15.1. Economía circular y el manejo de pilas usadas

La transición de un modelo económico lineal tradicional a una económica circular es impulsada con el objetivo de mejorar la eficiencia de los recursos a través de ideas de reutilización de los residuos originados para transformarlos en nuevos insumos garantizando la eficiencia del uso de los recursos limitados que tiene el ser humano (Ghisellini, 2016).

Las pilas son un claro ejemplo debido a que cuenta con una fuente valiosa de materiales primos basados en sus componentes metálicos, como el níquel, cobalto y plata. Mediante un tratamiento adecuado de estos implementos se prevén riegos hacia el medio ambiente y facilita la reutilización de estos implementos fomentando los principios de la economía circular, uno de los métodos más comunes de reúso es la obtención de su masa negra que contiene elementos químicos de interés en diferentes industrias entre ellas la industria asfáltica (Jaramillo Sierra, 2020).

Para realizar el aprovechamiento de estos residuos como nuevos materiales se realizan procesos de investigación, desarrollo e innovación con el objetivo de obtener nuevos productos basándose en los conceptos de alternativas de uso de residuos y su clasificación expresadas en tres etapas:

- El uso de la masa negra íntegra o bruto
- El uso de los componentes de carbono
- El uso de los óxidos de los componentes metálicos

Posterior a estas operaciones se realizan priorizaciones de costos de operaciones, inversiones requeridas y potenciales de mercado para definir las aplicaciones más atractivas en cuanto a reciclaje de pilas se refiere (Jaramillo Sierra, 2020).

Capítulo III

3. Marco legal aplicable

3.1. Acuerdo ministerial 022 instructivo para la gestión integral de pilas usadas

Según el acuerdo ministerial 022 relacionado con el manejo de pilas usadas tiene como objetivo establecer los requisitos, procedimientos y especificaciones ambientales necesarias para la elaboración, aplicación y control del Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas con el fin de fomentar la reducción y otras formas de valorización de estas con el fin de proteger al medio ambiente.

Art. 2.- **Ámbito de aplicación:** Dentro del ámbito de aplicación se hallan sujetos al cumplimiento y aplicación de las disposiciones de este instructivo dirigido a toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que dentro del territorio nacional participen en la fabricación, importación y ejecución de los planes de gestión integral de las pilas usadas.

Art.5.- Se establece que toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que fabrique o importe pilas debe de presentar su Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas bajo los lineamientos establecidos en el presente Acuerdo. Para que se dé su aprobación debe de cumplir con todo lo descrito en la Legislación Ambiental aplicable, tanto el registro de generación otorgado al importador o fabricante como el plan serán aprobados por la respectiva Autoridad Ambiental Nacional.

Art.6.- El Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas debe asegurar que la gestión integral de las mismas se realice de forma técnica con el menor riesgo posible e impacto ambiental procurando la mayor efectividad económica, social y ambiental dentro del marco de la Política y las regulaciones sobre el tema.

Art.8.- El Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas deberá de contener los procedimientos, actividades y acciones necesarias de carácter técnico, administrativo y económico. El plan debe de describir la cadena de comercialización, los mecanismos de comunicación, recolección, devolución, acopio, transporte, sistemas de eliminación y disposición final, exportación en los casos que aplique para garantizar un manejo ambientalmente seguro de los desechos.

Art.9.- En el Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas podrán ser ejecutadas mediante acuerdos voluntarios o mediante convenios de colaboración suscrito entre los diferentes participantes del Plan de Gestión como gremios, entidades públicas como Gobiernos Autónomos Descentralizados, entre otros.

Art.12.- El Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas deberá describir y presentar los mecanismos respectivos que permitan realizar el control y seguimiento del desempeño ambiental que el fabricante o importador a previsto para evaluar su plan en las diferentes etapas.

Art. 13.- El Plan de Gestión Integral de Pilas Usadas contendrá un programa de capacitación y prevención de riesgos con su respectivo manejo de contingencias conforme las diferentes fases o actividades del plan.

Art. 23.- Se debe prohibirse lo siguiente:

- Almacenar pilas usadas cerca de cuerpos de agua
- Quemar pilas usadas
- Mezclar pilas usadas con la basura domiciliaria
- Enterrar pilas usadas
- Desarmar pilas usadas por personas no autorizadas
- Instalar centros de acopio temporal en establecimientos de educación
- Disponer las pilas usadas en los rellenos sanitarios

Capítulo IV

4. Metodología

Dentro de esta sección se presentan los principales procesos de desarrollo del proyecto, resaltando las metodologías planteadas de acuerdo con las investigaciones realizadas incluyendo los métodos, instrumentos y materiales utilizados.

4.1. Área de estudio

El cantón Cuenca perteneciente a la provincia del Azuay, se ubica en la Región Centro Sur del Ecuador, sus coordenadas son de 2°53'57" S, 79°00'55" O como se describe en la figura 8. El territorio está conformado por 15 parroquias urbanas y 21 parroquias rurales dentro de un área de 375443,11 hectáreas como se ve en la figura 8.

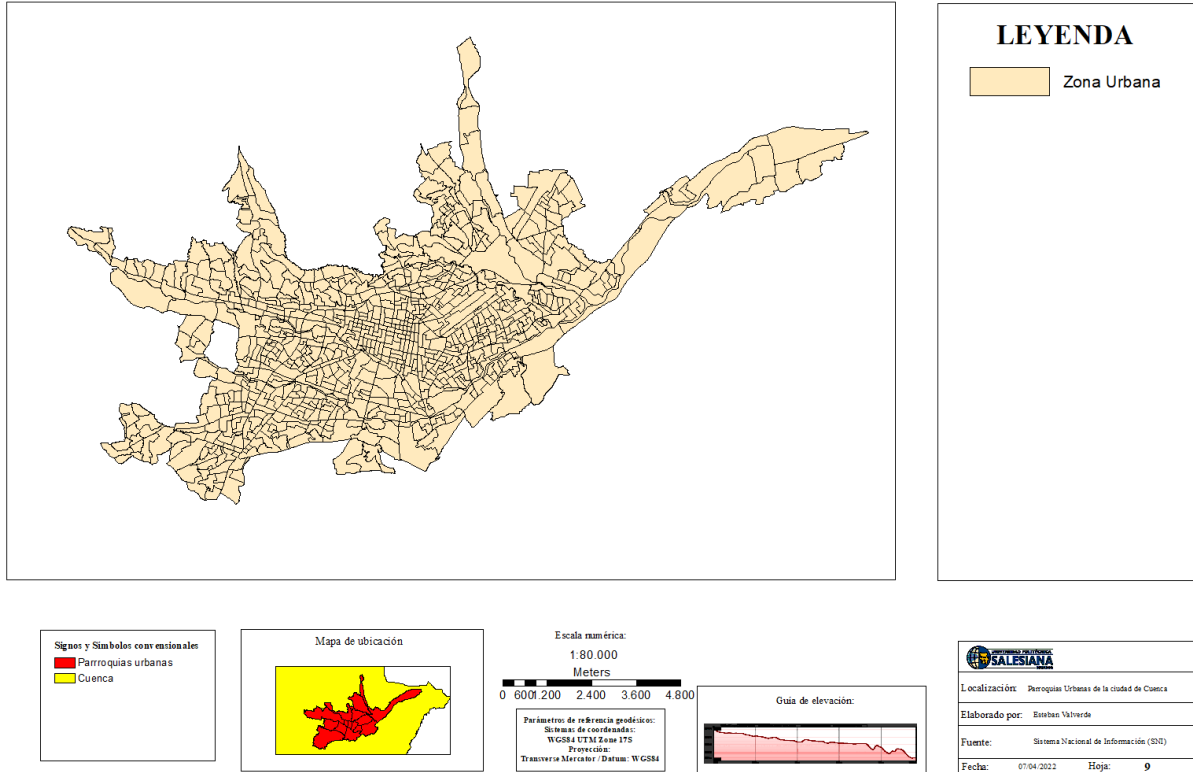
Según los datos obtenidos por parte del INEN en el último censo del año 2010, se detalla que la ciudad de Cuenca cuenta con una densidad poblacional de 3476 habitantes/km².

La extensión urbana de Cuenca tiene una superficie de 7.299.69 hectáreas representando el 1.99% del total del Cantón concentrándose el 70% de la población total, con una cantidad de 331.888 habitantes clasificándose un 47,72% de hombres y un 52.28% de mujeres.

Actualmente el cantón es considerado como un atractivo turístico a nivel nacional e internacional además de proveer un importante núcleo de comercio y cultura para el país, por lo que Cuenca se considera como la tercera ciudad más importante del Ecuador.

Figura 8. Mapa de la Zona Urbana de la ciudad de Cuenca

MAPA DE LAS ZONAS URBANAS DEL CANTÓN CUENCA



Fuente: Autores

4.2.Recolección de datos

4.2.1. Puntos de recolección de las pilas usadas

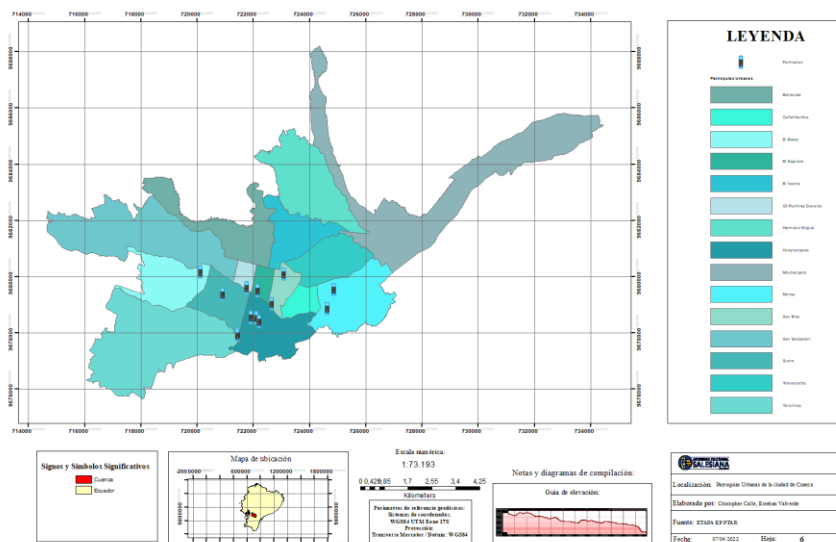
Se han adaptado alrededor de 73 centros de acopio de pilas distribuidos en puntos estratégicos en todo el cantón Cuenca, la ubicación de estos puntos se ha realizado con la colaboración de los propietarios de locales comerciales, representantes de empresas públicas y privadas como se describen en las siguientes tablas y figuras:(Etapa, 2022)

Tabla 8. Puntos de recolección en farmacias y centros hospitalarios

Farmacias y Centros Hospitalarios			
Farmasol Los Nogales	Farmasol Avenida 10 de agosto	Farmasol Avenida de las Américas	Farmasol Santa Teresita
Farmasol Totoracochoa	Farmasol Eucaliptos	Fybeca Remigio Crespo	Clínica Santa Ana
Farmasol Ciudadela Tomebamba	Farmasol Totoracochoa 2	Hospital José Carrasco Arteaga (Seguro del IESS)	Farmasol San Joaquín
Hospital Monte Sinaí	Clínica Latino		

Fuente: (Etapa, 2022)

Figura 10. Mapa de puntos de recolección en farmacias
MAPA DE PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE LAS PILAS USADAS EN FARMACIAS



Fuente: Autores

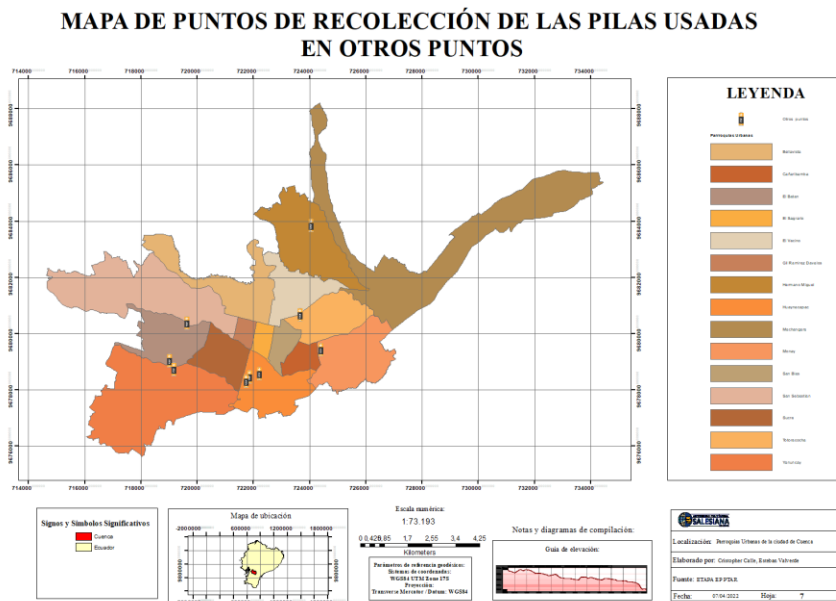
Tabla 9. *Puntos de recolección en estaciones de servicios*

Otros puntos de recolección			
Primax Servi Salazar	Supermaxi El Vergel	Supermercado Patricia	Supermercado GRAN AKI
Supermaxi Miraflores	INEC	Supermaxi de las Américas	Elecaustro
Plastiazuary	Equipagos el Batán	Consejo Provincial Prefectura	Gran Aki Gonzales Suarez
Semplades	PSC Electrónica	Best Cell	Edificio Ritz
Solucel	Consortio Daton Cuencaire	CELEC	Empresa Eléctrica
Supermaxi El Vergel	Supermaxi Don Bosco	Almacenes La Victoria (Monay Shopping)	Continental Tire – Llantera
Almacenes La Victoria (Avenida Solano – Estadio)	Almacenes La Victoria (Mall del Río)	Ferretería Farfán	Almacenes La Victoria (Gran Colombia y Borrero)
Indurama	Consejo Provincial de la Prefectura	Cellstar	Banco del Pichincha (Mall del Río)

Banco Pichincha (Ordoñez Laso)	SRI	Servisalazar	Ferretería Yanuncay
Arcsa	Super Gran AKI (Control Sur)	Edificio River Side	Compañía minera Ruta de Cobre
INEC	Asociación Lavadora El Cisne	Gran AKI (Rafael María Arizaga y Tarqui)	Industria de alimentos Andes
Consortio Daton Cuencaire (Mayancela)			

Fuente: (Etapa, 2022)

Figura 11. Mapa de puntos de recolección de otros lugares



Fuente: Autores

4.3.Encuestas

Para saber el manejo de las pilas, que tiene la ciudadanía dentro de la ciudad de Cuenca, se implementaron una serie de preguntas en forma de encuestas, las cuales se tomaron a personas al azar dentro de los diferentes puntos que se mencionaran más adelante. El diseño de la encuesta se realizó con ayuda de la docente tutora, esta tomó un periodo de tres días ya que se realizaron algunos cambios, esta consta de una serie de 14 preguntas como se puede ver en el anexo II.

4.3.1. Cálculo de población para encuestas .

Para la segunda parte, se tomó en cuenta la cantidad de personas que habitan en la ciudad de Cuenca, en base al último dato oficial encontrado en la base de datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, el cual es un valor de 603,269 personas como se puede observar en la tabla 10.

4.3.1.1.Fórmula para calcular el número de muestra para estudios descriptivos tipo cuantitativo.

Para una población infinita (cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10,000): Cita 4871

$$n = \frac{Z^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

S^2 = varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto)

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

Tabla 10. *Cálculos para la planificación de encuestas en la ciudad de Cuenca*

Parámetros	Cantón Cuenca
N	603,269
S	0,5
Z (95%=1,96; 99%=2,58)	1,96
d (99%=0,01; 95%=0,05)	0,05
S(2)	0,25
Z(2)	3,84
d(2)	2,50E-03
N° de personas a encuestar	384
Encuestas por zona	128

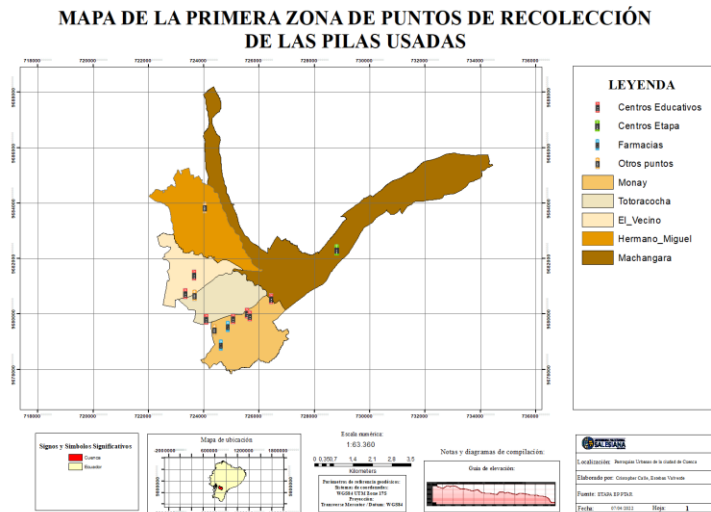
Fuente: Autores

4.4. Planificación de las encuestas

Cumpliendo con el objetivo planteado sobre la disposición final de las pilas usadas se realizaron alrededor de 272 encuestas clasificando a las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca en tres zonas debido a la amplia cantidad de habitantes por sector para lo cual se realizó la georreferencia

de los puntos de disposición de las pilas usadas, mediante las siguientes ilustraciones se expresan la conformación de los sectores planificados para el proceso de encuestado hacia los habitantes.

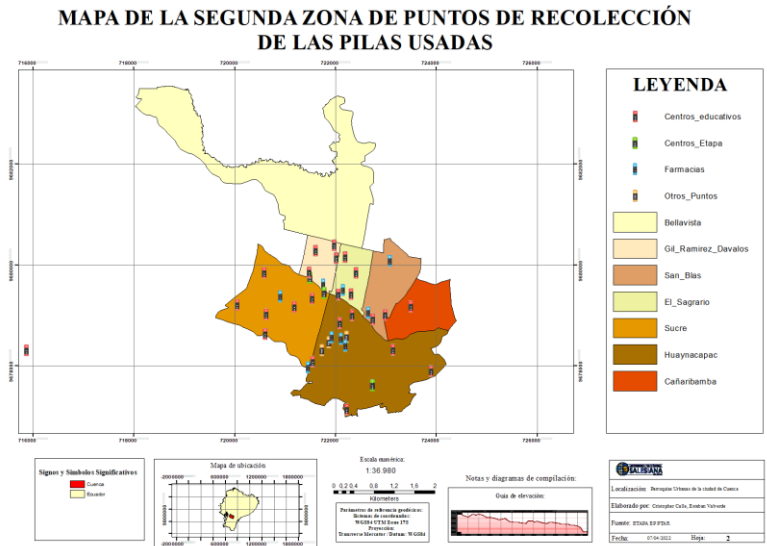
Figura 12. *Mapa de la primera zona de la ciudad de Cuenca*



Fuente: Autores

Como se describe en la figura 12, en la primera zona se encuentran las parroquias urbanas de Monay, Totoracocha, El Vecino, Hermano Miguel y Machángara, cada una de ellas con puntos de acopio de pilas usadas en centros de pagos de servicios de Etapa, farmacias y otros puntos comerciales.

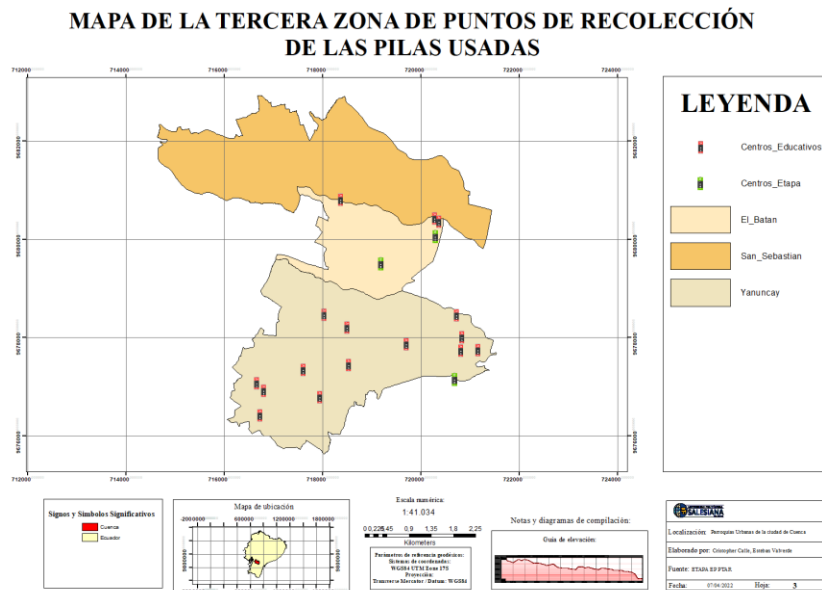
Figura 13. Mapa de la segunda zona de la ciudad de Cuenca



Fuente: Autores

En la figura 13 se representa la segunda zona que está conformada por los sectores de Bellavista, Gil Ramírez Davalos, San Blas, El Sagrario, Sucre, Huaynacpac y Cañaribamba, disponiendo de centros de acopio de pilas usadas en: centros educativos, centros de Etapa, farmacias y otros negocios.

Figura 14. Mapa de la tercera zona de la ciudad de Cuenca



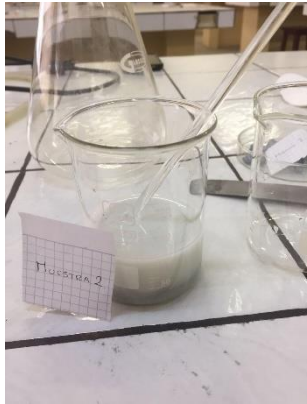
Fuente: Autores

La figura 14 describe la tercera zona que se encuentra conformada por las parroquias urbanas El Batán, San Sebastián y Yanuncay, cada uno de estos territorios cuentan con centros de acopio en: centros educativos y centros Etapa.

Para el análisis de las encuestas se recurrió al uso del software Google Drive obteniendo los siguientes resultados expresados en gráficos de pastel que representan los porcentajes de respuesta según la opción elegida por parte del encuestador.

4.5. Listado de materiales utilizados en la recuperación del Oxido de Zinc y Magnesio

Tabla 11. *Listado de materiales para el proceso de laboratorio*

MATERIALES	CANTIDAD	ILUSTRACION
Vaso de Precipitación	4	

Papel de Laboratorio

b

Papel waltmarth

30



Embudo Buchner

1



PH metro



Varilla de vidrio

2



Espátula

1



Bomba de vacío

1



Matraz Kitasato

1



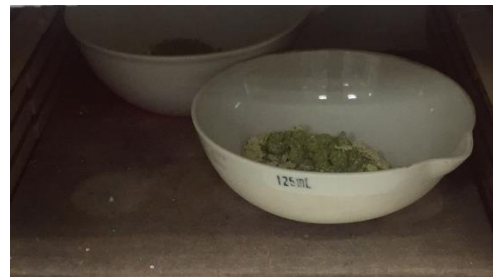
Balanza analítica

1



Crises

4



Purificador de agua

1



Probeta

1



Fuente: Autores

4.6. Procesos de aprovechamiento de las pilas

Como primer paso, se obtuvieron las muestras de los puntos de acopio de pilas usadas distribuidas en todo el cantón Cuenca - Ecuador por la empresa ETAPA EP, como se muestra en la figura 15. Se recolectó de los diferentes puntos de acopio una cantidad considerable de pilas marca ENERGIZER, tipo D, alcalinas expresada en la figura 16, con la finalidad de obtener homogeneidad en las muestras que se llevó al laboratorio.

Figura 15. *Contenedores de recolección de pilas usadas*



Fuente: Autores

Figura 16. *Pilas tipo D en reposo*



Fuente: Autores

Segundo paso, se desmantelaron las pilas manualmente como se observa en las figuras 17, 18, 19 y 20. Esto se hizo con el fin de obtener el óxido de zinc contenido en el ánodo y el material dióxido de manganeso del cátodo.

Figura 17. *Desmantelamiento de las pilas de forma manual*



Fuente: Autores

Figura 18. *Componentes residuales de las pilas*



Fuente: Autores

Figura 19. *Obtención de la masa de carbono de las pilas usadas*



Fuente: Autores

Figura 20. *Obtención de la masa de Oxido de Zinc de las pilas usadas*



Fuente: Autores

Para el proceso anterior, nos ayudamos de varios instrumentos como son: un playo, un cúter, un desarmador plano, unas pinzas de punta cónica y un cortafrío como se observa en la figura 21.

Figura 21. *Herramientas utilizadas en el desarmado de las pilas*



Fuente: Autores

4.7. Procedimiento de laboratorio

Una vez obtenido el ánodo se procedió a separar el óxido de cinc del hidróxido de potasio. Para esto se separó seis muestras de 57,5 gr.

En tres vaso de precipitación se colocaron 250 mL de agua destilada y 57,5 gr del ánodo de las primeras muestras que corresponde al procedimiento con agua destilada, en otros tres vasos se colocó los 57,5 gr de la segunda muestra con 250 mL de agua milli Q . El hidróxido de potasio al ser soluble forma una sola fase con el agua. Por otro lado, el óxido de zinc al ser insoluble forma una fase sólida. Para separar estas distintas fases y por lo tanto los compuestos, se filtró la solución con papel Whatman N40, con ayuda de la bomba de vacío como se observa en las figuras 22 y 23 respectivamente.

Figura 22. *Método de filtración de las muestras obtenidas*



Fuentes: Autores

Figura 23. *Preparación de la muestra para el proceso de filtración*

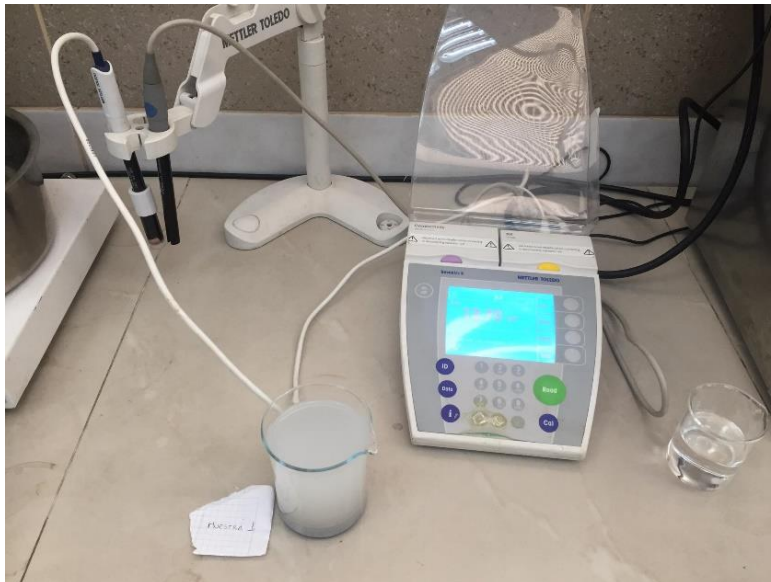


Fuentes: Autores

Hay que recalcar que este procedimiento se repitió, hasta que el agua de la muestra se encuentre en un pH entre 6 y 7.

Para poder saber esta información se utilizó el equipo de laboratorio pH metro como se observa en la figura 24.

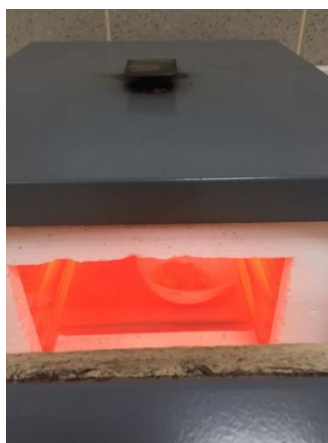
Figura 24. *Proceso de medición del pH*



Fuente: Autores

Una vez obtenido el óxido de cinc en el papel filtro, se procedió a calcinarlo a 850°C durante 6 horas como se ven las figuras 25 y 26.

Figura 25. *Proceso de calcinación de las muestras*



Fuente: Autores

Figura 26. Temperatura de calcinación para las muestras



Fuente: Autores

Por otro lado, se purificó el cátodo compuesto por óxido de manganeso. Para eliminar impurezas se oxidaron los posibles contaminantes con agua oxigenada al 30% como se puede observar en la figura 27.

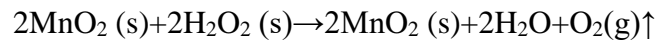
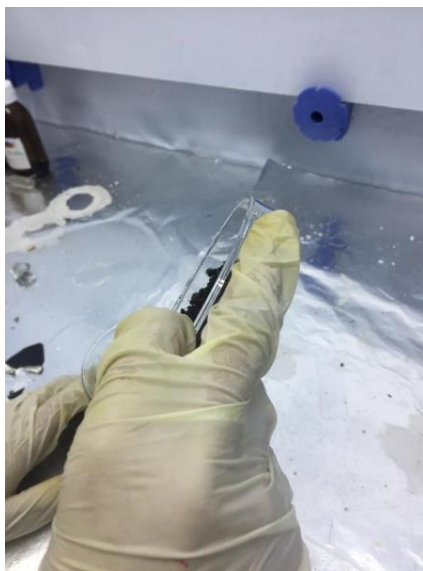


Figura 27. Preparación de muestras de carbono



Fuente: Autores

Figura 28. *Purificación de las muestras de carbono*



Fuente: Autores

Finalmente, se eliminó el exceso de agua en una mufla a 500 °C por 6 horas.

Figura 29. *Secado de las muestras de carbono*



Fuente: Autores

Capítulo V

5. Resultados

5.1.Registro de las cantidades de pilas usadas, depositadas en los centros de acopio en el cantón Cuenca Ecuador.

En la tabla 12 se muestra las cantidades de los diferentes tipos de pilas, en los puntos de recolección donde se realizó el conteo por pila.

Tabla 12. Cantidad de pilas en cada punto de recolección

Registro de las cantidades de pilas usadas, depositadas en los centros de acopio en el cantón Cuenca Ecuador.					
Punto de acopio	Alcalinas	Zinc - Carbon	Mercurio - Cadmio	Litio	Níquel - Cadmio
Equipagos (El Batán)	173	96	10	2	7
Etapa (Mall del Río)	241	107	8	6	-
Etapa (Benigno Malo)	348	172	4	19	5
INEN (Ex Crea)	371	111	-	12	3
Bazar La Victoria (Estadio)	206	16	14	3	-
Farmasol (Los Nogales)	76	21	3	3	-
Indurama	707	188	14	23	31
Etapa (Tarqui)	727	390	14	17	1
Gran AKI (Carlos Crespi)	428	260	-	17	6
ELECAUSTRO	79	18	6	4	5
Supermaxi (Av. De las Américas)	265	134	10	12	7
Servisalazar	102	87	4	-	3
Almacenes La Victoria (Mall del Río)	268	30	2	7	15
Banco del Pichincha (Mall del Río)	235	90	10	8	3
Super Gran AKI (Control Sur)	364	136	5	22	16
SRI	427	231	15	25	6
Fybeca (Remigio Crespo)	92	36	12	3	-
Banco del Pichincha (Av. Solano)	296	113	22	10	30
Farmasol (San Joaquín)	50	10	2	7	0
Supermaxi (Miraflores)	362	234	4	12	8
Consejo Provincial de la Prefectura	245	115	6	3	9

Farmasol (Santa Teresita)	9	0	0	0	0
PLASTIAZUAY	274	160	6	6	7
Best Cell	32	12	0	2	4
PCS Electronica	37	32	5	3	-
Consorcio Danton CUENCAIRE	32	17	3	4	-
Farmasol (Totoracocha)	42	23	10	8	7
CELEC	542	243	23	12	4
Farmasol (Eucaliptos)	28	12	0	0	0
Almacenes La Victoria	74	22	23	12	4
Almacenes La Victoria (Gran Colombia)	132	67	4	2	4
Etapa (Planta de Tixan)	210	56	7	12	8
Farmasol (Av. 10 de agosto)	32	21	12	11	2
ARCSA	32	21	12	11	2
Hospital José Arteaga (Seguro)	120	56	14	13	-
Gran AKI (Monay)	498	380	4	24	9
Farmasol (San Joaquín)	50	10	2	7	-
EMAC Biocentro	327	187	6	11	7
Etapa EP Parque Industrial	123	67	7	12	4
Nissan AV España	327	187	6	11	7
Hospital Monte Sinaí	167	89	6	2	0
TOTAL	9150	4257	315	378	224

Fuente: Autores

En la tabla 13 se describe la cantidad de pilas clasificadas por compuestos químicos utilizadas por los ciudadanos del cantón Cuenca.

Tabla 13. Cantidad total de pilas consumidas en el cantón Cuenca – Ecuador

PILAS TOTALES CANTÓN CUENCA - ECUADOR				
Alcalinas	Zinc - Carbón	Mercurio - Cadmio	Litio	Níquel - Cadmio
9150	4257	315	378	224

Fuente: Autores

Como se observa en la tabla 14, las pilas alcalinas son las más utilizadas por la población cuencana, por lo que coincide con lo afirmado por otros autores de que estas tienen una mayor demanda ante las otras.

5.2. Resultados de las encuestas

Tabla 14. *Resultados de la cantidad de personas por hogar*

Personas viven				
1 a 3	23	70	32	125
4 a 6	38	53	33	124
mayor a 7	11	3	9	23

Fuente: Autores

Como se observa en la tabla 15, la mayoría de las familias de los encuestados, van de entre una a tres personas, ya sean por solteras o son personas adultas que viven con sus parejas sin hijos.

Tabla 15. *Resultados sobre el rango de edad de los ciudadanos*

Edad				
0 a 10	1	3	0	4
20 a 30	17	21	5	43
30 a 40	33	30	28	91
más de 40	21	72	41	134

Fuente: Autores

Al realizar las encuestas se pudo observar que la mayoría de los ciudadanos de las tres diferentes zonas, tienen una edad mayor a los 40 años.

Tabla 16. *Resultados sobre la cantidad de pilas usadas por domicilio*

Pilas usadas				
0 a 5	24	67	56	147
5 a 10	37	51	9	97
10 a 15	9	8	6	23
más de 15	2	0	3	5

Fuente: Autores

La cantidad de pilas que utilizan los encuestados varia, pero el promedio que más destacan en su consumo es de cero a cinco pilas, ya que nos mencionaban que solo utilizan para controles de televisión.

Tabla 17. *Resultados sobre el tiempo de cambio de las pilas*

Tiempo de cambio de pilas				
mes	12	58	32	102
semestre	33	47	22	102
año	22	18	15	55
más de un año	5	3	5	13

Fuente: Autores

En este punto se puede observar la coincidencia de dos valores basados en los periodos de cambio de las pilas, dando la prioridad que los ciudadanos las reemplazan en uno o seis meses.

Tabla 18. *Resultados sobre el tipo de pila utilizada comúnmente*

¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?				
AA	23	42	28	93
AAA	49	69	34	152
C	0	0	0	0
D	0	15	12	27

Fuente: Autores

El tipo de pila que más utiliza por la ciudadanía es el modelo AAA debido a que estas son las mas requeridas por los diseños actuales de los controles de televisión y otros dispositivos remotos.

Tabla 19. *Resultados sobre el tipo de aparatos electrónicos donde se utilizan las pilas*

¿En qué tipo de aparatos electrónicos utiliza comúnmente las pilas?				
Controles	60	95	51	206
Juguetes	10	6	3	19

Reloj de pared	1	0	1	2
Otros	1	25	19	45

Fuente: Autores.

En la tabla 20 se afirma que el uso más común de las pilas es en los controles de televisor.

Tabla 20. *Resultados sobre las marcas de pilas más utilizadas en la ciudad de Cuenca*

¿Qué marca de pila utiliza?				
Everady	8	41	19	68
Energizer	40	59	37	136
Sony	14	18	7	39
Duracell	10	0	3	13
Maxcell	0	2	3	5
Otros	0	6	5	11

Fuente: Autores

Al realizar esta pregunta, la mayoría de los ciudadanos respondieron que la marca Energizer es la más utilizada debido a que estas se encuentran a disposición en diferentes tiendas, supermercados, etc.

Tabla 21. *Resultados sobre porque eligen las pilas al momento de realizar su compra*

¿Por qué su elección?				
Costo	10	24	4	38
Propaganda	7	0	1	8
Duración	18	42	34	94
Costumbre	29	35	19	83
Especificaciones técnicas	6	4	4	14
Irrelevante	2	21	12	35

Fuente: Autores

Al preguntar por qué elegían de esta marca de pilas, nos supieron expresar que estas presentaban una mayor duración durante la utilización de sus aparatos electronicos.

Tabla 22. *Resultados sobre el conocimiento de las personas sobre el daño que causan las pilas*

¿Conoce si las pilas causan daño?				
Si	68	114	64	246
No	4	12	10	26

Fuente: Autores

En esta pregunta la mayoría de la población nos mencionó que tienen conocimiento sobre el daño que pueden causar las pilas, mientras que un bajo porcentaje personas de la tercera edad tenían desconocimiento sobre dichos efectos.

Tabla 23. *Resultados sobre los daños que pueden causar las pilas en el ambiente y en la salud*

¿A qué áreas consideraría usted que causa daño?				
Ambiente	3	17	12	32
Salud	0	0	2	2
Ambos	65	99	50	214
Sin respuesta	4	10	10	24

Fuente: Autores

En esta pregunta la mayoría de las personas daban su opinión sobre los daños que pueden causar las pilas dentro de los campos de la salud y al ambiente, pero un bajo porcentaje de ciudadanos no conocían sobre dicha teoría, por lo que se mantenían sin responder.

Tabla 24. *Resultados sobre la disposición final de las pilas realizada por los ciudadanos*

¿Usualmente usted que hace con las pilas usadas?				
Las tiras a la basura	26	56	24	106
Las lleva al punto de recolección	23	36	28	87
Las quemas	0	1	0	1
Las guardas	23	33	22	78
Las entierra	0	0	0	0

Fuente: Autores

En esta pregunta podemos observar un valor preocupante ya que la mayoría de los ciudadanos opta por arrojar las pilas a los desechos comunes debido a la falta de conocimiento sobre la ubicación de los puntos de recolección de las pilas, lo que causa un mal manejo del residuo.

Tabla 25. *Resultados sobre el conocimiento de los ciudadanos a cerca del programa de pilas de Etapa EP*

¿Conoce sobre el programa de pilas usadas que la Empresa Etapa EP realiza?					
Si	31	39	31	30	131
No	41	87	43	42	213

Fuente: Autores

En esta pregunta la mayoría de los ciudadanos no tenían conocimiento del programa que realizaba la empresa ETAPA EP, por lo que se deshacían de las pilas junto con los desechos comunes.

Tabla 26. *Resultados sobre el conocimiento de los ciudadanos sobre los puntos de disposición de las pilas*

¿Conoce los puntos de disposición presentes en la ciudad para pilas usadas?				
Si	30	38	58	126
No	42	36	68	146

Fuente: Autores

Como dato final para confirmar esta hipótesis, la mayoría de las personas no tenían conocimiento sobre los puntos de recolección de pilas usadas dispuestos por la empresa ETAPA EP.

5.3.Resultados de las muestras

5.3.1. Zinc

En la tabla 27, se observa la cantidad de muestra del ánodo de óxido de zinc inicial y el final que obtuvo una vez echo el procedimiento de filtrado al vacío, con agua destilada.

Tabla 27. *Porcentaje de rendimiento del Oxido de Zinc tratado con agua destilada*

Agua Destilada				
# Muestra	Peso inicial	Peso final	Porcentaje obtenido	Porcentaje promedio %
			%	
1	58	31,25	53,88	
2	58	37,73	65,05	60,53
3	58	36,34	62,66	

Fuente: Autores

Como se observa los pesos de las tres muestras van desde los treinta y uno coma veinte y cinco gramos a los treinta y seis coma treinta y cuatro gramos, con un porcentaje promedio de sesenta coma cincuenta y tres por ciento.

En la tabla 28, se observa la cantidad de muestra del ánodo de óxido de zinc inicial y el final que obtuvo una vez echo el procedimiento de filtrado al vacío, con agua Mili Q.

Tabla 28. *Porcentaje de rendimiento del Oxido de Zinc tratado con agua Mili Q*

Agua Mili Q				
# Muestra	Peso inicial	Peso final	Porcentaje obtenido	Porcentaje promedio %
1	58	40,98	70,66	
2	58	42,5	73,28	73,95
3	58	45,2	77,93	

Fuente: Autores

Como se observa los pesos de las tres muestras van desde los cuarenta comas noventa y ocho gramos a los cuarenta y cinco comas dos gramos, con un porcentaje promedio de setenta y tres comas noventa y cinco por ciento.

5.3.2. Dióxido de manganeso.

En la tabla 29, se observa la cantidad de muestra del cátodo de carbón inicial y el final que obtuvo una vez limpiado las impurezas con agua destilada al treinta por ciento.

Tabla 29. *Porcentaje de rendimiento del Dióxido de manganeso tratado con agua destilada al 30%*

Dióxido de manganeso tratado con agua oxigenada al 30%				
#	Peso inicial	Peso final	Porcentaje	Porcentaje
Muestra			obtenido	promedio %
1	146	109,23	74,82	
2	146	114,65	78,53	77,00
3	146	113,4	77,67	

Fuente: Autores

Como se observa los pesos de las tres muestras van desde los ciento nueve comas veinte y tres gramos a los ciento catorce comas sesenta y cinco gramos, con un porcentaje promedio de setenta y siete por ciento.

5.3.3. Socialización con la Empresa ETAPA - EP

En el anexo VI se muestra la constancia de la socialización con la empresa ETAPA – EP.

6. Conclusiones

Al realizar la caracterización de las pilas en los puntos de acopio, los cuales son propiedad de la empresa ETAPA EP, se pudo afirmar que las pilas más usadas en el cantón son las alcalinas, para lo cual se optó utilizar estas para la realización del trabajo de aprovechamiento, hay que mencionar que los puntos proporcionados por la empresa ETAPA EP, incluían establecimientos que no contaban con un recolector de pilas, por lo cual la lista se redujo significativamente.

La mayoría de los puntos que se descartaron fueron los establecimiento educativos, ya que como nos supo mencionar el Ingeniero a cargo de estos residuos, estos lugares contaban en la lista por un proyecto temporal de educación ambiental.

Con respecto a la disposición de las pilas usadas en el cantón Cuenca – Ecuador, se puede destacar que la mayoría de las personas no llevan un buen manejo de este residuo doméstico, ya que la mayoría optan por desechar la pilas junto con la basura común, ignorando realizar su disposición en los puntos de recolección presentes.

Mediante el resultado de las encuestas se establece que existe la falta de información y capacitación sobre el manejo de las pilas usadas, varios ciudadanos comentaban sobre el conocimiento del proceso de disposición final de estos desechos que lleva a cabo la empresa ETAPA EP, pero no conocían los puntos de recolección.

Además, se realizó una pregunta específica sobre los efectos que pueden ocasionar las pilas en descomposición hacia el ambiente y la salud, la mayoría de las respuestas fueron que el daño se enfoca hacia ambos medios, pero al momento de preguntar qué tipo de afecciones pueden generar no supieron que responder frente a esa duda, por lo que se impartieron algunas explicaciones sobre las afecciones que pueden causar un mal manejo de estos elementos.

A través de la pregunta referida a la aplicación de estas fuentes energéticas, los ciudadanos en mayor parte tienden a utilizarlas para los controles, además del tiempo de periodicidad con la que realizan sus reemplazos. En base a la información se determinó que la cantidad de pilas tiende a

variar según el número de dispositivos electrónicos de cada hogar y como última observación, elegían una marca en específico basado en las opciones de precio y costumbre.

Los daños que se pudieron observar y experimentar con el uso de las pilas fueron, la contaminación del agua y del aire por la descomposición de sus elementos nocivos, así como también la corrosión de la piel aumentando la sensibilidad hacia los riesgos y agentes dañinos presentes en el ambiente.

Dentro del componente de laboratorio, se extrajo el compuesto óxido de zinc ubicados en la parte del ánodo, por medio del proceso de filtración, con ayuda de agua destilada y agua milli Q, donde la primeras muestras con agua destilada tuvieron un porcentaje de 60,53 % con respecto a su tamaño inicial, mientras que las muestras con agua milli Q obtuvieron un porcentaje de 73,95% con respecto a su tamaño inicial, hay que mencionar que estos datos se obtuvieron al estabilizar el pH de todas las muestras entre valores de 7 a 8 .

Con lo antes mencionado se puede decir que el proceso con agua Milli Q es mucho más eficiente a comparación con la del agua destilada.

Según la consulta realizada a los ingenieros laboratoristas pertenecientes al área de ciencias de la vida, cada uno de los equipos de purificación del agua, cuestan alrededor de doce mil dólares aproximadamente por lo que este factor no es considerado dentro de la evaluación de procesos de tratamiento de las muestras, por ende, el agua mili Q es la más apropiada para este.

Con respecto al cátodo se realizó la limpieza de las impurezas, con agua oxigenada al 30% para lo cual se obtuvo un porcentaje de 77 % con respecto a la muestra inicial, como se menciona en la teoría esta se puede utilizar como materia prima para otros procesos como catalizador de pinturas, barnices , decolorantes en la fabricación de vidrios.

Por parte de la carcasa de aluminio se propone realizar la operación de fundición reutilizándola como materia prima.

Mientras los componentes extraídos de las pilas pueden aportar como materia prima en varios procesos industriales.

7. Recomendaciones.

Realizar una campaña de concientización por parte de la universidad en conjunto con la empresa ETAPA – EP, ya que existe una gran falta de conocimiento en la gestión de las pilas en el cantón Cuenca – Ecuador.

Se recomienda actualizar los punto de acopio de pilas ya que la mayoría de estos no se encuentran activos en de la ciudad Cuenca – Ecuador.

Realizar estudios para la aplicación de las muestras obtenidas como fertilizantes de plantas

Fomentar los procesos de estudio para el tratamiento de otro tipo de pilas y baterías

8. Bibliografía

- André, F. (2004). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*.
- Beltrán, J., & Salas, F. (2016). *ANÁLISIS DE IMPACTO NORMATIVO PARA PILAS TIPO ZINC CARBÓN Y ALCALINAS-AIN INFORME [2] CONTENIDO*.
- Bódalo Santoyo, A. G. E. F. M. M. (2002). *Química en murcia 2002: 50 ANIVERSARIO DE LOS COLEGIOS DE QUIMICOS EN ESPAÑA. 1*, 222.
- Camacho Aguilar, K. I. (2006). Importancia del Tratamiento de las Pilas Descartadas. In *Conciencia Tecnológica No* (Vol. 32).
- Camacho Aguilar, M., & Iveth, K. (2006). *Redalyc.Importancia del Tratamiento de las Pilas Descartadas*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94403218>
- Castells, X. (2000). *Reciclaje de Residuos Industriales. 1*. https://books.google.com.ec/books?id=oA7ndthNMYQC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Castro Díaz, J., & Díaz Arias, M. L. (2004). *La contaminación por pilas y baterías en México*.
- Celis Gonzáles, P. A., & Rivera Henríquez, F. E. (2019). *MODELO DE NEGOCIO BASADO EN UN PROCESO DE RECUPERACION. 1*, 14–15.
- de la Vega, M. B. (2020). *Informe "Ciclo de vida de las pilas ". 1*.
- Delgado, M. G. (1995). *EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS: DEFINICIONES, TIPOLOGÍAS, GESTIÓN Y TRATAMIENTO*^ (Issue 5).
- Díaz Arias, L. M. (2004). *Redalyc.La contaminación por pilas y baterías en México*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907205>
- Duracell. (2017). *How do we do it? Duracell batteries*. <https://www.youtube.com/watch?v=9LhXgX2kOHE>
- Energyzer. (2022). *What is inside a battery?* <https://www.energizer.com/about-batteries/what-is-in-a-battery>
- Etapa. (2010). *Anexo No. 2 Reporte de Sistematización*. www.etapa.net.ec
- Etapa. (2022). *Gestión de Pilas de la Empresa ETAPA - EP. 1*. <https://www.etapa.net.ec/informacion/gestion-ambiental/gestion-de-desechos-y-calidad-ambiental/programa-de-recoleccion-y-disposicion-de-pilas>

- Ghisellini, P. (2016). *Una revisión de la economía circular: la transición esperada hacia una interacción equilibrada de los sistemas ambientales y económicos. 1*, 11–32.
- Gómez Gómez, M., Autores, O., Dolores, M., & Almagro, M. (2011). *COMUNICACIÓN TÉCNICA Posibilidades de tratamiento de residuos de pilas y baterías*. www.conama10.es
- Greenpeace. (2018, March 8). *Agency for toxic substances and disease registry*. <http://www.greenpeace.org/raw/content/mexico/press/reports/pilas-y-bater-as.pdf>.
- Guevara Huilcarema, D. N. (2019). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ*.
- Guzmán Cárdenas, S. V. (2018). *Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Magister en*.
- Jaramillo Sierra, A. F. (2020). *Gestión tecnológica aprovechamiento residuos*.
- Lara Aguilar, A. M. (2018). *REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. www.udg.edu.ec
- Llanos, G. (2012). *Pilas: Definición y Funcionamiento*. <https://sites.google.com/site/disposicionfinaldepilas/home/pilasdefinicionyfuncionamiento>
- López Hernández, E. (2011). *Gestión sustentable de pilas e intervenciones educativas para mitigar sus efectos en la salud humana y el ambiente. 1*.
- López, O., & Rocío, C. del. (2009). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL ESTUDIO DE SOLIDIFICACIÓN DE PILAS Y BATERÍAS DE USO DOMÉSTICO MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACROENCAPSULACIÓN PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL*.
- Maquera Llica, F. (2020). *Caracterización de las pilas alcalinas. 1*, 20–30.
- Mariana Castillo. (2007). *Estudio de la Pila Seca. 1*. <https://www.monografias.com/trabajos92/estudio-pila-seca/estudio-pila-seca>
- Martínez, A. N., & Porcelli, A. M. (2016). Un difícil camino en pos del consumo sustentable: el dilema entre la obsolescencia programada, la tecnología y el ambiente. *LEX*, 14(18). <https://doi.org/10.21503/lex.v14i18.1248>
- Martinez Solano, L. (2012). *PROPUESTA PARA LA MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS*.
- Mas Ferre. (2022). *Mas Ferre. 1*, 1–10. <https://www.masferreterias.com.mx/catalogo?b=pilas>

- Ministerio de Comercio, & Industria y Turismo. (2020). *MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MinCIT. 1.*
- Oro, C. M., Cruz, S., Oro, C. N., Santa, P., Newmont, C., Cerro, G., Oro, V., Oro, D. N., San, G. O., Mineros, J., Oro, S. A. V., San, P., Gold, J. B., Gold, S., Plata, M. E., Silver, P., Mina, C., Plata, M., Gold, P., ... Plc, G. (2020). *Minería Metalífera (Mapa 1) OPERACIÓN MINERA PRODUCTO PRINCIPAL PROVINCIA CONTROLANTE Ajedrez Oro Jujuy Espiritu de Los Andes S.A Litio y Potasio (Mapa 2).*
- Ortiz López, C. D. R. (2009). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL ESTUDIO DE SOLIDIFICACIÓN DE PILAS Y BATERÍAS DE USO DOMÉSTICO MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACROENCAPSULACIÓN PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL.*
- Patton, J. A. (2007). *Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la Ciudad de Cochabamba. 1.*
- Pulido Ospina, G. P., & Trujillo, M. A. (2012). *GESTIÓN DE DESECHOS ORGÁNICOS COMO UNA HERRAMIENTA DE DESARROLLO.* www.inti.gob.ar/compostajedomiciliario/
- Quincho Damián, Y. J. (2018). *PERCEPCIÓN DE LAS MADRES SOBRE RIESGOS AMBIENTALES PARA LA SALUD RELACIONADOS CON EL INADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS-TÚCUME, PERÚ, 2017. TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE: LICENCIADO EN ENFERMERÍA UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE MEDICINA ESCUELA DE ENFERMERÍA.*
- Rolty. (2022). *TODO LO QUE DEBES SABER SOBRE LAS BATERÍAS DE COCHES.* <https://www.rolty.es/guia-completa-sobre-las-baterias-de-coches>
- Sáez, A. (2014). *Redalyc.Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe.* <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73737091009>
- Sánchez-Muñoz, M. del P., Cruz-Cerón, J. G., & Maldonado-Espinel, P. C. (2020). Urban solid waste management in Latin America: An analysis from the perspective of waste generation. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321–336. <https://doi.org/10.14718/REVFINANZPOLITECON.2019.11.2.6>
- Sebá, X., Belkys, Z., & Barrera, G. (2007). *PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DERIVADA DE LA DISPOSICION FINAL DE LAS PILAS USADAS EN COLOMBIA.*
- Solórzano, G. (2001). *Preparado por el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental CENICA-MEXICO Reporte final.*

Zambrano Álvarez, M. G. (2015). *DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO Y GESTIÓN DE PILAS DESECHABLES EN LA PARROQUIA ESMERALDAS COMO BASE DE UNA PROPUESTA PARA SU MANEJO. 1*, 3–10.

1. ANEXOS

1.1. Anexo I Oficios dirigidos a la empresa ETAPA EP

Anexo 1. Oficio dirigido al gerente de la central Uncubamba de la empresa ETAPA - EP



CUENCA, 4 de julio de 2022

MASTER
RUBÉN BENÍTEZ ARIAS
GERENTE GENERAL DE ETAPA - EP
Ciudad

De mi consideración:

Yo, ESTEBAN XAVIER VALVERDE GALAN, con documento de identificación No. 0105125173, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, se dirige a usted de la manera más atenta y respetuosa para solicitar que me permita ingresar a los puntos de acopio de pilas con el fin de realizar el pesaje de cada uno de estos y la recolección del tipo de pila "D". Todo esto para la realizar mi trabajo de titulación

Sin más por el momento y esperando una respuesta favorable a mi petición quedo de usted

Atentamente

Esteban Xavier
Valverde Galán

Teléfono: 0990403402



Correo Electrónico: evalverdeg@est.ups.edu.ec

esteban-xavier1@outlook.com

1 / 1

Fuente: Autores


Anexo 2. Oficio aprobado por la empresa ETAPA – EP



CUENCA, 4 de julio de 2022

MASTER
RUBÉN BENÍTEZ ARIAS
GERENTE GENERAL DE ETAPA - EP
Ciudad


ETAPA EP
Recepción Documento
GERENCIA GENERAL

05 . VII . 2022 Fecha: Hora: 9.01
Nº: 2022-8044
Extensión: 2552-2022-00A
Firma: 

De mi consideración:

Yo, ESTEBAN XAVIER VALVERDE GALAN, con documento de identificación No. 0105125173, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, se dirige a usted de la manera más atenta y respetuosa para solicitar que me permita ingresar a los puntos de acopio de pilas con el fin de realizar el pesaje de cada uno de estos y la recolección del tipo de pila "D". Todo esto para la realizar mi trabajo de titulación

Sin más por el momento y esperando una respuesta favorable a mi petición quedo de usted

Atentamente

Esteban Xavier Valverde Galán

Teléfono: 0990403402
Correo Electrónico: evalverdeg@est.ups.edu.ec
esteban-xavier1@outlook.com

1 / 1

Fuente: Autores

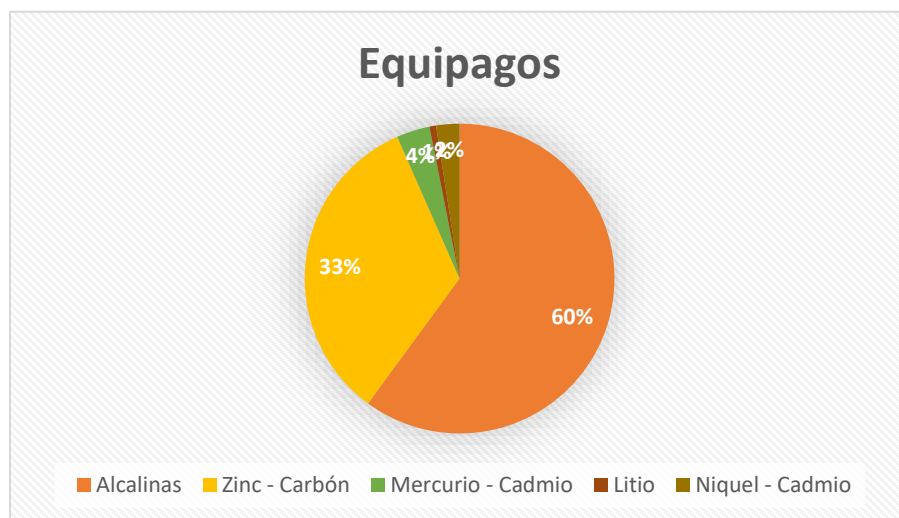
1.2. Datos de recolección en los puntos de acopio

Anexo 3. Cantidad de pilas del punto de recolección Equipagos

Equipagos (El Batán)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
173	96	10	2	7
Total : 288 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 4. Porcentajes de pilas recolectadas en el punto Equipagos



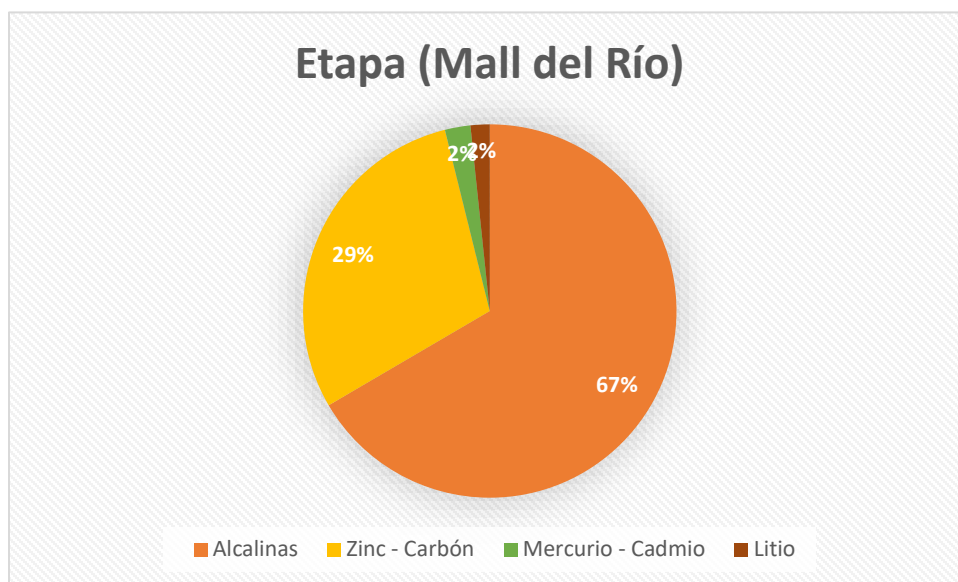
Fuente: Autores

Anexo 5. Cantidad de pilas del punto de recolección Etapa Mall del Río

Etapa (Mall del Río)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
241	107	8	6	-
Total : 362 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 6. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Etapa (Mall del Río)



Fuente: Autores

Anexo 7. Cantidad de pilas del punto de recolección Etapa (Benigno Malo)

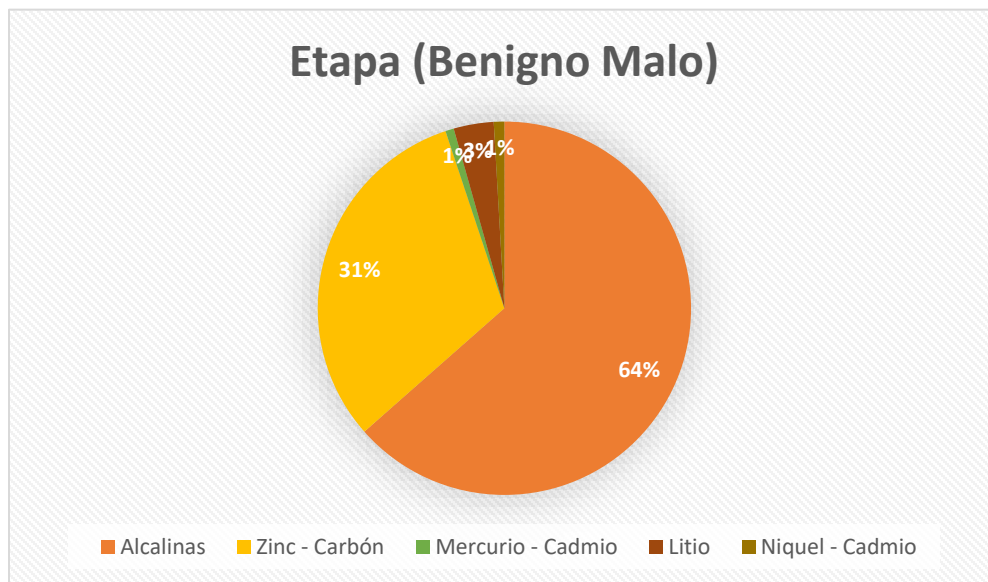
Etapa (Benigno Malo)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
348	172	4	19	5

Total : 548 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 8. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Etapa (Benigno Malo)



Fuente: Autores

Anexo 9. Cantidad de pilas del punto de recolección INEN (Ex Crea)

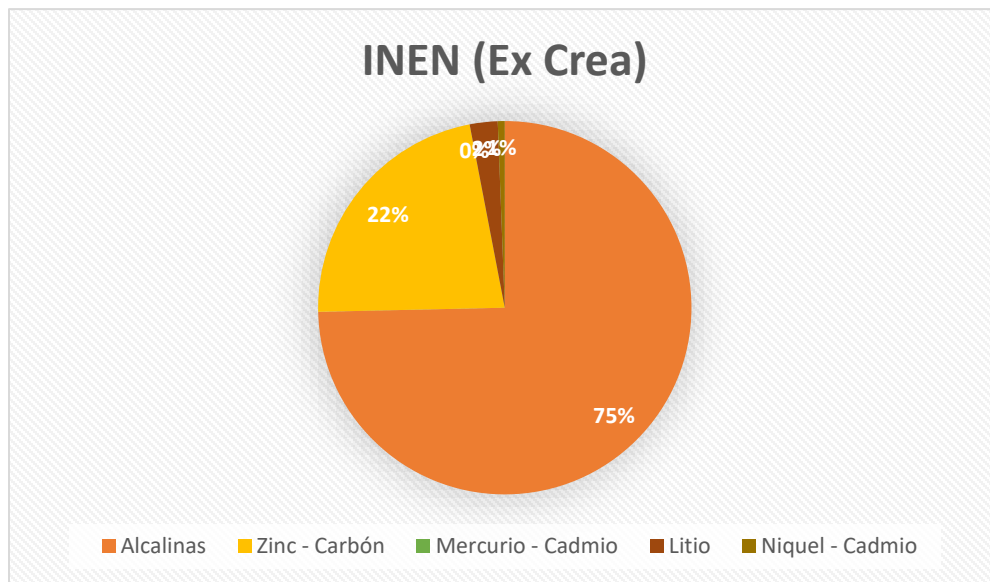
INEN (Ex Crea)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
371	111	-	12	3

Total : 494 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 10. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto INEN (Ex Crea)



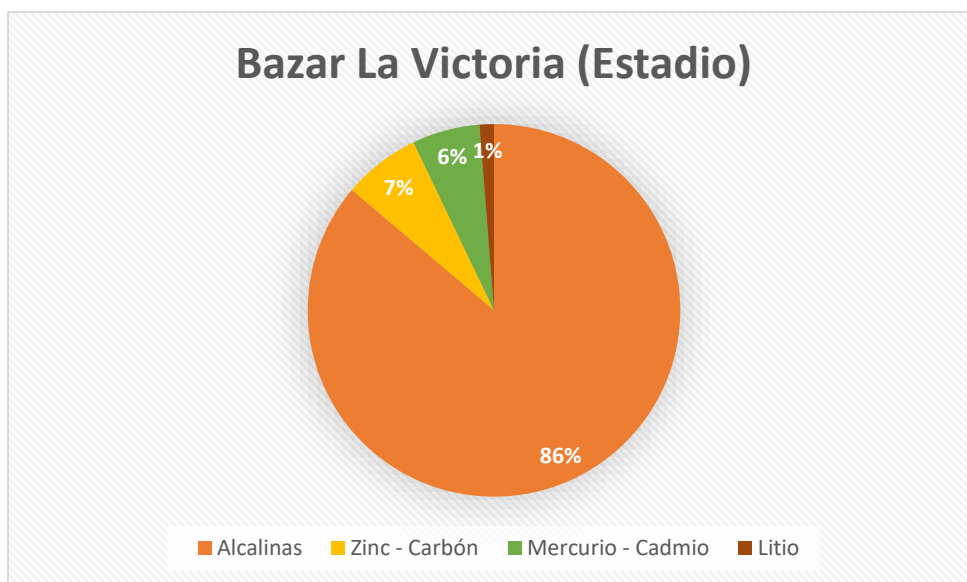
Fuente: Autores

Anexo 11. Cantidad de pilas del punto de recolección Bazar La Victoria (Estadio)

Bazar La Victoria (Estadio)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
206	16	14	3	-
Total: 239 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 12. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Bazar La Victoria (Estadio)



Fuente: Autores

Anexo 13. Cantidad de pilas del punto de recolección Farmasol (Los Nogales)

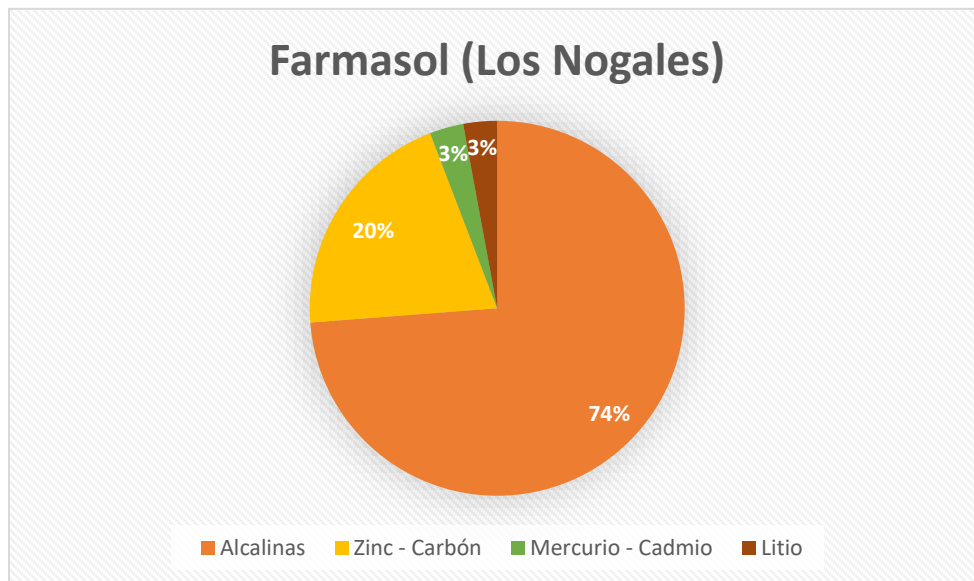
Farmasol (Los Nogales)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
76	21	3	3	-

Total : 103 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 14. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Los Nogales)



Fuente: Autores

Anexo 15. Cantidad de pilas del punto Indurama

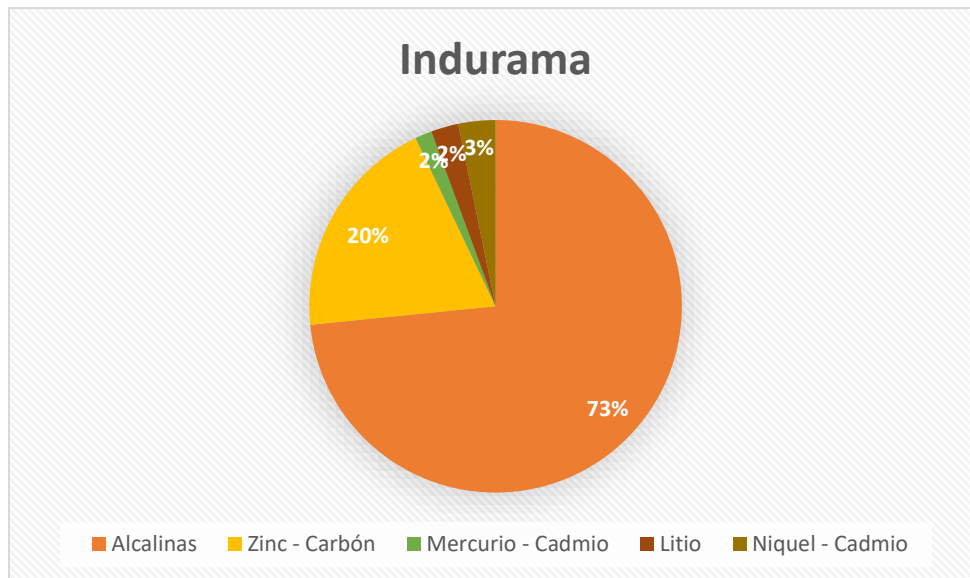
Indurama

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
707	188	14	23	31

Total : 963 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 16. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Indurama



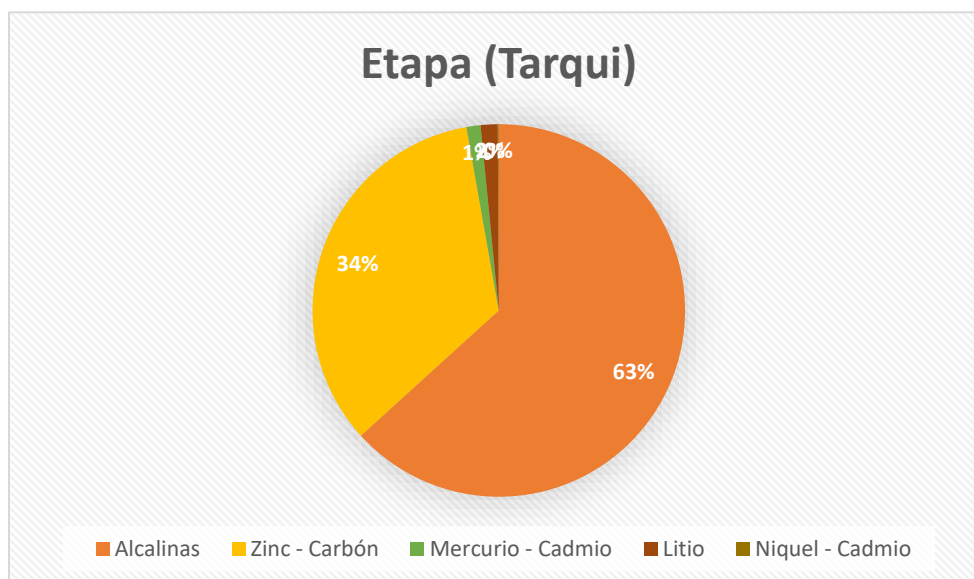
Fuente: Autores

Anexo 17. Cantidad de pilas del punto Etapa (Tarqui)

Etapa (Tarqui)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
727	390	14	17	1
Total : 1149 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 18. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Etapa (Tarqui)



Fuente: Autores

Anexo 19. *Cantidad de pilas del punto Gran AKI (Carlos Crespi)*

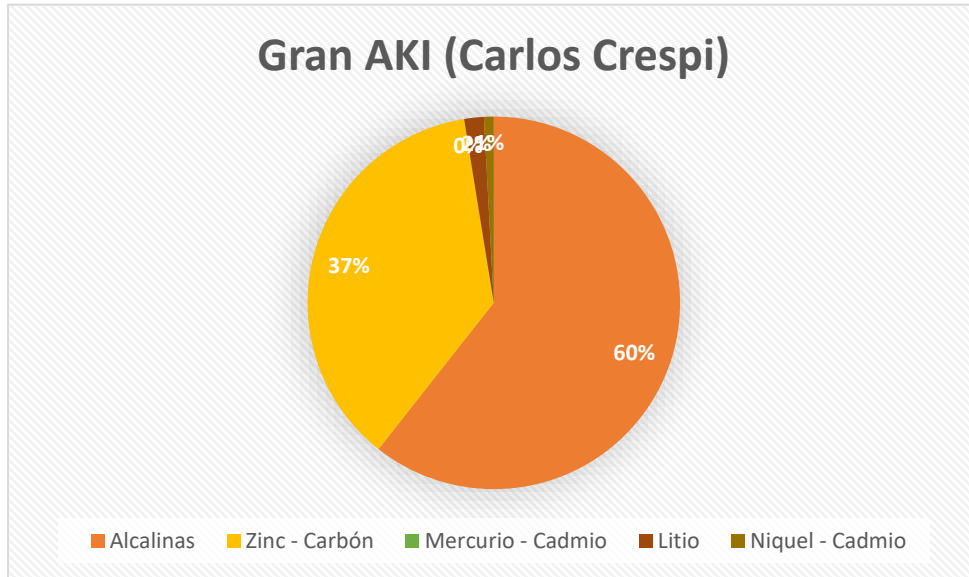
Gran AKI (Carlos Crespi)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
428	260	-	17	6

Total : 706 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 20. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Gran AKI (Carlos Crespi)*



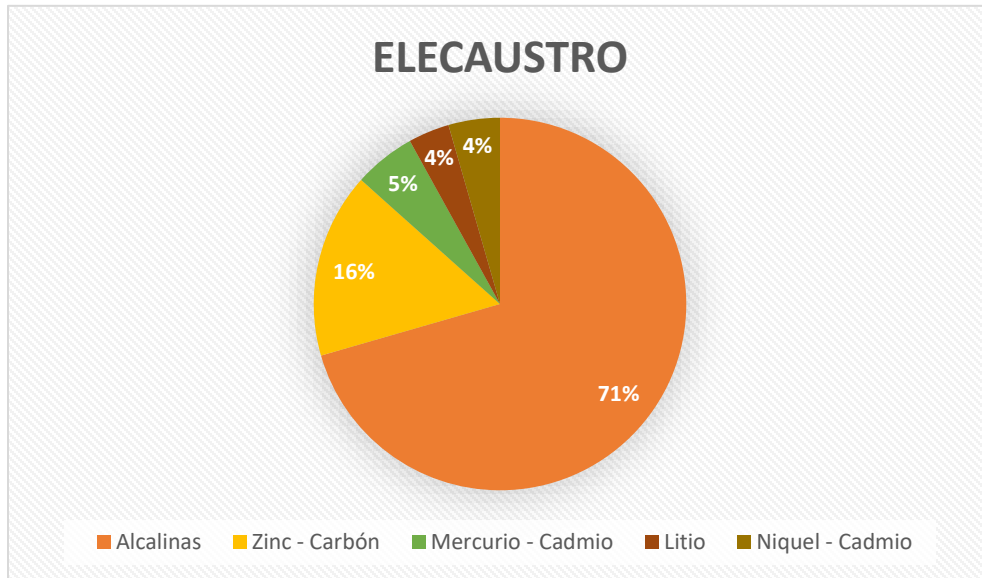
Fuente: Autores

Anexo 21. *Cantidad de pilas en el punto ELECAUSTRO*

ELECAUSTRO				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
79	18	6	4	5
Total : 112 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 22. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto ELECAUSTRO*



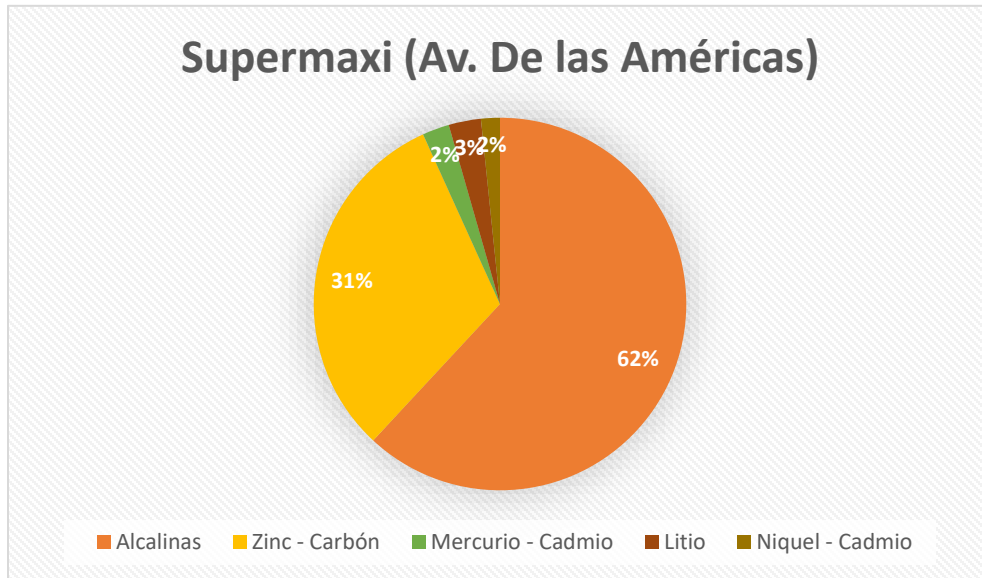
Fuente: Autores

Anexo 23. *Cantidad de pilas en el punto Supermaxi (Av. De las Américas)*

Supermaxi (Av. De las Américas)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
265	134	10	12	7
Total : 428 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 24. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Supermaxi (Av. De las Américas)*



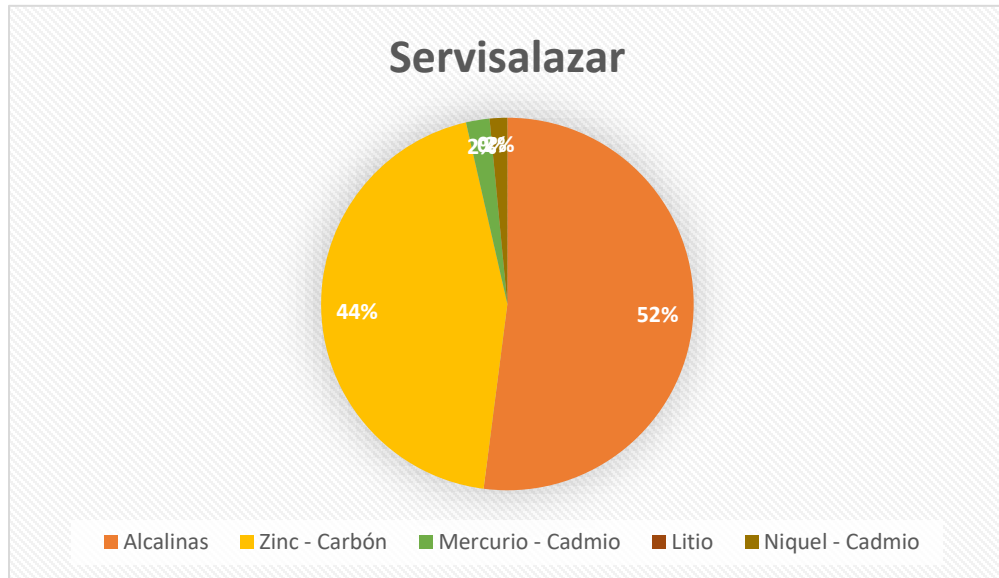
Fuente: Autores

Anexo 25. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Servisalazar*

Servisalazar				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
102	87	4	-	3
Total : 196 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 26. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Servisalazar*



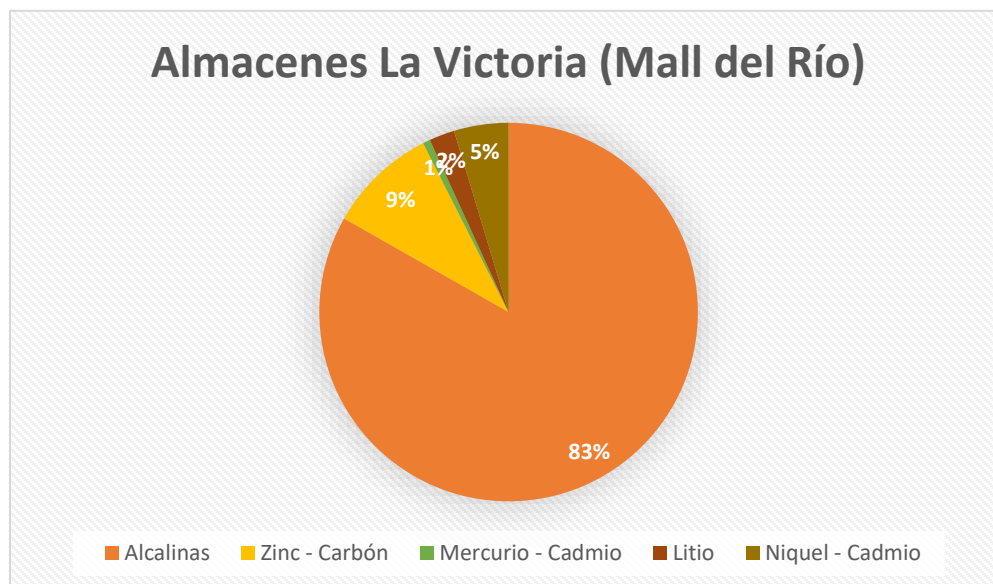
Fuente: Autores

Anexo 27. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria (Mall del Río)*

Almacenes La Victoria (Mall del Río)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
268	30	2	7	15
Total : 322 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 28. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria (Mall del Río)*



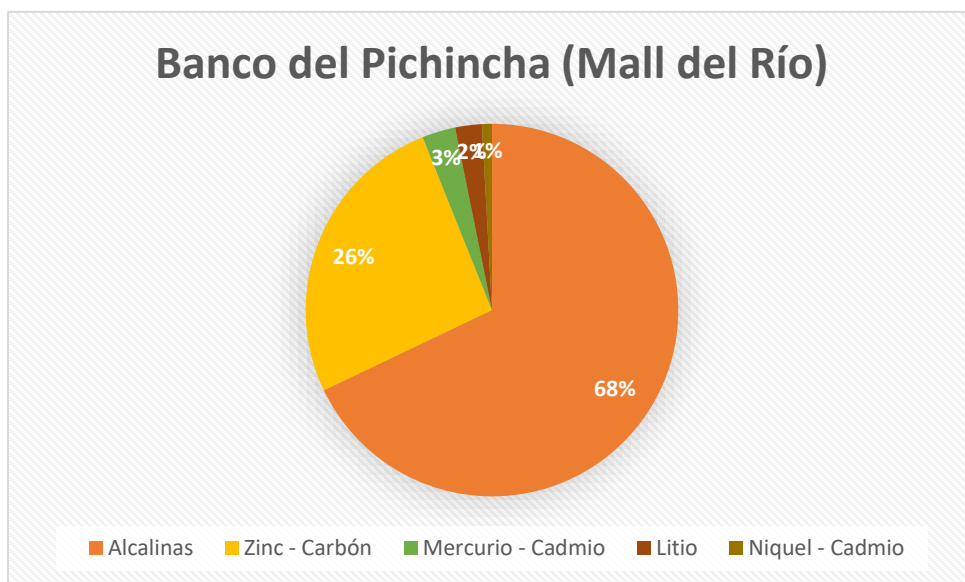
Fuente: Autores

Anexo 29. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Banco del Pichincha (Mall del Río)*

Banco del Pichincha (Mall del Río)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
235	90	10	8	3
Total : 346 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 30. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Banco del Pichincha (Mall del Río)*



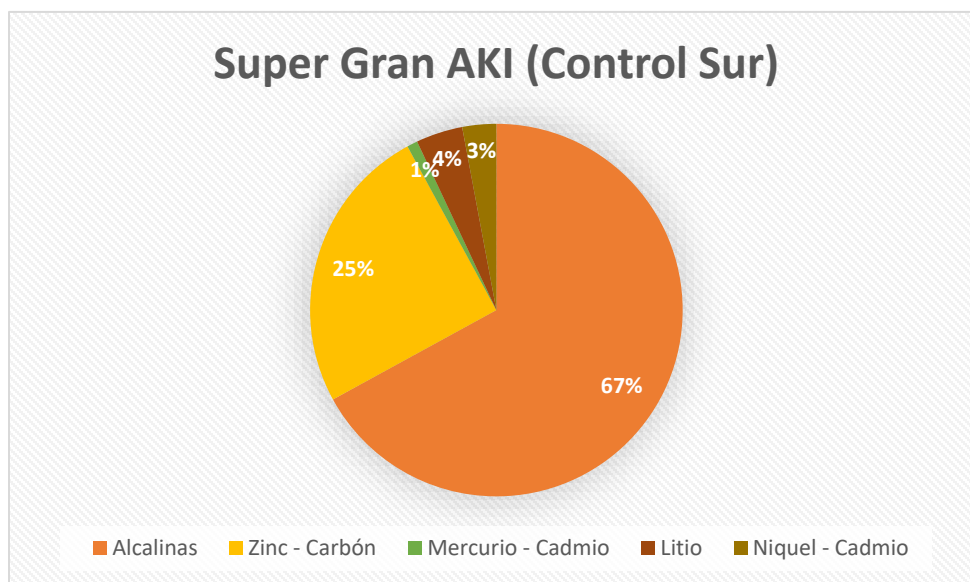
Fuente: Autores

Anexo 31. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Super Gran AKI (Control Sur)*

Super Gran AKI (Control Sur)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
364	136	5	22	16
Total : 543 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 32. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Super Gran AKI (Control Sur)*



Fuente: Autores

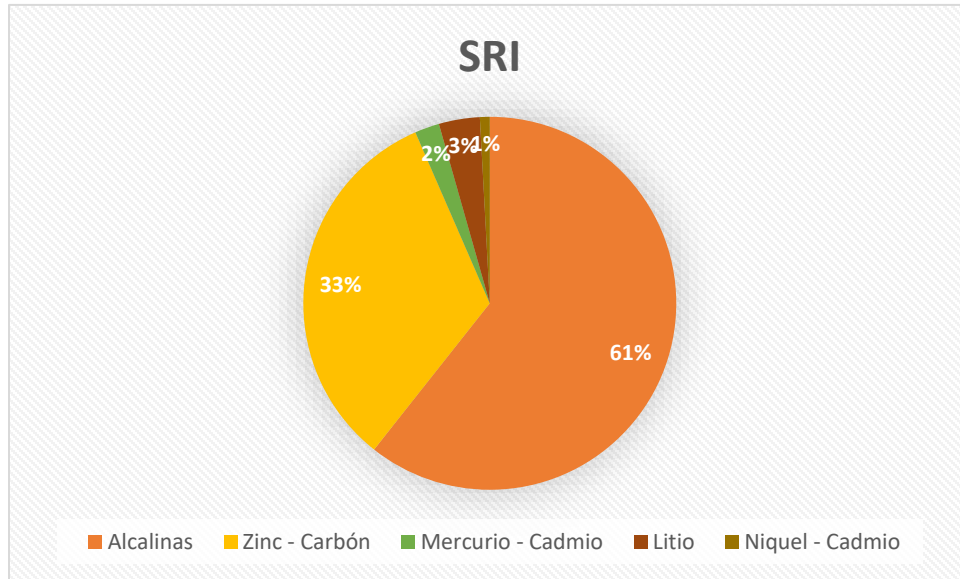
Anexo 33. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto SRI*

SRI				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
427	231	15	25	6

Total : 704 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 34. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto SRI*



Fuente: Autores

Anexo 35. *Cantidades de pilas recolectadas en el punto Fybeca (Remigio Crespo)*

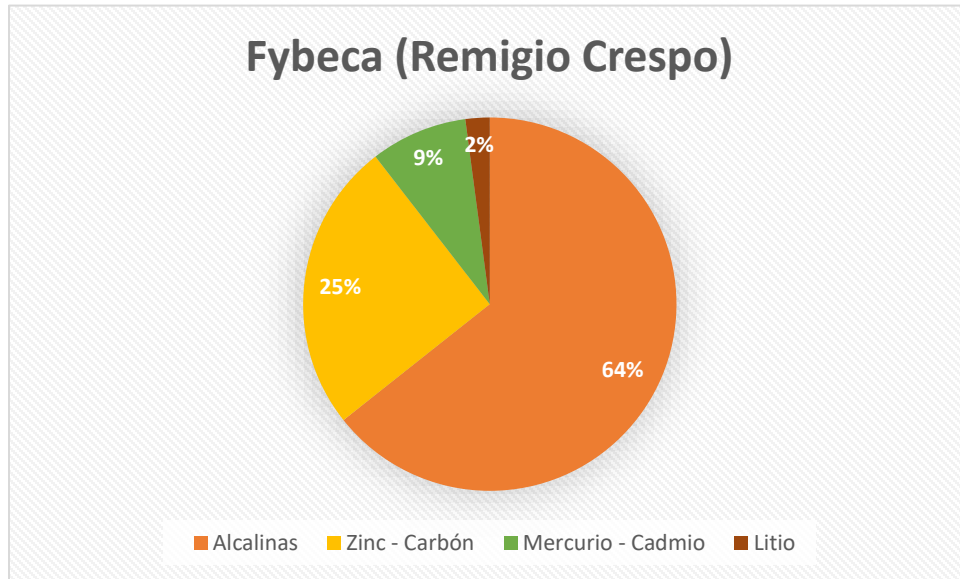
Fybeca (Remigio Crespo)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
92	36	12	3	-

Total : 143 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 36. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Fybeca (Remigio Crespo)*



Fuente: Autores

Anexo 37. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Banco del Pichincha (Av. Solano)*

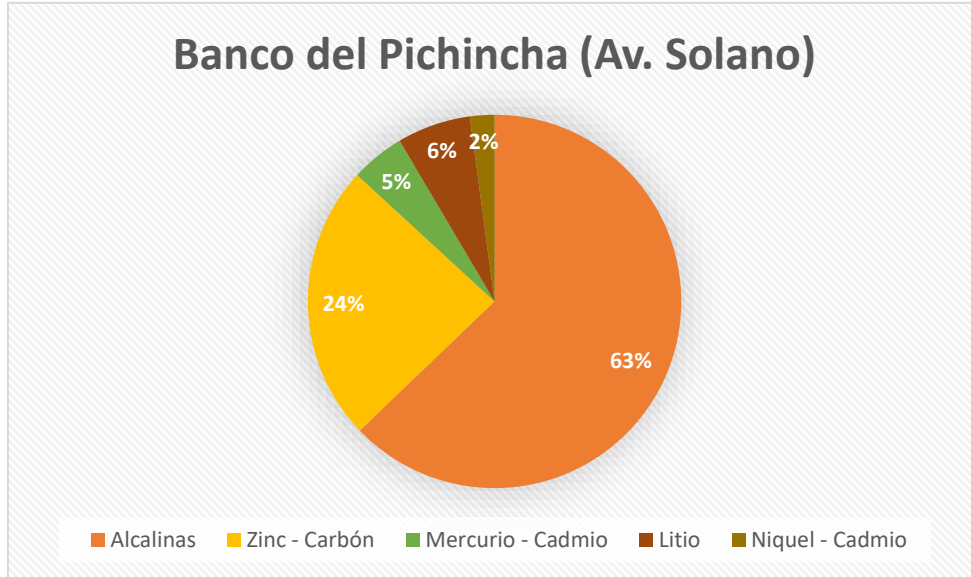
Banco del Pichincha (Av. Solano)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
296	113	22	10	30

Total : 471 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 38. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Banco del Pichincha (Av. Solano)*



Fuente: Autores

Anexo 39. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Farmasol (San Joaquín)*

Farmasol (San Joaquín)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
------------------	----------------------	--------------------------	--------------	------------------------

50

10

2

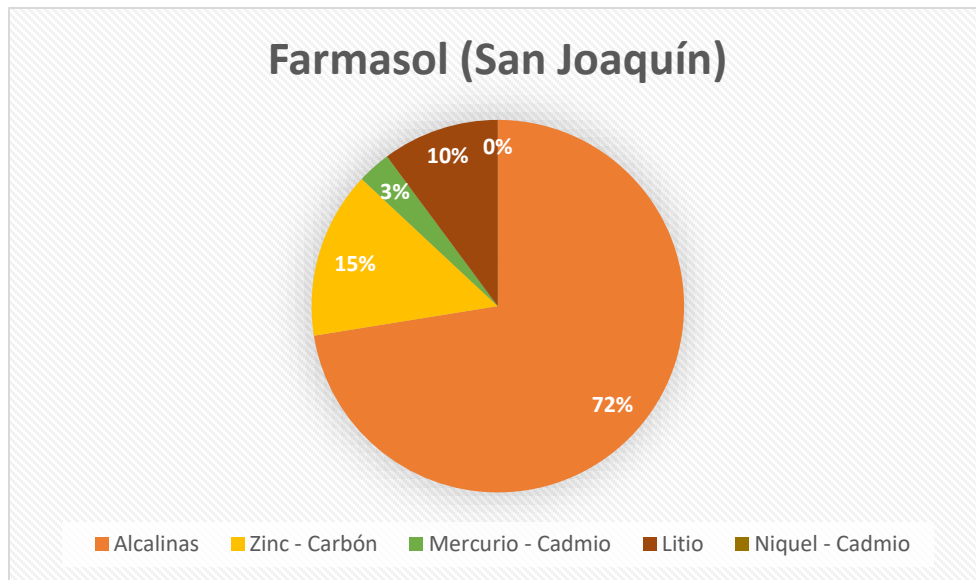
7

0

Total : 69 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 40. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (San Joaquín)*



Fuente: Autores

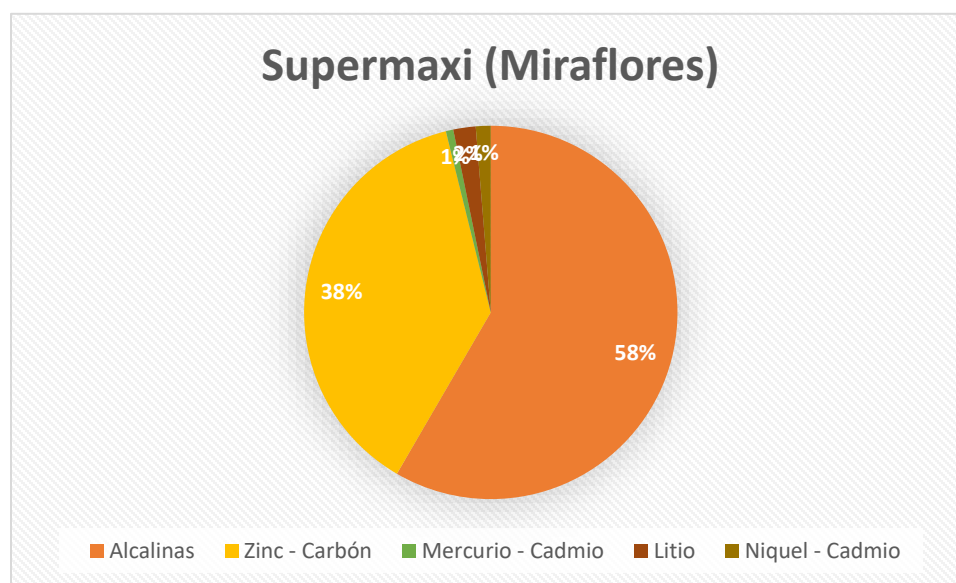
Anexo 41. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Supermaxi (Miraflores)*

Supermaxi (Miraflores)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
362	234	4	12	8
Total : 620 pilas usadas				

Fuente: Autores

Anexo 42. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Supermaxi (Miraflores)*



Fuente: Autores

Anexo 43. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto del Consejo Provincial de la Prefectura*

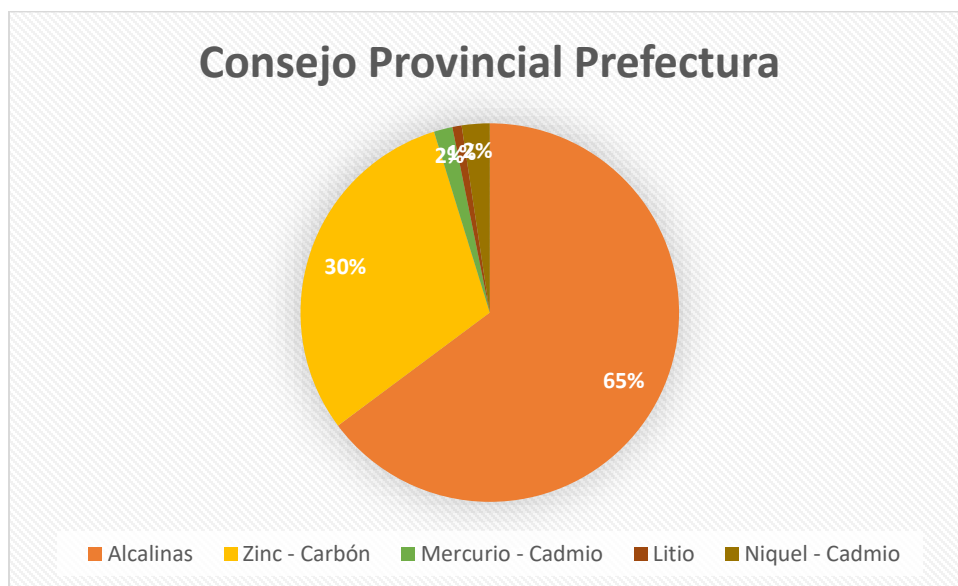
Consejo Provincial de la Prefectura

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
245	115	6	3	9

Total : 378 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 44. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto del Consejo Provincial de la Prefectura*



Fuente: Autores

Anexo 45. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Santa Teresita)*

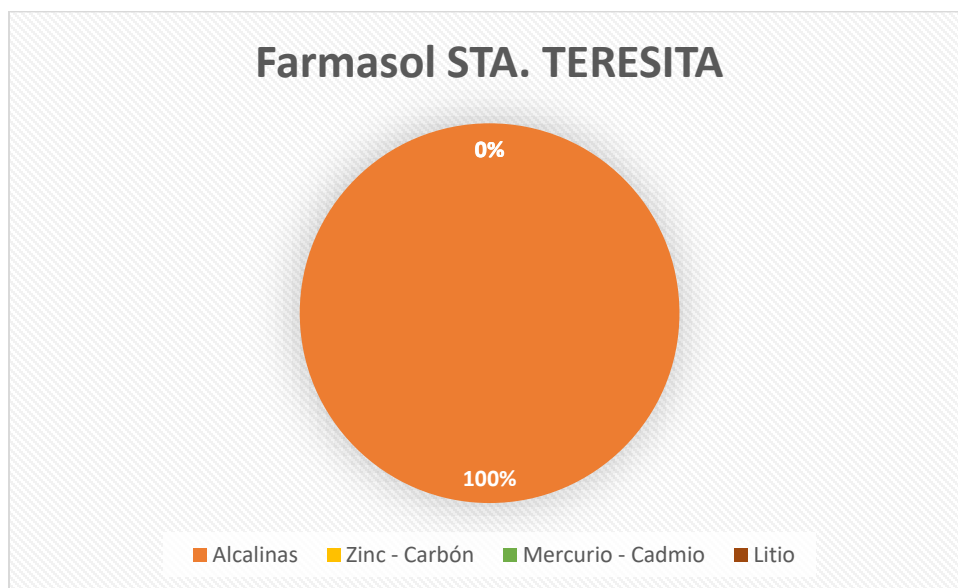
Farmasol (Santa Teresita)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
9	0	0	0	0

Total : 9 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 46. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Santa Teresita)*



Fuente: Autores

Anexo 47. *Cantidad de pilas recolectadas en el punto PLASTIAZUAY*

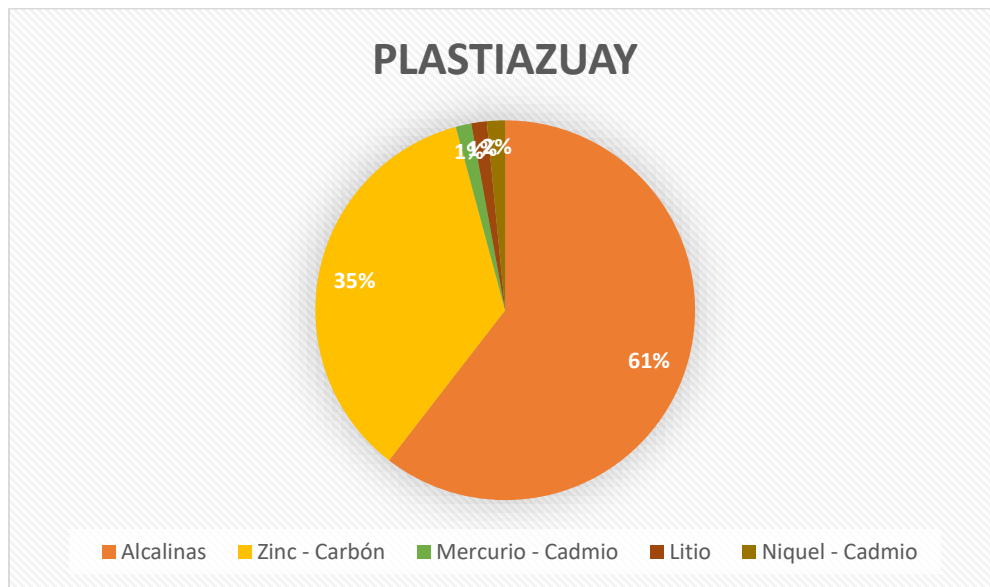
PLASTIAZUAY

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
274	160	6	6	7

Total : 453 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 48. *Porcentaje de pilas recolectadas en el punto PLASTIAZUAY*



Fuente: Autores

Anexo 49. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Best Cell

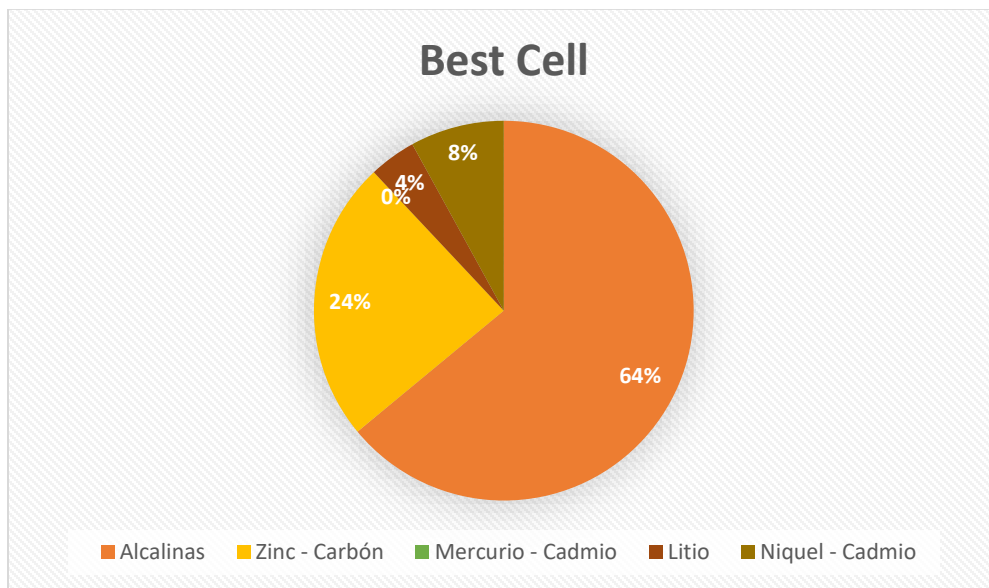
Best Cell

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
32	12	0	2	4

Total : 50 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 50. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Best Cell



Fuente: Autores

Anexo 51. Cantidad de pilas recolectadas en el punto PCS Electrónica

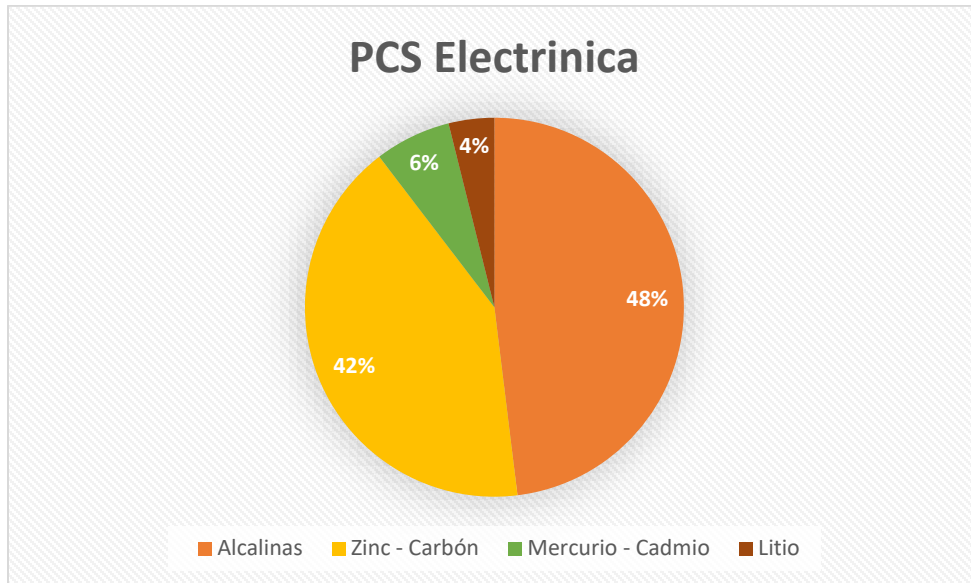
PCS Electrónica

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
37	32	5	3	-

Total : 77 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 52. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto PCS Electrónica



Fuente: Autores

Anexo 53. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Consorcio Danton CUENCAIRE

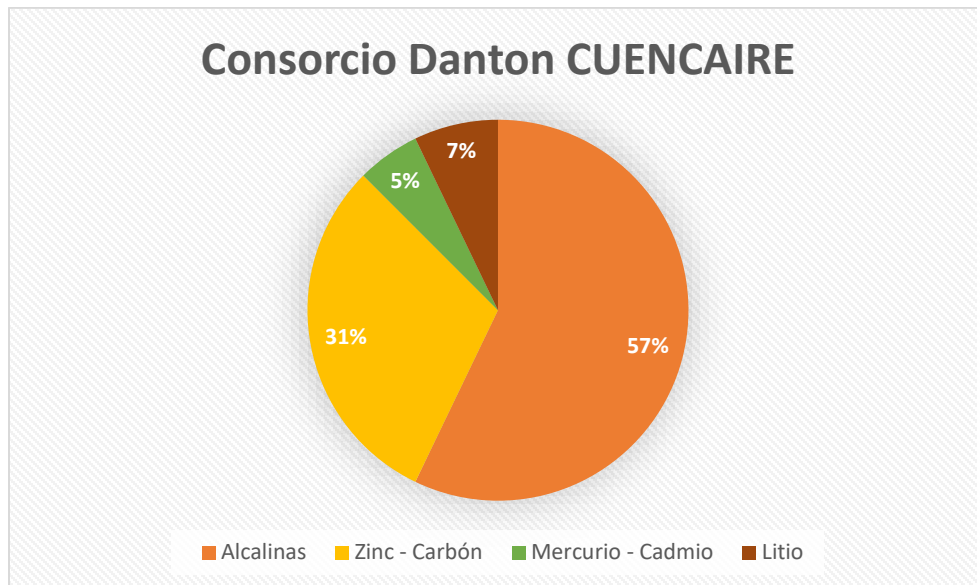
Consorcio Danton CUENCAIRE

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
32	17	3	4	-

Total : 56 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 54. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Consorcio Danton CUENCAIRE



Fuente: Autores

Anexo 55. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Consorcio Danton CUENAIRE

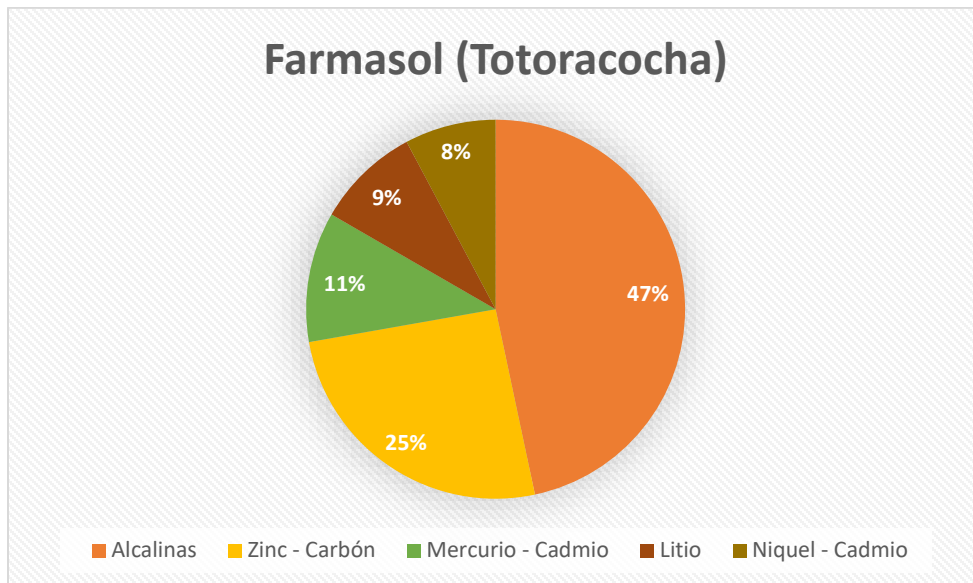
Farmasol (Totoracocha)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
42	23	10	8	7

Total : 90 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 56. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Totoracocha)



Fuente: Autores

Anexo 57. Cantidad de pilas recolectadas en el punto CELEC

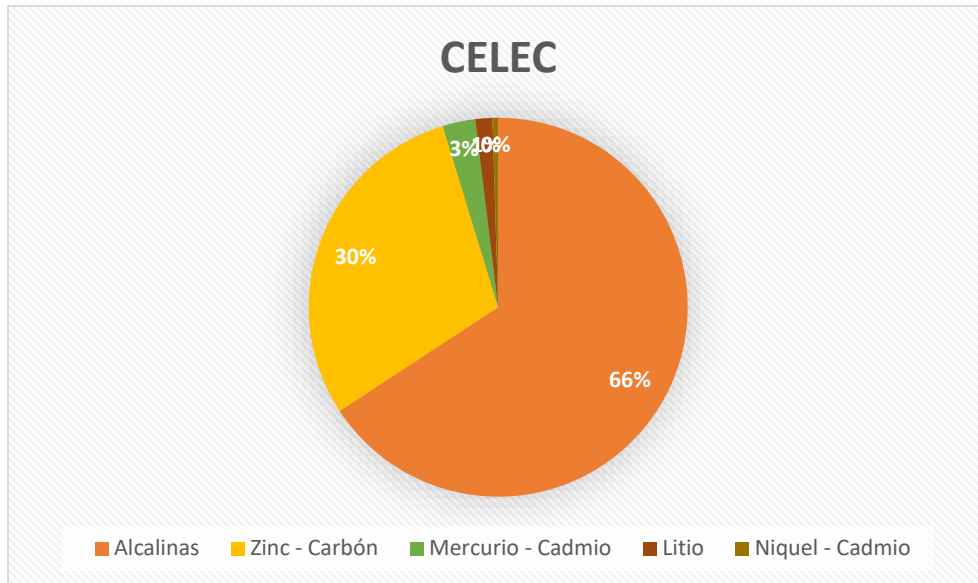
CELEC

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
542	243	23	12	4

Total : 824 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 58. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto CELEC



Fuente: Autores

Anexo 59. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Eucaliptos)

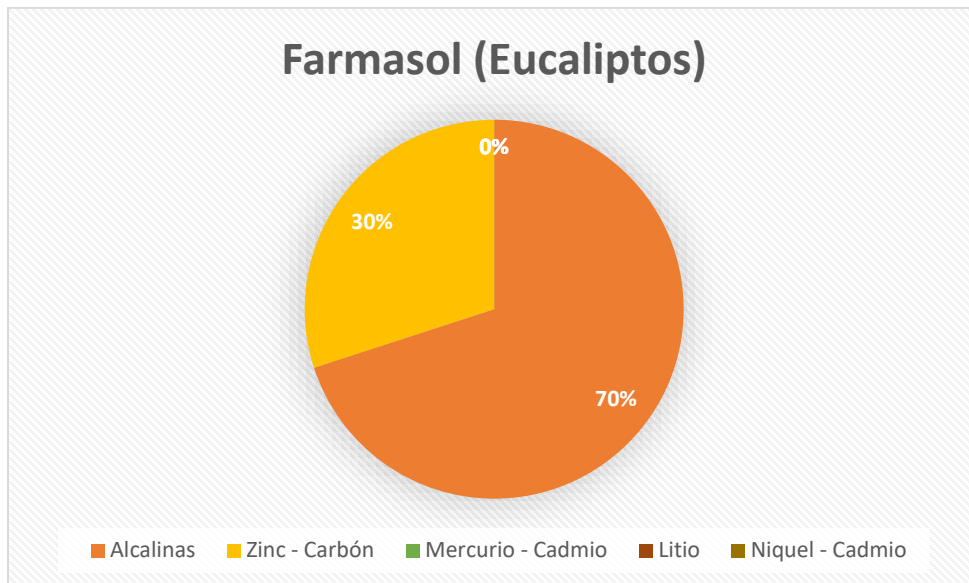
Farmasol (Eucaliptos)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
28	12	0	0	0

Total : 40 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 60. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Eucaliptos)



Fuente: Autores

Anexo 61. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria

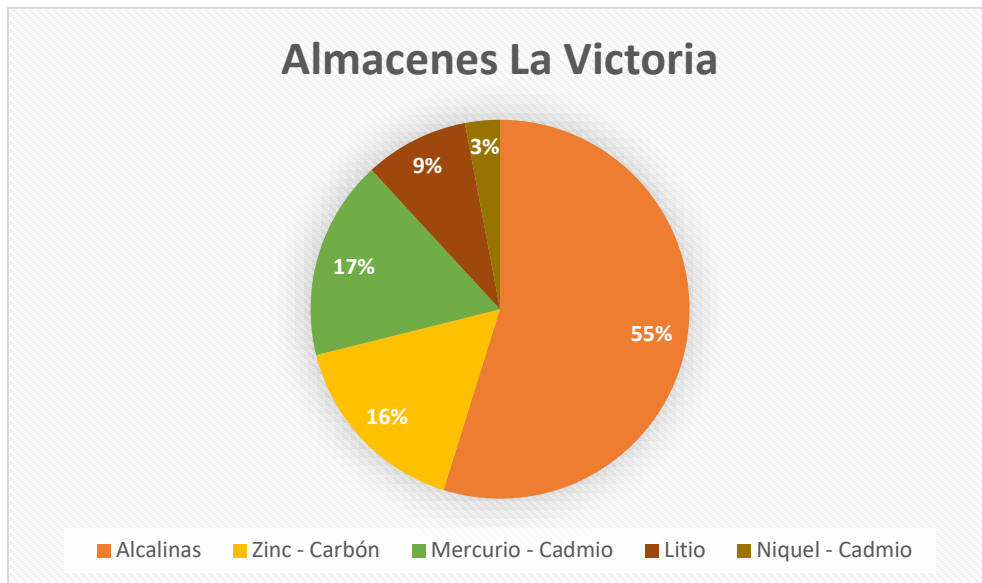
Almacenes La Victoria

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
74	22	23	12	4

Total : 135 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 62. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria



Fuente: Autores

Anexo 63. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria (Gran Colombia)

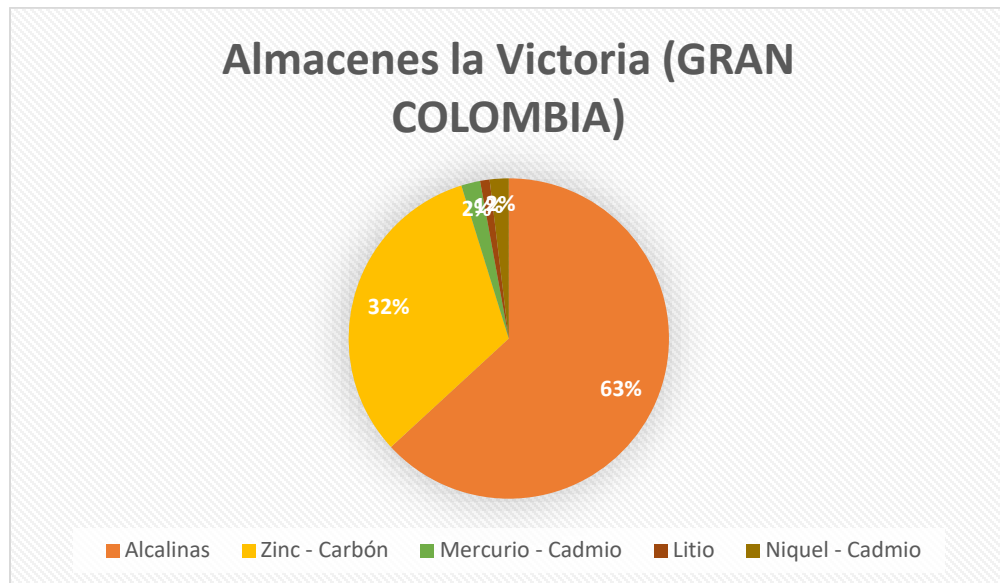
Almacenes La Victoria (Gran Colombia)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
132	67	4	2	4

Total : 209 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 64. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Almacenes La Victoria (Gran Colombia)



Fuente: Autores

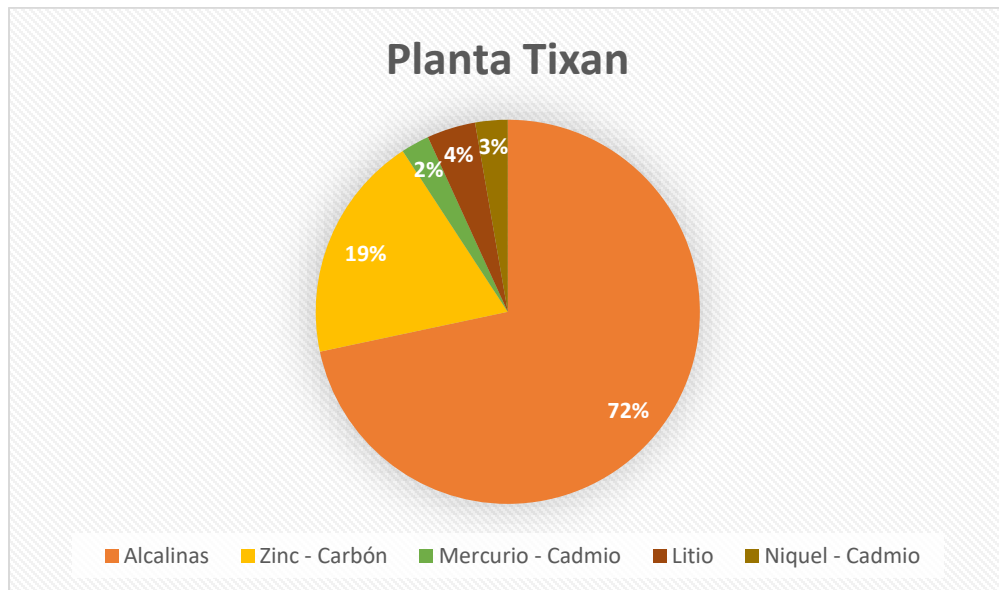
Anexo 65. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Etapa (Planta de Tixan)

Etapa (Planta de Tixan)				
Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
210	56	7	12	8

Total : 239 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 66. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Etapa (Planta de Tixan)



Fuente: Autores

Anexo 67. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Av. 10 de agosto)

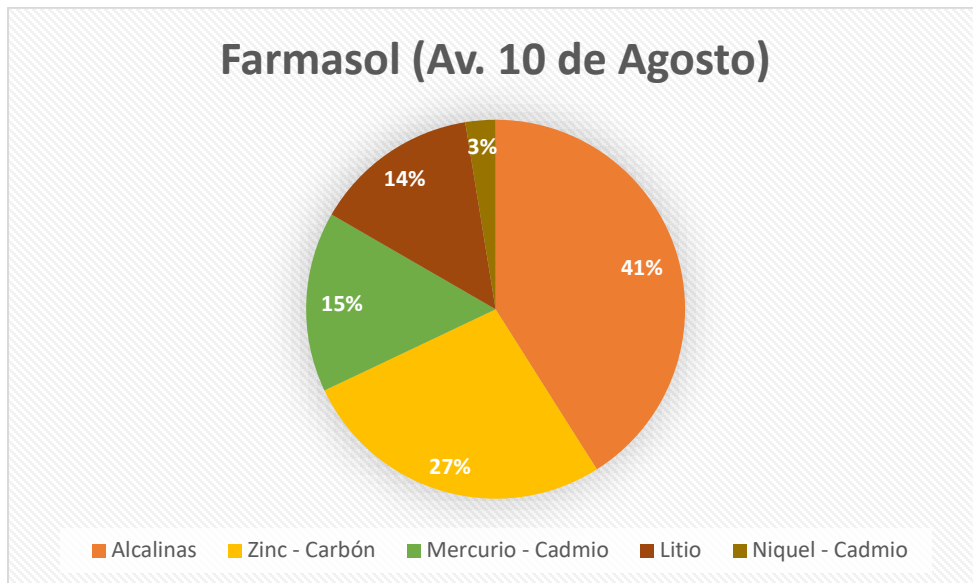
Farmasol (Av. 10 de agosto)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
32	21	12	11	2

Total : 78 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 68. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (Av. 10 de agosto)



Fuente: Autores

Anexo 69. Cantidad de pilas recolectadas en el punto ARCSA

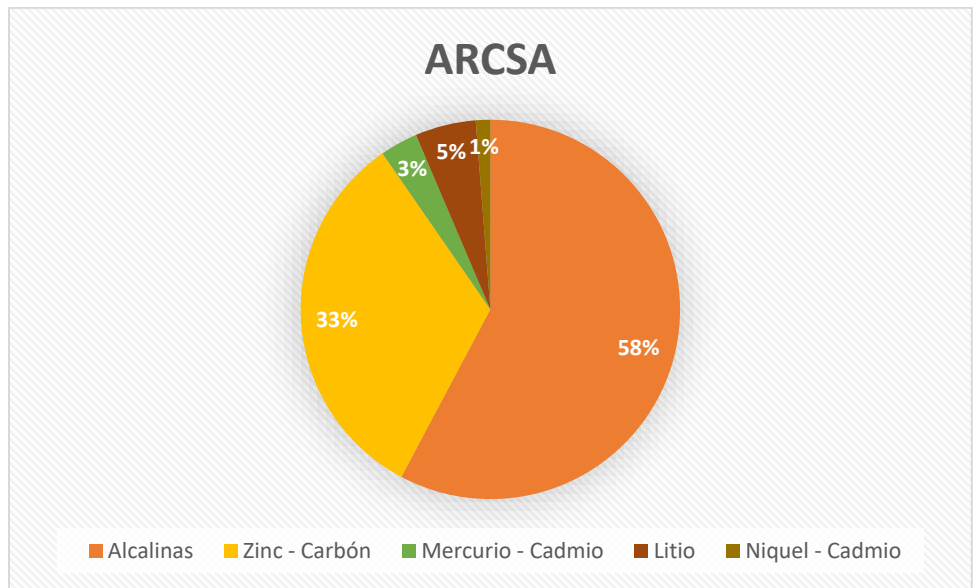
ARCSA

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
32	21	12	11	2

Total : 78 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 70. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto ARCSA



Fuente: Autores

Anexo 71. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Hospital José Arteaga (Seguro)

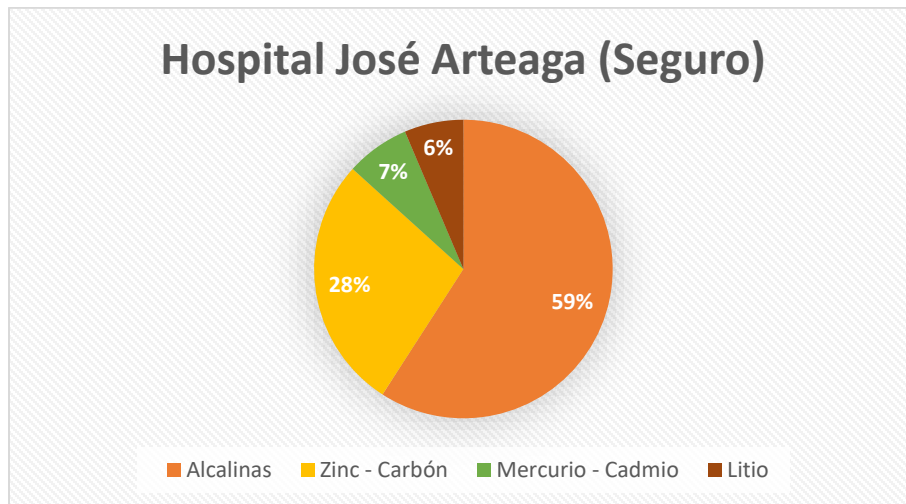
Hospital José Arteaga (Seguro)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
120	56	14	13	-

Total : 203 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 72. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Hospital José Arteaga (Seguro)



Fuente: Autores

Anexo 73. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Gran AKI (Monay)

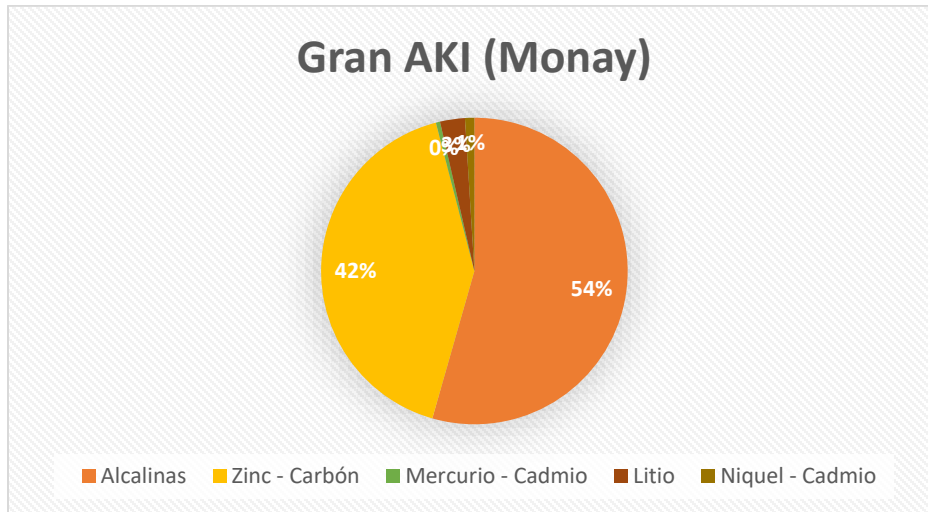
Gran AKI (Monay)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
498	380	4	24	9

Total : 915 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 74. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Gran AKI (Monay)



Fuente: Autores

Anexo 75. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Farmasol (San Joaquín)

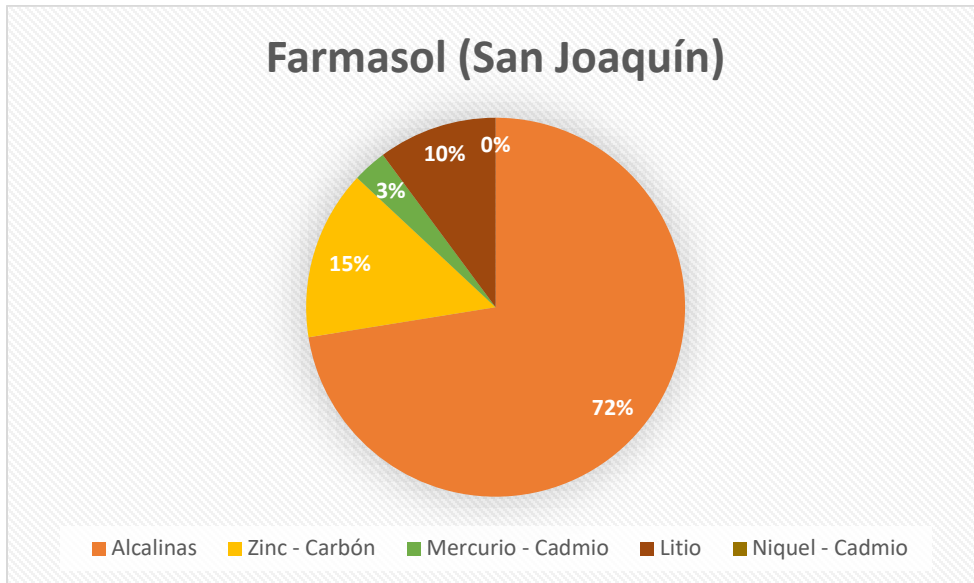
Farmasol (San Joaquín)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
50	10	2	7	-

Total : 69 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 76. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Farmasol (San Joaquín)



Fuente: Autores

Anexo 77. Cantidad de pilas recolectadas en el punto EMAC Biocentro

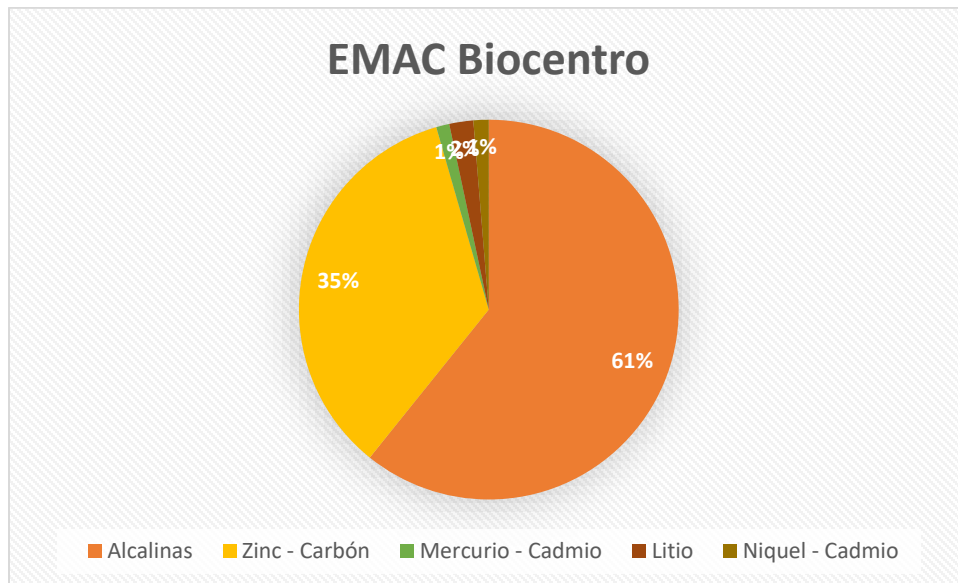
EMAC Biocentro

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
327	187	6	11	7

Total : 538 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 78. Porcentaje de pilas en el punto EMAC Biocentro



Fuente: Autores

Anexo 79. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Etapa EP (Parque Industrial)

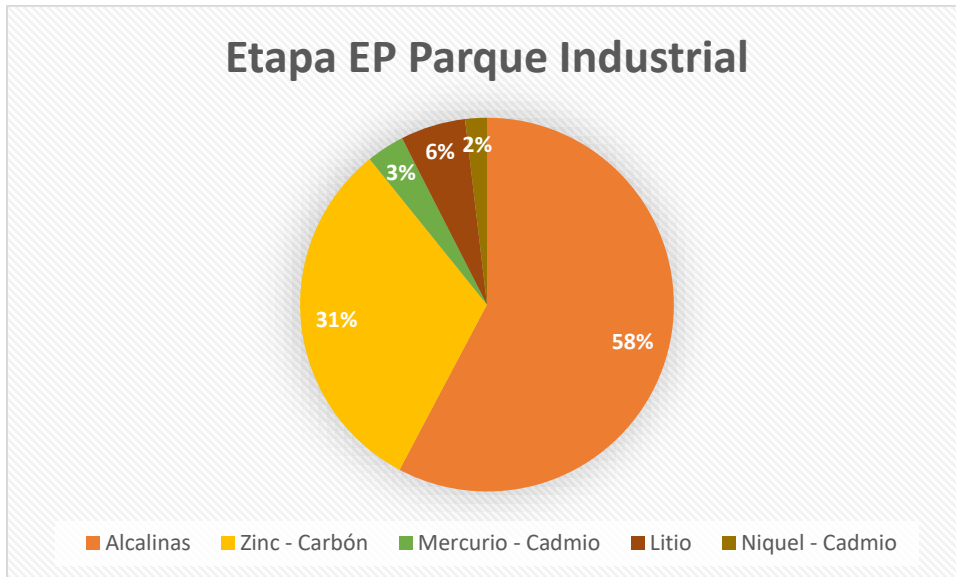
Etapa EP (Parque Industrial)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
123	67	7	12	4

Total : 213 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 80. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Etapa EP (Parque Industrial)



Fuente: Autores

Anexo 81. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Nissan (Av. España)

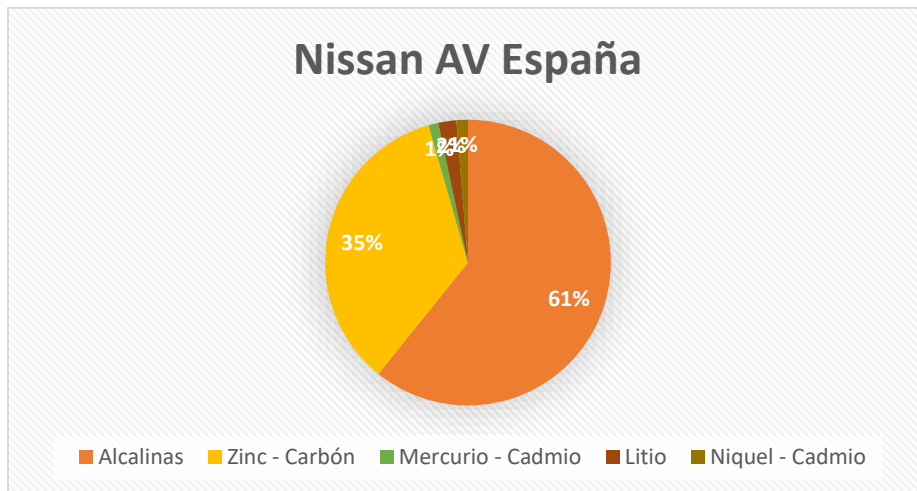
Etapas EP (Parque Industrial)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
327	187	6	11	7

Total : 538 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 82. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Nissan (Av. España)



Fuente: Autores

Anexo 83. Cantidad de pilas recolectadas en el punto Hospital Monte Sinaí

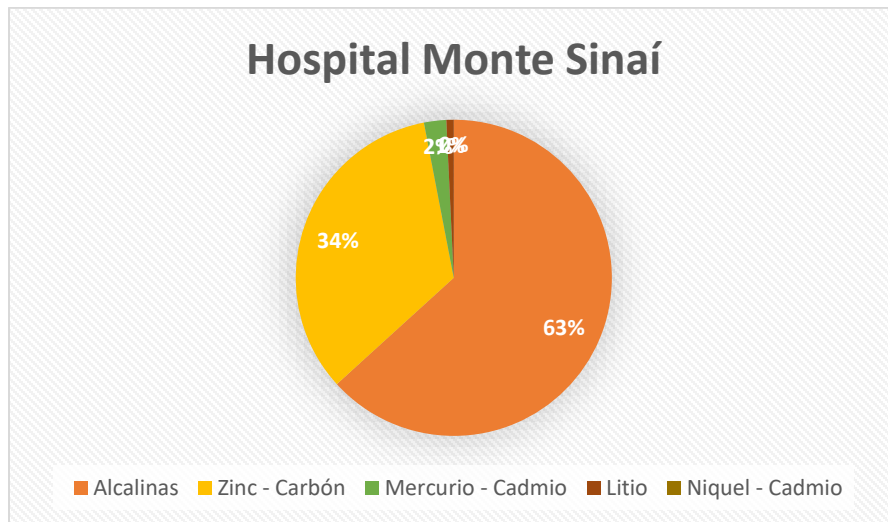
Etapa EP (Parque Industrial)

Alcalinas	Zinc – Carbón	Mercurio – Cadmio	Litio	Níquel – Cadmio
327	187	6	11	7

Total : 538 pilas usadas

Fuente: Autores

Anexo 84. Porcentaje de pilas recolectadas en el punto Hospital Monte Sinaí



Fuente: Autores

2. Anexo II Resultados de las encuestas

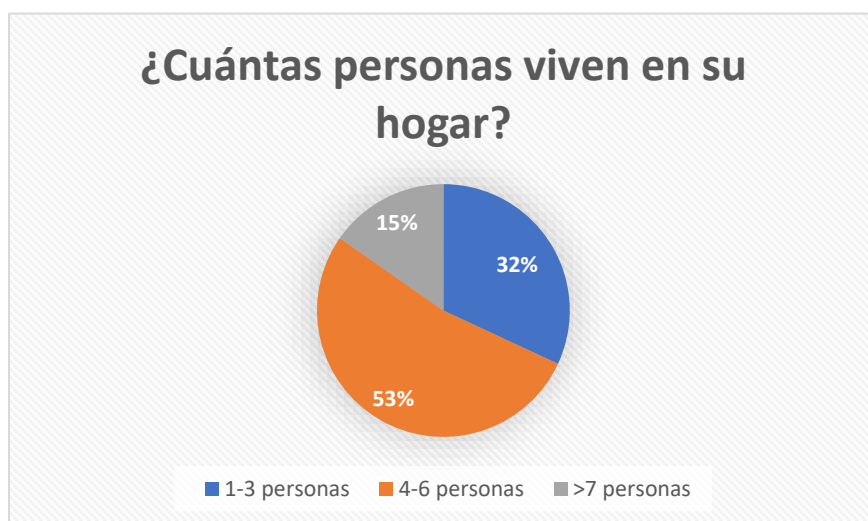
¿Cuántas personas viven en su hogar?

Anexo 85. Cantidad de personas en la Zona 1

Zona 1	
¿Cuántas personas viven en su hogar?	
1-3 personas	23
4-6 personas	38
>7 personas	11
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 86. Cantidad de personas registradas en la Zona 1



Fuente: Autores

Anexo 87. *Cantidad de personas en la Zona 2*

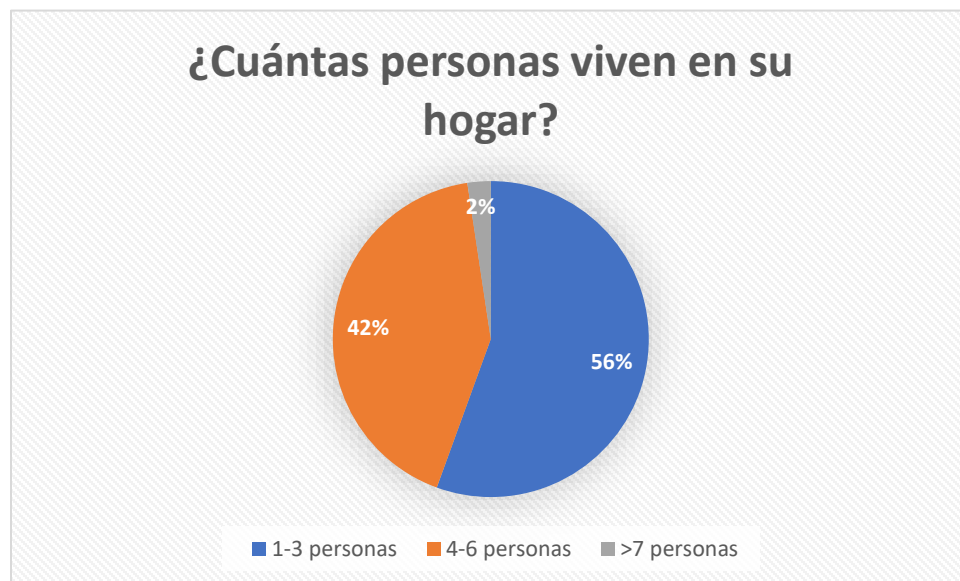
Zona 2

¿Cuántas personas viven en su hogar?

1-3 personas	70
4-6 personas	53
>7 personas	3
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 88. *Cantidad de personas registradas en la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 89. Cantidad de personas de la Zona 3

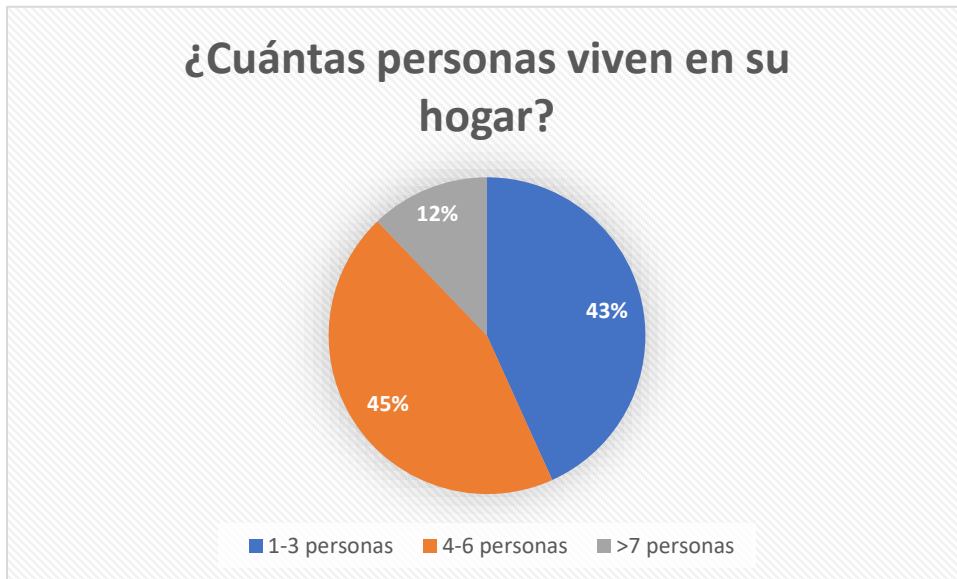
Zona 3

¿Cuántas personas viven en su hogar?

1-3 personas	32
4-6 personas	33
>7 personas	9
Cantidad total	74

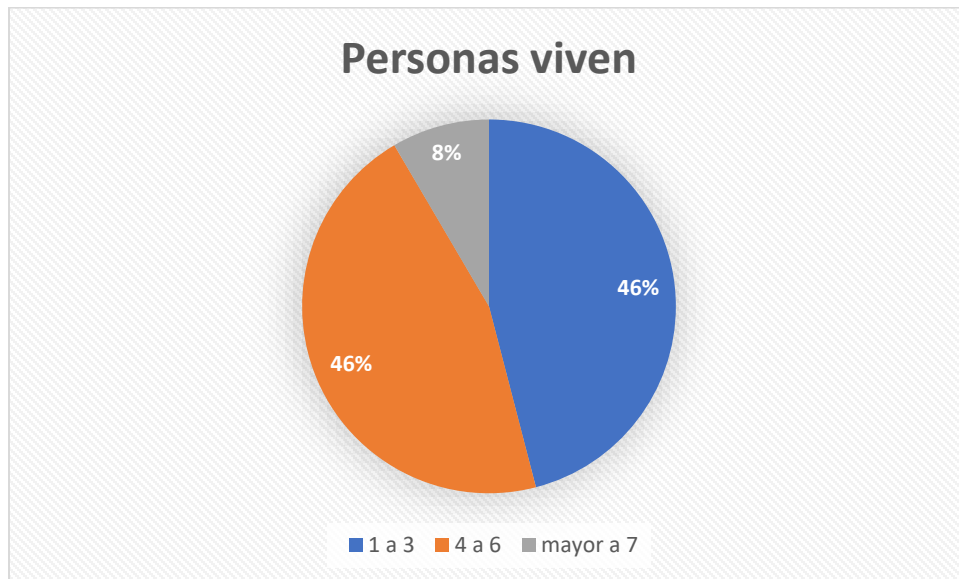
Fuente: Autores

Anexo 90. Cantidad de personas registradas en la Zona 3



Fuente: Autores

Anexo 91. Cantidad total de personas que viven dentro de los hogares de la ciudad de Cuenca



Fuente: Autores

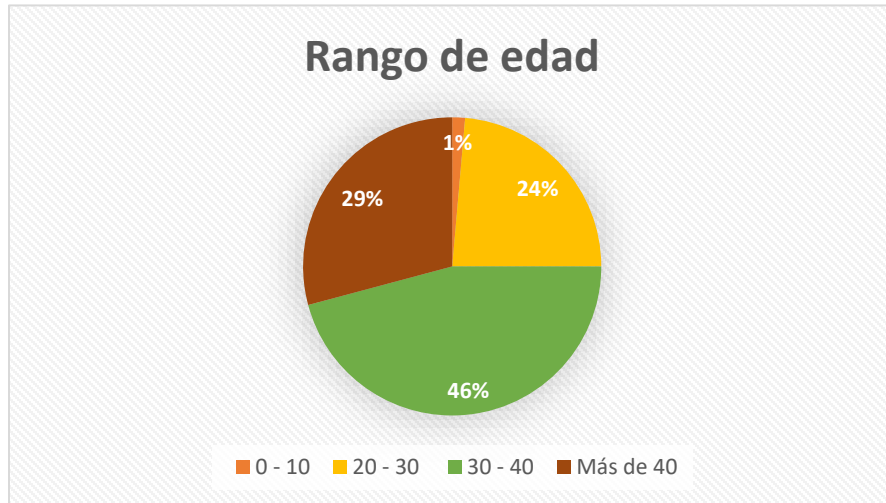
Rangos de edad de las personas

Anexo 92. Rangos de edades de las personas de la Zona 1

Zona 1	
Rango de edad	
0 - 10	1
20 - 30	17
30 - 40	33
Más de 40	21
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 93. *Rango de edad de las personas de la Zona 1*



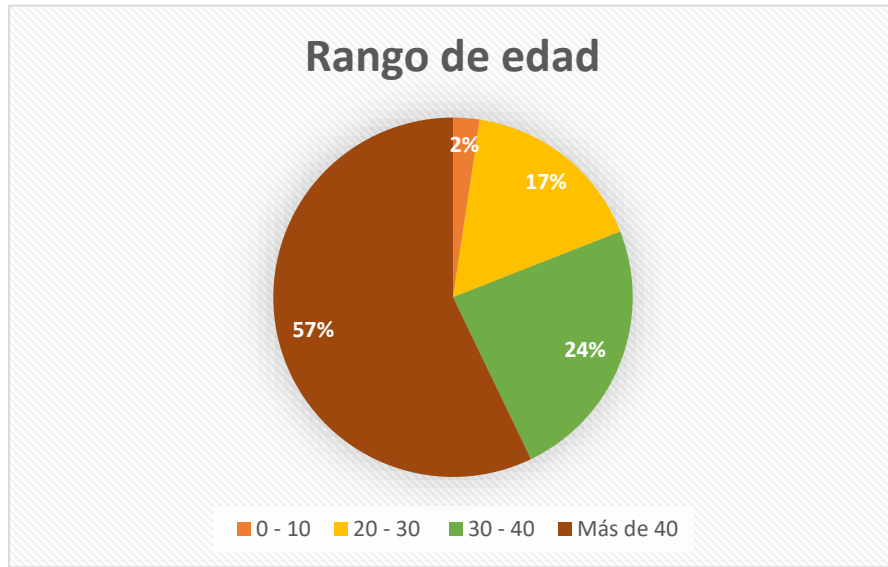
Fuente: Autores

Anexo 94. *Rango de edades de las personas de la Zona 2*

Zona 2	
Rango de edad	
0 - 10	3
20 - 30	21
30 - 40	30
Más de 40	72
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 95. Rangos de edad de las personas en la Zona 2



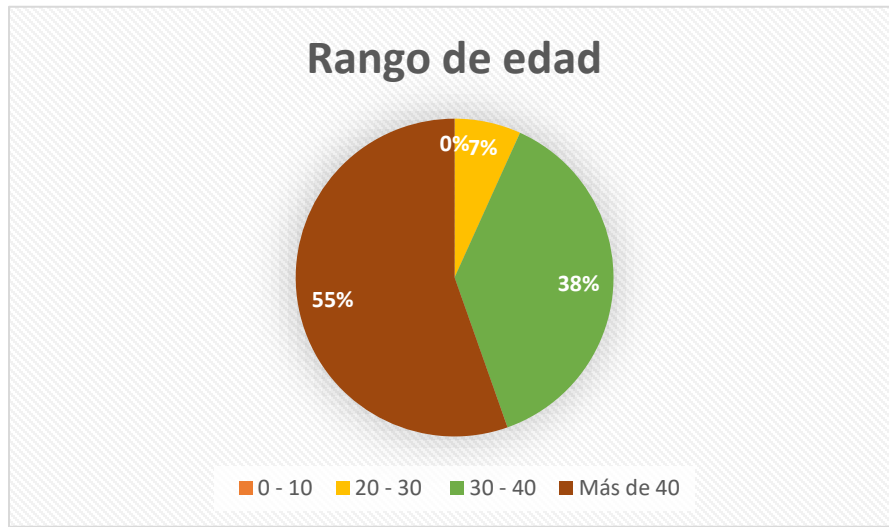
Fuente: Autores

Anexo 96. Rango de edades de las personas de la Zona 3

Zona 3	
Rango de edad	
0 - 10	0
20 - 30	5
30 - 40	28
Más de 40	41
Cantidad total	74

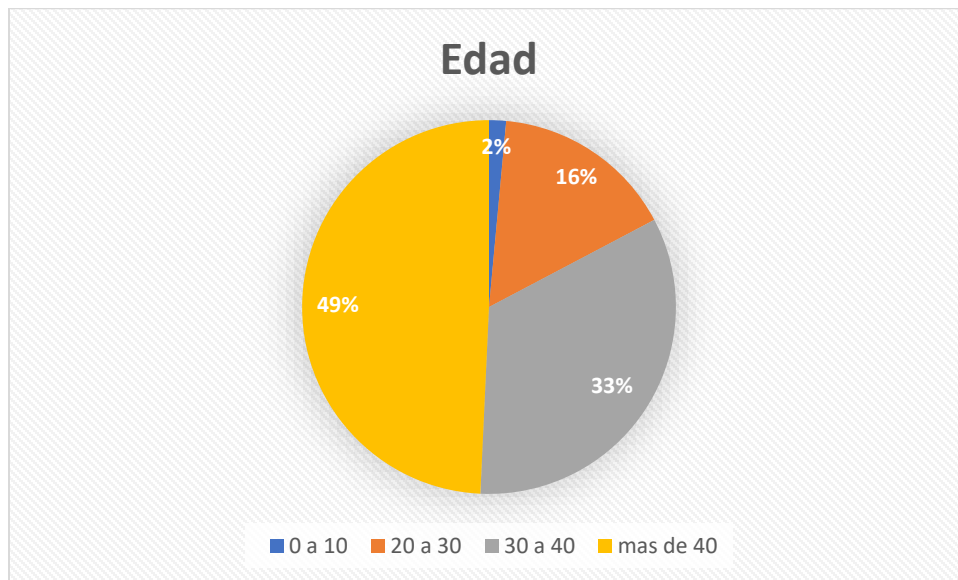
Fuente: Autores

Anexo 97. Rangos de edad de las personas de la Zona 3



Fuente: Autores

Anexo 98. Cantidad total del rango de edad de las personas de Cuenca



Fuente: Autores

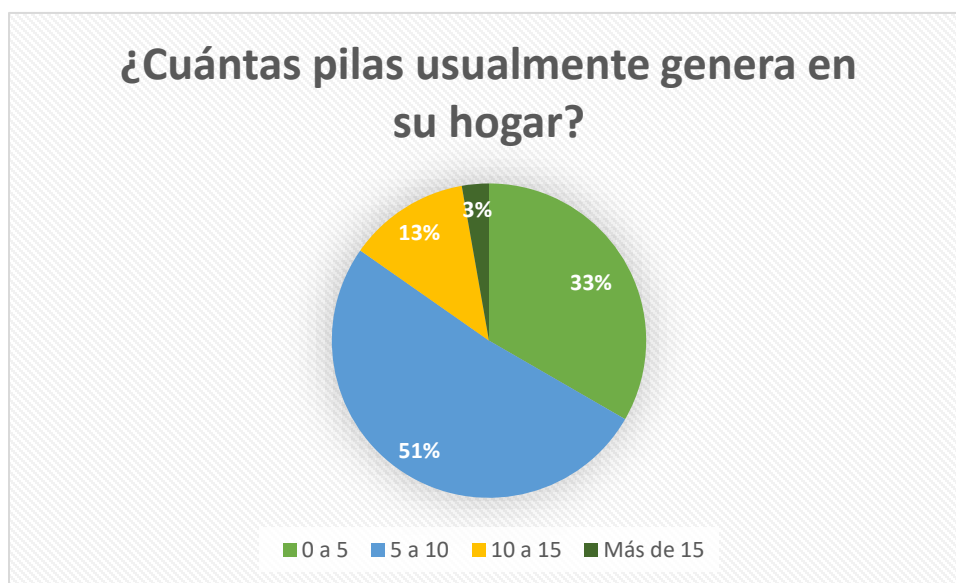
¿Cuántas pilas genera usualmente genera en su hogar?

Anexo 99. Cantidad de pilas generadas en la Zona 2

Zona 1	
¿Cuántas pilas usualmente genera en su hogar?	
0 a 5	24
5 a 10	37
10 a 15	9
Más de 15	2
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 100. Cantidad de pilas en la Zona 1



Fuente: Autores

Anexo 101. Cantidad de pilas en la Zona 2

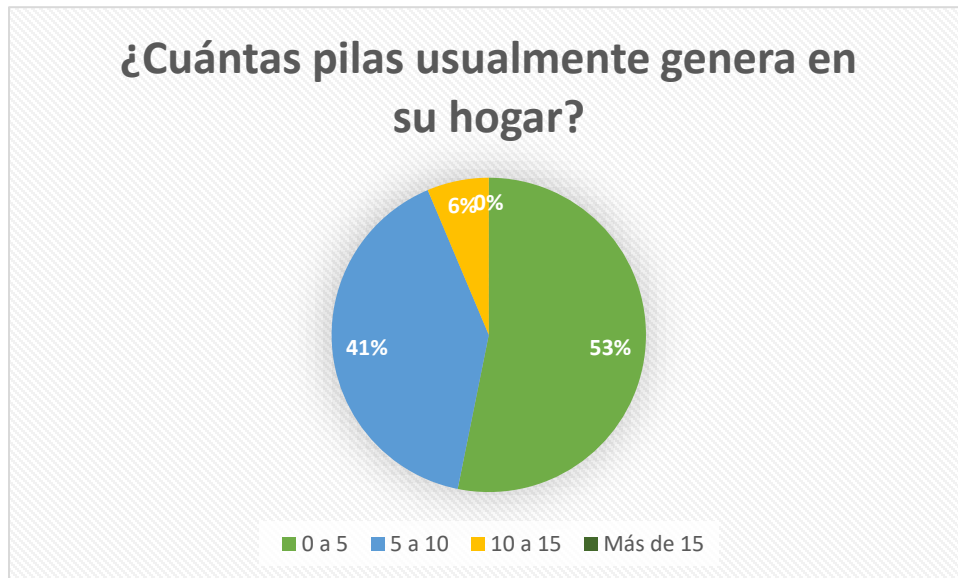
Zona 2

¿Cuántas pilas usualmente genera en su hogar?

0 a 5	67
5 a 10	51
10 a 15	8
Más de 15	0
Cantidad Total	126

Fuente: Autores

Anexo 102. Cantidad de pilas usadas en la Zona 2



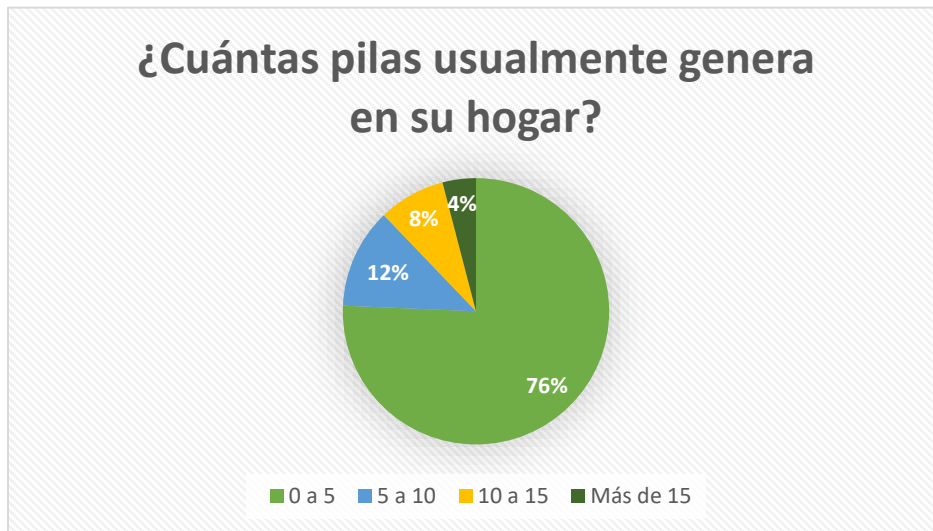
Fuente: Autores

Anexo 103. Cantidad de pilas generadas en la Zona 3

Zona 3	
¿Cuántas pilas usualmente genera en su hogar?	
0 a 5	56
5 a 10	9
10 a 15	6
Más de 15	3
Cantidad total	74

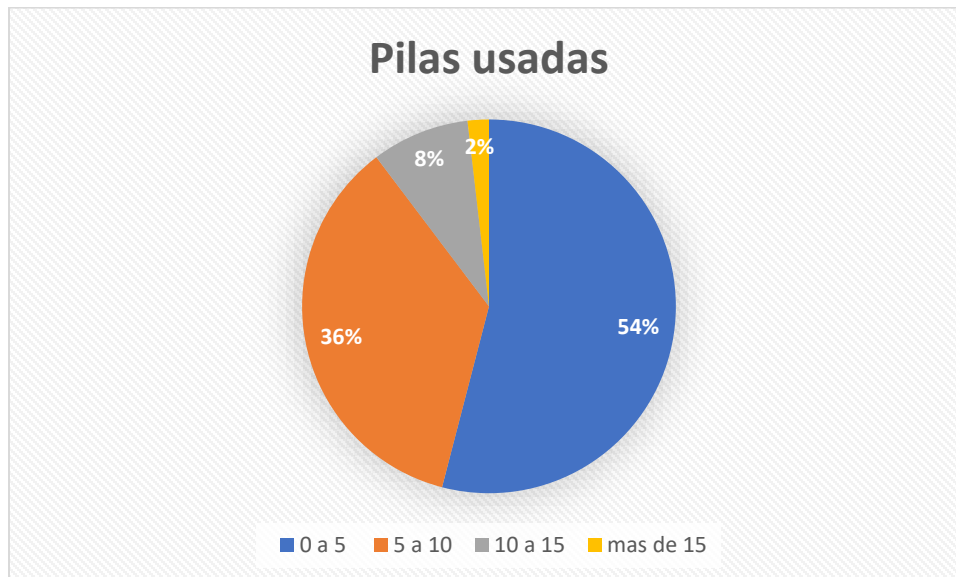
Fuente: Autores

Anexo 104. Cantidad de pilas usadas en la Zona 3



Fuente: Autores

Anexo 105. Cantidad total de pilas usadas en cada hogar del cantón Cuenca



Fuente: Autores

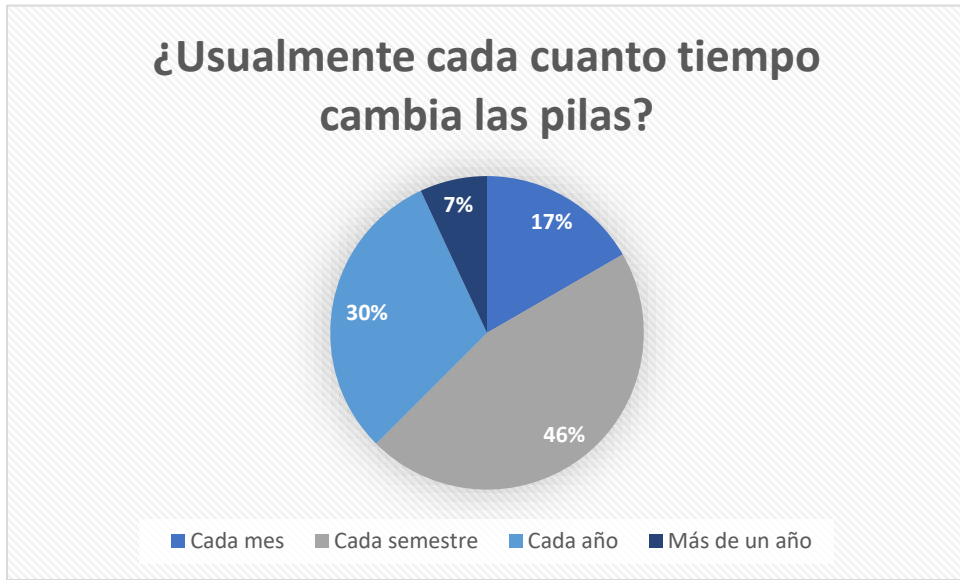
¿Usualmente cada cuanto tiempo cambia las pilas?

Anexo 106. Periodos de cambio de pilas en la Zona 1

Zona 1	
¿Usualmente cada cuanto tiempo cambia las pilas?	
Cada mes	12
Cada semestre	33
Cada año	22
Más de un año	5
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 107. Periodos de cambio de pilas en la Zona 1



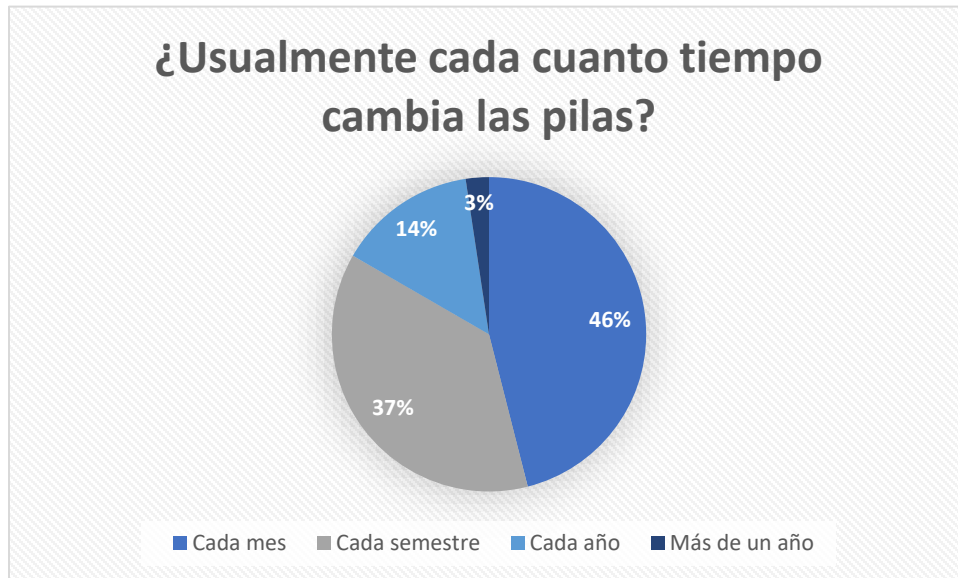
Fuente: Autores

Anexo 108. Periodos de cambio de pilas en la Zona 2

Zona 2	
¿Usualmente cada cuanto tiempo cambia las pilas?	
Cada mes	58
Cada semestre	47
Cada año	18
Más de un año	3
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 109. *Periodos de cambio de pilas en la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 110. *Periodos de cambio de pilas en la Zona 3*

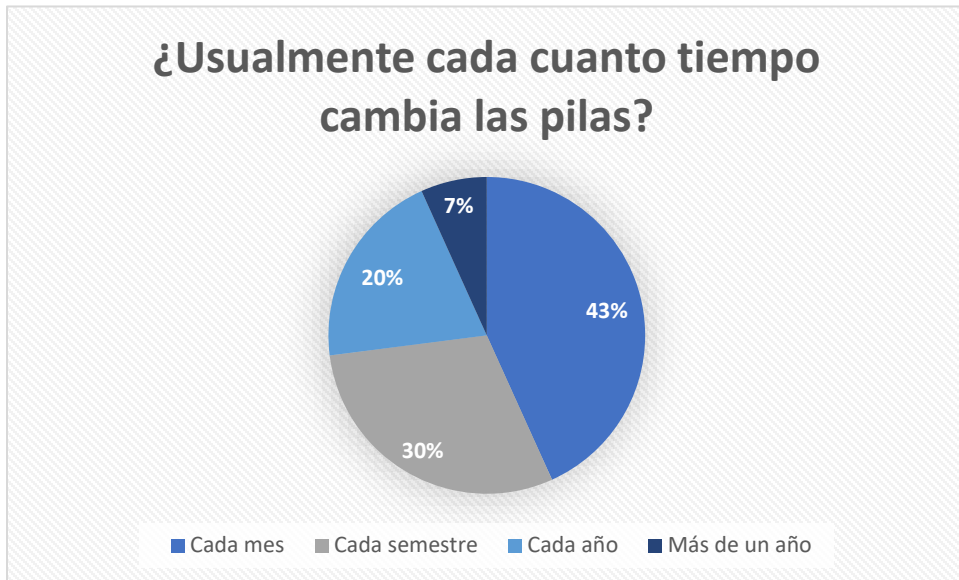
Zona 3

¿Usualmente cada cuanto tiempo cambia las pilas?

Cada mes	32
Cada semestre	22
Cada año	15
Más de un año	5
Cantidad total	74

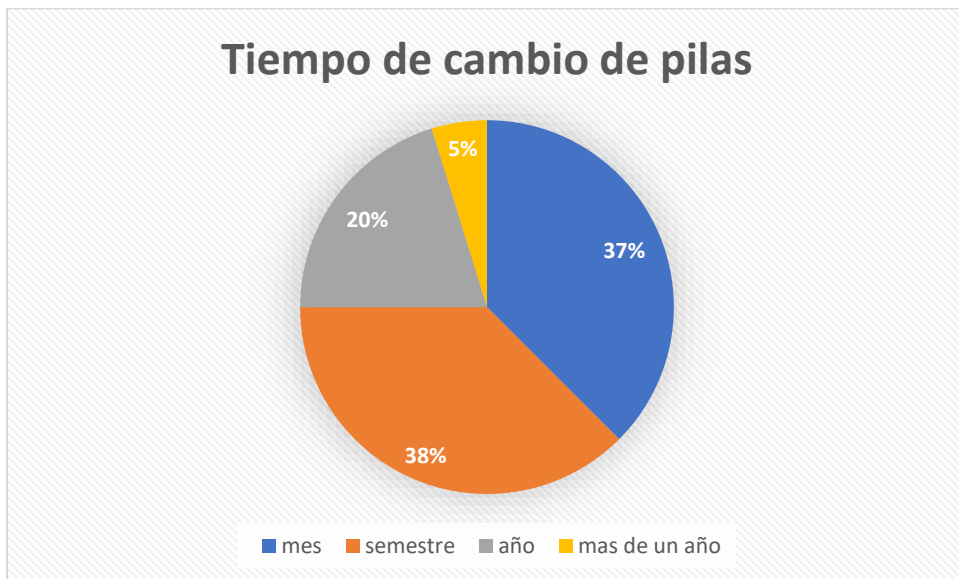
Fuente: Autores

Anexo 111. *Periodos de cambio de pilas en la Zona 3*



Fuente: Autores

Anexo 112. *Cantidad total del tiempo de cambio de pilas que realizan los ciudadanos*



Fuente: Autores

¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?

Anexo 113. Tipo de pila en la Zona 1

Zona 1

¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?

AA	23
AAA	49
C	0
D	0
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 114. Tipos de pilas de la Zona 1



D

15

Fuente: Autores

Cantidad Total	126
-----------------------	------------

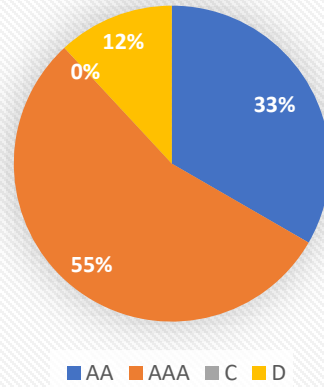
Anexo 115. *Tipo de*

pila de la Zona 2

Fuente: Autores

Anexo 116. *Tipos de pilas de la Zona 2*

¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?



Fuente: Autores

Anexo 117. *Tipos de pilas en la Zona 3*

Zona 3

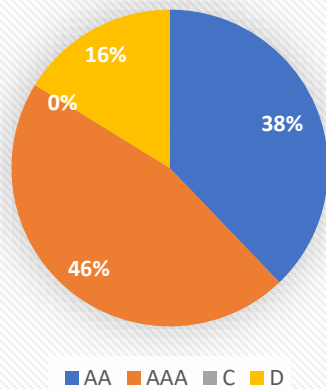
¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?

AA	28
AAA	34
C	0
D	12
Cantidad total	74

Fuente: Autores

Anexo 118. *Tipos de pilas en la Zona 3*

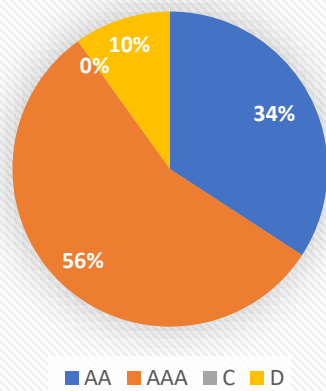
¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?



Fuente: Autores

Anexo 119. Cantidad total del tipo de pila usada por los ciudadanos

¿Qué tipo de pila utiliza comúnmente?



Fuente: Autores

¿En qué tipo de aparatos electrónicos utiliza comúnmente las pilas?

Anexo 120. Tipos de aparatos electrónicos de la Zona 1

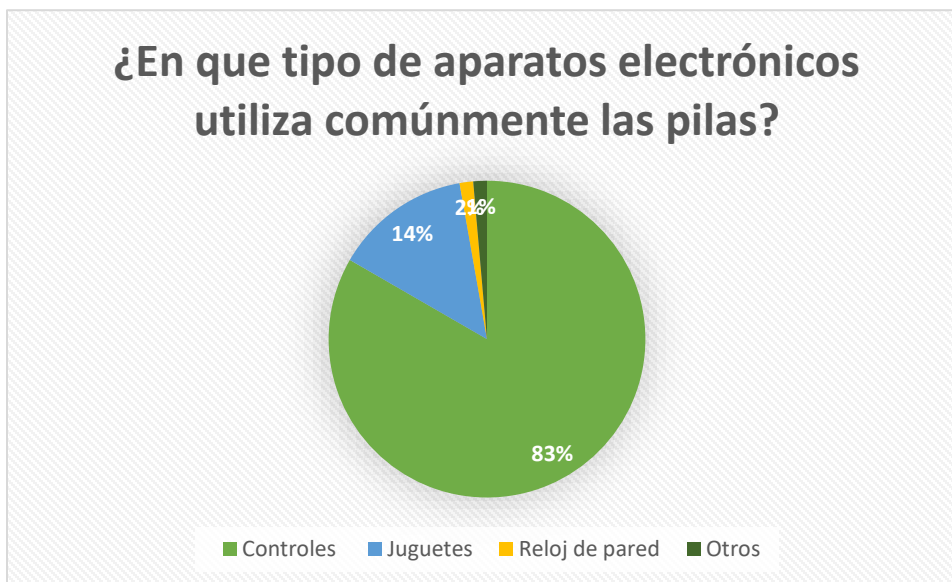
Zona 1

¿En qué tipo de aparatos electrónicos utiliza comúnmente las pilas?

Controles	60
Juguetes	10
Reloj de pared	1
Otros	1
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 121. *Tipos de aparatos electrónicos en la Zona 1*



Fuente: Autores

Anexo 122. *Tipos de aparatos electrónicos de la Zona 2*

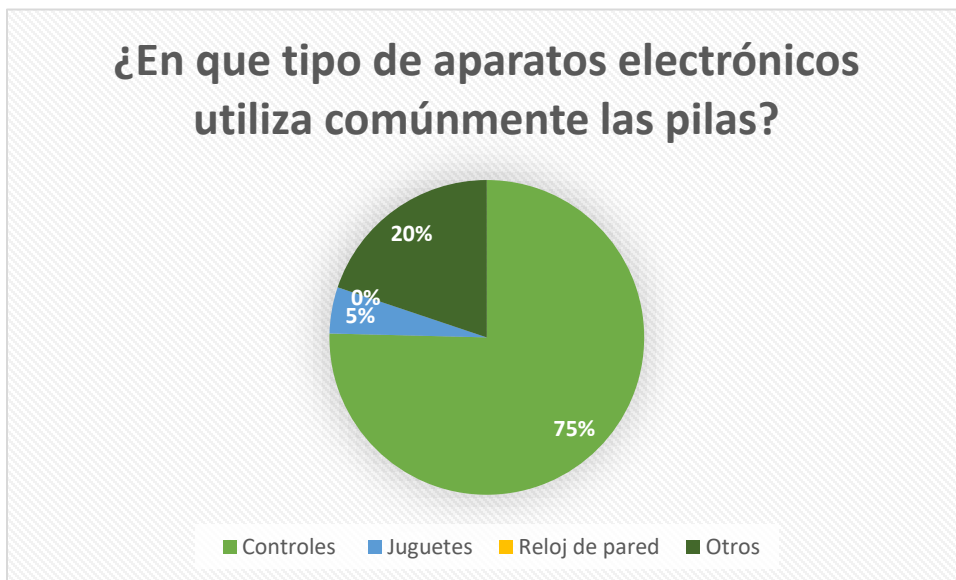
Zona 2

¿En qué tipo de aparatos electrónicos utiliza comúnmente las pilas?

Controles	95
Juguetes	6
Reloj de pared	0
Otros	25
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Figura 30. *Tipos de aparatos electrónicos en la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 123. *Tipos de aparatos electrónicos en la Zona 3*

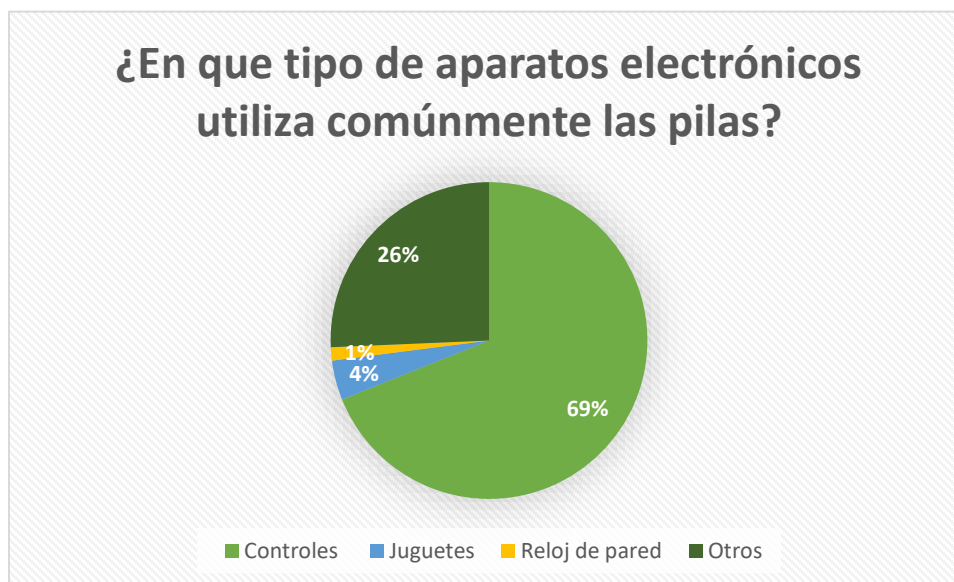
Zona 3

¿En qué tipo de aparatos electrónicos utiliza comúnmente las pilas?

Controles	51
Juguetes	3
Reloj de pared	1
Otros	19
Cantidad total	74

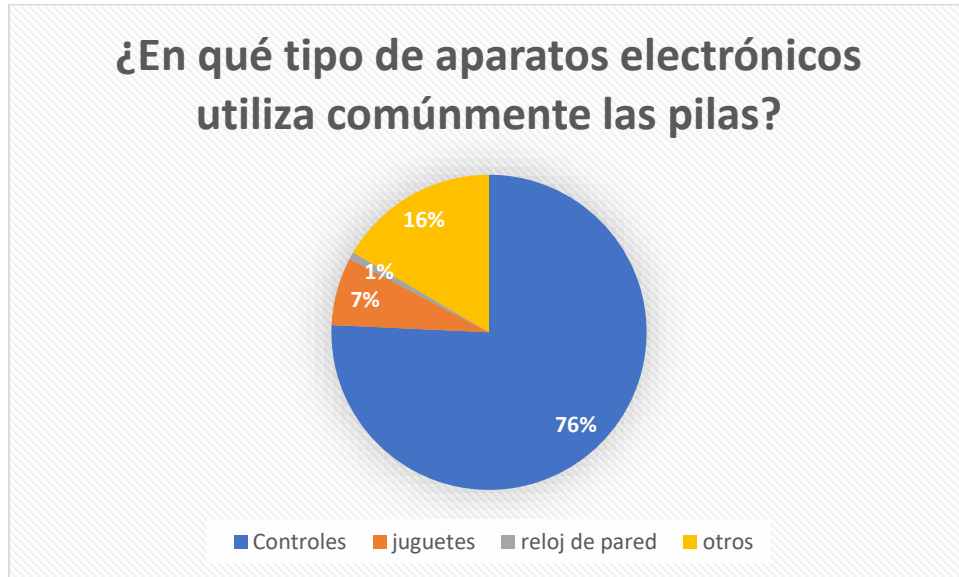
Fuente: Autores

Anexo 124. Tipos de aparatos en la Zona 3



Fuente: Autores

Figura 31. Cantidad total de aparatos electrónicos donde se utilizan las pilas



Fuente: Autores

¿Qué marca de pila utiliza?

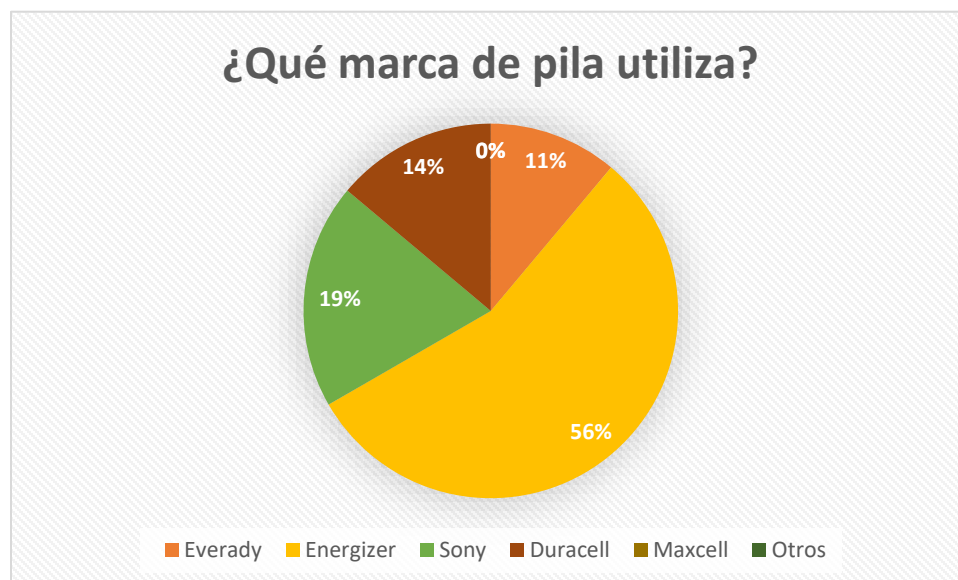
Anexo 125. Tipos de marcas de pilas usadas en la Zona 1

Zona 1	
¿Qué marca de pila utiliza?	
Everady	8
Energizer	40
Sony	14
Duracell	10

Maxcell	0
Otros	0
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 126. *Tipos de marcas de pilas en la Zona 1*



Fuente: Autores

Anexo 127. *Tipos de marcas de pilas usadas en la Zona 2*

Zona 2

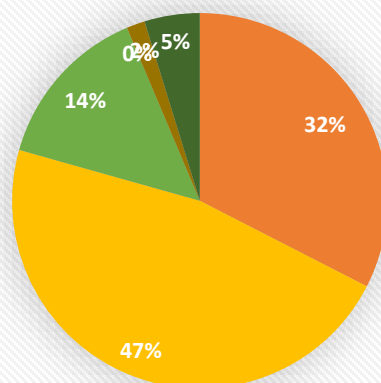
¿Qué marca de pila utiliza?

Everady	41
Energizer	59
Sony	18
Duracell	0
Maxcell	2
Otros	6
Cantidad Total	126

Fuente: Autores

Anexo 128. *Tipos de marcas de pilas usadas de la Zona 2*

¿Qué marca de pila utiliza?



■ Eveready ■ Energizer ■ Sony ■ Duracell ■ Maxcell ■ Otros

Fuente: Autores

Anexo 129. Tipos de marcas de pilas usadas en la Zona 3

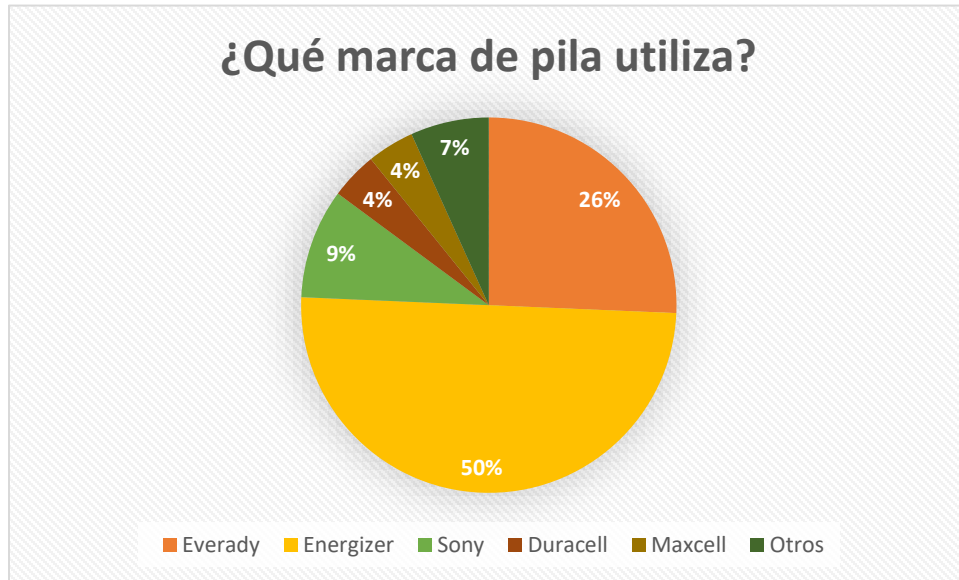
Zona 3

¿Qué marca de pila utiliza?

Eveready	19
Energizer	37
Sony	7
Duracell	3
Maxcell	3
Otros	5
Cantidad total	74

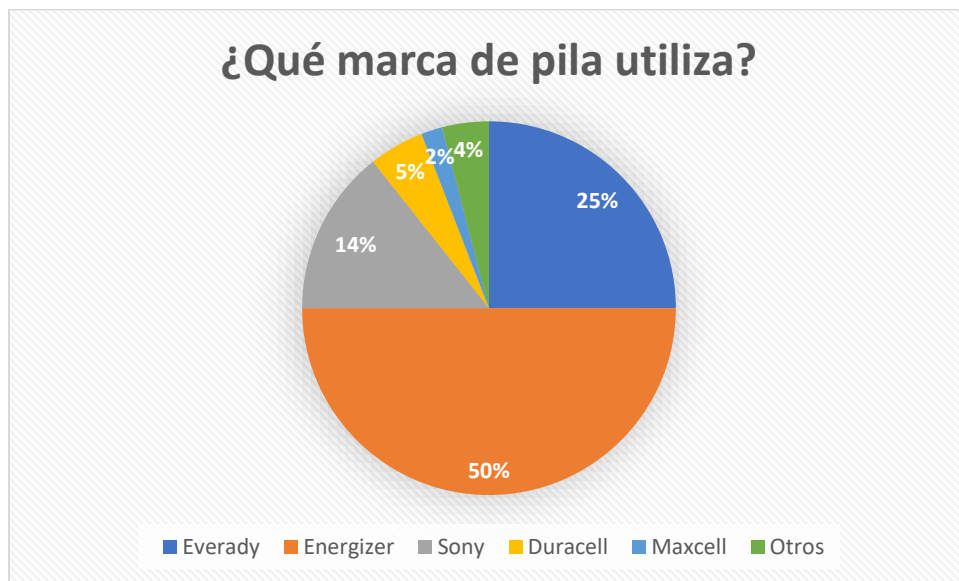
Fuente: Autores

Anexo 130. Tipos de marcas de pilas usadas en la Zona 3



Fuente: Autores

Anexo 131. Cantidad total de marcas de pilas utilizadas en el cantón Cuenca



Fuente: Autores

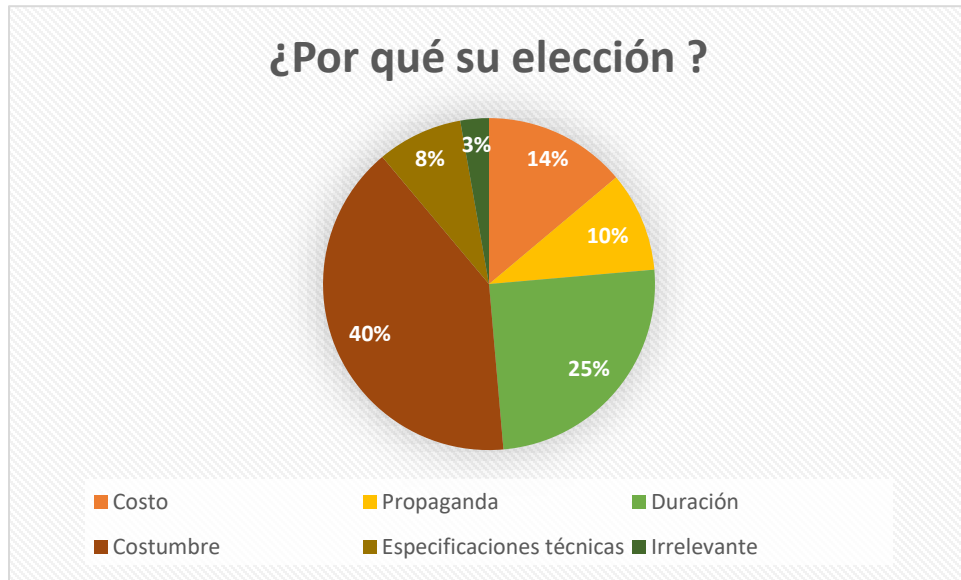
¿Por qué su elección?

Anexo 132. Elecciones de pilas en la Zona 1

Zona 1	
¿Por qué su elección ?	
Costo	10
Propaganda	7
Duración	18
Costumbre	29
Especificaciones técnicas	6
Irrelevante	2
Cantidad Total	72

Fuente: Autores

Anexo 133. Elecciones de pilas en la Zona 1



Fuente: Autores

Elecciones de pilas en la Zona 2

Zona 2

¿Por qué su elección ?

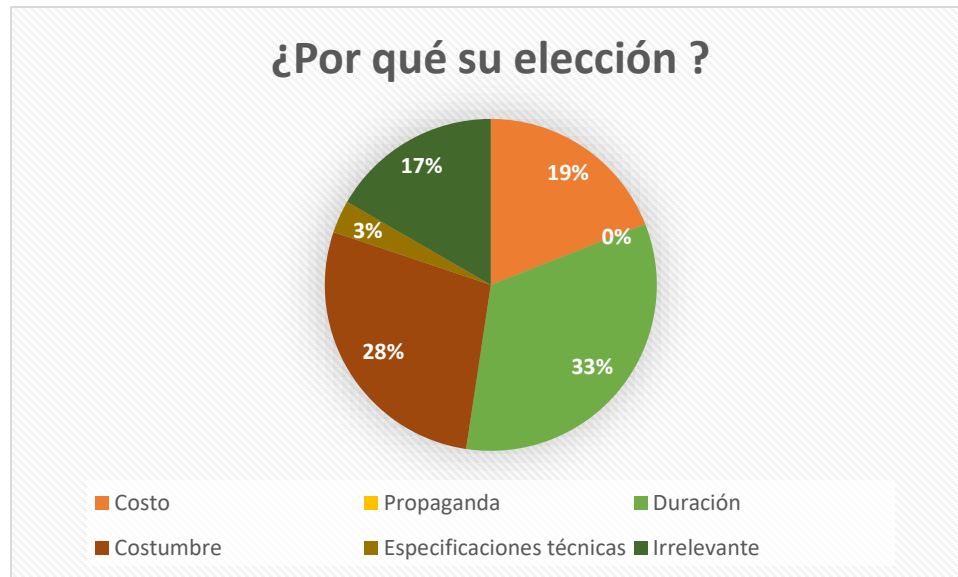
Costo	24
Propaganda	0
Duración	42
Costumbre	35
Especificaciones técnicas	4
Irrelevante	21

Cantidad total

126

Fuente: Autores

Anexo 134. Elecciones de pilas en la Zona 2



Fuente: Autores

Anexo 135. Elecciones de pilas en la Zona 3

Zona 3

¿Por qué su elección ?

Costo

4

Propaganda

1

Duración

34

Costumbre

19

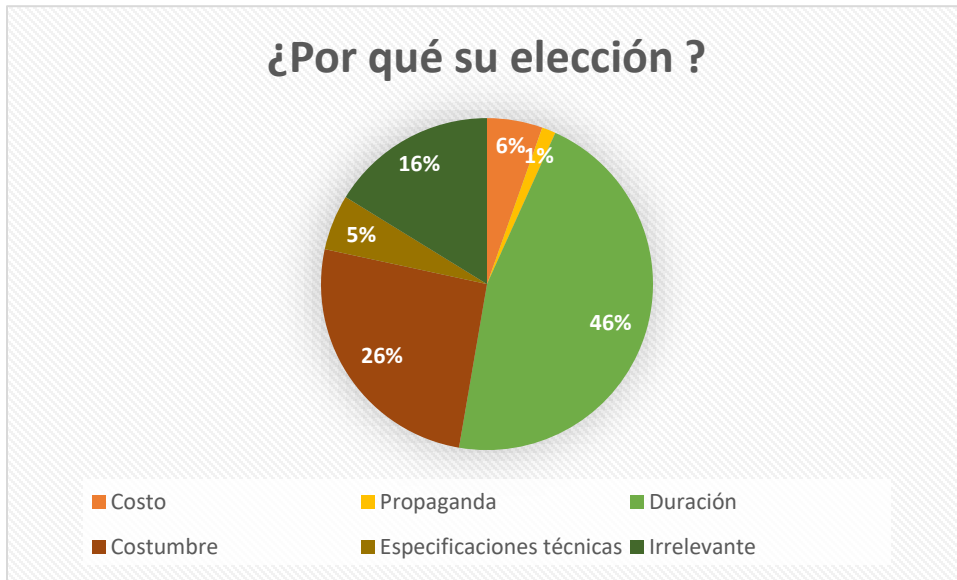
Especificaciones técnicas

4

Irrelevante	12
Cantidad total	74

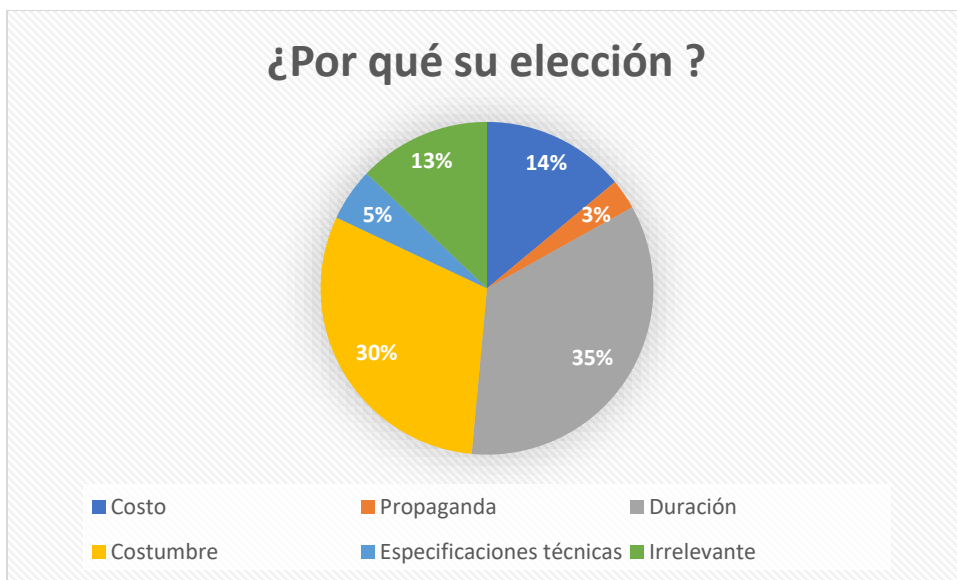
Fuente: Autores

Figura 32. Elecciones de pilas usadas en la Zona 3



Fuente: Autores

Anexo 136. Cantidad total de elecciones de uso de pilas



Fuente: Autores

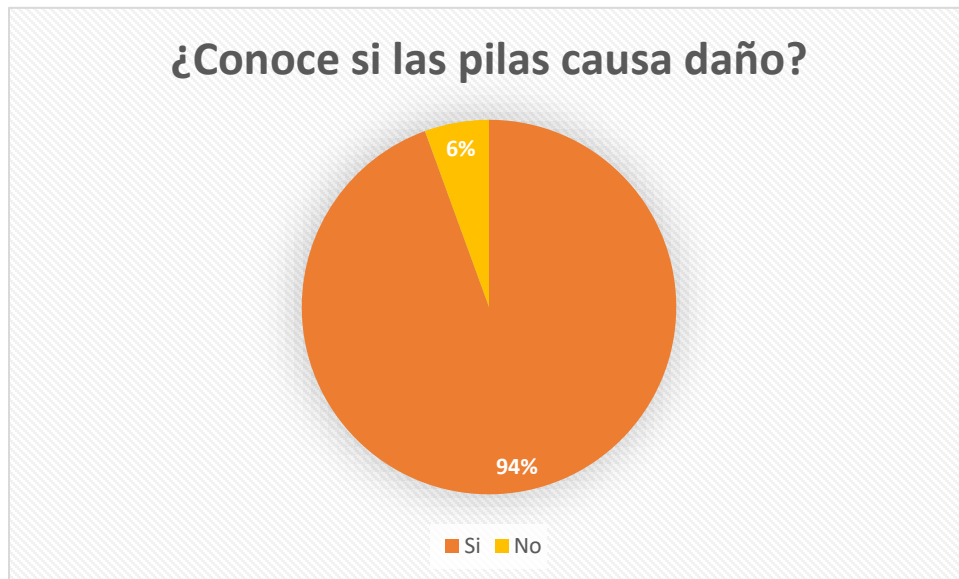
¿Conoces si las pilas causan daño?

Anexo 137. *Conocimientos de las personas de la Zona 1*

Zona 1	
¿Conoce si las pilas causan daño?	
Si	68
No	4
Cantidad Total	72

Fuente: Autores

Anexo 138. *Conocimiento de la Zona 1*



Fuente: Autores

Anexo 139. *Conocimiento de las personas de la Zona 2*

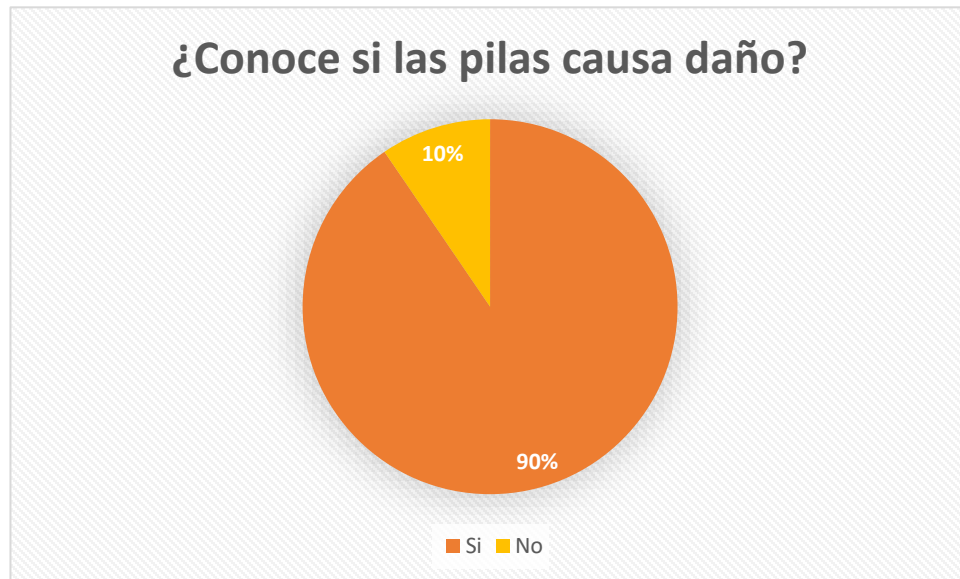
Zona 2

¿Conoce si las pilas causan daño?

Si	114
No	12
Cantidad Total	126

Fuente: Autores

Anexo 140. *Conocimientos de la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 141. *Conocimiento de las personas en la Zona 3*

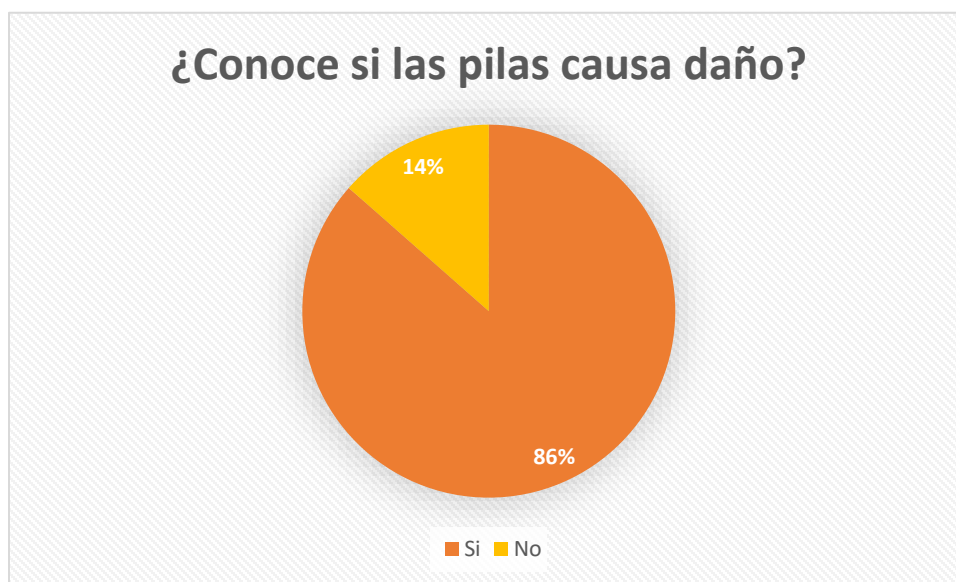
Zona 3

¿Conoce si las pilas causan daño?

Si	64
No	10
Cantidad Total	74

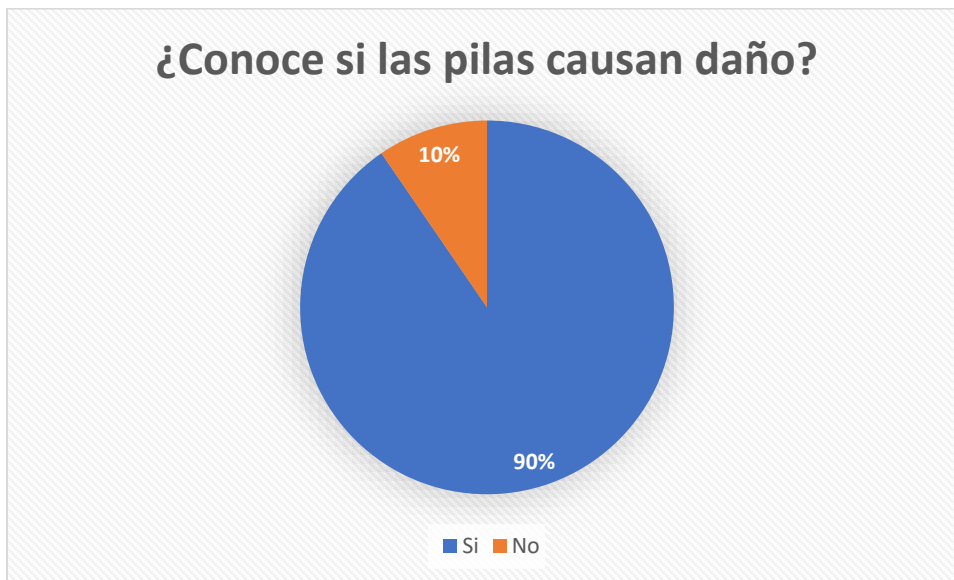
Fuente: Autores

Anexo 142. *Conocimientos de las personas de la Zona 3*



Fuente: Autores

Anexo 143. Cantidad total de conocimiento de daños sobre las pilas



Fuente: Autores

¿A qué áreas considera usted que causan daño?

Zona 1

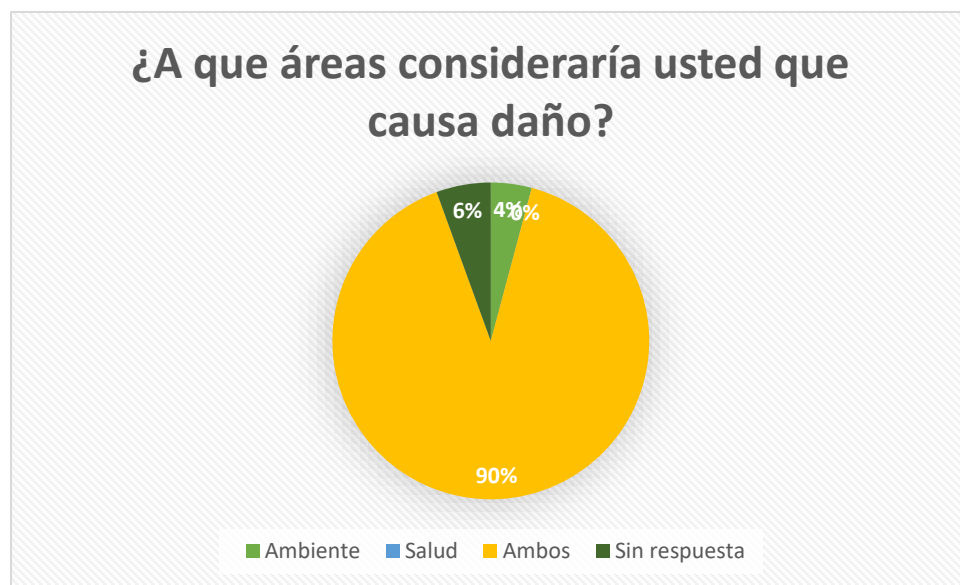
¿A qué áreas consideraría usted que causa daño?

Ambiente	3
Salud	0
Ambos	65
Sin respuesta	4
Cantidad Total	72

Anexo 144. Afecciones de las pilas en la Zona 1

Fuente: Autores

Anexo 145. *Afecciones de las pilas en la Zona 1*



Fuente: Autores

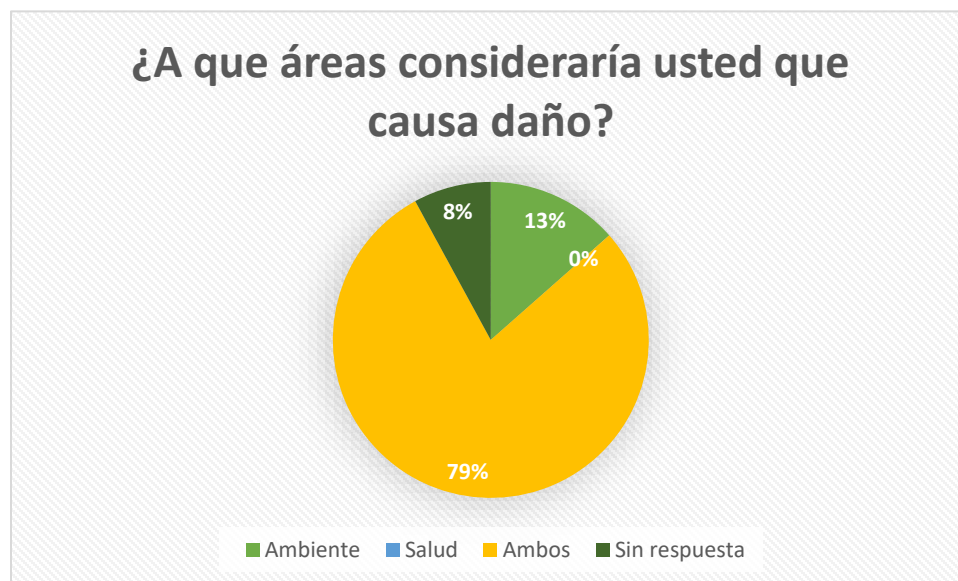
Anexo 146. *Afecciones de las pilas en la Zona 2*

Zona 2

¿A qué áreas consideraría usted que causa daño?	
Ambiente	17
Salud	0
Ambos	99
Sin respuesta	10
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 147. *Afecciones de las pilas en la Zona 2*



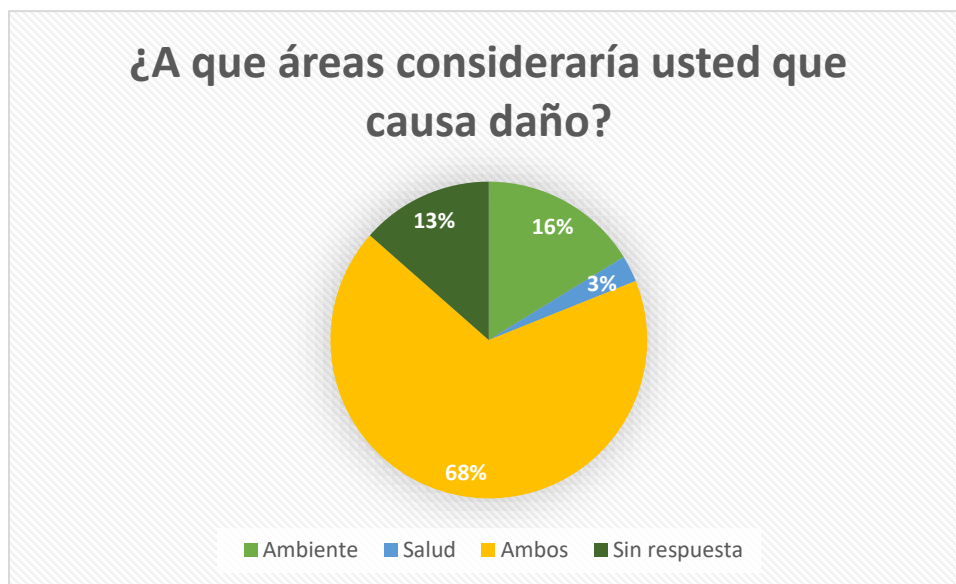
Fuente: Autores

Anexo 148. *Afecciones de las pilas en la Zona 3*

Zona 3	
¿A qué áreas consideraría usted que causa daño?	
Ambiente	12
Salud	2
Ambos	50
Sin respuesta	10
Cantidad total	74

Fuente: Autores

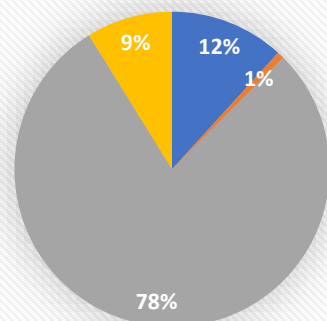
Figura 33. *Afecciones de las pilas usadas en la Zona 3*



Fuente: Autores

Anexo 149. *Cantidad total de conocimiento de las personas sobre el daño de las pilas*

¿A qué áreas consideraría usted que causa daño?



■ Ambiente ■ Salud ■ Ambos ■ Sin respuesta

Fuente: Autores

¿Usualmente usted que hace con las pilas usadas?

Anexo 150. Disposición final de las pilas de la Zona 1

Zona 1

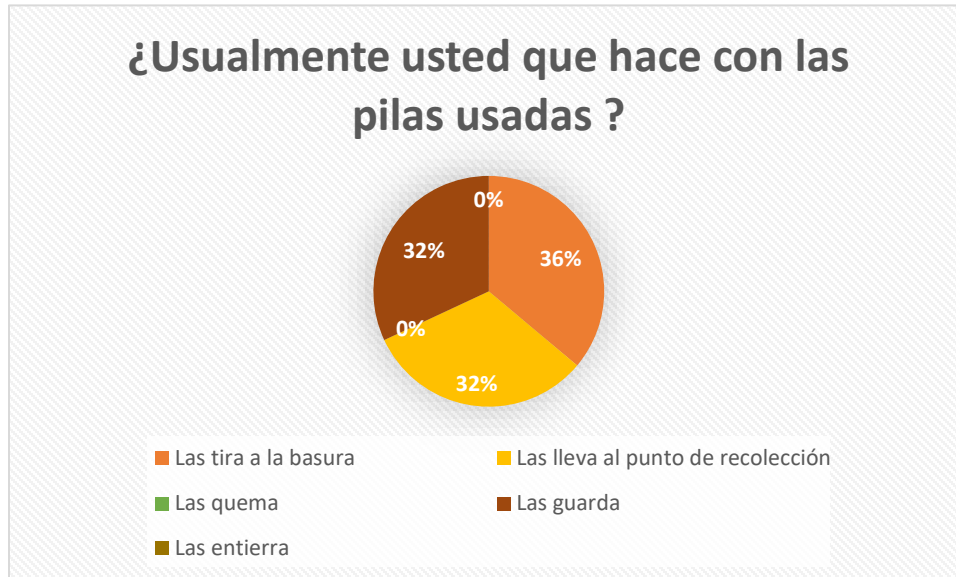
¿Usualmente usted que hace con las pilas usadas ?

Las tiras a la basura	26
Las lleva al punto de recolección	23
Las quemas	0
Las guardas	23
Las entierra	0

Cantidad total	72
-----------------------	----

Fuente: Autores

Anexo 151. Disposición final de las pilas en la Zona 1



Fuente: Autores

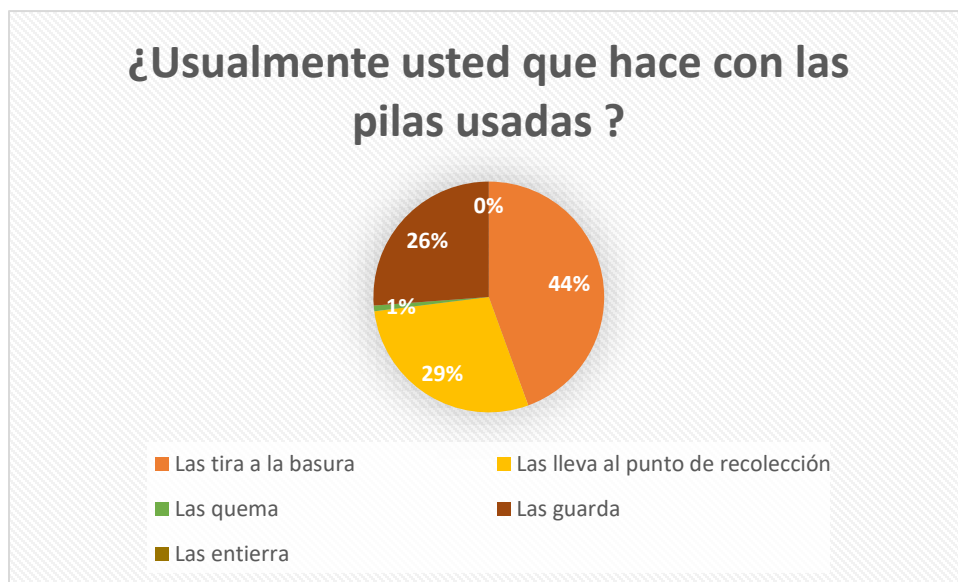
Anexo 152. Disposición final de las pilas en la Zona 2

Zona 2	
¿Usualmente usted que hace con las pilas usadas ?	
Las tiras a la basura	56
Las lleva al punto de recolección	36
Las quemas	1
Las guardas	33

Las entierra	0
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 153. *Disposición final de las pilas en la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 154. *Disposición final de las pilas usadas en la Zona 2*

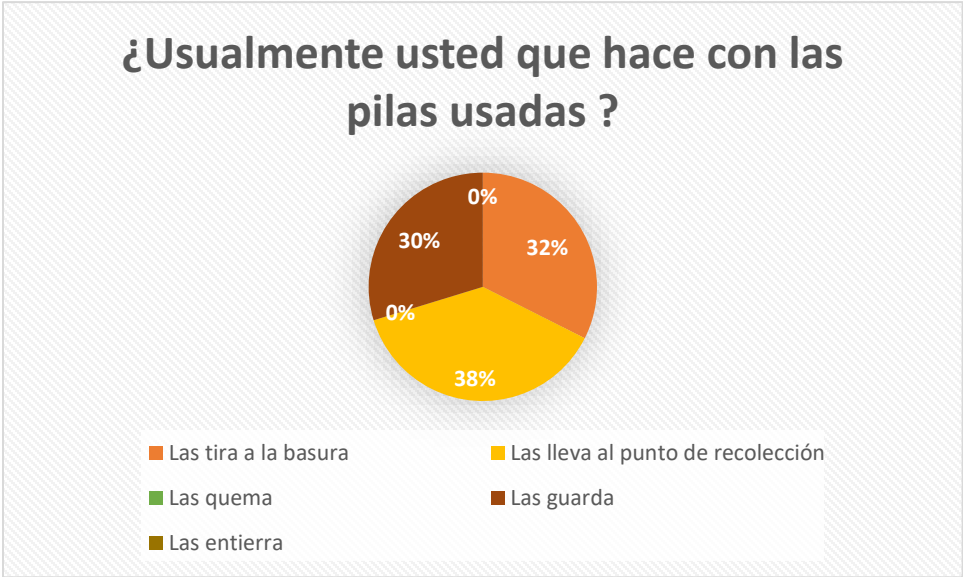
Zona 3

¿Usualmente usted que hace con las pilas usadas ?

Las tiras a la basura	24
Las lleva al punto de recolección	28
Las quemas	0
Las guardas	22
Las entierra	0
Cantidad total	74

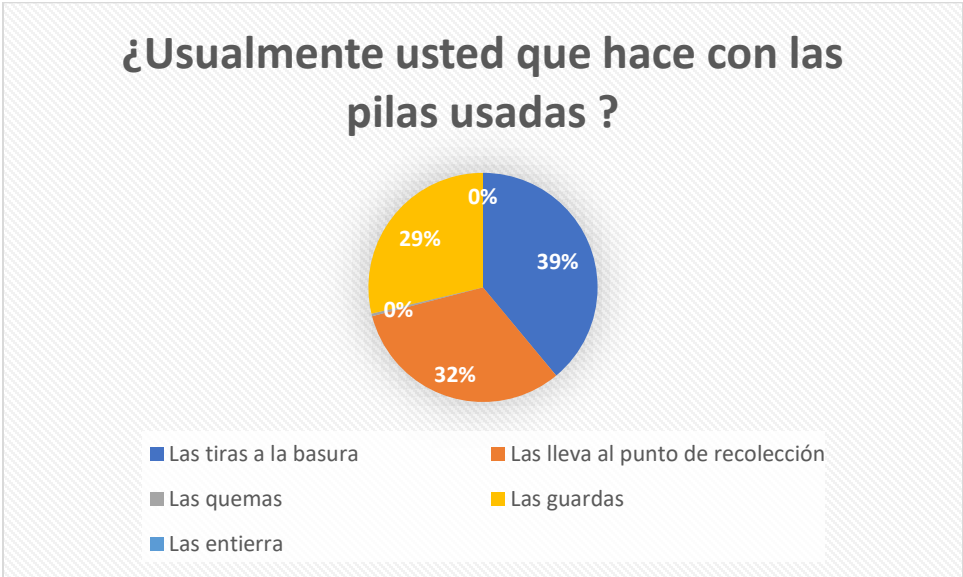
Fuente: Autores

Anexo 155. *Disposición final de las pilas usadas en la Zona 3*



Fuente: Autores

Figura 34. Cantidad total sobre el conocimiento de disposición final sobre las pilas usadas



Fuente: Autores

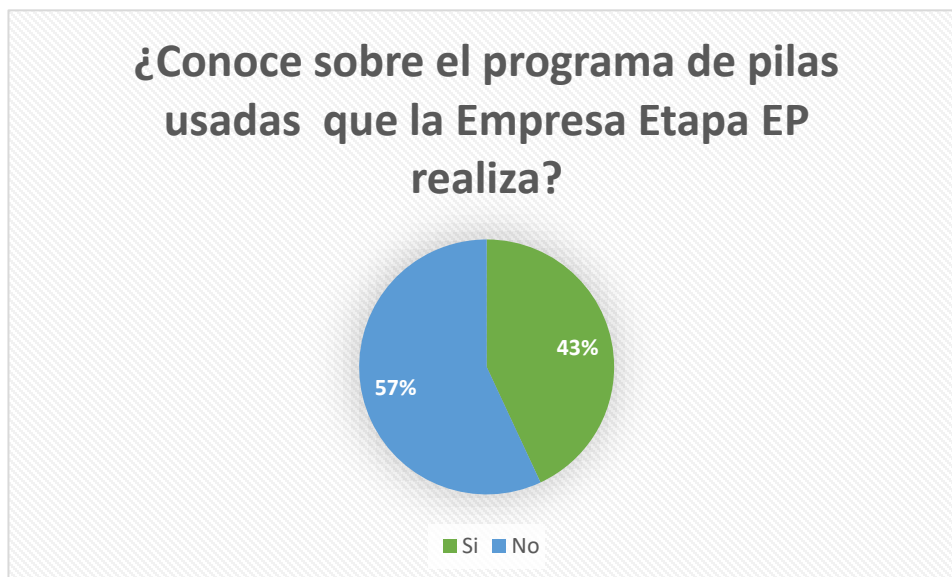
¿Conoce sobre el programa de pilas usadas que la empresa Etapa EP realiza?

Anexo 156. Conocimiento del programa de pilas en la Zona 1

Zona 1	
¿Conoce sobre el programa de pilas usadas que la Empresa Etapa EP realiza?	
Si	31
No	41
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 157. Conocimiento del programa de pilas de la Zona 1



Fuente: Autores

Anexo 158. *Conocimiento del programa de pilas de la Zona 2*

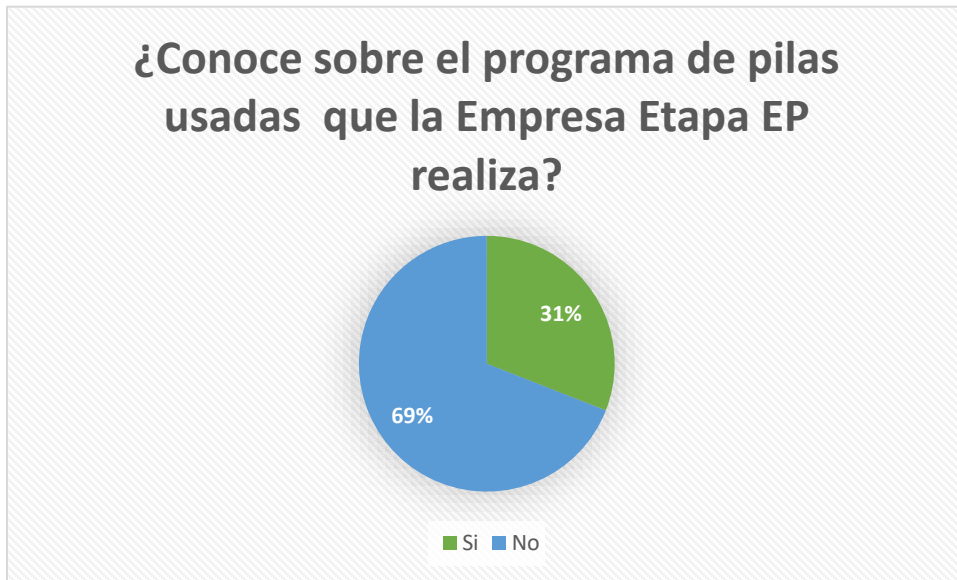
Zona 2

¿Conoce sobre el programa de pilas usadas que la Empresa Etapa EP realiza?

Si	39
No	87
Cantidad Total	126

Fuente: Autores

Anexo 159. *Conocimiento del programa de pilas de la Zona 2*



Fuente: Autores

Anexo 160. *Conocimiento del programa de pilas de la Zona 3*

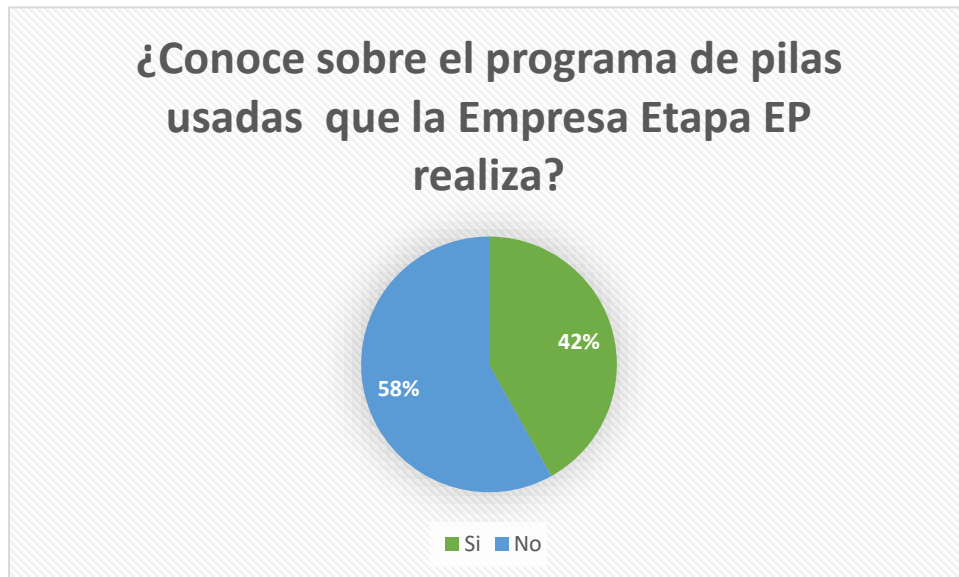
Zona 3

¿Conoce sobre el programa de pilas usadas que la Empresa Etapa EP realiza?

Si	31
No	43
Cantidad total	74

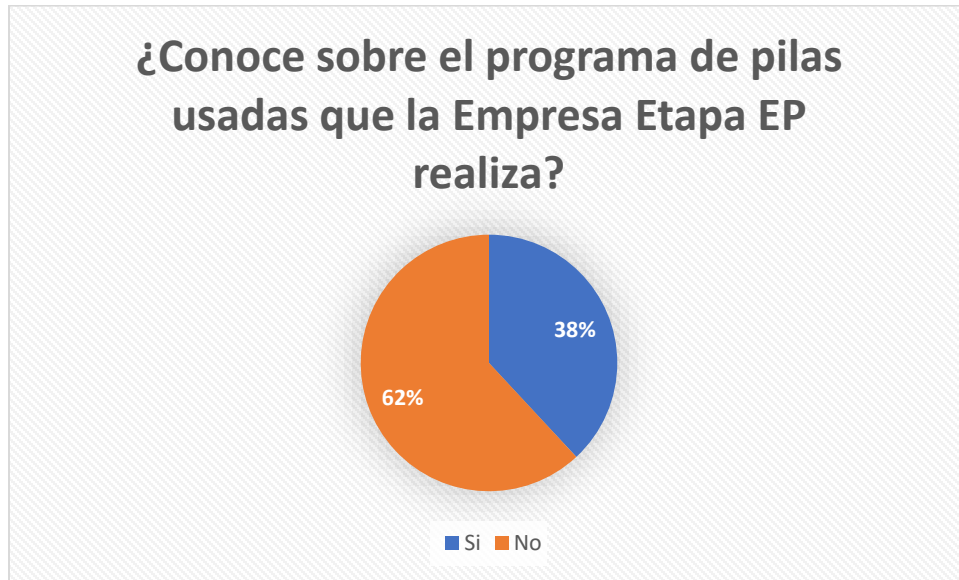
Fuente: Autores

Anexo 161. *Conocimiento del programa de pilas en la Zona 3*



Fuente: Autores

Anexo 162. Cantidad total sobre el conocimiento de los ciudadanos acerca del programa de manejo de pilas



Fuente: Autores

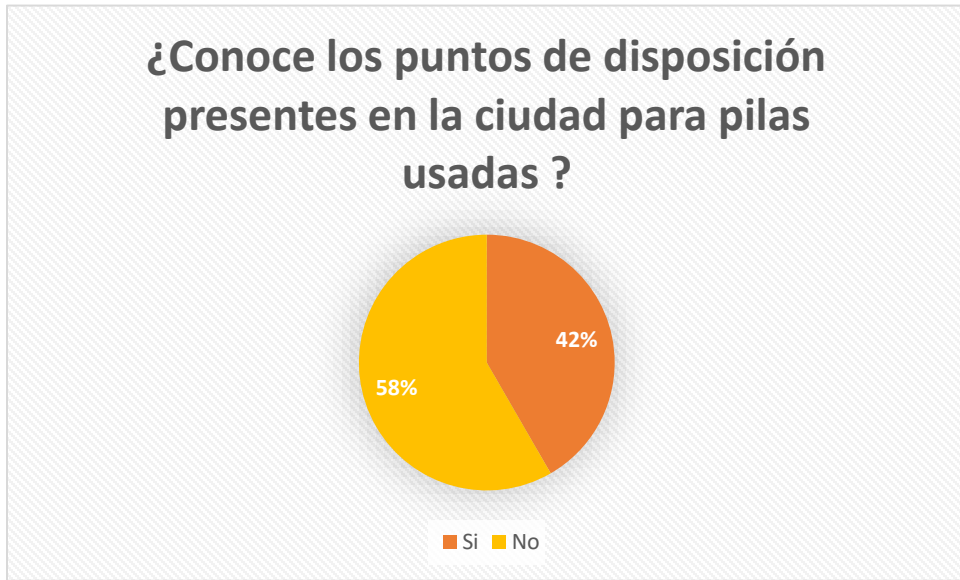
¿Conoce los puntos de disposición presentes en la ciudad para las pilas?

Anexo 163. Conocimiento sobre los puntos de disposición de pilas de la Zona 1

Zona 1	
¿Conoce los puntos de disposición presentes en la ciudad para pilas usadas ?	
Si	30
No	42
Cantidad total	72

Fuente: Autores

Anexo 164. *Conocimientos sobre los puntos de disposición de pilas en la Zona 1*



Fuente: Autores

Anexo 165. *Conocimientos sobre los puntos de disposición de pilas en la Zona 2*

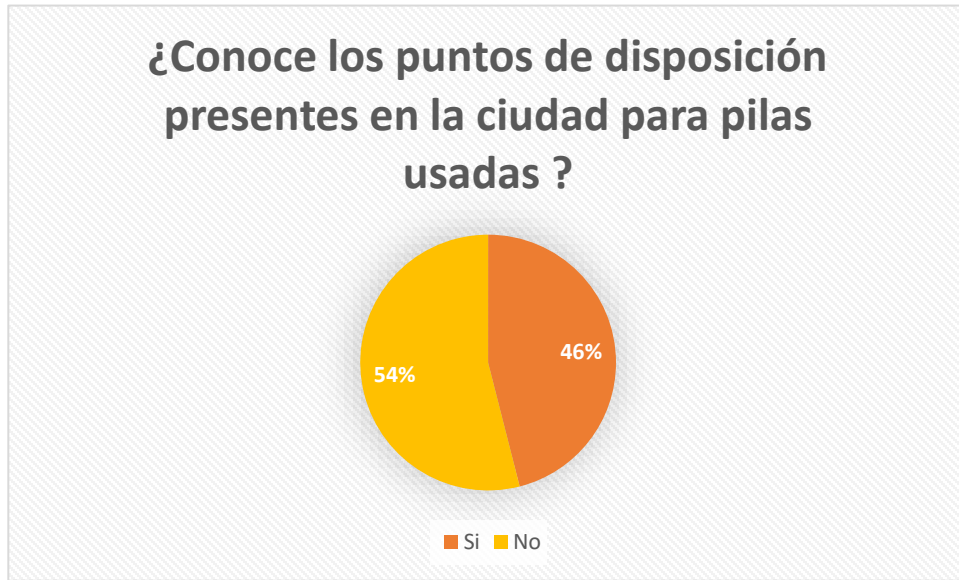
Zona 2

¿Conoce los puntos de disposición presentes en la ciudad para pilas usadas?

Si	58
No	68
Cantidad total	126

Fuente: Autores

Anexo 166. *Conocimiento sobre los puntos de disposición de las pilas en la Zona 2*



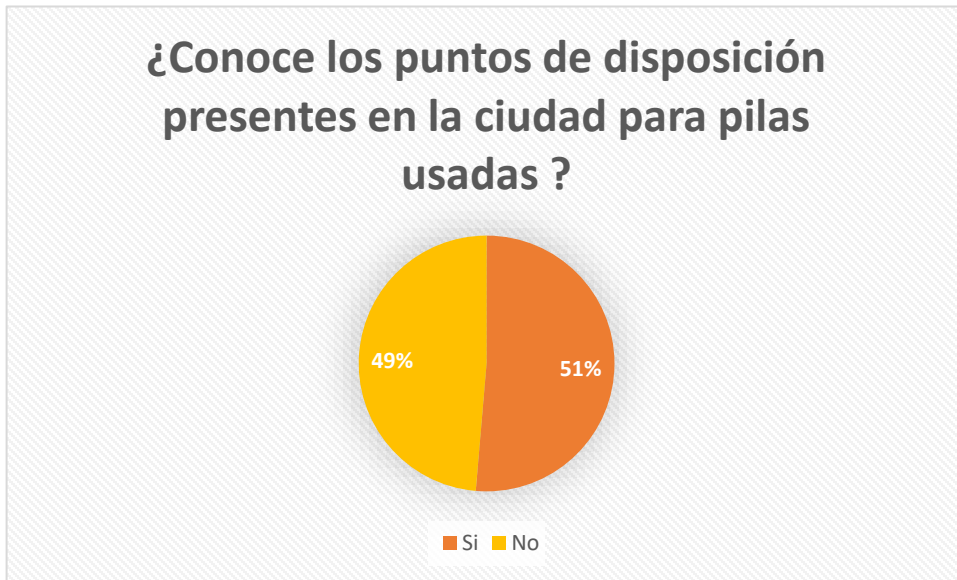
Fuente: Autores

Anexo 167. *Conocimientos sobre los puntos de disposición de pilas de la Zona 3*

¿Conoce los puntos de disposición presentes en la ciudad para pilas usadas ?	
Si	38
No	36
Cantidad total	74

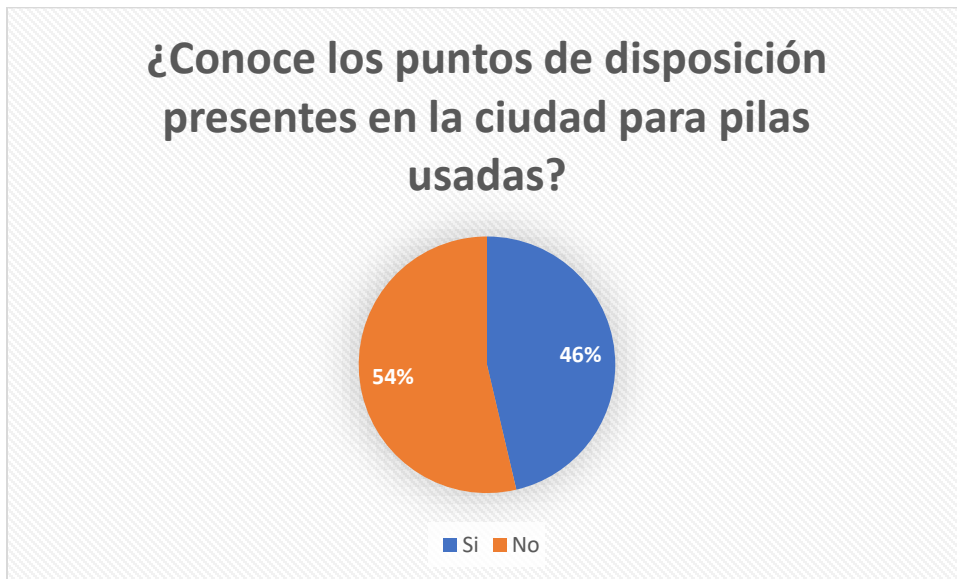
Fuente: Autores

Anexo 168. *Conocimientos sobre los puntos de disposición de pilas en la Zona 3*



Fuente: Autores

Anexo 169. *Cantidad total de conocimiento sobre los puntos de recolección de las pilas*



Fuente: Autores

3. Anexo III Solicitud de laboratorio

Figura 35. Solicitud de ingreso hacia los laboratorios de Ciencias de la Vida



Requerimiento para uso de los laboratorios del Área de Ciencias de la Vida P 59 (2021-2022).

Se ha registrado tu respuesta.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios

Fuente: Autores

4. Anexo IV Resultados de las muestras de Oxido de Zinc

Anexo 170. Cantidades de pH obtenidas con el uso de agua destilada

Muestra 1		Agua destilada
Numero	pH lavado	pH residual
1	14,73	14,8
2	14,22	14,5
3	13,22	13,43
4	13,01	13,15
5	12,5	12,4
6	11,79	11,92
7	10,61	10,7
8	10,56	10,54
9	10,13	10,2
10	10,08	10,02
11	9,11	9,81
12	8,97	9,69
13	8,18	9,76
14	8,13	8,26

15	8	7,77
16	7,69	6,59

Fuente: Autores

Anexo 171. *Cantidades de pH obtenidas con el uso de agua milli Q*

Muestra 2		Agua milli Q
Numero	pH lavado	pH residual
1	10,07	13,94
2	13,28	12,72
3	11,17	10,56
4	11,04	11,69
5	10,66	10,79
6	10,58	10,57
7	10,2	10,47
8	10,19	10,27
9	9,79	10,38
10	9,42	10,15
11	9,2	9,3

12	8,35	8,24
13	8,23	8,04
14	7,94	7,07
15	7,76	6,59

Fuente: Autores

5. Anexo V Resultados de la muestra de carbono

Anexo 172. Cantidades de tratamiento de la muestra de carbono

Hidróxido de potasio		61,4	gr
Muestras	Peso		
1	15,31		
2	15,31		
3	15,31		
4	15,31		

Fuente: Autores

6. Anexo VI Socialización con la empresa ETAPA – EP

Anexo 1. *Socialización con la empresa ETAPA - EP*



Fuente: Autores

