



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
CON BASE EN EL SISTEMA ZERO WASTE EN LA COMUNIDAD DEL JARDÍN BOTÁNICO
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Edgar Estuardo Escobar Ramírez

Asesorado por el Ing. Carlos Alejandro Alegre Ordóñez

Guatemala, julio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
CON BASE EN EL SISTEMA ZERO WASTE EN LA COMUNIDAD DEL JARDÍN BOTÁNICO
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR ESTUARDO ESCOBAR RAMÍREZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALEJANDRO ALEGRE ORDÓÑEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés De La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Mirando Orozco
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
CON BASE EN EL SISTEMA ZERO WASTE EN LA COMUNIDAD DEL JARDÍN BOTÁNICO
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 27 de enero de 2020.

Edgar Estuardo Escobar Ramírez

Ref. EEPFI-072-2020
Guatemala, 27 de enero de 2020

Director
Ing. Gilberto Morales Baiza
Escuela de Ingeniería Mecánica
Presente.

Estimado Ing. Morales:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Edgar Estuardo Escobar Ramírez** carné número **201114401**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Energía y Ambiente.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Alejandro Alegre Ordóñez
Maestro en Energía y Ambiente
Colegiado 12256

Mtro. Carlos Alejandro Alegre Ordóñez
Asesor

Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepique
Coordinador de Área
Desarrollo Socio-Ambiental y
Energético

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EIM-001-2020
Guatemala, febrero de 2020

El Director de la Escuela de Ingeniería en Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PLAN PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CON BASE EN EL SISTEMA ZERO WASTE EN LA COMUNIDAD DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Edgar Estuardo Escobar Ramírez, considerando que el protocolo es viable para realizar el Proceso de Graduación procedo con el AVAL, ya que cumple los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Gilberto Morales Baiza
Director

Escuela de Ingeniería en Mecánica

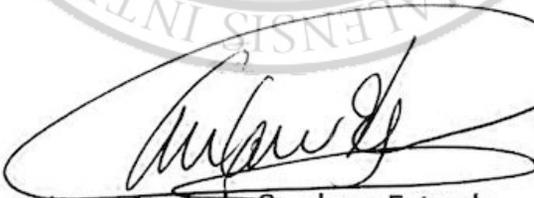




DTG. 184.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL PLAN PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS CON BASE EN EL SISTEMA ZERO WASTE EN LA COMUNIDAD DEL JARDÍN BOTÁNICO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Estuardo Escobar Ramírez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, agosto de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Guatemala	Por ser la cuna de mis sueños y el espacio donde he desarrollado mis habilidades.
Mis ancestros	Por contribuir en toda la línea del tiempo a mi formación.
Mi familia	Por ser pilar fundamental de fortaleza, comprensión y motivación.
Mis mentores	Por contagiar la inspiración y la búsqueda de conocimiento.
Mis compañeros	Por enseñarme a trabajar y confiar en el equipo.
Mi asesor	Por compartir su conocimiento y tiempo en el desarrollo de esta investigación.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que formo mi conocimiento y criterio.
Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera.
Escuela de Postgrado de Ingeniería	Por permitirme seguir formando el conocimiento en el área de energía y ambiente.
CECON y MUSHNAT	Por servir de inspiración en la conservación de la naturaleza y abrirme las puertas para desarrollar la investigación.
CECEG	Por su apertura en formar parte de esta investigación.
Consultores ambientales de la Municipalidad de Guatemala	Por contribuir con su conocimiento y entusiasmo en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13
7. MARCO TEÓRICO.....	15
7.1. Comunidad del Jardín Botánico.....	15
7.1.1. Historia	15
7.1.2. Museo de Historia Natural MUSHNAT.....	16
7.1.3. Centro de Estudios Conservacionistas CECON	17
7.1.4. Jardín Botánico.....	18

7.1.5.	Centro de Estudios de las Culturas en Guatemala CECEG	18
7.2.	Residuos sólidos urbanos	19
7.2.1.	Composición de los residuos sólidos urbanos.....	19
7.2.1.1.	Residuos ordinarios.....	20
7.2.1.2.	Residuos sanitarios	20
7.2.1.3.	Residuos peligrosos	20
7.2.1.4.	Residuos especiales	21
7.2.2.	Caracterización de residuos	21
7.2.2.1.	Métodos para la caracterización de residuos.....	21
7.3.	Gestión de residuos sólidos	22
7.3.1.	Gestión integral de residuos sólidos.....	24
7.3.2.	Gestión de residuos <i>Zero Waste</i>	25
7.3.2.1.	Certificación TRUE <i>Zero Waste</i>	28
7.4.	Política nacional e institucional	29
7.4.1.	Política nacional para el manejo integral de residuos sólidos.....	29
7.4.2.	Política ambiental USAC	30
8.	PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS	33
9.	METODOLOGÍA	35
9.1.	Fase 1: revisión documental	35
9.2.	Fase 2: caracterización de los residuos sólidos	35
9.3.	Fase 3: diseño de plan para la gestión de residuos	37
9.4.	Fase 4: viabilidad social	38

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	39
10.1.	Fase 1: revisión documental.....	39
10.2.	Fase 2: caracterización de los residuos sólidos	39
10.3.	Fase 3: diseño de plan para la gestión de residuos	40
10.4.	Fase 4: viabilidad social.....	40
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	41
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	43
12.1.	Recurso humano	43
12.2.	Equipo y herramienta	43
13.	BIBLIOGRAFÍA	45
14.	ANEXOS	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Flujograma de actividades	14
2.	Jerarquía <i>zero waste</i>	26

TABLAS

I.	Cronograma de actividades	41
II.	Calificación según certificación TRUE <i>Zero Waste</i>	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Kg	Kilogramo
m³	Metro cúbico

GLOSARIO

Compostaje	Proceso biológico y controlado de oxidación.
HDPE	Polietileno de alta densidad.
Herbario	Colección de plantas acompañada de información crítica.
Índex Seminum	Colección de semillas para usos científicos.
Jardín Botánico	Es un tipo de jardín destinado al estudio, conservación y divulgación de la diversidad de las especies vegetales.
LDPE	Polietileno de baja densidad.
Lixiviado	Líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido.
Per cápita	Magnitud que representa cada individuo o persona.
PET	Tereftalato de polietileno.
PP	Polipropileno.
PS	Poliestireno.

PVC	Policloruro de vinilo.
Sistema abiótico	Elementos no vivos que forman parte de un ecosistema.
Sistema biótico	Organismo vivos que influncian en la forma de un ecosistema.
Zero Waste	Gestión que persigue el tratamiento eficientemente del 90 % de residuos sólidos generados.

RESUMEN

El fin de la investigación es proponer los procedimientos para alcanzar una gestión de residuos sólidos basada en el sistema zero waste en las instituciones de la comunidad del Jardín Botánico. Reduciendo la brecha entre gestionar los residuos sólidos según criterios *zero waste* y la situación actual en el manejo de estos.

La metodología utilizada para la investigación se constituye en cuatro fases: la revisión documental de estudios similares que ayuden en el desarrollo de esta investigación, la caracterización de residuos sólidos que ayuden a la comprensión de la situación actual, el diseño de los procedimientos para alcanzar la gestión zero waste y por último la viabilidad social de los procedimientos diseñados para evaluar la aprobación de la comunidad del Jardín Botánico.

Las fases mencionadas dotaran de información vital a los directivos de cada institución en la toma de decisiones respecto a la gestión de residuos sólidos, que de ser aplicada provocara un impacto ambiental positivo debido a la filosofía zero Waste de tratar el 90 % o más de los residuos sólidos generados, además colaborando con la educación ambiental de sus visitantes y mejorando la percepción del público ante estas instituciones académicas.

1. INTRODUCCIÓN

La creación de un plan de gestión para los residuos sólidos en una institución pública con alto impacto social ayuda a reducir la brecha entre la educación ambiental ideal y nuestros actuales hábitos insostenibles. La brecha se reduce debido a la incidencia de las instituciones públicas como lo son museos, escuelas, universidades, restaurantes entre otros, debido a la alta afluencia de visitantes de todos los niveles de la sociedad. Para alcanzar una gestión de residuos ejemplar en los sitios públicos se necesita implementar estrategias innovadoras como lo es la gestión de residuos *zero waste*, la cual tiene como uno de sus principales objetivos re direccionar el 90 % o más de los residuos sólidos en gestiones como reducir, reusar, reparación, reciclaje, reincorporación, retención, re valorización, rechazo y compostaje acompañado de sistemas de extensión social y análisis continuo de los residuos; además de otros puntos contemplados en el índice de la certificación *TRUE zero waste*.

Para poder alcanzar las metas de un sistema *zero waste* previamente se realizará un estudio exploratorio para determinar las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos y así diseñar las rutas para alcanzar la gestión con base en la certificación *TRUE zero waste* contemplando temas como aspectos técnicos, legales, culturales, administrativos, académicos que influyan en su aplicación y posteriormente evaluar la viabilidad social de las rutas planteadas.

Se realizará en la comunidad del Jardín Botánico debido a que es un ente con misión conservacionista; además posee un contacto estrecho con la población en general para poder propiciar hábitos positivos como se declara en la política ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2015 haciendo de este proyecto un paso fundamental para poder alcanzar una gestión de residuos sólidos referente en la comunidad universitaria como en la sociedad en general. Tomando en cuenta la diversidad de instituciones que coexisten en esta manzana y la forma individual de gestionan sus residuos. Se buscará como integrar en el diseño un plan de gestión adaptado a las necesidades de estas instituciones como a los requisitos de un sistema *zero waste*.

En el Capítulo I de este trabajo se desarrolla el marco teórico donde se abarcan temas como la descripción de las instituciones de la comunidad del Jardín Botánico, la descripción de la composición y métodos de caracterización para los residuos sólidos seguido de la teoría respecto a la gestión integral de residuos y sus diferencias con la gestión *zero waste*, dejando como último capítulo en el marco teórico la relevancia de las políticas nacional e institucional en materia de residuos sólidos y como estas sustentan la implementación de este tipo de estrategias en instituciones públicas con relevancia educativa.

En el Capítulo II se describirá el desarrollo de la investigación. En el capítulo III se presentarán los resultados. En el capítulo IV se realizará la discusión de resultados. Siendo estos los capítulos que conforma este trabajo de investigación.

2. ANTECEDENTES

Fue en la industria de electrónicos donde se acuñó el término *zero waste* al lograr recuperar compuestos químicos en los procesos de fabricación (Palmer, 2004). Según Murphy & Pincetl (2013) en este tipo de sistema el flujo de los materiales es circular es decir que los mismos materiales son usados una y otra vez hasta un nivel óptimo de consumo sin que ningún material sea desperdiciado o poco usado. Cuando los productos terminan su ciclo de vida son reusados, reparados, reciclados, reincorporados, retenidos, revalorizados, compostados disminuyendo así la extracción de nuevos recursos naturales que cubran esas necesidades (Curran & Williams, 2011).

Dentro de las gestiones de residuos pioneras en el concepto *zero waste* fue utilizada en Adelaide, Australia en 1978 empezando con una legislación que exigía el uso de recipientes retornables a toda la industria que utilizaba recipientes plásticos en la comercialización de sus productos. Y de esa manera lograr la reducción de plásticos desechables, para así en 2003 crear el cuerpo gubernamental Zero Waste South Australia (ZWSA) encargado de implementar programas de reducción, reciclaje y reutilización. Siendo uno de los aspectos más innovadores el que los ingresos de ZWSA está vinculada con los ingresos fiscales por multas de depositar materiales recuperables en los rellenos sanitarios. Lograron importantes recuperaciones en la fracción orgánica para acondicionadores de suelo, debido al auge de los huertos familiares debido a la escasez del agua, complementado con la prohibición de las bolsas plásticas. Destacando la legislación fuerte que promueve la reducción, el reuso y el reciclaje. (Un-habitat, 2010).

San Francisco, California tiene una gran historia en la recuperación de residuos y es un líder en temas ambientales considerándola como una ciudad *zero waste* que refleja su apoyo a programas de reducir el consumo, maximizar la redistribución de residuos, incentivando la reutilización, reparación y compras conscientes mediante la prohibición de materiales problemáticos como las bolsas de plásticos y empaques superfluos, al promover empaques compostables, reciclables y empaque de transporte reusable para alcanzar los objetivos de un gestión *zero waste*. En 2010 el porcentaje de revalorización de sus residuos alcanzaba el 72 % siendo un 52 % de materiales reciclables y un 20 % de material orgánico en acondicionador de suelos. (Un-habitat, 2010).

En la Universidad de Massey en Palmer Stone North, Nueva Zelanda se creó un programa para la gestión de desechos con base en la filosofía *zero waste* debió a la consternación de la población estudiantil sobre la gestión ambiental dentro del campus, la implementación involucró la creación de un foro en el que participaron autoridades locales de la universidad y la academia formando así un grupo de trabajo que buscaban el financiamiento, además de un fondo que apoyara la investigación para la transformación de la materia orgánica en las cafeterías, la caracterización de los desechos, un programa para mejorar la calidad de los desechos y un pensum educativo comprometido con la educación ambiental. Dejando como conclusión que las partes involucradas como lo son la administración, la academia y los estudiantes deben de trabajar de la mano para que todos los niveles cumplan metas con respecto a los objetivos *zero waste* (Mason, Brooking, Oberender, Harford, & Horsley, 2003).

Las iniciativas *zero waste* en escuelas públicas en el estado de Nueva York, Estados Unidos se derivaron de la problemática de no contar con las instalaciones para manejar el lavado de platos, por lo que antes generaban bandejas de poliestireno expandido, resultando en millones de bandejas no reciclables. Por lo que se introdujo las bandejas hechas de papel compostable y las mismas escuelas añadieron equipo que permite compostar estas bandejas que funcionaba también como material didáctico (Miflin, Kiss, Mardian, & Diaz, 2017).

Así como las iniciativas en la Universidad de Nuevo Hampshire, Estados Unidos el mobiliario utilizado por estudiantes era desechado a la basura común, en sustitución se creó la unidad de restauración de mobiliario junto con la facultad de diseñadores, los cuales eran vendidos a los estudiantes nuevamente y significando ingresos para el taller de diseño. Resultado en prácticas más sostenibles. La solución de estos problemas de forma interdisciplinaria inevitablemente tiene un efecto en la reducción del 90 % o más de los residuos generados en cada proceso. Evidenciando programas específicos según sea el tipo de residuo. (Miflin, Kiss, Mardian y Díaz, 2017).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La carencia de gestiones de residuos sólidos eficientes en el sector público, que poseen un estrecho contacto con la población guatemalteca, tiene un impacto negativo en el desarrollo de la educación ambiental, ya que los actuales hábitos en la disposición de residuos incrementan el volumen de los mismos en los vertederos, generan problemas ambientales; generando así la contaminación de agua y suelo por medio de lixiviados y la polución del aire por medio de las emisiones de gases de efecto invernadero. Incluso podemos considerar la huella ecológica de los productos y el consumo ineficientemente como factores que causan la extracción de nuevos recursos finitos ligados con los desbalances en los diferentes sistemas bióticos y abióticos en la región.

Siendo de vital importancia para la conservación de los diferentes ecosistemas, divulgar, enseñar y practicar estrategias para la gestión de residuos sólidos en instituciones que tengan contacto con el público de todos los niveles educativos para poder implementar y normalizar los buenos hábitos en la gestión de residuos sólidos y evitar los efectos colaterales.

Una de las tres instituciones que opera en la comunidad del Jardín Botánico de la ciudad de Guatemala es el Centro de Estudio Conservacionistas CECON, que busca conservar los diferentes ecosistemas por medio de programas de educación ambiental. Convirtiéndose en el mejor aliado para desarrollar una gestión de residuos sólidos ejemplar.

El Museo de Historia Natural MUSHNAT y el Centro de Estudios de las Culturas en Guatemala CECEG que son las otras dos instituciones que operan

en esta comunidad ubicada en La Avenida Reforma 0-09 zona 10, donde se busca proponer la gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero Waste*, por medio de una caracterización de residuos en el primer trimestre del año 2020, seguido del análisis de datos para diseñar los procedimientos en los diferentes niveles de gestión (rechazar, reducir, reusar, reparación, reciclaje, reincorporación, retención, revalorización y compostaje) y por último se busca evaluar la validación social de los procedimientos propuestos.

Derivado de la importancia de dar solución al manejo ineficiente de los desechos, se plantea ¿Cuáles son las propuestas para manejar los residuos sólidos con base en un sistema *zero waste* en la comunidad del Jardín Botánico de la ciudad de Guatemala? A la fecha las instituciones CECON, MUSHNAT Y CECEG gestionan sus residuos con el sistema de recolección tradicional sumada una campaña de clasificación sectorizada en el MUSHNAT.

Los desechos en todas las instituciones no cuentan con un estudio previo de caracterización de materiales, para lo cual es necesario describir ¿Cuáles son las características de los residuos sólidos en los diferentes puntos de generación dentro de la comunidad del Jardín Botánico? la cual dará un directriz en determinar ¿Cuáles son las medidas que debe de adoptar la comunidad del Jardín Botánico para lograr una gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste*? para posteriormente definir ¿Cuál es la viabilidad social de las medidas propuestas que debe adoptar la comunidad del Jardín Botánico para lograr la gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste*? Cuestionamientos que ayudarán a poder elaborar el plan para la gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste* en la comunidad del Jardín Botánico para colaborar con los objetivos de la política ambiental USAC y la política nacional en gestión de residuos sólidos 2015 que incidan a en la educación ambiental de la comunidad del Jardín Botánico.

4. JUSTIFICACIÓN

La gestión de residuos sólidos en las instituciones públicas es poca o nula en su mayoría, resultado la necesidad de contar con planes de gestión que busquen la eficiencia en sus tratamientos y estrategias. Este trabajo busca proponer una gestión de residuos sólidos que reduzca el impacto ambiental derivado del mal manejo de los residuos sólidos, por medio de la estrategia *zero waste*, que ayuda en primera instancia a la Universidad de San Carlos de Guatemala a alcanzar los objetivos de su política ambiental 2015 según (Cerezo, 2014). Entre los que se encuentran: el desarrollo de buenas prácticas ambientales dentro de la comunidad universitaria, mejorar el manejo de los residuos sólidos y compatibilizar la protección ambiental con la viabilidad económica y social que a la vez promueven programas derivados como la certificación del confort ambiental en los proyectos de arquitectura e ingeniería, el manual de compras verdes con proveedores que incluyan la sostenibilidad en su producción; el manual de procedimientos administrativos que contemplen la reducción de material impreso, el manual de buenas prácticas ambientales en reducción, reutilización y reciclaje, el establecimiento de un sistema de recolección clasificada de la basura y una planta de manejo integral de los desechos inorgánicos y orgánicos, y las guías de certificación de compatibilidad ambiental, social, cultural y económica para los distintos edificios.

Este trabajo busca aportar en segunda instancia a las instituciones del Jardín Botánico de la ciudad de Guatemala, dotándolas de una caracterización de sus residuos sólidos según origen, cantidad y calidad, así también de una directriz de los procedimientos para alcanzar la gestión *zero waste* validada socialmente por su comunidad.

El Jardín Botánico puede ser una entidad referente en la gestión de residuos sólidos y difundir las buenas prácticas en el manejo de los residuos a los más de doce mil estudiantes que recibe solo el Museo de Historia Natural, empleados y la población guatemalteca en general que es parte de la comunidad del Jardín Botánico. Cabe mencionar que las instituciones del Jardín Botánico tienen un papel importante en la generación de cultura ambiental, debido al contacto con población de diferentes niveles académicos, contribuyendo a largo plazo en la difusión de buenos hábitos en la sociedad guatemalteca.

Además de alinearse con 3 de los 17 objetivos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), siendo estos: comunidades y ciudades sostenibles, funcionando para que los entes públicos difundan prácticas sostenibles en la comunidad, el consumo responsable para que las compras busquen prolongar el ciclo de vida de los materiales y por último la acción climática para reducir la extracción de nuevos recursos naturales y el desbalance eco sistémico por la mala disposición final de los residuos en vertederos no controlados dentro de la ciudad de Guatemala. Y por último ayuda a fomentar la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos en varios de sus lineamientos.

Por lo que dicho estudio deja entre ver la posibilidad del Jardín Botánico a: certificaciones *zero waste*, al acceso a Fondos para el Desarrollo Sostenible y otro tipo de beneficios internacionales, debido a su relevante aporte en la gestión de residuos sólidos en Guatemala.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Proponer un plan para la gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste* en la comunidad del Jardín Botánico de la Ciudad de Guatemala.

5.2. Específicos

- Determinar las características de los residuos sólidos en los diferentes puntos de generación en la comunidad del Jardín Botánico.
- Diseñar las medidas que debe de adoptar la comunidad del Jardín Botánico para lograr una gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste*.
- Determinar la viabilidad social de las medidas propuestas que debe adoptar la comunidad del Jardín Botánico para lograr una gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste*.

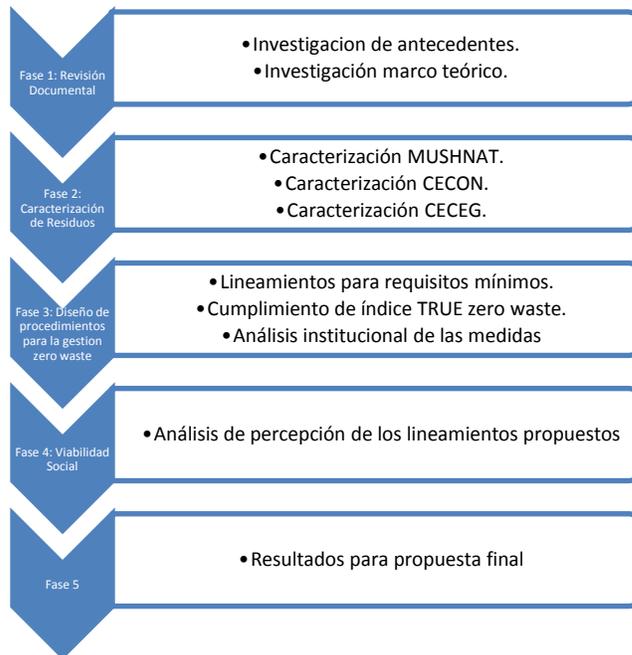
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Las instituciones públicas, académicas y educativas como los son las instituciones del Jardín Botánico tienen incidencia en la educación ambiental de los visitantes, empleados y estudiantes, teniendo así necesidad de gestionar los residuos sólidos de manera eficiente para influir positivamente en la población guatemalteca por medio de su interacción, como lo busca la gestión de residuos *zero waste*. Por medio de este trabajo se busca darle solución a la problemática de no contar con un sistema de gestión de residuos eficiente que genere un impacto positivo en la educación ambiental de nuestra sociedad por medio de un plan que se desarrollará en 3 fases. Se empezará por determinar las características físicas del flujo de residuos sólidos que generan en sus diferentes actividades, para así diseñar los mecanismos para su recuperación, su tratamiento posterior, su impacto social, como otros 81 puntos contemplados en el índice de la certificación *TRUE zero waste*, para por último medir la viabilidad social de estos procedimientos y así dejar las bases para poder implementarlo en esta comunidad y poder llevarlo a la realidad.

Logrando así la posibilidad de que el Jardín Botánico se convierta en un lugar modelo en la gestión de residuos sólidos que divulga las buenas prácticas en el manejo de residuos sólidos y que puede ser replicable en instituciones de similar envergadura.

La elaboración de la investigación es factible, ya que se cuenta con los permisos de los beneficiados para el ingreso y recolección de muestras, y se contempla un presupuesto que cubre las necesidades del estudio.

Figura 1. Flujograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Comunidad del Jardín Botánico

Esta comunidad alberga las operaciones administrativas, educativas, recreativas y académicas de tres instituciones vinculadas con la Universidad de San Carlos, las cuales cohabitan en toda la manzana del Jardín Botánico, llamada así por ser el Jardín Botánico el de mayor área.

7.1.1. Historia

El lugar donde actualmente están ubicados el Jardín Botánico, el Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos (MUSHNAT), el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) y el Centro de Estudios de Las Culturas en Guatemala (CECEG) fue en su tiempo el solar destinado a la Escuela Práctica para Varones por orden del presidente Estrada Cabrera (Contreras, 1925).

La creación del Jardín Botánico se inició con el Dr. Julio Rosal a finales del siglo XIX, después que los terremotos de 1917 destruyeran la escuela edificada y el terreno fuera cedido a la Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia en 1919 por el presidente Carlos Herrera, destinado a albergar el primer Jardín Botánico de Centro América. Y fue así, cuando en 1922 se inauguró (Morales Barco, 2006).

Aunque el CECEG tuvo sus inicios en 1967, este centro fue sujeto a varias reestructuraciones y fungió en diferentes localidades, empezando hasta 1973 sus tareas de investigación y difusión. (Alvarado y Camey, 2006).

Después en 1981 se integró El Centro de Estudios Conservacionista CECON el cual debe en mucha parte su fundación al Lic. Mario Dary Rivera por sus labores en la creación de las áreas protegidas y de un ente conservacionista. (Alvarado, 2006).

A la fecha estas son las instituciones de la Universidad de San Carlos que se encuentran operando en la comunidad del Jardín Botánico.

7.1.2. Museo de Historia Natural MUSHNAT

El Museo es una entidad dependiente de la Escuela de Biología que pertenece a la estructura de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Según Alvarado (2006) este museo es dirigido por el coordinador del museo y 6 colaboradores administrativos. Ellos son encargados de las actividades educativas, administrativas y de mantenimiento que ayudan a extender el conocimiento de la biodiversidad de nuestro planeta a toda la población guatemalteca, contando así con más 12 colecciones de elementos bióticos y abióticos (González, 2018). Estas son recorridas por visitas guiadas a centros educativos en su mayoría, por eventos en conjunto con CECON y por los visitantes individuales.

Las operaciones de MUSHNAT son de índole administrativo, educativo y servicios que generan; residuos sólidos comunes, residuos de oficina, residuos por mantenimiento y limpieza. Eventualmente se generan cantidades significativas por actividades de extensión. Los que en su mayoría son generados entre semana en horarios 8:30 a 15:00 por sus labores intrínsecas.

7.1.3. Centro de Estudios Conservacionistas CECON

Este centro está bajo la tutela de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia con los objetivos de realizar investigación biológica, recopilación científica, manejo de datos, investigación forestal, educación ambiental, operación del Jardín Botánico y la administración y manejo de las 7 áreas protegidas en los departamentos de Izabal, Santa Rosa, Alta Verapaz y Peten (Alvarado, 2006).

CECON es un Centro de Investigación Científica II según el manual de organización, el cual dispone de 120 trabajadores, de los cuales 38 laboran permanentemente en las oficinas centrales y el resto en las áreas protegidas (Alvarado, 2006).

Las operaciones de CECON en oficinas centrales son de índole administrativa, educativa, investigativa y mantenimiento, las cuales generan residuos ordinarios, residuos de oficina y de mantenimiento durante las labores intrínsecas de lunes a viernes en horarios de 8:00 a 16:00, a excepción de algunos eventos educativos de extensión que generan cantidades significativas.

7.1.4. Jardín Botánico

Este es una dependencia de CECON con objetivos de investigación, educación, recreación, ecología, taxonomía, reproducción, cultivo y mantenimiento de especies nativas como extranjeras. Cuenta con una colección viva de más de 13,000 ejemplares, un herbario con más de 43,000 ejemplares clasificados taxonómicamente y un *Índex Seminum* basado en una colección de semillas y frutos (Rosales, 2018).

Los residuos generados son por actividades administrativas, jardinería y mantenimiento clasificándolos entre residuos ordinarios, residuos de oficina y mantenimiento, los cuales se generan en horarios de 8:00 a 15:00 de lunes a viernes a excepción de algún evento de índole educativo.

7.1.5. Centro de Estudios de las Culturas en Guatemala CECEG

Es una dependencia de la Dirección General de Investigación (DIGI) enfocada en la cultura popular guatemalteca con la misión de divulgar y valorizar las creaciones en la cultura guatemalteca en temas como; artesanías, etnomusicología, gastronomía entre otros artes populares que identifican a la cultura de Guatemala. Este centro de esta al mando de un director y 12 colaboradores (Alvarado y Camey, 2006).

Cuentan con un horario de atención al público de 07:30 a 15:30 de lunes a viernes y cerrado los días festivos y del 1 de diciembre al 15 de enero. Dentro de las operaciones que lo caracterizan están las de índole administrativo e investigativo, las cuales generan principalmente residuos ordinarios, de oficina y mantenimiento durante horarios de 7:30 a 15:30 de lunes a viernes.

7.2. Residuos sólidos urbanos

Según Barrientos (2002) la evolución del estilo de vida propiciada por la revolución industrial, el crecimiento demográfico, la economía basada en el consumo y los productos no asimilables por los ecosistemas naturales, hicieron que los residuos se acumularan en el medio ambiente, llegando a instancias críticas a partir del siglo XX, especialmente en el segundo tercio, la gestión empieza a ser una necesidad en las ciudades.

Este tipo de residuos son todos los elementos que el poseedor se deshace por obligación o necesidad generados en sus procesos de consumo en entidades como: escuelas, universidades, centros asistenciales, comercios, instituciones públicas, industrias y viviendas. Destaca que hay sustancias que pueden ser desechadas sin ninguna normativa como pueden ser los biodegradables y plásticos. Y por otro lado hay sustancias que tienen una normativa específica como lo son los residuos hospitalarios, industriales y radioactivos, que deberían poseer una legislación y tratamiento especial (Actis, 2016).

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN (2016) indica que Guatemala genera más de 8,200 toneladas diarias en residuos sólidos y de esta cantidad 50 % pertenece a los cascos urbanos.

7.2.1. Composición de los residuos sólidos urbanos

Según el MARN (2018) la composición varía según los factores socio económicos, la educación ambiental y el tipo de industria. Clasificándolos en: residuos ordinarios, residuos sanitarios, residuos peligrosos y residuos especiales.

7.2.1.1. Residuos ordinarios

Esta clase de residuos no está sujeto a una normativa para su disposición final, estos pueden ser materiales como: vidrio, papel, cartón, materiales biodegradables, plásticos, textiles, materiales ferrosos, materiales no ferrosos, madera, elastómeros, tetrapak, cemento entre una variedad de materiales según la legislación de cada región.

7.2.1.2. Residuos sanitarios

Esta clase de residuos están potencialmente contaminados con sustancias biológicas provenientes de centros sanitarios, en su mayoría son residuos compuestos, los cuales pueden ser pañales desechables, restos de animales o bien papeles sanitarios que por sus propiedades tienen tratamientos especiales, muchas veces complementados en la reducción y usos alternativos.

7.2.1.3. Residuos peligrosos

Este tipo de residuos son encontrados no solo en residuos industriales sino también en residuos domiciliarios como lo pueden ser: pilas alcalinas, de litio, de mercurio, de plomo, recargables, aceites y lubricantes, focos incandescentes, focos ahorradores, lámparas fluorescentes, pinturas, solventes, insecticidas, productos de limpieza, medicamentos vencidos, jeringas, afeitadoras.

7.2.1.4. Residuos especiales

Este tipo de residuos entra en la categoría de especiales por la alta diversidad de materiales que contienen, por ejemplo; de electrodomésticos, electrónicos, equipos de laboratorio entre una amplia variedad.

7.2.2. Caracterización de residuos

Es una herramienta que nos permite cuantificar y estimar los materiales encontrados en el flujo sólido residual de un sitio en específico y así obtener información fiable para diseñar estrategias referentes al tratamiento, con alta probabilidad de éxito (OEFA, 2014).

Definido por varios autores, la caracterización de residuos sólidos son considerados como una pieza fundamental que ayudará a entender cuánto de ese material puede esperarse prevenir, recuperar, tratar, reciclar, reutilizar, compostar y desechar (Abdalqader y Hamad, 2012).

La metodología por seguir dependerá del caso de estudio, de los factores a encontrar, del tamaño de la población y de la incerteza en datos estadísticos, para poder encontrar los métodos adecuados.

7.2.2.1. Métodos para la caracterización de residuos

Análisis de pesada total: en esta metodología se considera pesar todo el conjunto de residuos dentro del sistema de estudio por medio de basculas en un periodo determinado, siendo uno de los más certeros. (Runfola y Gallardo, 2009).

Análisis peso-volumen: este método determina el peso y volumen del conjunto total de residuos que salen de un sistema de control. Diferenciándose del método de pesada total en que se pueden generar datos de densidad suelta y densidad compactada (Runfola y Gallardo, 2009).

Análisis de balance de masas: este método es de los más fiables debido a que toma en cuenta las entradas y salidas del sistema de estudio, determina datos como el material que permanece en el sistema, cantidad de material que sale por otras vías. Aunque nos encontramos con la limitante de tener una amplia base de datos para poder llevar a cabo estas operaciones y que muchas veces no están disponibles (Runfola y Gallardo, 2009).

Análisis por muestreo estadístico: esta metodología consiste en tomar una muestra representativa y significativa durante un tiempo determinado con el fin de viabilizar el estudio debido al tamaño considerable. Las muestras dependerán del grado de confianza del estudio (Zaman y Lehmann, 2011).

Según Runfola y Gallardo (2009) existen metodologías específicas según sea la naturaleza de los casos de estudio, involucrando correlaciones de diferentes factores.

7.3. Gestión de residuos sólidos

La gestión de residuos se hace necesaria en nuestra sociedad moderna debido a la amplia oferta de bienes con una obsolescencia programada, así como de las crecientes necesidades, del aumento de la densidad poblacional, de la diversidad de materiales como de otros muchos factores. Una gestión de residuos busca reducir el impacto derivado del consumo de recursos como la disposición final de estos. La gestión de residuos es un conjunto de operaciones

para brindar un adecuado tratamiento desde el punto de vista ambiental, social y económico, según sean las características de estos.

Existiendo una etapa posconsumo que consiste en determinar la combinación más apropiada de métodos para su tratamiento una vez generados, y una etapa más comprensiva que podemos llamar pre consumo, en la cual podemos tomar acciones en las fases de producción y comercialización de los bienes de consumo, aunque podemos pensar que aplicaría a la industria esta etapa es definida por las necesidades del consumidor y cada vez toma auge la adopción de proveedores con visión de producción responsable, por lo que podemos acoplarla bien al sistema de compras de cualquier lugar. Estos dos enfoques de posconsumo y pre consumo son necesarios en una gestión asertiva de los residuos sólidos (André y Cerda, 2006).

Según Rabin (2005) hay dos filosofías predominantes en la gestión de residuos sólidos, la gestión integral de residuos sólidos GIRS cuyo enfoque busca optimizar la redistribución de los desechos a través de diferentes tratamientos internos y externos tales como la biodigestión para los materiales biodegradables, reciclaje para los no degradables o incineración para los no utilizables (preferiblemente para cogeneración de electricidad) y la disposición de cenizas en botaderos (solo cenizas). En la práctica diferentes estrategias pueden tener complicaciones por falta de viabilidad económica y viabilidad social.

Del otro lado está la filosofía *zero waste* un movimiento generado gracias a ambientalistas y académicos. Su idea núcleo reside en que lo que llamamos residuo es actualmente el ineficiente consumo de recursos y energía y opta por convertir la linealidad de los sistemas en circulares. Incluso si se probara que la

incineración es segura y el espacio para los botaderos fuera basto,(sueños de la GIRS) los proponentes de *zero waste* argumentarían contra ella, ya que se están consumiendo y descartando más y más recursos y haciendo que las cosas empeoren al poner atención solo al reciclaje y botaderos regulados (Rabin, 2005).

7.3.1. Gestión integral de residuos sólidos

Según McDougall (2001), el sistema de gestión integral busca mejorar los mecanismo de recolección, los métodos de tratamiento, y una disposición en botaderos responsable.

La gestión integral se identifica con acciones de fácil implementación y operación, además de bajo mantenimiento con programas innovadores y sostenibles que fomenten los buenos hábitos en la población y desaliente los negativos, además de costos viables con los objetivos de prevenir los impactos negativos en el agua, suelo y aire además de los beneficios en salubridad. (Salazar, Gil, Stanley, Bessalel y Umañan, 2003).

Según Tchobanoglous (1993) la reducción en el origen es el primer objetivo en los sistemas integrados seguido por técnicas de reciclaje en la transformación de residuos y el vertido en botaderos que es similar a la jerarquía definida para los sistemas integrados según la Agencia de Protección Ambiental por sus siglas en inglés EPA, en donde el sistema de transformación de residuos es sustituido por la incineración para la generación de energía.

Resaltando que la gestión integrada de residuos sólidos se enfoca en el reciclaje y la incineración de sus desechos como primeras opciones, denota que aún persiste la busca de la mayor rentabilidad sobre prácticas de reducción, reintegración, reutilización, compostaje (Rabin, 2005).

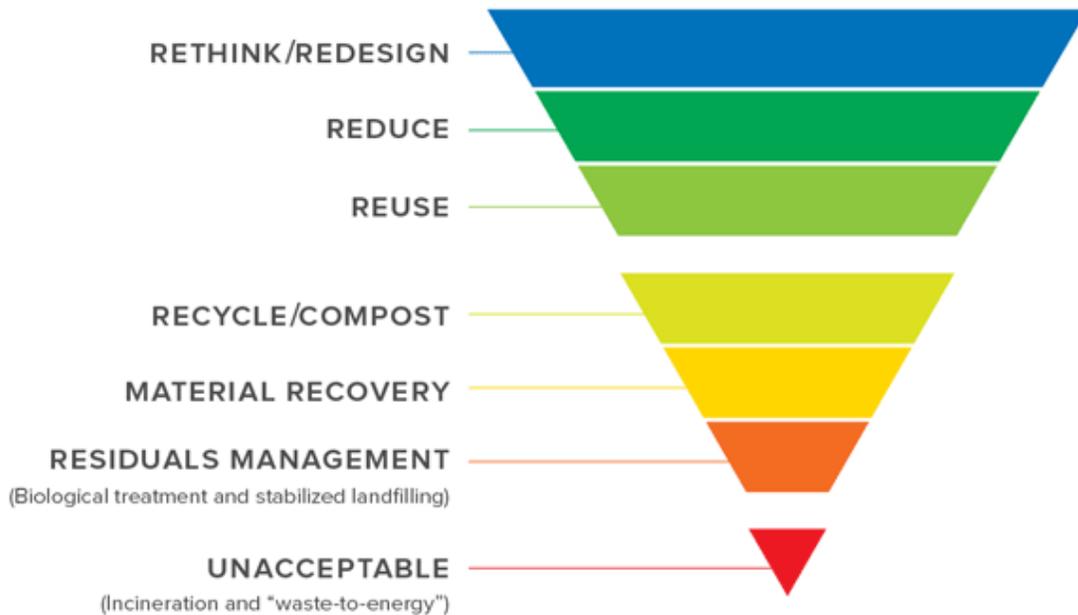
7.3.2. Gestión de residuos *Zero Waste*

Este tipo de gestión tiene como principal objetivo la conservación de todos los recursos naturales al integrar la producción y consumo responsable por medio de acciones en la gestión como: rediseñar, rechazar, reducir, reusar, reparación, reciclaje, reincorporación, retención, revalorización y compostaje complementado por sistemas de auto regulación, por medio de continuos estudios de caracterización y su documentación que puedan retroalimentar las gestiones en el flujo variable de residuos sólidos (USGBCI, 2017).

Según la Alianza Internacional *Zero Waste* (2018) la jerarquía en la que basa su gestión está diseñada para ser aplicable en todo tipo de instalaciones, como: centros comerciales, industrias, centros educativos, negocios, oficinas y cualquier espacio habitacional que genere residuos sólidos.

Figura 2. **Jerarquía zero waste**

THE ZERO WASTE HIERARCHY 7.0



© Zero Waste International Alliance zwia.org/zw

Fuente: ZWIA, (2018). *Jerarquía zero waste*.

El sistema *zero waste* en lo más alto de su jerarquía se encuentra el rediseño que según la *Zero Waste International Alliance* (2018) se busca incluir entre la compra de insumos los materiales reusados, reciclados, renovables (sosteniblemente cosechado), no tóxicos y que sean duraderos, reparables, reusables, totalmente reciclable o compostables y de fácil desmontaje, así incentivan la economía circular y desalienta el desperdicio de materiales en cualquier actividad intermedia. Repensado y rediseño suplir las necesidades con ideas innovadoras.

La segunda estrategia en la jerarquía zero waste busca reducir la cantidad de materiales vírgenes extraídos para cumplir la creciente demanda de insumos, así tomando acciones en decrecimiento de la generación de residuos, como reducir la cantidad de materiales para producir o empacar un producto, remplazar materiales desechables con materiales reusables, consumir productos efectivamente, o aumentar el ciclo de vida de los materiales (Allwood, 2013).

En esta área de gestión según Zelenika, Moreau, y Zhao (2018) la planificación del consumo de productos perecederos es vital para minimizar los descartes debido al deterioro y no consumo. Además de ser importante elegir productos de alto ciclo de vida que permitan el reuso o reciclaje.

En el tercer escalón de la jerarquía se encuentra el reuso que según *Zero Waste International Alliance* (2018), busca maximizar los productos que sean susceptibles de reutilización para mantener el valor, utilidad y funcionalidad, como por ejemplo revalorizar el mobiliario e inmobiliario que sea susceptible a reparaciones o utilizado como en diseño de arte conceptual para fomentar las formas creativas de encontrar funcionalidad a los residuos.

En el cuarto escalón se ubica el reciclaje, que según la USGBCI (2017), se busca apoyar sistemas circulares que permitan el continuo uso de materias primas a proyectos de transformación de residuos y poder sostener mercados de reciclaje de productos de materiales no biodegradables y en el caso de materiales biodegradables busca fomentar la creación de compostajes cercanos a la generación, la creación de composteros, biodigestores anaeróbico *ínsitu* que permita la circulación de nutrientes o materiales según sea el caso.

En el quinto escalón se ubica la recuperación de materiales buscando mejorar la calidad de los desechos y aumentar la recuperación de materiales por medio de investigación *ínsitu* de los problemas para conseguir una separación funcional (Allwood, 2013).

El penúltimo escalón de gestión residual, que según TRUE *zero waste*, busca estudiar continuamente los remanentes que no están siendo redistribuidos a algún tratamiento debido a la constante dinámica en la composición de los residuos (USGBCI, 2017).

Por último se encuentra la cero tolerancia a políticas y gestiones que incentiven la incineración de residuos ya sea para generación de energía o disposición final, ya que estos sistemas dependen de un constante ingreso de residuos lo cual incentiva el consumo (Zero Waste International Alliance, 2018).

7.3.2.1. Certificación TRUE *Zero Waste*

La GBCI busca dar solución a la gestión de residuos sólidos fomentando la estrategia *zero waste*, mejorando el desempeño ambiental de sus instalaciones por medio del consumo eficiente de recursos, la creación de nuevos flujos de ingresos, ahorros por el tratamiento de los desechos, mejoras en la salud humana, reducción en los gases de efecto invernadero, en la gestión del riesgo, en la reducción de la basura y la contaminación, reinvierten los recursos localmente, crean empleos y agregan más valor para la organización y comunidad (USGBCI, 2017).

Las instalaciones logran la certificación cumpliendo 7 requisitos mínimos del programa y logrando al menos 31 puntos de 81 totales del sistema de calificación que se detalla en el índice de certificación contenido en anexos.

7.4. Política nacional e institucional

Dentro de las políticas que incorporan a la comunidad del Jardín Botánico, se encuentra la política nacional y la política ambiental interna de la Universidad de San Carlos de Guatemala que promueven la gestión de los residuos sólidos para alcanzar la sostenibilidad de las instalaciones y el país.

7.4.1. Política nacional para el manejo integral de residuos sólidos

Esta política fue creada en 2015, según el acuerdo Gubernativo 281-2015 tiene 4 objetivos: el primero es político-institucional, que según MARN, busca reducir los niveles de contaminación debido a la acumulación de residuos sólidos, enfocándose en fortalecer las instituciones públicas dedicadas a imponer el marco jurídico y normativo.

El segundo es de carácter social, busca cambiar hábitos de consumo y la forma en que los residuos son dispuestos finalmente, hace participe a toda la sociedad civil en una estrategia de sensibilización. (MARN, 2016).

El tercer objetivo es índole social, ya que se encuentra reducir la generación *per cápita*, haciendo partícipe a los diferentes sectores involucrados en la creciente generación. Fortalecer el sistema educativo en la creación de sistemas integrados y campañas de difusión para mejorar los hábitos de desecho. Es importante la creación de proyectos en el sector privado como público que busquen proteger el ambiente y la salud de la comunidad de la mano de una conservación de los recursos finitos. (MARN, 2016).

El cuarto objetivo busca encontrar brecha para valorizar los residuos sólidos que aún no son percibidos por su valía, apoyando a la industria involucrada. (MARN, 2016).

7.4.2. Política ambiental USAC

Con el afán de crear cultura ambiental dentro de la población estudiantil nace esta política para la aplicación de proyectos integrales en la conservación del ambiente. La cual se desglosa en 5 ejes: docencia, investigación, extensión, administración, territorio e infraestructura. (Alvarado, 2014).

En la docencia se busca implementar el desarrollo sostenible en los cursos como la creación del sistema de educación ambiental superior entre sus metas.

En el ámbito de investigación podemos encontrar políticas como “Elaborar diagnósticos y propuestas ambientales para cada campus o segmento de ellos, y proyectos de investigación entre distintas maestrías ambientales de la USAC” (Alvarado, 2014).

En el área de extensión se encuentran políticas como: “Desarrollar extensión universitaria o ambiental, gestión de riesgo ante la vulnerabilidad del país y para la adaptación al cambio climático y mitigación de sus efectos” (Alvarado, 2014).

Según Alvarado (2014) en la rama administrativa se fomenta la elaboración de un manual para la adquisición con proveedores verdes que posean visión de sostenibilidad en su procesos.

Y por último en el área de territorio e infraestructura podremos encontrar políticas como “ Proyecto para establecer un sistema universitario de manejo de desechos sólidos que incluya el depósito clasificado, para reciclaje y reutilización de los subproductos de la actividad académica y administrativa de la USAC y sus sedes operativas así como el compostaje o la digestión de materia biodegradable” (Alvarado, 2014).

8. PROPUESTA ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PRGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Comunidad del Jardín Botánico
 - 1.1.1. Historia
 - 1.1.2. Museo de Historia Natural MUSHNAT
 - 1.1.3. Centro de Estudios Conservacionistas CECON
 - 1.1.4. Jardín Botánico
 - 1.1.5. Centro de Estudios de las Culturas en Guatemala CECEG
- 1.2. Residuos sólidos urbanos
 - 1.2.1. Composición de los residuos sólidos urbanos
 - 1.2.1.1. Residuos ordinarios
 - 1.2.1.2. Residuos sanitarios
 - 1.2.1.3. Residuos peligrosos
 - 1.2.1.4. Residuos especiales
 - 1.2.2. Caracterización de residuos

- 1.2.2.1. Métodos para la caracterización de residuos
 - 1.3. Gestión de residuos sólidos
 - 1.3.1. Gestión integral de residuos sólidos
 - 1.3.2. Gestión de residuos *Zero Waste*
 - 1.3.2.1. Certificación TRUE *Zero Waste*
 - 1.4. Política nacional e institucional
 - 1.4.1. Política nacional para el manejo integral de residuos sólidos
 - 1.4.2. Política ambiental USAC
- 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
- 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
- 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

El estudio general se realizará en cuatro fases para poder desarrollar un plan para la gestión de residuos sólidos con base en el sistema *zero waste* en la comunidad del Jardín Botánico (CEFOL, CECON, MUSHNAT.) el cual será no experimental debido que no cuenta con una hipótesis y es transeccional debido a que se elaborará en el periodo de abril de 2020 durante 7 días. De tipo exploratorio, debido a que no existen estudios previos relacionados en esta temática y según las variables a analizar, serán tanto cualitativas como cuantitativas, por lo que se categoriza como mixto. Siendo un estudio mixto no experimental, transeccional de tipo exploratorio por las razones antes descritas. Las fases se detallan a continuación:

9.1. Fase 1: revisión documental

Para poder realizar las fases posteriores se necesita revisar estudios previos en la materia de gestión de residuos sólidos, metodologías previas, resultados, así como aspectos teóricos que guíen en el diseño del plan para la gestión de residuos sólidos.

9.2. Fase 2: caracterización de los residuos sólidos

La implementación de una gestión de residuos sólidos basada en la estrategia *zero waste* analiza las variables que inciden en la generación de los desechos sólidos, siendo necesario realizar un estudio para analizar cuál es el estado de las variables en el lapso de una semana que caracterizan cuantitativa y cualitativa de todos los puntos donde se pueden generar desechos derivados

de sus diferentes actividades institucionales, publicas, de laboratorio, de mantenimiento entre otros. Además de ser el primer estudio relacionado a la caracterización de residuos sólidos en estas instituciones. Siendo un trabajo de campo durante una semana.

VARIABLES CUANTITATIVAS:

- Peso: kilogramos (Kg)
- Volumen: metros cúbicos (m^3)
- Localización: origen

VARIABLES CUALITATIVAS:

- Tipo de material: orgánico, aluminio, ferroso, plástico (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, OTRO), cartón, papel, vidrio, tetrapak.
- Marca: fabricante.
- Origen de fabricación: Guatemala, México, entre otros.
- Contenido neto: gramos.
- Necesidad que cubre: alimentación, comunicación y accidentes.

Siendo un análisis de todos los residuos del universo que comprende la comunidad del Jardín Botánico (CECON, MUSHNAT, CEFOL).

De los cuales se espera obtener indicadores del tipo:

- % de materiales clasificables.
- % de materiales no clasificables.
- % de orgánicos.
- % de plásticos.

- % de vidrio.
- % de aluminio.
- % de residuos peligrosos.
- % residuos sanitarios.
- % materiales inertes.
- puntos de mayor generación.
- causas de generación.
- rutas de recolección.

Con el propósito de obtener base de datos de los diferentes puntos de generación, con sus variables específicas para conocer las cantidades de generación en peso, volumen, tipo de material además de conocer qué tipo de necesidad están cubriendo, los proveedores que están apoyando, lugar de fabricación de los insumos y el contenido consumido (peso neto).

9.3. Fase 3: diseño de plan para la gestión de residuos

Para poder diseñar las implementaciones que constituyen el plan de gestión con base en el sistema *zero waste*, se tomarán los lineamientos base que se usan para calificar los diferentes proyectos según el índice de la certificación *TRUE zero waste* que contiene 81 puntos en los sistemas de gestión (rechazar, reducir, reusar, reparación, reciclaje, reincorporación, retención, revalorización, compostaje).

Además de sistemas como documentación del flujo de residuos, capacitaciones internas, extensión entre otros, tomando en cuenta las medidas idóneas según los datos de generación, tipo de generación, lugares de generación empleados internos y visitante, procedimientos administrativos, procedimientos legales para poder proveer todos los factores posibles para la

implementación de los 81 puntos del índice *TRUE zero waste*. Por medio de revisión bibliográfica, entrevistas con expertos en la gestión de residuos y entrevistas con personal de las instituciones. Esperando obtener las rutas a seguir para poder cumplir con los ítems en el índice de la certificación *TRUE zero waste*.

9.4. Fase 4: viabilidad social

De las 81 rutas diseñadas para cumplir con los requisitos *TRUE zero waste*, se buscará encuestar a personas clave dentro de la comunidad del Jardín Botánico y determinar su grado de aceptabilidad en el sector de empleados, visitantes, estudiantes y administradores, en base a esto poder definir los puntos que cuentan con el apoyo social y cuales se necesitan fortalecer para poder certificar las instalaciones *TRUE zero waste*.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

10.1. Fase 1: revisión documental

Para la investigación de estudios previos relacionados al tema de gestión de residuos sólidos se utiliza la clasificación de estudios según describen su metodología y/o presentan resultados. Además, se seleccionan los que más citas tengan y la fecha de publicación como criterio de relevancia.

10.2. Fase 2: caracterización de los residuos sólidos

El análisis de información de las variables cuantitativas y las variables cualitativas se someterán a un análisis estadístico tipo descriptivo para poder conocer las medidas de tendencia central, que nos ayuden a definir la situación del grupo de control finito. El análisis gráfico- estadístico para poder visualizar la tendencia en el comportamiento de los residuos sólidos. El análisis de máximos y mínimos para el diseño de los sistemas de gestión. Complementario a estos instrumentos se busca generar un mapa descriptivo de los diferentes puntos de generación. Todos basados en el análisis de todo el universo de residuos para poder tener una fiabilidad alta.

10.3. Fase 3: diseño de plan para la gestión de residuos

Se hará una revisión bibliográfica cuando en el punto a tratar incluya temas de legislación nacional o regional, además de las entrevistas con personal involucrado en el área a tratar y la observación de las interacciones *insitu* para tener la información necesaria para diseñar cada punto dentro de los requisitos de la certificación *TRUE zero waste*.

10.4. Fase 4: viabilidad social

Se utilizará la estadística descriptiva y las medidas de tendencia central para poder identificar donde están los puntos que apoya la comunidad involucrada. Y visualizar las recomendación y ajustes requeridos por el personal de la comunidad.

11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla I. Cronograma de actividades

ID	Nombre de tarea	Duracion	Comienzo	Fin	enero	feb	marzo	abril	mayo	junio	julio
1	Inspección visual de la disposición de residuos	15	15/01/2020	25/01/2020	■						
2	Caracterización MUSHNAT	60	06/02/2020	29/03/2020		■	■				
3	Caracterización CECON	60	06/02/2020	29/03/2020		■	■				
4	Caracterización CECEG	60	06/02/2020	29/03/2020		■	■				
5	Caracterización Jardín Botánico	60	06/02/2020	29/03/2020		■	■				
6	Análisis de la base de datos	30	01/04/2020	30/04/2020				■	■		
7	Diseño de procedimientos zero waste	30	15/04/2020	15/05/2020					■	■	
8	Consultoría de procedimientos propuestos	15	15/04/2020	15/05/2020					■	■	
9	Presentación de resultados MUHSNAT	1	04/06/2020	04/06/2020							■
10	Presentación de resultados CECON	1	05/06/2020	05/06/2020							■
11	Presentación de resultados CECEG	1	06/06/2020	06/06/2020							■
12	Presentación de resultados Jardín Botánico	1	07/06/2020	07/06/2020							■
13	Encuestas de viabilidad social MUSHNAT	2	04/07/2020	05/07/2020							■
14	Encuestas de viabilidad social CECEG	2	04/07/2020	05/07/2020							■
15	Encuestas de viabilidad social CECON	2	10/07/2020	11/07/2020							■
16	Encuestas de viabilidad social Jardín Botánico	2	10/07/2020	11/07/2020							■
17	Recopilación de procedimientos avalados	15	15/07/2020	30/07/2020							■
18	Recopilación de procedimientos no avalados	15	15/07/2020	30/07/2020							■

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El estudio cuenta con los permisos de entidades de CECON, MUSHNAT y CEFOL para llevar a cabo el trabajo de campo, entrevistas, encuestas con empleados, administradores y visitantes.

12.1. Recurso humano

Personal disponible para los 8 días que dura el estudio. Son los encargados en realizar la toma de datos de los puntos de generación y la manipulación de los residuos en todo el proceso.

12.2. Equipo y herramienta

El equipo y herramientas para considerar para el estudio son:

- Toneles sin abolladuras y limpios con capacidad de 200 litros
- Palanganas de plástico de 10 litros
- Palas curvas
- Overoles
- Guantes
- Escobas
- Recogedores
- Botas de hule
- Mascarillas
- Cernidor de madera de 1m x 1.5m con malla de ½"
- Balanza (capacidad de 100 kg y precisión de 10 g o similar)

- Pesas sensibles (capacidad 25 kg y precisión de 0.5kg o similar)
- Tableros tamaño carta u oficio
- Marcadores de tinta permanente para marcar las bolsas
- Masking Tape
- Bolsas de polietileno de 0.70 m x 0.50 m y calibre mínimo del No. 200
- Ligas de hule gruesas para cerrar bolsas
- Papelería y varios

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Abdalqader, A. y Hamad, J. (2012). *Municipal Solid Waste Composition Determination Supporting the Integrated Solid Waste Management in Gaza Strip: International Journal of Environmental Science and Development*, vol.3, no.2, pág. 172 - 176.
2. Actis, R. (2016). *Implementación de un sistema de Gestión Integral de Residuos: Revista TecyT*, no.2, pág. 20 – 25.
3. Allwood, J. (2013). *Transitions to material efficiency in the UK steel economy: Philosophical Transactions of The Royal Society*, no. A371, pág. 1 - 5.
4. Alvarado, C. y Camey, C. (2006). *Acuerdo de rectoría no. 827-2006, Manual de organización del centro de estudios Folkloricos*, USAC.
5. André, F. y Cerda E. (2006). *Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/277260510>.
6. Alvarado, C. (2014). *Acta 13-2014, Consejo Superior Universitario Política Ambiental de la Universidad de San Carlos*, USAC.
7. Alvarado, C. (2006). *Acuerdo de rectoría no. 23-2006, Manual de organización de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, USAC.

8. Barco, F. (2006). *Historias y Memorias de la ciudad de Guatemala: Barrio Ciudad Vieja zona 10*. Recuperado de: <http://cultura.muniguate.com/index.php/component/content/article/37-ciudadvieja/87-jardinbotanicousac>.
9. Barrientos, J. (2002). *Residuos Sólidos Urbanos AIU: Atlantic International University*. Recuperado de: <https://www.aiu.edu/spanish/publications/student/spanish/180-207/PDF/JuanManuelBarrientos.pdf>.
10. Brooking, A., Harford, J., Horsley, P., Mason, I. y Oberender, A. (2003). *Implementation of a zero waste program at a university campus: Resources, Conservation and Recycling.*, No. 38, pág. 257 – 269.
11. Cáceres, M., Gil, J., Laroj, C., Ortiz, S., Salazar, D. y Umaña, G. (2003). *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales: PROARCA/ SIGMA*, Centro América.
12. Curran, T. y Williams, I. (2011). *A Zero Waste Vision for Industrial Networks in Europe: Journal of Hazardous Materials*. pág. 207–208.
13. Diaz, M., Kiss, G., Mardian, C. y Miflin, C. (2017). *Zero Waste Design Guidelines About the Guidelines with support from Design Strategies and Case Studies for a Zero Waste City: New York*, AIA New York.

14. Gallardo, A. y Runfola, J. (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas: 2 Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*. REDISA y CIULAMIDE.
15. González, L. (2018). *Los secretos del Jardín Botánico de la USAC. Republica*. Recuperado de: <https://republica.gt/2018/09/11/los-secretos-del-jardin-botanico-de-la-usac/>.
16. Lehman, S. y Zaman, A. (2014). *Challenges and Opportunities in Transforming a City into a “Zero Waste City.”: Challenges*, vol 2, pág. 73 -93.
17. Mcdoughall F., White P., Franke M. y Hindle P. (2001). *Integrated Solid Waste Management: A Life Cycle Inventory*. 2da edición. Oxford; Malden, ISBN: ISBN: 978-0-632-05889-1, pág. 5 -37.
18. Ministerio de Ambiente Y Recursos Naturales (MARN). (2015). *Acuerdo Gubernativo 281-2015, Política Nacional para la Gestión de Residuos Integral de Residuos y Desechos*.
19. Ministerio de Ambiente Y Recursos Naturales (MARN). (2018). Guatemala. *Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes*, 1ra edición, Artes Litográficos.

20. Moreau, T., Zelenika, I. y Zhao, J. (2018). *Toward zero waste events: Reducing contamination in waste streams with volunteer assistance: Waste Management*, vol 76, pág. 39–45.
21. Murphy, S. y Pincetl, S. (2013). *Resources, Conservation and Recycling Zero waste in Los Angeles: Is the emperor wearing any clothes: Resources, Conservation & Recycling*, vol 81, pág. 40–51.
22. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2014). *Fiscalización Ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial: Informe 2013-2014*. Perú, pág. 12-17.
23. Palmer, P. (2004). *Getting trough zero waste*, 2da edición. Purple Sky Press, ISBN: 978-0-632-05889-1, pág. 22 -41.
24. Rarbin, E. (2005). *Zeroing in on waste*. GreenBiz. Recuperado de: <https://www.greenbiz.com/blog/2005/09/30/zeroing-waste>.
25. Rosales, C. (2014). *Las colecciones del Jardín Botánico: historia, aportes y retos a casi cien años de su fundación: Ciencia y Conservación*, Revista de extensión de CECON, vol.5, pág. 3- 9.
26. Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. (1993). *Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues*. 6ta edición, New York: McGraw-Hill, ISBN-10: 0071356231, pág. 21-22.

27. United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). (2010). *Solid Waste Management in the World's Cities: Water and Sanitation in the world's cities*, 1ra edición. Earthscan, ISBN: 978-1-84971-170-8, pág. 78 -80.
28. United States Green Building Council Inc (USGBCI). (2017). *TRUE zero waste Rating System*.
29. Zero Waste International Alliance (ZWIA). (2019). *Zero waste hierarchy of highest and best use 7. 0*. Políticas ZWIA. Recuperado de: [http://zwia.org/zwh/..](http://zwia.org/zwh/)

14. ANEXOS

Anexo1. Índice de Certificación TRUE Zero Waste.

El sistema de calificación está dividido en dos partes, una es la parte preliminar de revisión documental y la segunda parte es una evaluación ínsitu.

- Aspectos de Preevaluación:

Según la USGBC (2017) los requisitos para poder ser susceptibles a una evaluación son:

- La empresa o proyecto que busca la certificación tiene una política de cero residuos.
- El proyecto ha logrado una desviación general promedio de 90 % o más del vertedero, incineración (WTE) y el entorno para desechos sólidos no peligrosos (denominados "materiales" en este documento) para los últimos 12 meses. Los materiales desviados se reducen, reutilizan, reciclan, compostan y / o recuperan para uso productivo en la naturaleza o la economía.
- El proyecto cumple con todas las leyes y reglamentaciones federales, estatales provinciales y locales sobre desechos sólidos y reciclaje.

Continuación del anexo 1.

- El Proyecto cumple con todos los permisos de descarga de aire, agua y tierra requeridos para la recolección, manejo o procesamiento de materiales.
 - El proyecto tiene datos que documentan un año base de datos de desviación de desechos y mediciones desde el año base que se ajustan a los cambios en tamaño, tipo y naturaleza del negocio.
 - El proyecto no excede un nivel de contaminación del 10% para ningún material que abandone el sitio.
 - El proyecto presenta anualmente 12 meses de datos de desviación de desechos a GBCI para mantener actualizada la certificación.
 - La empresa presenta un estudio de caso de iniciativas de cero residuos.
- Aspectos de Evaluación:

El sistema de clasificación consiste en un total de 81 posibles créditos. Donde los requerimientos mínimos anteriores son prioritarios en cualquier proyecto que sea considerado para la certificación. Los créditos en el sistema de clasificación son organizados en 15 categorías que reflejan los aspectos de un programa *zero waste* exitoso.

Continuación anexo1.

Todos los créditos son opcionales donde 31 puntos deben de ser ganados para que un proyecto alcance la certificación. No todos los créditos aplicarán para

todos los proyectos, pero el conjunto de créditos provee múltiples oportunidades para lograr la certificación. No es requerido ganar un crédito en cada categoría y no hay mínimo de categorías en las cuales los puntos deban de ser obtenidos (USGBCI, 2017).

Cada crédito y sus correspondientes requerimientos son detallados usando el siguiente formato

- Intención: describe el objetivo o beneficio del crédito.
- Requerimientos: acciones, mediciones o benchmarks que un proyecto debe cumplir para lograr el crédito.
- Estrategias potenciales: prácticas que el equipo de proyecto puede utilizar para cumplir el crédito. Las estrategias mencionadas no son del todo inclusivas, y motivan a los proyectos a usar soluciones creativas específicas para el sitio y cumplir con los requerimientos del crédito.
- Presentación de la documentación: especifica lo que un proyecto puede enviar para demostrar concordancia con los requerimientos del crédito. Esta documentación puede incluir una política o plan detallando criterios específicos, cálculos demostrando el desempeño de un sitio, o una narrativa.

Continuación anexo 1.

- Niveles de certificación:

Las diferentes instalaciones que se postulen para la certificación estarán sujetos a una evaluación documental y a una evaluación en el sitio, estando a la espera de su calificación para poder calificarlos en una de las 5 categorías.

- Certificación: 31- 37 créditos.
- Plata: 38 – 45 créditos.
- Oro: 46-63 créditos.
- Platino: 64-81 créditos.

Tabla II. **Calificación según certificación TRUE Zero Waste**

Categoría	Puntos
Rediseño	4
Reducción	7
Reuso	7
Compost (<i>Re-earth</i>)	7
Reciclaje	7
Reportes <i>zero waste</i>	4
Diversificación	5
Compras <i>zero waste</i>	9
Liderazgo	6
Entrenamiento	8
Análisis <i>zero waste</i>	5
Gestionamiento en jefaturas	4
Prevención de residuos peligrosos	5
Sistema de ciclo cerrado	4
Innovacion	3
Total	81

Fuente: USGBC, (2017). True Zero Waste Rating System

Continuación anexo 1.

Descripción de los puntos considerados por la Norma TRUE Zero Waste según Zero Waste Rating Sistema (2017).

- Rediseño

Crédito 1: correcta dimensión de los contenedores y su nivel de servicio.

Crédito 2: reestructurar los acuerdos de recolección de residuos sólidos.

Crédito 3: revisar al menos 9 puntos de generación.

Crédito 4: completa revisión de la cadena de suministro.

- Reducir

Crédito 1: documentar los materiales reducidos por mercancía.

Crédito 2: implementar programas de trazabilidad para eliminar los residuos.

Crédito 3: adoptar la reducción de toda la cantidad de los empaques.

Crédito 4: avanzar en un alto mando sin uso de papel.

Crédito 5: configurar todas las impresoras para imprimir de ambas caras.

Crédito 6: practicar el reciclaje de césped en todas las áreas recortadas.

Crédito 7: reducir las podas por medio de jardines nativos o xeriscape.

- Reuso

Crédito 1: desarrollar sistemas que enfatizan reuso.

Crédito 2: documentar el uso de contenedores y tarimas de embalaje.

Crédito 3: implementar contenedores de transporte reusables.

Crédito 4: establecer programas para reusar insumos de oficina.

Continuación anexo 1.

Crédito 5: usar reusable/durable equipo de alimentación.

Crédito 6: donar toda la comida sobrante para consumo humano.

Crédito 7: participar en programas de alimentación de animales para la comida ya no comestible.

- Compost (*Re-earth*)

Crédito 1: recolectar compostables separadamente de los otros.

Crédito 2: compostar, digestionar o reusar los recortes de césped.

Crédito 3: compostar residuos alimenticios y/o papel *in-situ*.

Crédito 4: compostar residuos alimenticios y/o papel *ex-situ*.

Crédito 5: usar/ reutilizar el compost o mulch en el sitio.

Crédito 6: implementar procesos tecnológicos para materiales orgánicos.

Crédito 7: usar el compost en el sitio para la producción de comida.

- Reciclaje

Crédito 1: cumplir con el mayor uso del 80% de los materiales (por peso).

Crédito 1.2: cumplir con el mayor uso del 100% de los materiales (por peso).

Crédito 2: determinar mercados finales para mercancías recicladas.

- Documentación Zero Waste

Crédito 1: documentar la redistribución de mercancía o residuo.

Crédito 2: trazar información financiera de la redistribución y del manejo de desechos.

Continuación anexo 1.

Crédito 3: generar reporte de impacto climático usando el modelo U.S. EPA WARM.

Crédito 4: convertirse en un participante activo del programa U.S EPA Waste Wise.

- Reencause de basureros, incineración y medio ambiente

Crédito 1.1: redistribución es de 90.1 % - 94.9 %

Crédito 1.2: redistribución es de 95 % - 96.9 %

Crédito 1.3: redistribución es de 97 % - 98.9 %

Crédito 1.4: redistribución es de 99 % - 99.9 %

Crédito 1.5: redistribución es de 100 %.

- Compras Zero Waste

Crédito 1: adoptar una política o guía para compras ambientalmente responsables.

Crédito 2: incluir en la política de compras ambientalmente responsables.

Crédito 3: dar preferencia para papel y madera producido sosteniblemente.

Crédito 4: identificar Bienes Ambientalmente responsables en los catálogos.

Crédito 5: trazar compras de productos ambientalmente preferidos.

Crédito 6: preferir bienes usados, restaurados y/o remanufacturados.

Crédito 7.1: cualquier práctica adicional en productos ambientalmente responsables.

Continuación anexo 1.

- Liderazgo

Crédito 1: adoptar una meta *zero waste* en las actividades de redistribución con la alta gerencia.

Crédito 2: fomentar e incentivar la participación de los empleados.

Crédito 3: tomar responsabilidad por los productos de la compañía y su empaque.

Crédito 4: requerir a los proveedores tomar responsabilidad de sus productos y empaque.

Crédito 5: promover *zero waste* en la comunidad utilizando personal de gerencias altas.

- Entrenamiento

Crédito 1: proveer *zero waste* metas a todos los empleados.

Crédito 2: incorporar *zero waste* en la orientación del empleado.

Crédito 3: comunicarse frecuentemente con los empleados a cerca de actividades *zero waste*.

Crédito 4: etiquetar claramente todos los contenedores.

Crédito 5: entrenar a los agentes de compras.

Crédito 6: incluir *zero waste* en el proceso de evaluación y/ estructura.

Crédito 7: dedicar al menos una persona para el papel de líder en *zero waste*.

Crédito 8: proveer a todos los empleados acceso a entrenamiento *zero waste*.

Continuación anexo1.

- *Análisis zero waste*

Crédito 1: realizar auditoria física anual de los residuos.

Crédito 2: analizar los resultados de la auditoria anual de residuos e implementar recomendaciones.

Crédito 3: completar auditoria física anual de los reciclables.

Crédito 4: agregar los reciclables rechazados de regreso a la documentación de los flujos de residuos.

Crédito 5: motivar a los empleados a realizar auditorías y análisis.

- *Gestión en la fuente*

Crédito 1: trabajar a proveedores para evitar los empaques no reciclables.

Crédito 2: dar preferencia a los proveedores que promueven metas Zero Waste.

Crédito 3: requerir a los proveedores el uso de empaques 100% reciclables.

Crédito 4: requerir a los proveedores rediseñar los productos para reciclaje y reuso.

- *Prevención de Residuos Peligrosos*

Crédito 1: manejar apropiadamente materiales peligrosos.

Crédito 2: guardar récords de al menos 3 años.

Crédito 3: reusar o reciclar residuos universales.

Crédito 4: reducir el uso de químicos peligrosos.

Crédito 5: recolectar residuos universales de los empleados y clientes.

Continuación anexo 1.

- Ciclo Cerrado

Crédito 1: requiere un mínimo del 30 % de uso de papel de oficina reciclado.

Crédito 2: requiere un mínimo del 20 % de uso de papel reciclado en sanitarios.

Crédito 3: compost de una fuente local.

Crédito 4: asegurarse que los materiales permanezcan en mercados locales y regresen al sitio.

- Innovación

Crédito 1: participar en programas de *upcycling*.

Crédito 2: comprometerse a reducir el total de los descartes anualmente.

Crédito 3: implementar una actividad innovadora para la reducción de residuos.