



SEDE CENTRAL

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE

NOMBRE DEL PROYECTO

“SOSTENIBILIDAD E INTEGRACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN  
LOS RESTAURANTES DE ZONA FRANCA AMERICA, HEREDIA, COSTA RICA”

INTEGRANTES:

JOSELIN ARAYA MARIN 604230392

BRYAN HERNÁNDEZ ARCE 206700906

PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA EN SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE.

ALAJUELA, DICIEMBRE 2019

## Dedicatoria

Joselin Araya Marín.

A Dios, por ser mi guía en estos 4 años de duro esfuerzo yo puse el 1% y el dio por mí el 99% faltante, sin su guía no estaría donde estoy.

A mi madre por todo su apoyo incondicional, su enseñanza que todo se puede lograr si pones dedicación, esfuerzo y trabajo.

Al compañero de mil batallas, amigo incondicional Donald Monge por creer en mí y ser esa voz de aliento cuando creía que ya no podía más, ayudarme en momentos difíciles y celebrar mis victorias.

Brayan Hernández Arce.

Este logro es dedicado a Dios, mi madre, mi esposa y mis hijos. Este logro es gracias a ellos por su apoyo incondicional en darme aliento desde que empecé la universidad, también por su apoyo económico que fue fundamental para lograr este proyecto, y en especial a mis hijos, todo lo logrado en mi vida es para el beneficio de ellos y para que puedan observar que todo es posible cuando uno se esfuerza por lo que quiere alcanza

## Agradecimientos

A todos los profesores que nos formaron en los profesionales que ahora somos, en especial mención al profesor Agustín Rodríguez Carvajal y Javier Chacón Barrantes, indispensables para culminar este proyecto. Al director de carrera, profesor y amigo Carlos Mora, por toda su colaboración en estos años de estudio.

A mi compañero el Ing. Bryan Hernández Arce, Gracias por aguantarme todo este tiempo y ser un maravilloso compañero de trabajo.

A mi compañera la Ing. Joselin Araya Marín, por el apoyo y paciencia brindados en este tiempo y su dedicación en realizar este proyecto.

A la Zona Franca América y sus restaurantes, por dejarnos realizar este proyecto en tan impresionante ciudad empresarial y brindarnos todo el apoyo requerido para culminar dicha labor.

Joselin Araya Marín

Brayan Hernández Arce

## Tabla de contenido

Tabla 1. Acrónimos.....	1
Capítulo I.....	2
Introducción.....	3
Área de estudio.....	6
Delimitación del problema.....	6
Justificación.....	7
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	10
Estado de la cuestión.....	10
Capítulo II.....	20
Marco Teórico.....	21
La conceptualización de los residuos sólidos.....	21
Figura 1. Jerarquización de los residuos.....	24
Problemática en los rellenos sanitarios.....	25
Figura 2. Relleno Sanitario EBI en Aserrí.....	26
Figura 3. Colapso de relleno sanitario la Carpio.....	29
Situación Actual del país en generación de residuos.....	29
Situación Actual en Latinoamérica y el Caribe en generación de residuos.....	30
Fabricación de materiales y su consumo de energía en el proceso.....	31
Tipos de tratamientos para los residuos.....	35
Compostaje.....	35
Etapas del compostaje.....	36
Figura 4. Etapas del compostaje.....	37
Tabla 2. Temperatura necesaria para la eliminación de patógenos.....	38
Variables relacionadas con la naturaleza del sustrato.....	38
Figura 5. Materiales ricos en nitrógeno y carbono.....	41
Tabla 3. Relación Carbono nitrógeno de algunos materiales.....	41

Tabla 4. Propiedades físicas, químicas y biológicas del compostaje.....	42
Tipos de compostaje.....	43
Figura 6. Compostaje Básico.....	43
Figura 7. Compostaje caliente.....	44
Figura 8. Compostaje de café.....	44
Figura 9. Compostaje de lombrices.....	45
Figura 10. Compostera automática.....	46
Posibles inconvenientes que se eliminan con la automatización.....	48
Tratamiento de los residuos orgánicos en Zona Franca América.....	49
Capítulo III.....	51
Marco Metodológico.....	52
Tipo de investigación.....	52
Enfoque de la investigación.....	53
Diseño de la investigación.....	54
Método de la investigación.....	55
Población de estudio.....	56
Fuentes de investigación.....	57
Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	57
Tabla 5. Operacionalización e instrumentalización de variables.....	59
Elección de la herramienta a utilizar para gestionar los residuos orgánicos.....	60
Métodos de recolección de la información.....	60
Tabla 6. Cronograma Plan de trabajo.....	62
Capítulo IV.....	63
Análisis de las encuestas realizadas.....	64
Gráfico 1. Correcta forma de separación de residuos.....	64
Gráfico 2. Correcto estado de limpieza de los residuos.....	65
Gráfico 3. Conocimiento de los colores de recipientes de la ley 8839.....	65
Gráfico 4. Clasificación de residuos por colores de recipiente.....	66
Gráfico 5. Correcta separación de residuos en Zona Franca América.....	66
Recolección de residuos en los 7 restaurantes de Zona Franca América.....	67
Tabla 7. Resultados restaurante Chili Sazón.....	68
Gráfico 6. Residuos restaurante Chili Sazón.....	69

Tabla 8. Resultados Restaurante Picanticos .....	70
Gráfico 7. Residuos generados por Picanticos.....	71
Gráfico 8. Residuos Generados por Olivas Verde .....	72
Tabla 10. Restaurante Subway.....	73
Gráfico 9. Residuos generados por Subway.....	73
Tabla 11. Restaurante Sabores de mi tierra.....	74
Capítulo V.....	80
Análisis de la selección de la Compostera.....	81
Operación de la Compostera Automatizada .....	82
Capítulo VI.....	84
Resultados.....	85
Análisis Químico e inocuo del compostaje generado.....	85
Interpretación Análisis Químico .....	85
Interpretación análisis Calidad del Compostaje .....	86
Análisis de costo-beneficio .....	87
Aprovechamiento de residuos sólidos valorizables .....	89
Capítulo VII.....	90
Conclusiones.....	91
Recomendaciones.....	94
Bibliografía.....	95
Apéndices .....	102
Introducción.....	108
Propósito.....	108
Alcance .....	108
Definiciones y abreviaturas.....	109
Protocolo de operaciones Food Court AFZ Meterlo en el plan de gestión .....	111
Justificación.....	112
Información general .....	113
Descripción del proceso.....	115
Diagnóstico de la composición de residuos.....	115
Identificación de debilidades y desafíos en la gestión de residuos.....	116
Diseño del Programa de Manejo Integral de Residuos.....	116

Seguimiento y monitoreo.....	117
Subprograma de Manejo Integral de Residuos Ordinarios.....	123
Entrega de residuos a gestores autorizados.....	124
Clasificación de Residuos.....	125
Residuos sólidos ordinarios valorizables.....	126
Generalidades de las estaciones de reciclaje (sitios de acumulación de residuos valorizables) .....	130
6.1 Generalidades del área de almacenamiento temporal.....	131
Guía básica para seguir buenas prácticas en el tema de manejo de residuos.....	132
Bibliografía.....	134
Anexos .....	136
Anexo 1 – Boleta de Acumulación de Residuos .....	137
Anexo 2 – Boleta de Traslado de Residuos.....	138
Anexos 3 - Manual para compras verdes.....	139

**Tabla 1. Acrónimos**

AFZ	America Free Zone
C	Carbón
CO2	Dióxido de Carbono
EBI	Empresas Berthier
ENSRVR	Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos
EPP	Equipo de Protección Personal
GAM	Gran Área Metropolitana
GEI	Gases de efecto invernadero
GIRS	Gestión Integral de Residuos Sólidos
kg	Kilogramos
N	Nitrógeno
NH3	Amoniaco
PH	Medida de acidez de una disolución
PROCOMER	Promotora del Comercio Exterior
PVC	Policloruro de Vinilo
UE	Unión Europea
ZF	Zona Franca
PGIR	Programa de gestión integral de residuos

# Capítulo I

## Introducción

El país afronta en la actualidad un problema de contaminación ambiental de magnitudes alarmantes. Según la licenciada en comunicaciones Irina Grajales Navarrete, Costa Rica desecha, solo de plástico, 15 camiones por día (Grajales 2018). La generación de residuos sólidos incrementa día a día no solo en escala nacional, sino que también a nivel internacional, convirtiéndose en uno de los principales problemas ambientales globales, pues los residuos sólidos contaminan todas nuestras fuentes de subsistencia, ríos, mares, tierra, aire, así paisaje visual, y con ello a todos los organismos que habitan en la tierra.

Costa Rica inicia la lucha en contra de esta problemática, implementado en el año 2010 la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS); se ha realizado estrategias como minimizar la utilización del plástico de un solo uso, reutilizar y reciclar, entre otras opciones amigables para el medio ambiente; sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes, según un informe de la nación “Cada día, los costarricenses generan 4.000 toneladas de residuos ordinarios. De esta cantidad, 1.000 toneladas son depositadas en ríos, lotes baldíos y vías, y solo el 6,6% (264 toneladas) llegan a los centros de acopio para ser procesadas”. (Nación, 2018).

Por otra parte, poco se habla en cuanto a los residuos orgánicos, siendo estos los que se generan mayoritariamente. Según una investigación realizada por la Universidad Nacional de Costa Rica, en el GAM del “total de residuos generados un 55,9% son residuos orgánicos” (2016). Estos van a parar a rellenos sanitarios en el mejor de los casos, y en otras circunstancias a ríos y, por ende, a los mares que colindan con nuestro país.

Una de las alternativas utilizadas para disminuir los residuos orgánicos es la realización de compostaje, que se define como “descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos. De acuerdo al tiempo de degradación, se da el grado de madurez al realizar biotransformación o degradación parcial”. (Jaramillo & Zapata, 2008).

Para entrar al tema de donde es que se originan estos residuos, se debe primero definir en qué sector de la economía se encuentra el punto de estudio que son los 7 restaurantes ubicados en una zona franca.

Las modalidades es sectores productivos se definen en el sector primario o agropecuario, el cual obtiene los productos directamente de los recursos naturales, como ejemplo se tiene la agricultura, caza, pesca, entre otros. El sector secundario o industrial transforma las materias primas en bienes o mercancías que serán utilizadas por terceros. El sector terciario o de servicios son las actividades que no producen una mercancía como tal, pero que abastecen al mercado de bienes y servicios.

Las zonas francas se pueden ubicar en uno o más de estos sectores de la economía, pues va a depender de qué tipo de empresas alberguen. Se debe entender por Zonas Francas a un régimen de empresas al que el Estado le brinda ciertos beneficios e incentivos, pero que deben cumplir con lo estipulado por la legislación de cada país donde se instalen dichas empresas. En Costa Rica, existe el régimen de Zonas Francas, que es regido por la ley 7210, junto con su reglamento.

Una posible definición por Zona Franca es un espacio físico destinado para ciertos tipos de empresas que deben de cumplir con ciertas características de tipo de producción, a este espacio físico se le conoce como Parques Industriales. Todas las Zonas Francas de Costa Rica son regidas por una entidad gubernamental llamada Promotora del Comercio Exterior (PROCOMER), esta entidad rinde cuentas al Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica. (Lang y Asociados, S.F.)

En las zonas francas del país, se concentra un gran número de personas trabajadores, que pasan toda su jornada laboral en sus centros de trabajo, por lo cual las zonas francas necesitan tener ciertas características para satisfacer las necesidades de los trabajadores, uno de ellos es el establecimiento de restaurantes o sodas para cubrir la necesidad de alimentación de los ocupantes.

En las instalaciones de Zona Franca América se encuentran 7 restaurantes que son visitados por toda la población que labora en las 20 empresas de AFZ; la generación de residuos sólidos diarios es abundante, por lo cual es candidato para la realización de un plan de gestión de residuos sólidos valorizables, proponiendo la estrategia de compostaje automatizado para los residuos orgánicos y un plan integrado para aluminio, papel, plástico, cartón y demás residuos valorizables.

Con el plan de gestión de residuos sólidos, se pretende disminuir el volumen de los residuos que se vierten en los rellenos sanitarios, así como obtener otros beneficios para la organización como la producción de abono orgánico para zonas verdes, mejor paisaje visual, disminución en la compra de fertilizantes químicos, lo cual genera beneficios económicos y finalmente mejora la salubridad de todos los

ocupantes de la zona al disminuir los riesgos biológicos, virus y bacterias que pueden producir todos los residuos.

## **Área de estudio**

### **Delimitación del problema**

Actualmente, los restaurantes de zona franca América no realizan ningún tipo de tratamiento de sus residuos, no se tiene contabilizado exactamente cuanta cantidad de residuos se están enviando a los vertederos ni cuanta materia podría ser aprovechable, pues se está dando por hecho que todo lo generado es basura y no tiene valor intrínseco lo cual no es cierto.

Todas las empresas que se encuentran dentro de Zona Franca América laborando, realizan una buena gestión de sus residuos; si a estas empresas se suman los restaurantes, se lograría que zona franca América sea más amigable con el ambiente produciendo centros de trabajos más sostenibles con el ambiente.

Es por esto que el presente proyecto busca que los 7 restaurantes que se encuentran en zona franca américa realicen una buena gestión de todos los residuos que genera con el fin de disminuir la cantidad de residuos ordinarios que llegan a los rellenos sanitarios por parte de estos restaurantes, se trabajará en los siguientes residuos valorizables: Plástico, papel, cartón, aluminio, tetra pack, vidrio y orgánicos. Para los residuos orgánicos, se trabajará por medio de un equipo que automatiza el proceso de compostaje, acelerando su producción.

Se iniciará el proceso separando los residuos sólidos valorizables de los restaurantes; para dicho proyecto se tiene contemplado la capacitación del consumidor, del personal de los restaurantes y de limpieza para aprender a

separar correctamente los residuos que se vayan a generar en dicho sitio en todas las etapas del proceso.

Además, estos restaurantes generan gran cantidad de residuos sólidos valorizables y no valorizables entre los que se encuentra plástico, papel, cartón, aluminio, tetra pack, residuos orgánicos, toallas de cocina sucias, guantes de neopreno, entre otros residuos. Se pretende capacitar al personal de los restaurantes antes mencionados para lograr la correcta separación desde su fuente y evitar que este tipo de residuos lleguen a los rellenos sanitarios.

Otras estrategias consisten en optimizar las compras de los restaurantes, con el fin de introducir los conceptos de reducción y sustitución, esto se generará de igual manera con capacitación para lograr compras inteligentes, sustituyendo productos con materiales contaminantes y de un solo uso (plástico, aluminio, etc.) por productos biodegradables o de múltiples usos.

¿Cómo gestionar los residuos sólidos valorizables producidos por los restaurantes de zona franca América?

## **Justificación**

En Costa Rica, de los residuos sólidos que se generan diariamente, más del 80% puede ser reciclables y de ese 80%, más del 50% es de origen orgánico (duodécimo informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible). En los restaurantes de zona franca América, por ser su producto principal de venta alimentos, los residuos que se generan son mayoritariamente orgánicos. Factores como gran número de personas, permanencia en la zona en

promedio de 8 horas diarias, realización de los 3 tiempos de comidas básicos en el lugar, son circunstancias que hacen que zona franca América sea una buena muestra de lo que produce nuestra población a nivel nacional diariamente. Es por esta razón que el aprovechamiento de estos residuos disminuiría en gran proporción el impacto que se genera al ambiente.

El aumento de gases de efecto invernadero como el metano, la contaminación de ríos, del suelo, enfermedades virales, pérdida del paisaje son algunos de los efectos que se pueden prevenir al tratar correctamente los residuos sólidos valorizables.

Al verter residuos orgánicos a ríos y manantiales, se dará el proceso biológico conocido como eutrofización que no es más que un sobrecargo de nutrientes que posee el agua; esto provoca que los seres vivientes en estos ecosistemas se reproduzcan con mayor aceleración, provocando luego una competencia por oxígeno lo que causa desoxigenación del agua, dando así muerte a todo ser vivo presente y comprometiendo la potabilidad del agua.

Realizar una correcta gestión de estos residuos que aún tienen un valor intrínseco, brinda múltiples beneficios tanto ambientales, sociales y económicos, buscando una sostenibilidad ambiental, obteniendo una relación costo-beneficio óptimo.

Es por estas razones que Zona Franca América es un lugar idóneo para realizar un Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos de acuerdo con la ley 8839, de esta forma, mejorar la sustentabilidad del lugar, colaborar a nivel país con esta problemática y ser ejemplo para que otras Zonas Francas se sumen a la iniciativa y sean parte del cambio.

Se seleccionaron para dicho proyecto los 7 restaurantes ubicados en Zona Franca América, ya que actualmente los restaurantes no cuentan con ningún tipo de gestión de residuos sólidos, no se tienen registros de cuántos residuos genera ni como son tratados, es por esto que se quiere cambiar esta situación, ya que muchas de las empresas que se encuentran en AFZ si realizan correcta gestión de residuos sólidos a lo interno de sus propias organizaciones; por esto si se logra que los restaurantes se sumen a esta gestión, nos acercaremos más a obtener una Zona Franca amigable con el ambiente.

En resumen, se mejorará el ambiente, ya que se elimina gran cantidad de residuos que podrían terminar en rellenos sanitarios o peor en ríos o mares.

Se mejora el ambiente social de toda la Zona Franca, pues logra que todos sus restaurantes promuevan la correcta gestión de los residuos favorece a prevenir enfermedades, tener mejor ambiente social y visual.

Por último, el aspecto económico también se verá beneficiado con el presente proyecto, ya que promueve una imagen verde de toda la Zona Franca, atrae la admiración y atención de más potenciales clientes, además del ahorro que causará el no comprar fertilizantes para las zonas verdes y utilizar el compost creado.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Realizar una gestión integral de los residuos sólidos valorizables en los 7 restaurantes que se encuentran en Zona Franca América con el fin de disminuir

los residuos vertidos en los rellenos sanitarios y obtener beneficios económicos, sociales y ambientales para la empresa.

### **Objetivos específicos**

- Realizar un Diagnóstico de los diferentes residuos generados por los 7 restaurantes de Zona Franca América durante el primer semestre del 2019.
- Analizar los resultados obtenidos del diagnóstico de los diversos tipos y cantidades de residuos sólidos valorizables que se generan actualmente los 7 restaurantes de Zona Franca América.
- Selección de un equipo para realizar el compostaje de acuerdo a las necesidades encontradas en el diagnóstico de la generación de residuos.
- Realizar una propuesta de mejora por medio de un plan integral de gestión de residuos que contemple la jerarquización de residuos para los restaurantes de Zona Franca América.
- Poner en marcha la intervención de acuerdo al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos realizado y comparar la gestión antes y después del inicio de dicho plan. Análisis costo-Beneficio.

### **Estado de la cuestión.**

A continuación, se presenta el estado de la cuestión del proceso de planes integrales de residuos valorizables, se realiza por medio de una búsqueda vía web.

La correcta gestión de residuos sólidos valorizables no es un tema nuevo, mucho se ha realizado a nivel internacional para lograr contrarrestar los efectos negativos que provocan la contaminación.

En la comunidad de Madrid, se promueve la gestión de residuos a nivel municipal; en la propuesta de gestión de residuos municipales de Madrid se plantea que, para lograr municipios responsables con el medioambiente, es necesario implementar la generación de residuos Zero. (Plataforma Aire Limpio “Incineradoras No”, 2014). Con esto, se pretende evitar la generación desde la fuente.

En Colombia, se creó el plan de gestión de residuos específicamente para zonas francas en el 2015, el cual rige los parámetros obligatorios por ley que tienen que cumplir toda zona franca en el manejo de sus residuos valorizables, así como la correcta manipulación y desecho de los residuos no valorizables. (PGIRZF, 2015).

En este mismo país, muchas empresas privadas están comprometida con la generación de sus residuos, claro ejemplo es la empresa colombiana Cyrgo gas, la cual realizó un estudio en el año 2017 en todas sus sedes para evidenciar la generación de sus residuos e implementación de un plan integral de gestión de residuos. (Rodríguez y otros, 2017).

Tokio es el ejemplo claro de una de las ciudades con mejor sistema de gestión de residuos, Comparado con la cifra de 1989, cuando la generación de residuos sólidos alcanzó su punto máximo; el total generado hoy en día es un 40 % menor y sigue reduciéndose pese al aumento demográfico de la capital (S.A, 2015). Se

aplican impuestos a la generación de residuos por lo que las empresas invierten en prevención de generación.

Analizando la situación de los países de la Unión Europea en materia de gestión de residuos, según las estadísticas de 2016, el 47% de los residuos municipales en la UE se recicla o composta. Sin embargo, las prácticas de gestión de residuos varían mucho entre los países miembros y bastantes países siguen vertiendo grandes cantidades de residuos municipales. “Los vertederos son prácticamente inexistentes en Europa noroccidental -Bélgica, Países Bajos, Suecia, Dinamarca, Alemania, Austria y Finlandia-, donde la incineración desempeña un papel importante junto con el reciclaje. Alemania y Austria son los principales países de reciclaje de Europa”. (Parlamento Europeo, 2018).

Por otra parte, los vertederos en cambio siguen siendo populares en el este y el sur de Europa, en al menos doce países. “Más del 80% de los residuos acaban en vertederos en Malta, Grecia, Chipre y Rumanía, frente al 60% de Croacia, Letonia, Eslovaquia, Bulgaria y a más de la mitad de España, Hungría, Chequia y Portugal”. (Parlamento Europeo, 2018).

Otros países como Estonia, Luxemburgo, Francia, Irlanda, Eslovaquia, Italia, Reino Unido, Lituania y Polonia envían un tercio o menos de sus residuos a vertederos y también usan incineración. Más del 40%, excepto Estonia, de los residuos domésticos de estos países son reciclados (Parlamento Europeo, 2018). El vertido de residuos disminuyó sustancialmente entre 2005 y 2016 en Estonia, Finlandia, Eslovenia, Reino Unido e Irlanda, así como en Rumanía, Bulgaria y Hungría.

A nivel nacional, en Costa Rica, para el tratamiento de los residuos sólidos, en los últimos años se ha incrementado la legislación en favor de la protección del medio ambiente. Como se mencionaba en la introducción, para el año 2010, se creó la ley 8839 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en donde se especificó las obligaciones tanto de los generadores de residuos, como de los consumidores.

Dicha ley ha dado un gran cambio positivo en estos nueve años, responsabilizando a quienes generan diversos residuos con el fin de no impactar tanto la flora y fauna del país. Muestra de ello es que de las 4000 toneladas de residuos ordinarios que se generan al día en el país, se reciclan al menos 264 toneladas, esto significa que un 6,6% no llega a los rellenos sanitarios, sino que son procesados en su mayoría por los centros de acopio. (Elmundo.cr, 2018).

“Según el Ministerio de Salud, en 2014 se logró reciclar en promedio un 1,26% mientras que en 2017 el porcentaje de materiales recuperados aumentó a un 6,6%. Si se toman como referencia los residuos que son depositados en los vertederos clandestinos, el porcentaje se redujo considerablemente de un 25% a un 6,4% en el mismo periodo”. (Elmundo.cr, 2018).

También se creó recientemente, el Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021, en dicho plan se recomienda a cada generador de residuos la forma ideal y correcta de cómo separar y darles el tratamiento final a los residuos sólidos valorizables, así como especiales y peligrosos. En dicho plan se mencionan gran cantidad de leyes aplicables a cómo se deben tratar los diferentes tipos de residuos que se generan en el país. Con este plan, el país pretende alcanzar el carbono neutralidad.

En la última década se logra observar que se han creado varias leyes y reglamentos en donde se exigen buenas prácticas para los generadores de productos y consumidores finales, esto ha propiciado que la conciencia ambiental del país vaya creciendo desde la parte de las instituciones públicas, como las empresas privadas. Además, se han generado convenios entre empresas para que no sea tan complicado poder tratar residuos que hace algunos años se desconocía que tratamiento se les debían dar para no impactar negativamente el ambiente.

La universidad Nacional de Costa Rica, para el año 2005, realizó un estudio sobre la generación de los residuos en la sede central para luego realizar una propuesta de gestión de sus residuos, la cual fue aplicada en la sede central con óptimos resultados. (Barrientos, 2010).

Comunidades como San Carlos, para el año 2010, realizaron un estudio de cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de tipo domiciliario y comercial del distrito Quesada, en el cual se tomaron muestras en diferentes días para poder cuantificar la generación de residuos y poder realizar un plan de gestión de residuos acoplado a las necesidades de este distrito. (Sabillón, Umaña y Chacón, 2010).

Para el año 2005 -2015, se realizó un estudio sobre la generación de residuos sólidos ordinarios del cantón de Belén. Dicho estudio reveló que el cantón de Belén generó 80561,22 Mg de residuos, con un promedio mensual de 615,44 Mg de residuos sólidos recolectados (Salazar, 2016). Este sondeo realizado es una buena muestra de lo que se produce a nivel cantonal en áreas del GAM.

A nivel de municipalidades se han generado convenios con empresas generadoras para la adecuada recolección, así como también han tenido que crear planes de gestiones adecuadas para los residuos, esto también ha replicado en las empresas privadas. También han aparecido gran cantidad de empresas recolectores de residuos valorizables para darles solución a las empresas, esto brinda un gran alivio a las empresas que no tienen cómo transportar sus residuos, por lo que las apariciones de estos gestores recolectores brindan gran ayuda a las empresas generadoras de residuos y colaboran con una adecuada gestión final de residuos valorizables.

La municipalidad de Heredia, que es la que influye por un tema de ubicación en Zona Franca Améric,a cuenta con su debido Plan Municipal de para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, en el cual se plantea el plan de recolección de residuos sólidos ordinarios, además de un plan para una recolección de residuos no tradicionales.

En el caso de la recolección de residuos ordinarios de AFZ no aplica, la Zona Franca cuenta con su propio camión recolector. Este camión es el mismo que realiza su debido transporte al relleno sanitario EBI, ubicado en La Carpio, San José.

Según un artículo publicado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, en el 2005, el país contaba con 13 parques industriales bajo el régimen de Zona Franca, el número se ha incrementado a 20 en los últimos años, así como la cantidad de residuos que generan.

“Para el 2001, había 254 empresas bajo este régimen, y una base en comportamiento observado desde 1993, se espera que este número continúe en aumento y haya un crecimiento de la producción de desechos de estas empresas.

Solo el 54% de las empresas del Parque industrial de Cartago (18 firmas) generan unas 250 toneladas por mes de desechos industriales sólidos, por lo que se ha creado la necesidad de darle un manejo adecuado a estos desechos, para impedir que, sean enviados a los rellenos sanitarios y colaboren con la contaminación ambiental”. (Salas, 2011).

Para este año 2019, hay un total de 360 empresas desarrollando diversas funciones en las diversas Zonas Francas de Costa Rica. Para el año 2018, el régimen de ZF generó aproximadamente 160.000 empleos de forma directa e indirecta. En el caso de los empleos directos en el año anterior se generaron 106.707 y en los empleos indirectos un total de 54.734. (Vida y Éxito,2019).

Un dato importante de mencionar es que la Ley 7210 del Régimen de Zonas Francas indica que cualquier tipo de residuo que se genere en una empresa que esté dentro de este régimen se le entregará a la Municipalidad según corresponda por ubicación; sin embargo, no menciona que debe ser de manera obligatoria por lo que queda a decisión de cada empresa si lo entrega a una municipalidad o le da el tratamiento que se crea que es el más adecuado.

El proceso del compostaje se ha venido realizando desde hace miles de años, alrededor de todo el mundo, esta forma de tratar los residuos orgánicos ha generado impactos positivos en las personas que lo han realizado a lo largo de la historia.

En nuestro país, este proceso se daba más en el sector de la agricultura, pero con el paso de los años se ha modernizado e inclusive actualmente el compostaje se aplica tanto en zonas rurales como en urbanas, en lugares de residencia y hasta en zonas industriales de diferentes modalidades.

Es importante incluir los residuos biodegradables que son los que mayormente se producen; para estos el proceso de compostaje se convirtió en una alternativa para su manejo, y las composteras automatizadas vienen a optimizar este proceso. La compostera automática inició a principios de los años noventa en Europa, específicamente en el país de Suecia, mediante la creación de una máquina que realiza el proceso de compostaje en un tiempo mucho menor y bajo condiciones ambientales y sociales mucho más beneficiosas para las personas que realizan la labor operativa, el creador de esta máquina fue un sociólogo de Suecia llamado Torsten Hultin. (Big Hanna, S.F.).

Hoy en día estas máquinas se encuentran situadas en varios sectores del mundo incluyen los continentes de Europa, América, África, Asia, inclusive Australia, Nueva Zelandia. Específicamente en el continente americano, hay ubicadas en Estados Unidos, composteras automatizadas en grandes organizaciones donde se generan gran cantidad de residuos orgánicos.

A nivel mundial, hay varias compañías que han fabricado composteras automáticas; sin embargo, en AFZ se decide por la compra de una Compostera que cumpla las siguientes características:

- A nivel estético una presentación elegante, con el beneficio que se puede instalar tanto en interiores como exteriores.

- Computadora interna que simplifica todas las actividades de programación y revisión de datos, NO se busca tableros en donde se realice de forma manual y la información guardada no sea tan fácil de tomar en caso de requerirla para algún estudio estadístico.
- Simplificar las labores de carga y descarga lo más que sea posible para disminuir al máximo las labores manuales.

La Compostera que se pretende adquirir en Zona Franca América brinda gran cantidad de beneficios comparándola con una Compostera que se trabaje de forma manual, por mencionar algunos ejemplos importantes, se puede comentar que el proceso inicial para que por primera vez genere compostaje es aproximadamente 2 meses, mientras que la que trabaja de forma manual se dura aproximadamente 6 meses en obtener el producto, otra ventaja importante de mencionar es que el gas que genera (CO<sub>2</sub>) pasa por un filtro de aireación y luego pasa por un biofiltro, absorbiendo cualquier gas que pueda ser una fuente de malos olores; es importante mencionar que no se generan malos olores, y también el riesgo de ser una fuente de generación de plagas es completamente nula por razón de que los residuos orgánicos se almacenan en un recipiente hermético y después se coloca en el cilindro de la Compostera que se encuentra cerrado, solo hay una entrada que es un tolva que permanece cerrada.

A nivel nacional, no hay información de esta manera automatizada de generar compostaje, por motivo de que no hay ninguna de estas máquinas en el país. Por tal motivo la información que se logra obtener es por medio de páginas web de diferentes compañías a nivel internacional que venden las máquinas. Se menciona que su fuerte de ventas es especialmente en Europa, África y una parte

en Norteamérica, con un total de 35 países que poseen una Compostera con estas características.

Por tal motivo es un proceso y adquisición innovador para generar compostaje en Costa Rica, y con mucho más motivo conociendo los beneficios que se generan al obtener una Compostera automatizada.

## Capítulo II

## **Marco Teórico**

### **La conceptualización de los residuos sólidos**

Según la ley para la gestión integral de residuos N°8839 se entiende por residuo “material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados”. (Ley Gestión Integral Residuos, 2010).

La Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR) Categoriza a los residuos de la siguiente manera (ENSRVR, 2016):

Orgánicos: se incluyen en esta categoría los residuos compostables, de origen vegetal: restos de alimentos, frutas, verduras, cáscaras y residuos de jardín. Se excluyen los restos de alimentos de origen animal.

Envases: se incluye en esta categoría los envases de plástico y tetra pack, limpios y secos.

- a) Plásticos: se incluyen en esta categoría los recipientes de plástico, se incluyen botellas plásticas, bolsas plásticas (Polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad), PVC, poli estireno, polipropileno y plásticos de ingeniería. Así como pichingas, galones y cubetas plásticas que no contengan residuos de sustancias químicas peligrosas. No se incluyen: botellas de productos de limpieza usadas (suavizantes de ropa, jabón, ceras, etc.), botellas o envases de alimentos sucias, botellas de productos cosméticos usados (cremas, desodorantes, shampoo) plásticos sucios o

mojados, vajillas desechables usadas, bolsas de alimentos como los empaques de confites, empaques de galletas, snacks, y similares.

b) Envases de tetra pack: se incluyen los empaques tetra pack utilizados para la venta de leche y jugos; entre otros.

c) Aluminio: se incluyen en esta categoría los envases de aluminio, latón y residuos metálicos. Todos limpios y secos.

1. Latas de aluminio: se incluyen envases de alimentos y bebidas, latas de cerveza, gaseosa, bebidas energizantes, snacks y similares. No se incluyen restos de papel aluminio empleado en las cocinas. b. Latas de latón: se incluyen las latas de atún y demás alimentos enlatados.

d) Papel, cartón: se incluye en esta categoría el papel y cartón, limpio y seco:

1. Papel: se incluye todo el papel reciclable, proveniente de las actividades básicas de oficina, papel triturado, hojas sueltas, folders, sobres, posters, revistas, libros, cuadernos, directorios, periódico y cartulina. No se incluye: papel sucio o mojado, papel carbón, papel químico, papel aluminio, papel celofán, papel encerado, papel plastificado, papel sanitario, papel toalla o servilletas.

2. Cartón: se incluyen pedazos de cartón, láminas de cartón, cartoncillo, cajas de cartón, conos de cartón, tubos de cartón que se encuentren secos y limpios. No se deben colocar cartones sucios o mojados.

e) Residuos Ordinarios: se incluyen en esta categoría los residuos ordinarios también conocidos como No Valorizables, no peligrosos y sin alternativas viables de recuperación como cartón sucio, papel sucio y/o engrasado

papel carbón, papel aluminio, residuos del barrido, residuos de tela, servilletas usadas y residuos de los servicios sanitarios.

Para promover la inclusión de personas con discapacidad visual, los contenedores para residuos se deberán colocar de izquierda a derecha en el siguiente orden: orgánicos, envases, papel-cartón y ordinarios, no valorizables. Su posición con el respectivo residuo busca inculcar unanimidad a nivel nacional e incentivar un mayor uso y mejor disposición de los residuos sólidos de una manera progresiva en el tiempo.

Cabe destacar que la gestión de residuos se refiere a la administración eficiente de los diferentes componentes de la cadena, empezando por la generación hasta la disposición final, esto es lo que denominamos gestión integral de residuos, ya que el fin de esta es la minimización de los efectos perjudiciales.

De acuerdo con lo anterior, la ley 8839 en su artículo 4 establece el orden jerárquico que debe seguir los sistemas de gestión de residuos:

- Evitar la generación de residuos en su origen como un medio para prevenir la proliferación de vectores relacionados con las enfermedades infecciosas y la contaminación ambiental.
- Reducir al máximo la generación de residuos en su origen.
- Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otros procesos.
- Valorizar los residuos por medio del reciclaje, el co-procesamiento, el re-ensamblaje u otro procedimiento técnico que permita la recuperación del material y su aprovechamiento energético. Se debe dar prioridad a la

recuperación de materiales sobre el aprovechamiento energético, según criterios de técnicos.

- Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.
- Disponer la menor cantidad de residuos, de manera sanitaria, así como ecológicamente adecuada.



*Figura 1. Jerarquización de los residuos.*

*Fuente: Plan nacional para la gestión integral de residuos 2016 – 2021*

Los Residuos son material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados. (Ley 8839)

Por otra parte, los residuos biodegradables son Residuos naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. (Gutiérrez, 2014)

A pesar de que los residuos biodegradables son los más susceptibles de reincorporar al sistema productivo (de valorización), en especial al agrícola en forma de abono orgánico, no se incentiva esta alternativa en proporción a lo que puede significar como solución. La fracción biodegradable valorizable corresponde al 50-60%.

El tratamiento por compostaje de los desechos biodegradables, aparte de evitar el efecto contaminante de estos, lo cual es imprescindible, también permite su reincorporación al sistema natural y productivo, al transformar los desechos en abono orgánico.

### **Problemática en los rellenos sanitarios**

Se debe entender por relleno sanitario a una forma técnica de depositar, esparcir, acomodar, compactar y cubrir residuos sólidos, la mayoría de las veces mediante el uso de maquinaria. El objetivo de un relleno sanitario es evitar la contaminación tanto del medio ambiente como de las personas, los recursos que se protegen con estas acciones son el suelo, cuerpos de agua y la atmósfera, así como también se evitan la propagación de plagas en las comunidades vecinas de algún relleno sanitario. (Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, 27378).



*Figura 2. Relleno Sanitario EBI en Aserrí.*

Actualmente, en Costa Rica, rige el Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, número: 27378-S, básicamente este reglamento especifica que es y cómo debe ser un relleno sanitario para que funcione de la forma más adecuada, menciona conceptos importantes que a nivel nacional se deben conocer como, por ejemplo: conceptos técnicos de partes de un relleno sanitario, tipos de residuos que se generan en el país, tipo de rellenos sanitarios.

Se menciona de forma muy puntual lo que debe de cumplir un relleno para poder entrar en funcionamiento, entre permisos a entes estatales, la forma del terreno, lo que se puede recibir y lo prohibido de depositar, a menos que tenga un tratamiento adecuado como un residuo infectocontagioso.

Se puede crear dos tipos de rellenos sanitarios en el país, estos pueden ser manuales o mecánicos. Los primeros tienen una vida útil de 5 años y los segundos pueden llegar a tener longevidad de hasta 10 años.

Para cada tipo de relleno sanitario, se debe contar como mínimo con herramientas manuales, así como maquinaria pesada para poder darle

mantenimiento y el trato adecuado a los residuos que se depositan de forma diaria.

Según dicho Reglamento, cada 3 meses cada relleno sanitario que esté funcionando debe presentar un reporte operacional a la Dirección de Protección al ambiente Humano, cada reporte debe incluir los siguientes parámetros como mínimo:

- Sólidos totales.
- Potencial Hidrógeno.
- Demanda Química de Oxígeno.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Cromo total.
- Plomo.
- Mercurio.
- Níquel.

Un punto importante que menciona dicho reglamento es el tema de la Salud Ocupacional para los colaboradores de los rellenos sanitarios, se menciona que todos deben utilizar ciertos equipos de protección personal (EPP) según la actividad que realicen, cada persona que labore en estos sitios deben de contar con un registro de vacunas al día, cada centro de trabajo debe de establecer exámenes médicos para sus colaboradores.

La problemática actual en Costa Rica referente a rellenos sanitarios es grave, debido a que no hay disponibles la cantidad suficiente de rellenos contra la demanda de residuos sólidos que se envían de forma diaria a estos sitios. En una

noticia publicada por el periódico La Nación en el año 2014, indicaba que el relleno sanitario La Carpio, ubicado en la provincia de Heredia, le faltaba aproximadamente 2 años de vida útil, según un estudio realizado por el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional. Actualmente, este relleno sanitario sigue funcionando, por el motivo de que según la administración del relleno sanitario tiene una vida útil mucho más prolongada de lo que dice el estudio, no obstante, no se sabe concretamente en qué condiciones funciona, y si realmente están tratando los residuos ordinarios de la forma correcta, según lo dicta el reglamento costarricense sobre rellenos sanitarios. (La Nación, 2014)

A pesar de que la mayoría de los miembros de los ministerios del gobierno relacionados con la problemática de los residuos en Costa Rica, saben que este tema es algo crítico, aún no se conocen realmente qué pasará cuando los rellenos sanitarios que tiene actualmente Costa Rica lleguen al final de su vida útil, pues cuando se menciona en alguna región sobre la posible reacción de un relleno sanitario se empiezan a generar críticas y rechazos de todos los ciudadanos de una región.

En el año 2017, mes de junio, en el relleno sanitario de La Carpio (EBI), ocurrió un accidente en un talud que colinda junto al río Virilla, a pesar de la evidencia que tenían los vecinos sobre la contaminación en el río virilla por los lixiviados y del posible final del ciclo de vida del relleno, la administración defendió que al relleno sanitario todavía le quedan años de vida útil, solo fue un accidente que se dio de forma aislada.



*Figura 3. Colapso de relleno sanitario la Carpio*

*Fuente: Ameliarueda.com*

### **Situación Actual del país en generación de residuos**

De acuerdo con datos brindados por el Ministerio de Salud, Costa Rica ha avanzado en el tema de gestión de residuos, sin embargo, lo hace a un paso muy lento. En el tema de reciclaje del 2014 al 2016 se pasó de 1,26% a 6,66% sólo se logró avanzar un 4,8%. “La gran mayoría de residuos sólidos se destinan a los rellenos sanitarios, lo que hace que gran parte de materia prima se pierda o sea enterrada”. (CRhoy.com, 2018).

Durante el 2014 y 2015, de las 961,5 mil toneladas de residuos recolectadas, se recuperaron para valorizar solo 12,2 mil toneladas y las otras 949,4 mil toneladas se enviaron a rellenos sanitarios.

## **Situación Actual en Latinoamérica y el Caribe en generación de residuos**

Según un estudio que se realizó el año pasado por el programa de la Organización de las Naciones Unidas Medio Ambiente, se muestran las deficiencias que tenemos en América latina en cuanto a la disposición final de los residuos que se generan tanto en los hogares como en industrias.

Problemas actuales que hay en nuestra región como un crecimiento poblacional, el desarrollo en una economía lineal y no circular, hay una extracción de recursos sin ninguna supervisión y una gestión inadecuada en todos los residuos, todos estos puntos en conjunto provocan que tengamos serios problemas ambientales a nivel latinoamericano.

Se debe reforzar la legislación en cada país en temas de gestión integrada de residuos, el papel de los gobiernos locales y nacionales es muy importante para que los individuos realicen una adecuada separación desde sus hogares.

Datos importantes y alarmantes a nivel regional indican que aproximadamente cada persona genera por día 1 kilo de residuos, a nivel general se indica que en las zonas rurales se generan por día 541.000 toneladas por día. Se estima que para el año 2050 este dato aumenta en un 25%.

Unos de los problemas más relevantes en la actualidad es la falta de recolección de residuos en zonas rurales, esto por la falta de presupuesto de municipalidades y falta de apoyo de los gobiernos nacionales. Como consecuencia, las familias que viven en estas zonas desechen los diferentes residuos de varias maneras, una de las más comunes es quemar los residuos en sus tierras.

Al igual que en Costa Rica, la mayor cantidad de residuos que se generan son orgánicos, lo cual significa que, a nivel de rellenos sanitarios, esto provoca más problemas a nivel de lixiviados, además como contaminación del suelo y aguas cercanas al sitio. A razón de esto, se debe dar como facilidad una adecuada gestión a los residuos orgánicos, por medio de composteras, biodigestores e inclusive se pueden utilizar como alimento para porcinos siguiendo una adecuada gestión.

Se requiere un cambio de mentalidad, legislación y formas de proceso, tanto en el gobierno como en cada persona que genere residuos. Con el fin de enviar tantos residuos valorizables a los rellenos sanitarios, existen diversas formas de reutilizar y reciclar residuos para reducir el flujo de residuos que se van a los rellenos sanitarios y así alargar su vida útil.

### **Fabricación de materiales y su consumo de energía en el proceso**

Plástico: Para la fabricación de plástico, se necesita petróleo, el cual como bien se sabe es un recurso no renovable y poco a poco estamos extinguiendo. Además del petróleo para producir plástico se necesitan cantidades grandes de energía, por ejemplo, para fabricar una tonelada de plástico, se necesitan dos toneladas de petróleo y el equivalente a seis veces el consumo eléctrico anual de una familia.

Con todo el gasto que involucra el hacer este material, es absurdo que acabe en los vertederos sin darle una gestión adecuada, ya sea reciclándolos y creando nuevo plástico, utilizándolos para otros fines diferentes a los que fueron creados, etc. Otro punto importante para justificar esta gestión es que son materiales no

biodegradables y duran cientos de años en desintegrarse. (Echevarría & Mataix, 2012)

**Residuos Orgánicos:** los residuos orgánicos se componen de restos de alimentos y residuos de jardín, así como ciertos materiales que se pueden degradarse con los residuos orgánicos como por ejemplo servilletas, bolsas de té, palillos de dientes, corchos entre otros. Estos son los que se producen mayoritariamente y son casi el 50% de los residuos generados. Cuando son agregados a los vertederos generales líquidos altamente contaminantes con olor fuerte y que generan gases de efecto invernadero. De ser tratados, estos residuos pueden generar mucha energía, ya sea por producción de biogás, con el cual se puede producir calor, electricidad o combustible para vehículos. También estos residuos pueden alimentar incineradoras para producir calor y electricidad o ya sea como compost para mejorar los suelos. Lo que dificulta su aprovechamiento es que se recogen mezclados con otros y casi un 70% acaba en los vertederos. (Echevarría & Mataix, 2012)

**Metales:** Muchos de los productos que se utilizan en restaurantes son envasados en recipientes metálicos. Las latas de conserva, los aerosoles y los recipientes como los de las galletas, el aceite de oliva, se fabrican con acero estañado, popularmente conocido como hojalata. Los botes de refrescos, el papel de envolver, las láminas para cerrar los yogures o las bandejas de comida precocinada, con aluminio.

“Estos materiales son los residuos metálicos más abundantes en el hogar y representan más del 3% del peso total de la basura doméstica. Lo que supone que

cada persona tira al año unos 20 kilos de acero y aluminio". (Echevarría & Mataix, 2012)

Para obtener estos materiales, es necesario emplear gran cantidad de energía en forma de calor y electricidad, de ahí la importancia de reciclarlos, pues una ventaja de este tipo de residuos es que se pueden reciclar infinitamente sin perder calidad, además que si no se les da una correcta gestión pueden durar muchos años en descomponerse, por ejemplo, un bote de hojalata dura 10 años aproximadamente y uno de aluminio 500 años. (Echevarría & Mataix, 2012)

Como dato importante a recalcar, si se recicla una tonelada metales se evita extraer cuatro toneladas de bauxita y una tonelada y media de mineral de hierro, se consume un 70% menos de energía en el caso del acero y un 95%, en el del aluminio. Se reduce la generación de residuos en más de un 95%. Se genera entre un 85% y un 95% menos de contaminación atmosférica. (Echevarría & Mataix, 2012)

Papel y cartón: uno de los materiales que tiene más usos, en la alimentación, educación e higiene personal. Representa alrededor del 21% del peso total de residuos, esto quiere decir que aproximadamente cada persona genera 120 kilogramos de papel al año. (Echevarría & Mataix, 2012)

El papel tiene un enorme potencial una vez que su primera vida útil a concluido, se compone de fibras de celulosa que pueden ser reutilizadas hasta siete veces, obteniendo un producto tan resistente como el que se elabora a partir de la pasta de madera.

Cuando el papel tiene otros componentes como cera, plástico o está sucio no se puede reciclar ni reutilizar, aun así, este puede ser utilizado como combustible

en plantas incineradoras para producir calor o electricidad evitando así que este material llegue a los vertederos donde generen gases producto de su descomposición, contribuyendo así al calentamiento global.

A modo de ejemplo para visualizar la importancia que tiene reciclar este material, cuando se fabrica papel a partir de papel reciclado se requiere un 65% menos energía y un 85% menos de agua, reduciendo así alrededor de un 74% de la contaminación que genera fabricarlo. (Echevarría & Mataix, 2012)

Vidrio: Se fabrica calentando arena, sosa y piedra caliza a una temperatura de entre 1.300 y 1.500 grados centígrados hasta que se derriten y forman un líquido, que, al enfriarse, se convierte en vidrio.

El vidrio representa aproximadamente el 7% en peso del total de los residuos domésticos. Cuando se recicla vidrio, lo que se realiza es la trituración de este para convertirlo en calcin, luego lo derriten para moldear vidrio nuevo, este proceso ahorra energía, pues el calcin se derrite menor temperatura que las materias primas originales. La ventaja del vidrio es que se puede reciclar una y otra vez sin perder calidad y no genera residuos. De esta forma, se evita que llegue a los vertederos en los cuales durarán aproximadamente 4000 años en desintegrarse.

Cuando se recicla vidrio se ahorra hasta un 32% de la energía necesaria para para su producción a partir de materias primas, para entender más la importancia de reciclar este material, la energía que se ahorra al reciclar 4 botellas de vidrio podría hacer funcionar un congelador más de 24 horas. (Echevarría & Mataix, 2012)

## **Tipos de tratamientos para los residuos**

En la actualidad, hay gran diversidad de formas de tratamientos para los residuos que se generan en casas e industrias. Hay tratamientos que se han aplicado desde hace gran cantidad de años como el compostaje, que, a pesar de ser una técnica muy rudimentaria, brinda resultados muy beneficiosos para los que la utilizan y por ende para el ambiente.

También hay tratamientos muy nuevos e innovadores como es tratar residuos peligrosos o especiales, esto se puede realizar gracias al avance tecnológico de la humanidad que ha brindado nuevas formas de tratar estos residuos que hace algunos años no se les podía dar un tratamiento amigable con el medio ambiente y, por ende, terminan en rellenos sanitarios, ríos y vertederos a cielo abierto.

### **Compostaje**

El compostaje es la transformación de estiércol animal, residuos de alimentos, frutas y jardín por acción de los microorganismos descomponedores en abono orgánico, el cual brinda múltiples beneficios, pues es un acondicionador y recuperador de suelos por su alto contenido orgánico, sirve como fuente de nutrición natural para las plantas, mantiene la humedad del suelo, permite el desarrollo de los microorganismos benéficos, que a su vez ayudan a prevenir las plagas y enfermedades de las raíces y mejora las propiedades físicas del suelo entre otros beneficios. (Puerta 2004).

El compost, o como también se le llama composta, es un producto que se obtiene de diferentes materiales orgánicos (lodos de plantas de tratamiento, estiércol, restos de residuos sólidos orgánicos, residuos agropecuarios), dichos

residuos pasan a través de un proceso biológico controlado de oxidación que se conoce como compostaje. posee un aspecto parecido a la tierra, libre de olores y sin patógenos, se puede utilizar como un mejorador de suelo e inclusive se puede sustituir por un fertilizante químico.

Es un proceso oxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos aerobios que biodegradan la materia y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido, implica el paso por una serie de etapas en la cual se dan ciertas condiciones de factores como la temperatura, humedad, aireación, PH, la relación C/N que en las proporciones adecuadas favorecen el proceso y se obtiene como producto final el compost. (Penagos et al., 2011)

### **Etapas del compostaje**

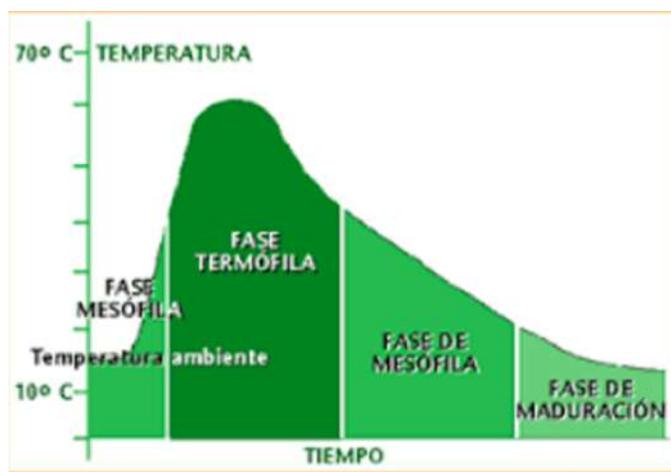
El compostaje es la suma de varios procesos metabólicos que realizan los microorganismos en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) para producir biomasa. Como resultado se genera calor y un sustrato con menos C y N, pero mucho más estable, el compost. (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

Para llegar de la materia orgánica a el compost se pasa por una serie de etapas en las cuales las variaciones de temperatura, humedad y relación C/N son vitales en proporciones adecuadas.

La primera fase es la mesófila en la cual los microorganismos inician la descomposición de la materia orgánica, La temperatura está comprendida entre 10 y 40° C. Esta fase dura entre una y dos semanas en condiciones normales. Se produce calor y CO<sub>2</sub>, caracterizándose, esta fase por una disminución del pH que

desciende a valores de alrededor de 5,5. Puede Durar entre dos y ocho días en un proceso de compost normal.

Consecuentemente, se inicia la Etapa Termofílica ( $T > 40-45^{\circ}\text{C}$ ) en la cual cuando se alcanzan temperaturas mayores a los  $45^{\circ}\text{C}$  los organismos mesófilos (hongos y bacterias de este tipo) son reemplazados por microorganismos termófilos (actinomicetos y bacterias termófilas), los cuales pueden degradar fuentes más complejas de C (como la celulosa y la lignina, ceras, grasas), además transforman N en  $\text{NH}_3$  (sube pH). Puede durar de 1 -4 semanas en condiciones de compostaje normal. También se conoce como fase de higienización, pues destruye bacterias y organismos patógenos (*Salmonella* spp, *Escherichia coli*), así como huevos de helminto y esporas de hongos Fitopatógenos. (Román, Martínez & Pantoja, 2013).



**Figura 4. Etapas del compostaje.**

*Fuente: Basura urbana, soluciones mediante reciclaje.*

**Tabla 2. Temperatura necesaria para la eliminación de patógenos.**

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
Salmonella spp	55°C	1 hora
	65°C	15-20 min
Escherichia Coli	55°C	1 hora
	65°C	15-20min
Brucella abortus	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
Parvovirus bovino	55°C	1 hora
	55°C	3 días

(Jones y Martin, 2003)

La tercera fase es la de Enfriamiento o Mesófila II, se da una disminución del carbono y nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista.

Esta fase requiere de varias semanas en condiciones normales y puede confundirse con la fase de maduración, esta última demora meses, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

### **Variables relacionadas con la naturaleza del sustrato**

En el proceso de compostaje, el principio básico es que se trata de un proceso biológico, el cual es realizado por microorganismos, por lo tanto, se tiene que

tomar en cuenta los factores que afectan el crecimiento y reproducción de estos, contemplando todas las ventajas y limitaciones de este tipo de procesos.

Entre los factores a tomar en cuenta es: la aireación, el contenido en humedad y temperatura, pH y la relación C/N. (Producción y gestión del compost. S.F).

Aireación: Por ser un proceso aeróbico, el compostaje se tiene que mantener con una aireación adecuada ya que se debe dar la respiración de los microorganismos aeróbicos, la aireación tiene dos principios fundamentales, brindar oxígeno a los microorganismos y liberar el dióxido de carbono producido.

Los niveles de aireación deben rondar entre un 5% a un 15%, ya que si se produce exceso o baja aireación ocurrirán problemas como que el proceso de descomposición se detenga o malos olores y acidez del compostaje. (Román, Martínez &Pantoja, 2013).

Humedad: El porcentaje ideal para la humedad en el compost es alrededor del 55%, aunque esto puede levemente variar por el estado físico y tamaño de las partículas, así como el sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana. Si la humedad aumenta sobre el 60% el agua satura los poros e interferirá la oxigenación del material. (Castañeda, Figori & Ruiz, 2001) .

Temperatura: Todo compostaje indiferentemente de su método inicia a temperatura ambiente, con el paso del tiempo se dan las diferentes fases donde varía la temperatura y puede llegar 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo). Finalizando el proceso se desciende nuevamente a una temperatura ambiente en la fase de maduración. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y

tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización. (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso. Al inicio del proceso, el PH es bajo por la formación de ácidos orgánicos, en la fase termófila el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. El pH define la supervivencia de los microorganismos. La mayor actividad bacteriana se produce alrededor de pH 6,0 mientras que la mayor actividad fúngica se produce alrededor de pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2. (Castañeda, Figori & Ruiz, 2001).

La relación Carbono-Nitrógeno (C: N) debe ser adecuada para que exista un mayor aprovechamiento del C y el N, Esta relación varía en función del material de partida. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1, es decir 30 partes de C por cada 1 de N.

Si existe un exceso de Carbono, el proceso tiende a enfriarse y ralentizarse, por otra parte, si existe un incremento en el Nitrógeno el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoniaco producido. (Román, Martínez & Pantoja, 2013).

Materiales ricos en nitrógeno	Materiales equilibrados en carbono y nitrógeno	Materiales ricos en carbono
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estiércol de aves</li> <li>• Césped</li> <li>• Restos de café</li> <li>• Restos de frutas y verduras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malas yerbas</li> <li>• Hojas de árboles frutales y de arbustos</li> <li>• estiércol de ganado</li> <li>• Ramas finas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ramas gruesas</li> <li>• Aserrín</li> <li>• Papel/cartón</li> <li>• Virutas de madera</li> <li>• Cortezas</li> <li>• Paja</li> <li>• Agujas de pino</li> <li>• Hojas de roble (secas)</li> </ul>
		

*Figura 5. Materiales ricos en nitrógeno y carbono.*

**Tabla 3. Relación Carbono nitrógeno de algunos materiales**

Material	Nitrogeno % (promedio)	Relacion C:N % (promedio)	Humedad % (promedio)
Cascara de Manzana	1.1	48	88
Carton	0.1	500	8
Restos de Comida	2.5	15	69
Hollejos de uva	1.8	28	75
Césped cortado	3.4	17	82
Heno(leguminoso)	2.5	16	10
Heno(no-leguminoso)	1.3	32	10
Hojas	1	54	38
Estiercol(vacas)	2.5	19	81
Estiercol(caballo)	1.6	30	72
Papel de diarios	0.1	400	5
Cascaras de arroz	0.3	120	14
Aserrin	<0.1	442	40
Paja(cereales)	1.3	75	10
Virutas de Madera	<0.1	500	5

**Tabla 4. Propiedades físicas, químicas y biológicas del compostaje**

Propiedades	Acción
Físicas	Mejora la estructura y estabilidad del suelo, incrementa la porosidad, la permeabilidad del aire y la retención del agua.
Químicas	Incremento de la capacidad tampón, aumento del intercambio catiónico y del contenido de materia orgánica, incremento de los niveles de macro y micronutrientes esenciales.
Biológicas	Favorece la coexistencia de diferentes especies de microorganismos, incrementa la micro flora y la meso fauna como protozoos, rotíferos, nematodos y artrópodos, estimula la actividad microbiana y reduce la producción de patógenos
Propiedades	Acción

(Puerta, 2004)

## Tipos de compostaje

Actualmente existen varios tipos de compostaje alrededor del mundo, desde los más convencionales que existen desde hace muchos años hasta algunos más novedosos y tecnológicos.

A continuación, se mencionan los diferentes tipos de compostajes que se practican en la actualidad:

- Compostaje básico:

Este tipo es el compostaje más usual que se ha realizado por muchos años. Se realiza aplicando varias capas de materia orgánica, este tipo de proceso se puede realizar al aire libre o en un sitio cerrado y es indispensable voltear el material cada cierto tiempo determinado.



*Figura 6. Compostaje Básico.*

- Compostaje caliente:

Este proceso se basa en el uso del estiércol, agua y tierra, además del oxígeno para que se dé un proceso de degradación de los materiales. Esta forma de compostaje se da principalmente en las zonas rurales y al aire libre. El material más común para realizar este proceso es pasto, restos de poda, entre otros similares.



*Figura 7. Composteje caliente*

- Compostaje de café:

El residuo generado básicamente de la siembra de café es uno de los que más valor de nitrógeno posee, es por esta razón que es muy utilizado en la actualidad. Este proceso se realiza de forma muy rápida comparado con otros procesos de compostaje.



*Figura 8. Compostaje de café.*

- Compostaje por medio de lombrices:

Este proceso también se conoce como lombricompost, el tipo de lombriz que se utiliza se le conoce como de tierra roja, básicamente este proceso de compostaje se da por medio de la alimentación de las lombrices de los residuos orgánicos que se les deposita y el producto que generan es un material parecido al humus de una calidad elevada.



*Figura 9. Compostaje de lombrices.*

- Compostaje automatizado

Se puede indicar que la eficiencia energética de una Compostera automatizada es muy alta por el motivo de que el cilindro en general rota solamente un minuto cada hora. El proceso biológico que se realiza dentro de la Compostera genera una temperatura de 55-65°C y es por eso por lo que el consumo de energía es bajo, incluso si la máquina se instala al aire libre. Cuando la temperatura entre la campana y el cilindro cae por debajo de 0°C, hay un calentador que calienta el aire antes de que entre en el cilindro, esto en nuestro país no es de importancia, ya que las temperaturas no llegan a los 0°C, sin embargo, es un mecanismo de protección de la máquina. (Manual de operaciones Big Hanna, 2018)

A nivel operativo, una compostera automatizada requiere de menos tiempo de mano de obra invertido, se puede hacer la comparación mencionando que un colaborador puede dedicar al día aproximadamente 25 minutos en pesar el residuo orgánico, depositarlo dentro de la tolva de la compostera y, posteriormente, realizar una limpieza de la tolva y el recipiente. Si fuera el caso de ser una compostera de forma manual se necesita una persona por varios lapsos al día de aproximadamente 30 minutos para mover el compostaje, agregar nueva materia orgánica y realizar un breve mantenimiento en general del área donde se encuentra el compostaje. Al hacer este comparativo es mucho más beneficio por temas de tiempo y costos el tener una compostera automática, además se eliminan riesgos en contra del colaborador que realice la función de agregar residuo orgánico a la máquina.



*Figura 10. Compostera automática.*

Una compostera automática tiene incorporada sensores de temperatura que permiten conocer en cada momento como se está desarrollando el proceso de aumentos o cambios significados de la temperatura, si se compara con una compostera manual en esta habría que mover el material orgánicos para colocar un termómetro manual y anotarlo en una bitácora. Si esta actividad se realiza muchas veces al día o a la semana afecta el proceso de compostaje pues se libera el calor que se encuentra dentro del material y esto puede provocar que el proceso se alargue más de lo que se espera.

Otro punto importante para considerar, si se compara una compostera automática a una manual, es que al momento de la carga y descarga de la materia orgánica, en la compostera manual el operario debe de realizarlo de forma manual, al igual que cuando el material ya está listo, debe de hacerlo de forma manual; en una automática estos dos procesos de carga y descarga se pueden programar desde la computadora que posee la máquina.

Un punto fundamental del compostaje es la aireación, este proceso en se realiza de forma automática por parte del giro que realiza el cilindro, si ocurriera una aireación deficiente esto podría provocar la proliferación de bacterias anaeróbicas, lo que provocaría que la materia se pudriera y se genere un olor desagradable producto de la generación del gas metano, un gas que aporta al efecto invernadero, que no aparece en un proceso de compostaje. (Manual de operaciones Big Hanna, 2018)

Si más bien el problema sería un exceso de aireación, esto provocaría que la temperatura interna baje y se enfríe el material, esto provocaría un retraso en el producto terminado

Por esta razón, es fundamental que la aireación del compostaje sea preciso, en una compostera automática se puede programar para que la aireación se haga de forma automática, todo lo contrario, a una manual. Dichas composteras automáticas poseen un sistema de aireación forzado que mejora de forma considerable la oxigenación de la mezcla de material, en cambio, las manuales, lo que poseen son pequeños orificios para la entrada del aire, estos orificios deben estar bien orientados para que no salga compostaje por ellos. la aireación es muy importante pues permite disminuir los tiempos del compostaje.

Las composteras automáticas tienen grandes beneficios tecnológicos, como, por ejemplo, pueden estar conectadas a la máquina a través de una computadora, teléfono inteligente o una Tablet, comprobante en tiempo real los parámetros del proceso de compostaje, también se puede obtener un historial por día, semana o mes de la cantidad de material que se le ha introducido y lo que la máquina ha dado como compostaje, por motivo de que cada información se puede ingresar en la computadora. La desventaja que tienen las manuales es que no poseen ninguna de estas ventajas que poseen las automáticas.

### **Posibles inconvenientes que se eliminan con la automatización.**

La realización del compost no es tan fácil como pueda parecer a priori, pues es muy probable que se presenten problemas, sobre todo si todavía se es un inexperto en su fabricación. Algunos de estos problemas son:

- Mal olor: Se puede deber a una falta de oxígeno, exceso de humedad, exceso de material verde o a que el montón es muy compacto. Para

solucionarlo se puede remover la pila y añadir material seco (hojas, paja, serrín, etc.).

- El material está demasiado húmedo: Puede deberse a un exceso de lluvia o de riego. Para solucionarlo se puede tapar con un plástico con agujeros (para facilitar la aireación) y agregar material seco y remover.
- La temperatura no sube: Se puede deber a que el montón es pequeño, a una falta de material verde o al tiempo frío. Para solucionarlo se puede añadir material verde.
- Presencia de moscas: Se debe a los restos de cocina. Para solucionarlo deberemos cubrir dichos restos con tierra u hojas secas.

El centro del montón se encuentra muy seco: Se debe a una falta de humedad. Para solucionarlo deberemos remover el montón y aportar agua. (Penagos, 2011)

### **Tratamiento de los residuos orgánicos en Zona Franca América.**

En apartados anteriores, se explicaron los beneficios que conlleva la utilización de composteras automatizadas para el tratamiento de residuos orgánicos. Por el momento, la Zona Franca no realiza gestión de residuos orgánicos, se envían al relleno sanitario igual que los otros residuos.

Se planea la compra de una Compostera automatizada de acuerdo a las necesidades encontradas en la generación de residuos orgánicos, de esta manera Zona Franca América se asegurará que los restaurantes que se encuentran en las instalaciones, realicen una correcta gestión de sus residuos orgánicos, es así como se estableció en el PGIR de los restaurantes que diariamente los residuos

orgánicos debidamente recolectados en los recipientes de color verde, serán depositados en la Compostera y se les dará un tratamiento automatizado en donde se convertirán en abono en un tiempo menor que el proceso de compost natural. Este compost será utilizado en las mismas zonas verdes de Zona franca América. La forma en cómo se realizará la selección de esta compostera se explicará en el apartado de marco metodológico.

## Capítulo II

## **Marco Metodológico**

### **Tipo de investigación**

Documental: Cesar Bernal (2010) en su libro Metodología de la investigación explica que: “La investigación documental consiste en un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio”.

El proyecto inicia investigando a nivel histórico tanto nacional como internacional la gestión que se ha realizado de residuos sólidos y la utilización de la máquina de compostaje automatizado, también se realizó una investigación exhaustiva de la legislación aplicable en nuestro país, también se utilizaron libros, manuales, guías, revistas que ayudaban a obtener toda la información documental sobre la gestión de residuos sólidos.

Descriptiva:

Según hace referencia Bernal en su libro Metodología de la investigación, la investigación descriptiva “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio...Se deben describir aquellos aspectos más característicos, distintivos y particulares de estas personas, situaciones o cosas, o sea, aquellas propiedades que las hacen reconocibles a los ojos de los demás” (Bernal 2010).

Por esta razón, la investigación también es descriptiva, ya que se basa en el reconocimiento de las características físicas y químicas de los materiales sólidos, la descripción del lugar físico donde se realizó el proyecto, así como los datos que

se obtendrán en la ejecución de la reducción de los residuos incluyendo la técnica del compostaje automatizado.

### **Enfoque de la investigación.**

Se define el enfoque cualitativo como el que busca la dispersión o expansión de la información, mientras que el enfoque cuantitativo lo que busca es medir con precisión las variables del estudio. El estudio cuantitativo se basa en investigaciones previas, también se utiliza para certificar creencias de teorías propuestas, establecer con mayor exactitud datos.

Por otra parte, el estudio cualitativo se fundamenta en investigar cualidades del fenómeno en estudio, tiene cierta tendencia subjetivista. (Hernández, 2014)

El enfoque de la investigación es de origen mixto ya que se toman datos cualitativos y cuantitativos para la conformación del proyecto.

Según Rivas, en su artículo El enfoque mixto en los procesos de investigación, define este como: “Es un proceso que recolecta; analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema. Asimismo, el enfoque mixto puede utilizar los dos enfoques para responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento de un problema”. (Rivas, 2014).

El presente proyecto trabaja con ambos enfoques, ya que se van a tabular todas las mediciones de los residuos recolectados, cuanta cantidad de kilogramos se elimina a los rellenos sanitarios, cuanta cantidad de kilogramos de compost va a producir la compostera automatizada, entre otras mediciones, también se analizará el conocimiento que poseen las personas trabajadoras en los

restaurantes analizados de zona franca américa sobre la gestión de residuos, el correcto reciclaje y la pirámide de reducción de residuos los cuales serán evaluados mediante encuestas, entrevistas y descripción del proceso que realiza actualmente, así como el nuevo procedimiento que se realizará después de la ejecución del programa de gestión de residuos.

También se realizará una descripción detallada de los requisitos que deben cumplir los gestores autorizados a los que se les entregará los residuos recolectados para que les den el tratamiento adecuado según lo indica PIGR de los restaurantes.

Con este enfoque se pretende valorar la efectividad del proyecto tanto en la parte cualitativa como cuantitativa para brindar una mejora viable y significativa a los restaurantes de zona franca américa.

### **Diseño de la investigación**

- No experimental:

Citando al Dr. Cristian Rusu sobre diseños no experimentales, son: “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables, sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural. No se construye ninguna situación, se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. Las variables independientes y sus efectos ya han ocurrido”. (Rusu, S.F)

El proyecto no involucra la realización de ningún tipo de experimentos, se observa la situación actual de trabajo sin alterar dicho ambiente, para luego

proponer y ejecutar un plan de trabajo con el que se pretende mejorar la gestión de residuos sólidos de los restaurantes.

En la gestión de residuos orgánicos tampoco se realizarán experimentos, pues la Compostera automatizada tendrá la función de procesar los residuos orgánicos de los restaurantes y convertirlos en composta por un proceso químico y biológico, sin experimentación.

- Diseños transversales

Son “Estudios que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, pretende describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (Rusu, S.F).

- Diseños transversales, Descriptivos: Enfoque cualitativo: ubicar, categorizar o proporcionar una visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno, una situación.

En este aspecto los datos que se recolectarán tanto de los residuos sólidos ordinarios de los restaurantes como los residuos orgánicos que se compostearán, se recolectarán diariamente en un tiempo y momento único e irrepetible.

### **Método de la investigación**

- Analítico:

Según el Investigador de Campo, Eliseo Raúl, el método analítico se refiere a “El análisis de las cosas o de los fenómenos. Por tanto, el método analítico comienza con el todo de un fenómeno y lo revista parte por parte (descomposición

o separación del todo), comprendiendo su funcionamiento y su relación intrínseca, complementándose con la parte sintética”. (Raúl,2009)

Se utiliza el método analítico, pues se va a analizar el fenómeno estudiado que es la gestión de residuos actualmente, el análisis de los parámetros necesarios para que la Compostera automatizada funcione en sus óptimas condiciones y la necesidad de capacitación del personal para que realicen la gestión de residuos correctamente.

### **Población de estudio**

La población de estudio son los 7 restaurantes ubicados en Zona Franca América, específicamente están ubicación en el área del Food Court. A continuación, se mencionan los nombres de estos restaurantes:

Chili Sazón.

Picantico.

Oliva Verde.

Subway.

Sabor Urbano.

Sabores de Mi Tierra.

Sazón y Sabor.

En dichos restaurantes, laboran hombres y mujeres para una población de 21 personas, junto con 4 personas más que laboran en el departamento de limpieza de la Zona Franca, estas personas se les puede considerar como una población de estudio indirecta. A esta población se les brindará capacitaciones informativas

sobre una Gestión Integral de Residuos Valorizables, esto se realizará según la disposición de los restaurantes.

### **Fuentes de investigación**

- Fuentes primarias:

Jacqueline Wigodski define a las fuentes primarias de información como “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano...” (Wigodski, 2010). Incluye la producción documental electrónica de calidad. Las fuentes primarias utilizadas son la ficha técnica de la compostera automatizada los resultados de los residuos recolectados.

- Fuentes secundarias:

Wigodski las define como aquellas que “contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados... (Wigodski, 2010). Ejemplo de ella lo serían los resúmenes, obras de referencia (diccionarios o enciclopedias), un cuadro estadístico elaborado con múltiples fuentes entre otros. Se utilizaron páginas web, libros, revistas en línea.

### **Instrumentos y técnicas de recolección de datos**

- Observaciones

Durante la realización del proyecto se realizan varias observaciones referentes al manejo integrado de residuos por parte de los restaurantes

ubicados en el área del Food Court para conocer la forma real en que se da la separación con los residuos orgánicos e inorgánicos.

- Entrevistas

Se aplicará una entrevista tanto a los colaboradores de los restaurantes como a los del departamento de limpieza de la zona franca para verificar el conocimiento y manejo de los residuos sólidos que se generan en los restaurantes y áreas de comida.

- Análisis Documental:

Se revisaron documentos para obtener la información necesaria para la realización del presente trabajo, análisis de ficha técnica de la Compostera automatizada, revisión documental para adquirir el conocimiento técnico referente a toda la gestión de residuos.

<b>Tabla 5. Operacionalización e instrumentalización de variables</b>			
Objetivo	Variable	Indicadores	Definición instrumental
Realizar un Diagnóstico de los diversos tipos de residuos sólidos valorizables que se generan actualmente los 7 restaurantes de Zona Franca América.	Tipos de residuos valorizables que se generan.	Cantidad en kilogramos de residuos valorizables	Recolección de datos, medición
Analizar los resultados obtenidos del diagnóstico para tener un panorama de las cantidades y tipos de residuos que se generan actualmente en los 7 restaurantes de Zona franca América.	Resultado de diagnóstico.	Tipos de residuos valorizables. Cantidad de kilogramos	Tabulación de resultados. Tablas, gráficos.
Seleccionar un equipo para realizar el compostaje de acuerdo con las necesidades encontradas en el diagnóstico de la generación de residuos.	Necesidades específicas requeridas del equipo de compostaje.	Precio, Capacidad, eficiencia almacenamiento.	Matriz de orden de importancia de las variables requeridas.
Realizar una propuesta de mejora por medio de un plan integral de gestión de residuos que contemple la jerarquización de residuos para los restaurantes de Zona Franca América.	Plan integral de residuos	Acciones de Mejora de la gestión de residuos de ZFA.	Propuesta realizada
Poner en marcha la intervención de acuerdo con el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos realizado y comparar la gestión antes y después de dicho plan. Análisis costo-beneficio	Intervención de la gestión. Comparar la gestión antes y después.	Costo actual Comparación de antes y después de la aplicación de gestión de residuo. Kilogramos de residuos reducidos. Kilogramos valorizables.	Charlas de capacitación al personal del restaurante. Tratamiento de residuos orgánicos biodegradables

### **Elección de la herramienta a utilizar para gestionar los residuos orgánicos.**

Para darle una correcta gestión a los residuos orgánicos, de acuerdo a la generación de residuos, se elige como herramienta una compostera automatizada. Para elegir un modelo de compostera se toman en cuenta variables de precio, capacidad de procesamiento y almacenamiento, rapidez del proceso de compostaje, tipo de funcionamiento (manual o automático), cantidad de mano de obra requerida para su funcionamiento, si posee o no sistema operativo inteligente, estéticamente agradable, marca, tiempo de entrega, modelo. Para darle orden de prioridad a las variables mencionadas se elabora una herramienta de selección que se encuentra en apéndices, la cual servirá como guía a la hora de elegir la compostera. El costo de la implementación y colocación de la compostera generó un costo determinado para la organización AFZ, dichos costos se encuentran como parte de los resultados obtenidos.

### **Métodos de recolección de la información**

Los datos de campo se recolectarán de forma diaria para los residuos orgánicos en horario de la tarde y para los residuos valorizables se realizará los días sábados en horario de la mañana, mediante el pesaje de los residuos valorizables recolectados durante ese día, se realizará con esta frecuencia para tener un mayor control del pesaje y evitar perder datos, pues los restaurantes sacan diariamente sus residuos.

Para recolectar los datos, se tendrá una hoja de campo la cual se encuentra en el anexo A, que contempla el restaurante del que se está obteniendo la información y la cantidad en kilogramos de los residuos previamente separados.

Esta información diariamente se tabulará en Excel 2016, de esta forma, se evita la posibilidad de perder hojas con mediciones realizadas y al final del periodo de recolección de datos se analizará la información obtenida.

Se pesarán los residuos con una romana, marca OHAUS, modelo T24PE, tiene una capacidad máxima de pesaje de 3000 kilogramos.

Para que los residuos estén previamente preparados para el pesaje, se realizarán tres tipos de capacitaciones, las cuales están dirigidas al personal de los restaurantes, al personal de limpieza del Food Court y a los usuarios de estos restaurantes; estas capacitaciones se realizarán de la siguiente manera:

Para el personal de los restaurantes, se citará a todos los colaboradores a capacitación informativa donde se enseñará la importancia de la reducción de residuos antes del reciclaje para disminuir desde la fuente la generación de residuos, compras inteligentes y compras verdes mediante el Plan de Compras ubicado en el anexo B, una correcta limpieza y separación de residuos valorizables.

Al personal de limpieza se citará de igual manera a capacitación informativa, donde se explicará la gestión que se realizará y la correcta separación de residuos valorizables ya que ellos son personal vital porque son los que tienen contacto directo con los residuos que se generan en los restaurantes y serán el personal principal de apoyo para la correcta separación de residuos valorizables.

Para todos los usuarios de los restaurantes, se realizará una capacitación informativa indirecta de varias formas, se utilizará el recurso de las pantallas que posee el Food Court para transmitir la información por medio de afiches

informativos, con la finalidad de mostrar lo que se puede reciclar y lo que no, también en qué estado de limpieza debe estar.

Se aprovecharán las reuniones bimensuales que se realizan en la Zona Franca entre el Comité de Responsabilidad Social y Sostenibilidad de AFZ junto con todos los clientes y se les dará una explicación de la importancia de reducir, rechazar y reciclar los diversos residuos que se generan en los restaurantes del Food Court. Además, se les brindará una presentación para que la compartan con sus organizaciones, con el objetivo de traspasar esta información a toda la población de la Zona Franca.

<b>Tabla 6. Cronograma Plan de trabajo.</b>	
Abril 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un Diagnóstico de los diversos tipos de residuos sólidos valorizables que se generan actualmente los 7 restaurantes de Zona Franca América</li> </ul>
Mayo 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los resultados obtenidos del diagnóstico para tener un panorama de las cantidades y tipos de residuos que se generan actualmente en los 7 restaurantes de Zona Franca América.</li> </ul>
Mayo 2019 - junio 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una propuesta de mejora por medio de un plan integral de gestión de residuos para los restaurantes de Zona Franca América, incluyendo un protocolo de operaciones.</li> </ul>
Junio 2019 y julio 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poner en marcha la intervención de acuerdo con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos realizado y comparar la gestión antes y después de dicho plan.</li> <li>Revisar las tarifas del EBI para ver los precios y comparar cuánto estamos ahorrando en dinero.</li> </ul>
Agosto 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección de resultados con la implementación del PGIR.</li> </ul>
Septiembre 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conclusiones de los resultados del proyecto y revisión final del documento.</li> </ul>

# Capítulo IV

En este capítulo se realiza un diagnóstico general del conocimiento de los colaboradores de los restaurantes y el personal de limpieza, así como las cantidades de residuos generados de tipo ordinarios valorizables.

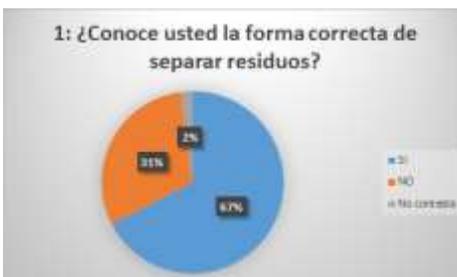
A partir del proceso de la implementación de varias mejoras realizadas en Zona Franca América, se obtuvieron resultados del antes de iniciar el proyecto que demostraron el conocimiento del personal en temas de residuos y su separación. Además, se obtuvieron datos semanales de los residuos que se generaron y pesaron durante la implementación del proyecto.

Por lo que se demuestra claramente la importancia de tener un programa integral de residuos en cualquier organización, pues se demuestra claramente que cada residuo generado se puede aprovechar según su composición.

### **Análisis de las encuestas realizadas**

Para poder medir el conocimiento de los colaboradores de los siete restaurantes, se realizaron encuestas, dicho documento se puede encontrar en el apéndice C.

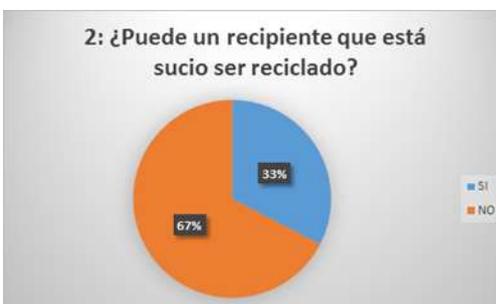
Análisis de los resultados de las encuestas utilizadas para obtener el grado de conocimiento del personal de limpieza y restaurantes de la Zona Franca América.



**Gráfico 1. Correcta forma de separación de residuos.**

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las personas tenían certeza de saber cómo era la correcta separación de residuos, un 67% de los encuestados respondió positivamente al cómo separar los residuos; sin embargo, a la hora de preguntar ya la clasificación por colores de recipientes estos no sabían cuáles residuos iban en los recipientes correctos.



**Gráfico 2. Correcto estado de limpieza de los residuos**

*Fuente: Elaboración propia*

Un 67% de los encuestados tenía claro que un recipiente no puede estar sucio para ser reciclado; sin embargo, un 33% creía que si se puede reciclar un material que se encuentre sucio, de este 33%, fueron personas que respondieron también saber cómo separar correctamente residuos, lo que evidencia que realmente no tienen el conocimiento correcto de todos los parámetros a contemplar para una correcta separación y reciclaje de residuos.



**Gráfico 3. Conocimiento de los colores de recipientes de la ley 8839.**

*Fuente: Elaboración Propia.*

Un 52% de las personas respondió sí saber cuál era la correcta separación de residuos, sin embargo, en la pregunta 4 se les puso a separar los residuos por colores y la mayoría no supo cómo se separaban correctamente.

Un 44% admitió enseguida no saber cómo separar los residuos por color de recipiente.



**Gráfico 4. Clasificación de residuos por colores de recipiente.**

Fuente: Elaboración propia.

Solo un 15% de toda la muestra encuestada pudo separar correctamente los residuos, lo cual evidencia la falta de capacitación que tiene el personal que labora en los diferentes restaurantes para realizar la correcta separación desde la fuente.



**Gráfico 5. Correcta separación de residuos en Zona Franca América.**

Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las personas, un 65%, afirmó que no se está realizando una correcta separación de los residuos en las instalaciones de los restaurantes de

Zona Franca América, así como un 9% dijo desconocer si se hacía o no. Solo un 26% de la muestra afirmó que se está realizando una correcta separación, sin embargo analizando encuesta por encuesta nos encontramos que las persona que afirman que se estaba realizando una buena separación, no habían podido separar los residuos en los colores de los recipientes correctamente, lo que hace analizar si esta respuesta es representativa o no, pues, si no se sabe cómo separar los residuos, no tienen en criterio para saber si la separación en los restaurantes de AFZ es correcto o no.

### **Recolección de residuos en los 7 restaurantes de Zona Franca América.**

Para lograr el conocimiento de lo recolectado durante el proceso de aplicación del proyecto, se creó un documento denominado instrumento B, ubicado en Apéndices. Dicho documento evidencia la cantidad de residuos valorizables recolectados y pesados durante una semana por cada restaurante de la zona franca. Se realizó un control estricto de cada residuo, entregado por un colaborador de cada restaurante y pesado por el operario del centro de acopio.

Los siguientes son los pesajes de los residuos recolectados en los 7 diferentes restaurantes de Zona Franca América en un periodo de 3 meses. Los pesajes de los residuos están dados en kilogramos.

Estos gráficos identifican claramente la cantidad de residuos valorizables que antes del inicio del proyecto no se les sacaba provecho y se enviaban a un relleno sanitario.

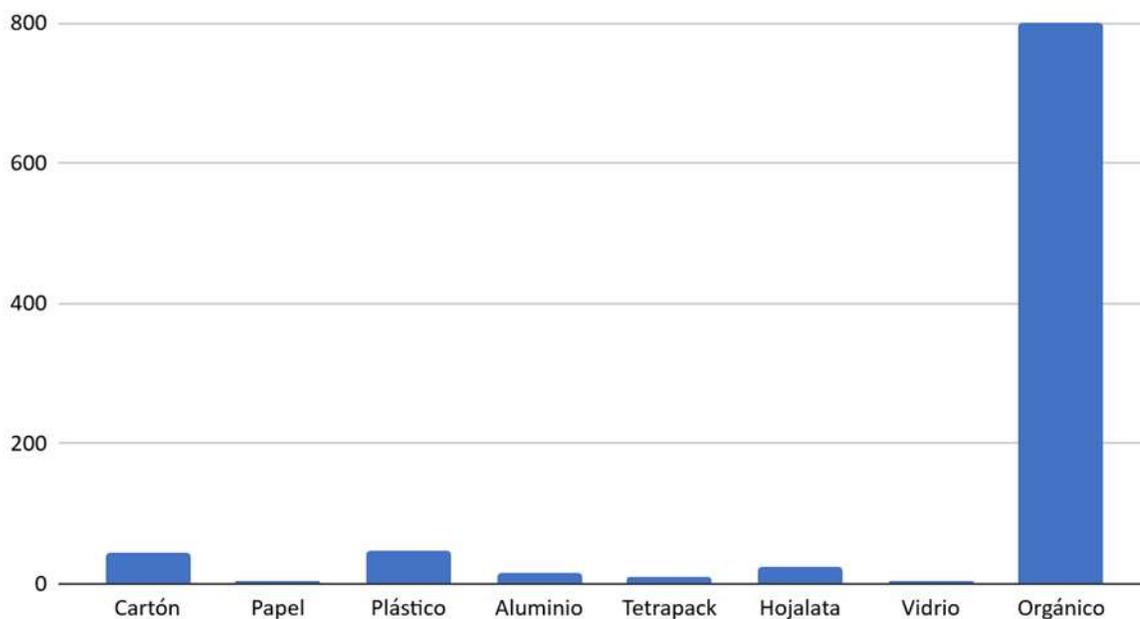
Se puede observar que la cantidad pesada y recolectada es considerable sumando todos los residuos generados en los siete restaurantes y que claramente tienen un valor en el mercado y se pueden aprovechar después de su vida útil.

**Tabla 7. Resultados restaurante Chili Sazón.**

Fechas	3-8 jun.	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago.	05- 10 ago.	12-17 ago.	19- 24 ago.	26-31 ago.	Total
Cartón	3,5	2,6	2	6	3	4	4	2	2	3	4	3	6	45,1
Papel	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	5
Plástico	PET	6	4	3,3	2	1	1	7	2	2	2	4	0	36,3
	HDPE	0	0	0	4	2	3	1	0	0	0	1	1	12
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio	0,7	1	1	0,5	1	1	2	1	1	1	2	1	2	15,2
Tetra pack	0	0	0	2	2	3	0	1	0	0	0	1	1	10
Hojalata	1,5	1,2	1	1	3	2	0	0	2	2	2	5	5	25,7
Vidrio	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
Orgánico	55	58	57	52	64	54	84	52	57	75	60	58	74	800
Total	66,7	66,8	64,3	68,5	77	68	99	58	64	85	71	74	90	952,3

En el cuadro anterior se muestran los residuos valorizables y orgánicos del restaurante Chili Sazón, los cuales fueron recolectados de forma semanal en los meses junio, julio y agosto del año 2019. Dichos residuos se almacenaron de forma temporal en el centro de acopio de la zona franca (valorizables), los residuos orgánicos se enviaron a la compostera automatizada para convertirse en un mejorador de suelo. El residuo que más se generó fue el orgánico. En total, el restaurante Chili Sazón generó 952 kilogramos entre residuos valorizables y orgánicos, se logró evitar enviar casi 1 tonelada al relleno sanitario.

### Residuos generados por Chili Sazón



**Gráfico 6. Residuos restaurante Chili Sazón**

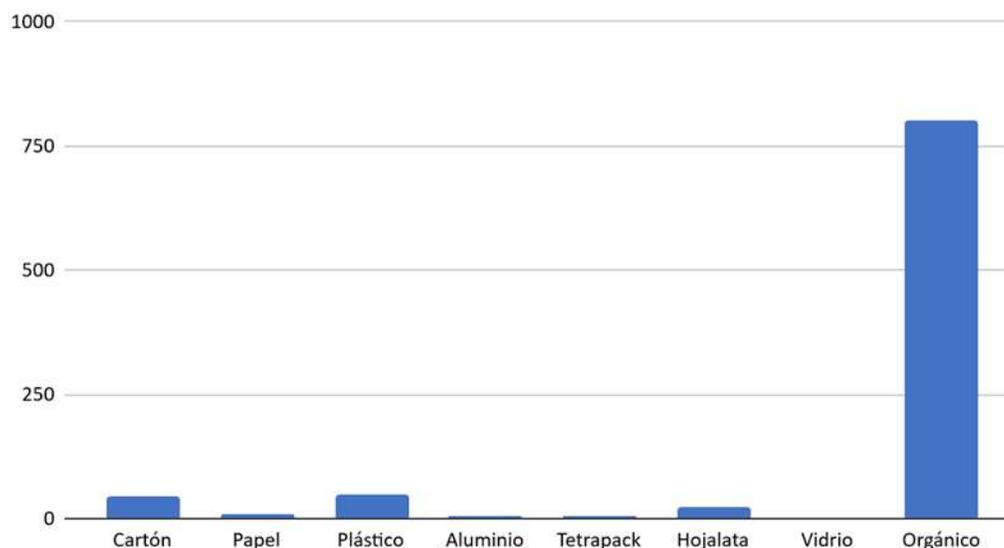
Fuente: Elaboración propia

Los residuos que más se generan en el restaurante Chili Sazón son residuos orgánicos en primer lugar con 800 kilogramos, luego el plástico y cartón con 48 y 45 kilogramos respectivamente.

Fechas		3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago	05- 10 ago.	12-17 ago.	19- 24 ago.	26-31 ago.	Total
Cartón		5	3	3	4	6	3	3	4	3	2	3	3	3	45
Papel		0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	2	1	8
Plástico	PET	4	2,2	1	3	3	6	4	3	0	0	4	3	0	33,2
	HDPE	0,5	1,6	1,7	2	2	1	2	0	1	1	0	0	0	12,8
	LDPE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Aluminio		0,4	0,2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	5,6
Tetra pack		0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6
Hojalata		1	0,7	1	0	2	2	3	0	3	2	2	4	3	23,7
Vidrio		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
Orgánico		61	66	57	66	65	60	66	65	47	68	63	49	68	801
Total		71,9	73,7	63,7	80	80	74	79	74	56	74	75	63	75	939,3

En el cuadro anterior se muestra los residuos valorizables y orgánicos que se recolectaron de forma semanal en el restaurante Picanticos, dichos residuos se almacenaron de forma general en el centro de acopio de la zona franca (valorizables) los residuos orgánicos se enviaron a la compostera automatizada para convertirse en un mejorador de suelo. El residuo que más se generó fue el orgánico. En total, el restaurante Picanticos generó 939 kilogramos entre residuos valorizables y orgánicos. Se generó un ahorro al no enviar casi una tonelada al relleno sanitario.

## Residuos generado por Picanticos



**Gráfico 7. Residuos generados por Picanticos.**

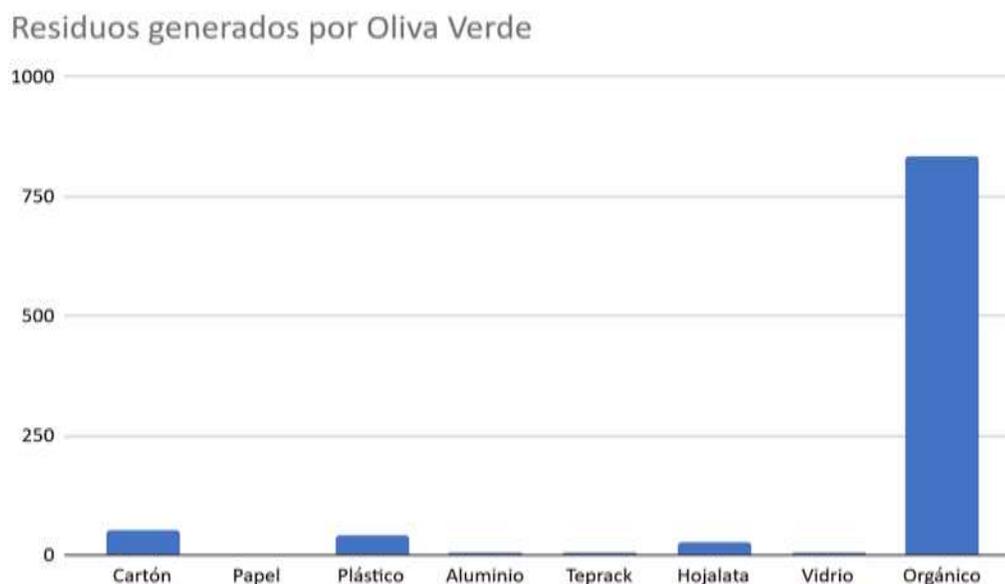
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se determina que en el restaurante Picanticos se generaron con mayor frecuencia los siguientes residuos: cartón con 45 kilos, plástico con 47 kilos y orgánico con 801 kilos.

Tabla 9. Restaurante Oliva Verde

Fechas	3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago.	05- 10 ago.	12-17 ago.	19- 24 ago.	26-31 ago.	Total	
Cartón	2	6	5	2	3	6	3	1	2	5	6	6	4	51	
Papel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	
Plástico	PET	1	0,6	0	2	2	0	0	3	0	1	3	3	2	17,6
	HDPE	3	4	1,6	5	2	2	2	1	1	0	0	1	0	22,6
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aluminio	0	0	0	0	0	1	0	0	0,6	1	2	1	1	6,6	
Tetra pack	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4	
Hojalata	0,7	0,8	0	3	3	2	1	3	1	3	4	3	4	28,5	
Vidrio	0,5	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4,5	
Orgánico	53	60	59	71	71	66	74	52	68	55	62	78	65	834	
Total	60,2	71,4	65,6	85	83	77	81	60	72,6	66	79	93	77	970,8	

En el caso del restaurante Oliva Verde hubo un mayor número de residuos valorizables que se lograron salvar para su debido tratamiento, este es el caso del cartón con 51 kilos, plástico con 40 kilos, hojalata con 28 kilos y orgánico con 834 kilos. Se logró recolectar un total de 970 kilos de residuos valorizables y orgánicos que se evitaron depositar en un relleno sanitario.



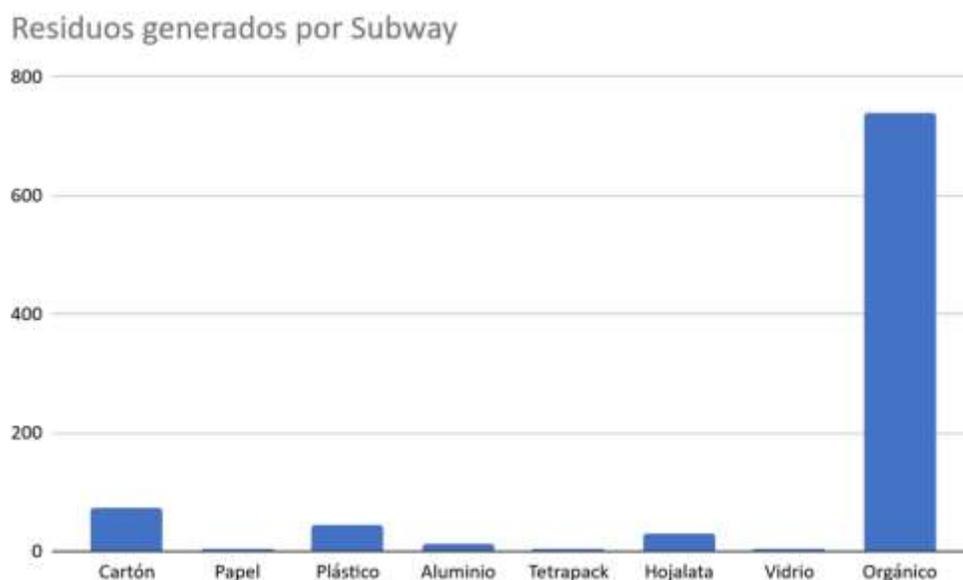
**Gráfico 8. Residuos Generados por Olivas Verde**

Fuente: Elaboración propia.

Se mantiene la tendencia de una generación mayor de los residuos de cartón, plástico y orgánico, en el caso de la Oliva Verde también se generó un número elevado de hojalata, por la cantidad de productos que utilizan que vienen en dicho material.

Fechas	3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago	05- 10	12-17	19- 24	26-31	Total
Cartón	3	5	7	3	7	5	8	6	3	8	6	4	8	73
Papel	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3
Plástico	PET	1,5	0	2	3	1	0	0	1	5	2	1	19	17,6
	HDPE	3	3,4	3	2	0	3	2	1	0	1	2	25	22,6
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio	0	0	1	0	1	1	2	1	1	0	1	3	1	12
Tetra pack	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	5
Hojalata	3	1,6	3	2	2	3	4	0	2	2	2	4	2	30
Vidrio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3
Orgánico	47	51	44	53	68	51	56	44	63	71	68	69	55	740
Total	59	62,1	58,4	64	84	61	74	53	71	84	85	84	71	910

En el restaurante Subway se generaron 9 residuos entre los valorizables y orgánicos, solo no se generó el tipo de plástico LDPE. En total se generó 910 kilos que se trataron con un gestor autorizado y en la compostera automatizada.



**Gráfico 9. Residuos generados por Subway.**

Fuente: Elaboración propia.

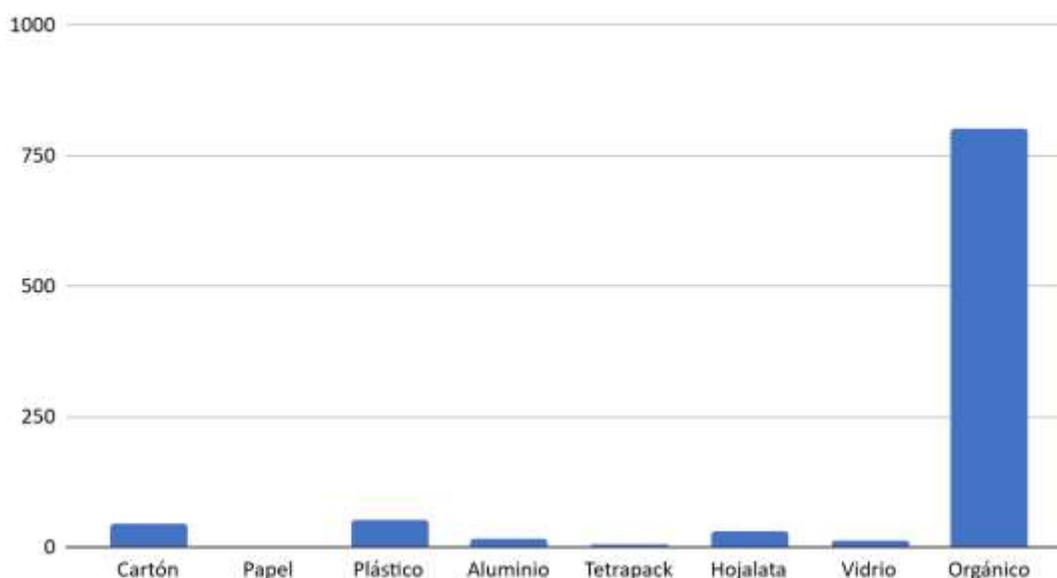
En el caso del restaurante Subway, el residuo orgánico fue el que más se generó, sin embargo, en la mayoría de los residuos valorizables se recolectaron y se les dio el tratamiento según su composición.

**Tabla 11. Restaurante Sabores de mi tierra.**

Fechas	3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago	05- 10 ago	12-17 ago	19- 24 ago	26-31 ago	Total
Cartón	8	5	5,5	2	2	2	2	1	3	3	4	4	4	45,5
Papel	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
Plástico	PET	3	4	0,5	3	3	6	2	4	2	3	3	2	38,5
	HDPE	6	2	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	15
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio	0	0	0	1	1	1	3	2	2	2	2	0	2	16
Tetra pack	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	5
Hojalata	2,7	1,4	4	3	1	3	3	1	1	4	4	0	3	31,1
Vidrio	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0	3	2	1	11
Orgánico	56	58	62	57	62	66	66	70	72	49	72	45	67	802
Total	75,7	71,4	76	67	73	76	82	76	83	61	89	56	81	967,1

En el caso del restaurante Sabores de mi Tierra es importante mencionar que al igual que el restaurante Subway, se lograron recolectar 9 residuos de los 10 en total que se recolectaron durante los 3 meses que se realizó este nuevo proyecto. Para un total de 967 kilo de residuos valorizables y orgánicos.

## Residuos generados por Sabores de mi Tierra



**Gráfico 10. Residuos generados por Sabores de mi tierra.**

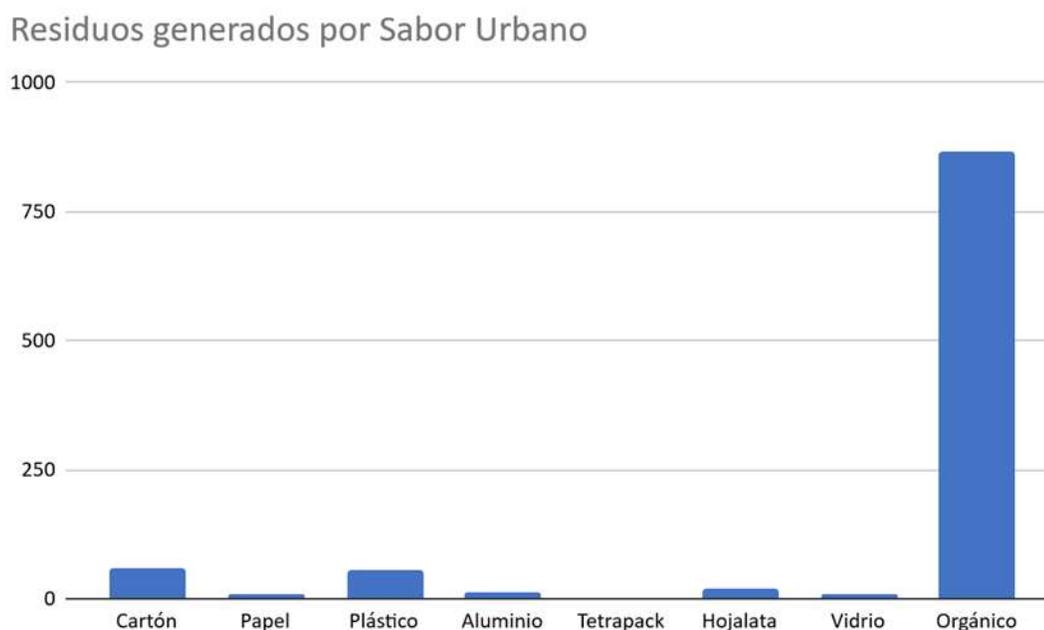
Fuente: Elaboración propia.

El residuo con mayor volumen generado es el orgánico, este residuo es el más genera peso por su alto contenido de agua y, por ende, causa más molestias en temas de olores y plagas si no se le da un control adecuada como enviarlo a una compostera actualizada.

**Tabla 12. Restaurante Sabor Urbano.**

Fechas	3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 Ago	05- 10 ago	12-17 ago	19- 24 ago	26-31 ago	Total
Cartón	5	3	8	4	10	8	2	2	5	2	5	3	3	60
Papel	0	0	0,6	1	2	2	0	0	1	0	1	0	1	8,6
Plástico	PET	1	0	3	3	2	3	5	2	3	4	6	4	40
	HDPE	3	1	4	1	1	2	1	1	0	0	0	3	17
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminio	0,4	0	1	0	1	0	1	1	1	2	2	1	1	11,4
Tetra pack	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Hojalata	0,3	0	1,5	2	1	2	2	3	2	2	3	3	0	21,8
Vidrio	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1	2	1	1	9
Orgánico	70	58	66	69	66	72	61	67	57	72	74	66	70	868
Total	79,7	62	84,1	81	85	90	73	76	71	83	93	78	83	1038,8

En el caso del restaurante Sabor Urbano, se logró recolectar más de una tonelada en los 3 meses del proyecto, además del residuo orgánico, el cartón y la hojalata fueron los residuos con mayor cantidad recolectados.



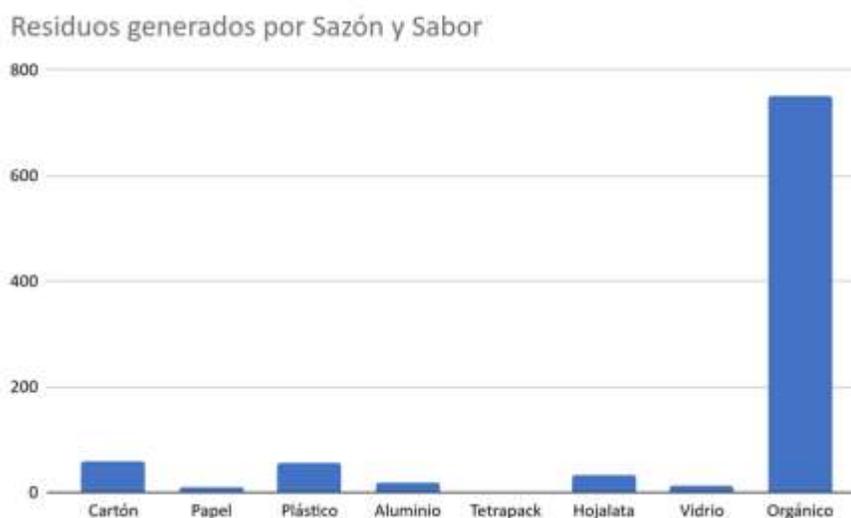
**Gráfico 11. Residuos generados por Sabor Urbano**

Fuente: Elaboración Propia.

El orden de mayor a menor en los diversos tipos de residuos generados es: orgánico, cartón, plástico y hojalata. Hubo recolección de otros tipos de residuos, pero en menor cantidad.

Fechas	3-8 jun	10-15 jun	17- 22 jun	24-29 jun	1- 6 jul	8-13 jul	15- 20 jul	22- 27 jul	29 jul- 03 ago	05- 10 ago.	12-17 ago.	19- 24 ago.	26-31 ago.	Total	
Cartón	3,4	5	6	2	13	5	4	3	2	3	2	5	6	59,4	
Papel	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	2	2	9	
Plástico	PET	2,3	1,7	1	4	3	4	2	1	3	6	5	2	1	36
	HDPE	4	3	6	2	1	1	0	0	0	1	1	0	19	
	LDPE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aluminio	0	0	1	0	2	3	1	1	1	4	2	2	1	18	
Tetra pack	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	
Hojalata	3	1,4	2,4	3	2	3	1	1	3	6	4	3	1	33,8	
Vidrio	0	0	0	3	1	0	0	1	1	2	1	1	2	12	
Orgánico	60	55		55	52	56	70	72	62	74	56	67	73	752	
Total	72,7	66,1	82,4	69	74	73	80	80	72	96	73	83	86	1007,2	

En el caso del último restaurante, también se logra obtener una cifra mayor a una tonelada que no se envía a un relleno sanitario. En Sazón y Sabor se recolectó una gran cantidad de plástico y cartón, aunque el residuo con mayor volumen fue el orgánico.

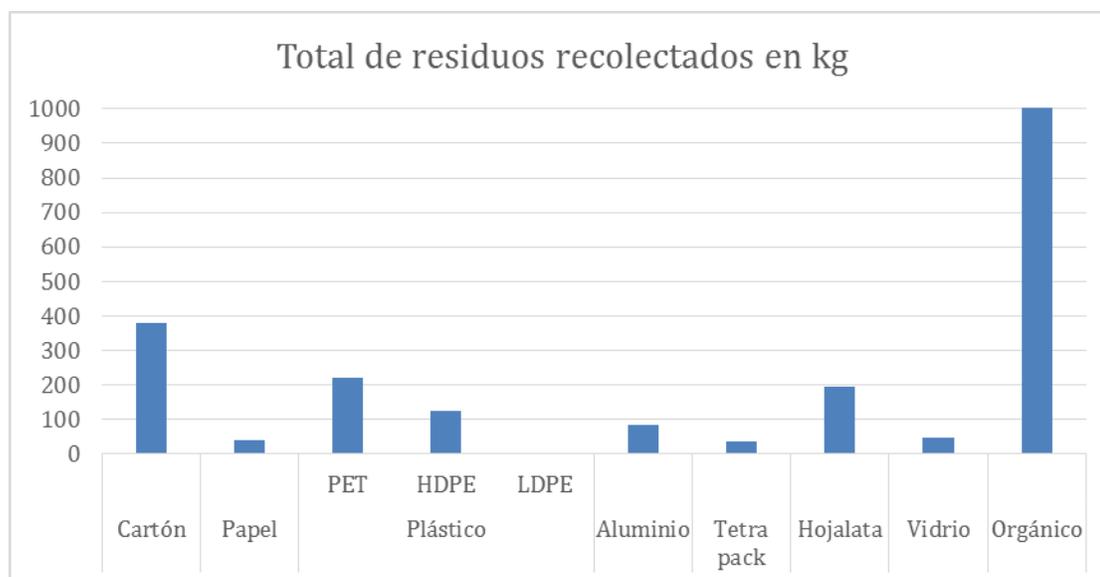


**Gráfico 12. Residuos Generados por Sazón y Sabor.**

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que los demás restaurantes, el residuo orgánico es el que tiene el mayor volumen generado, sin embargo, otros residuos que duran gran cantidad de año en degradarse también se lograron enviar a una recicladora, este fue el caso del plástico, aluminio, hojalata y vidrio.

<b>Tabla 14. Totales de los residuos generados por los 7 restaurantes</b>									
Las cantidades están representadas en kilogramos	Chili Sazón	Picanticos	Oliva verde	Subway	Sabor Urbano	Sabores de mi tierra	Sazón y sabor	Total	
Cartón	45,1	45	51	73	60	45,5	59,4	379	
Papel	5	8	2	3	8,6	3	9	38,6	
Plástico	PET	36,3	33,2	17,6	18,5	40	38,5	36	220,1
	HDPE	12	12,8	22,6	25,4	17	15	19	123,8
	LDPE	0	1	0	0	0	0	0	1
Aluminio	15,2	5,6	6,6	12,2	11,4	16	18	85	
Tetra pack	10	6	4	5	3	5	2	35	
Hojalata	25,7	23,7	28,5	30,1	21,8	31,1	33,8	194,7	
Vidrio	3	3	4,5	3	9	11	12	45,5	
Orgánico	800	801	834	740	868	802	752	5597	



**Gráfico 13. Total, residuos generados en los 7 restaurantes**

Fuente: Elaboración propia

En todos los 7 restaurantes se repite el mismo patrón de generación de residuos, siendo los orgánicos los que se generan en mayor cantidad, en total se pesaron 5597 kilogramos de residuos orgánicos. En segundo lugar, de generación está el cartón, mismo patrón que se repite nuevamente en todos los 7 restaurantes, se evitaron enviar 379 kilogramos de cartón al relleno sanitario. Los plásticos PET se encuentran en tercer lugar en todos los restaurantes, evitando enviar 220,1 kilogramos al vertedero. Los residuos de Hojalata y de plástico HDPE obtuvieron pesajes de 194,7 y 123,8 respectivamente en los 3 meses de recolección.

El papel, aluminio, Tetrapak, vidrio y plástico LDPE obtuvieron pesajes menores a los 100 kilogramos, pero no deja de ser significativo su gestión adecuada y evitar que terminen en un relleno sanitario, pues estos pesajes son una muestra de lo que se genera en promedio en tres meses, si se proyecta a la generación anual se hace más significativo realizar una correcta gestión de todos estos residuos.

# Capítulo V

Para cumplir con el objetivo de selección de un equipo para la realización de compostaje de acuerdo al diagnóstico realizado anteriormente en el capítulo 4, se realiza un análisis de la selección del instrumento.

### **Análisis de la selección de la Compostera**

Una vez realizado el muestreo de cuánto es lo que se produce en residuos orgánicos en los 7 restaurantes de Zona Franca América, se inicia el proceso de selección de una Compostera que cumpla con todos requisitos necesarios tanto en capacidad como los otros criterios indispensables para la gerencia (precio, capacidad, eficiencia y almacenamiento) la herramienta que se utilizó para esta selección se encuentra en apéndices.

Se elige la compostera automatizada BIG HANNA, pues cuenta con todas las características necesarias que busca la administración para darle una correcta gestión a los residuos orgánicos.

Dicha compostera funciona conectada a la red eléctrica, para su correcto funcionamiento debe estar conectada a un voltaje de 240 voltios-35 Amperios, el año de fabricación es el 2018 y el modelo de la máquina es T120\_40 LS, para la conexión de la información brindada de residuos orgánicos recolectados y el compostaje generado debe estar conectada a una red de internet, se puede programar para que el idioma esté en español o inglés.

La compostera debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 3720 kilogramos, pues cada mes se producen en promedio 1860 kilogramos de residuos orgánicos y la compostera dura 2 meses en crear el compost es por esto

por lo que necesita cada dos meses tener un almacenamiento mínimo de 3720 kilogramos antes que se dé la finalización de la primera materia lista, el compost.

### **Operación de la Compostera Automatizada**

Para un funcionamiento ideal y óptimo de la compostera el personal debe realizar las siguientes operaciones de forma diaria y exacta:

- Recolectar aproximadamente 50 kilogramos de residuos orgánicos frescos y de preferencia evitar que no posean líquido en exceso. Dichos residuos deben añadirlos en la tolva de la compostera junto con una cantidad de 20 kilos de pellets de madera para la debida absorción de la humedad de los alimentos.
- Posteriormente, se deben grabar los datos de los pesos de los residuos orgánicos y los pellets en la memoria de la compostera, proceder con la incorporación de los materiales a la compostera por medio primeramente de un tornillo sin fin que introduce los materiales a una trituradora para que se depositen en un cilindro interno donde empezará el proceso de compostaje.
- El proceso de compostaje se realiza de forma automática dentro del cilindro sin la necesidad de que el personal interfiera en dicho proceso, solo debe supervisar que no haya ninguna alarma que emita la compostera.
- Cuando el compostaje esté listo, este caerá por un orificio en la parte final de la compostera y caerá dentro de un saco, cuando esté lleno se cambiará y se pesará. La información del compostaje generado será guardada dentro de la computadora de la compostera.

- Una vez el compostaje este almacenado y listo, se aplicará a las zonas verdes como un mejorador de suelo, por medio de los colaboradores de la zona franca.

# Capítulo VI

## **Resultados**

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos de la puesta en marcha del plan integral de gestión de residuos, cumpliendo con el objetivo de propuesta de mejora.

### **Análisis Químico e inocuo del compostaje generado**

Para poder determinar la calidad del compostaje generador por la compostera automatizada, se envió una muestra al Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Se envió una muestra de material que se encontraba dentro del cilindro por lo que no estaba al 100 % de finalización del producto. Se determina que la muestra enviada es de buena calidad y brinda un resultado positivo al aplicarlo en una mata dentro del laboratorio del centro, a pesar de que no estaba procesado en su totalidad. Dicha prueba se realizó en el mes de julio del 2019.

### **Interpretación Análisis Químico**

En relación con el análisis químico (Reporte 71818), los datos muestran valores de porcentaje de masa considerados normales. Dichos valores nos indica la cantidad de kilogramos por hectárea que los nutrientes aportan al suelo. Según estos resultados, el N-P-Ca-Mg-K-S son solubles y pueden estar disponibles para que las plantas puedan tomarlos, estos datos entre más altos sean mejor. En relación con Fe-Cu-Zn-Mn-B son elementos que deben controlarse y al contrario de los nutrientes entre menores sean los valores mejor.

El porcentaje de humedad es alto (34%), lo cual ha mejorado si comparamos los resultados con la última muestra realizada (58%). El PH (8,3) está dentro de los límites de aceptación (6-8,5), lo cual no afecta la calidad del material. La otra variable para evaluar es la relación Carbono/Nitrógeno, la cual está dentro de los límites de especificaciones (20-30) con un resultado de 26,4.

En el anexo C, se muestra los análisis químicos del compostaje de la zona franca.

### **Interpretación análisis Calidad del Compostaje**

Para verificar que el compostaje generado por la máquina automática se procede a solicitar un análisis de calidad y de higiene de una muestra del material generado. Esto es fundamental para evitar que el compostaje posea bacterias que atenten a la salud de las personas que estén cercanas al compostaje y también para verificar que dicho material sea rico en nutrientes con el fin de que sirva a que las zonas verdes y sea de gran calidad para que no altere las matas y arbustos en la zona franca.

Se realizó un análisis el 9 de agosto del 2019, los resultados se comentan a continuación:

Los datos obtenidos señalan que la muestra tomada es considerada como inestable, lo cual indica que su proceso de maduración no había concluido.

En relación con el tema de la determinación de coliformes los resultados arrojaron una contaminación de <2 UFC/g, lo cual es bueno al estar por debajo de los 1000 UFC/g.

Con respecto al porcentaje de germinación, se obtienen datos muy positivos. Cuando la relación Abono: Suelo es 25:75 el resultado arrojó un rendimiento de un 100%, cuando se usa relación de 50:50 el rendimiento es de un 100% y cuando la relación es Abono: Suelo es de 75:25 el rendimiento es de un 80%.

El resultado de estas relaciones se puede ver en los cuadros de longitud de parte aérea y longitud de radícula (raíz), donde se puede observar que la planta creció tanto a nivel de cuerpo (aérea) como a nivel de raíz (radicala) durante las pruebas de ensayo. En términos generales, el material es de muy buena calidad y muy estable.

### **Análisis de costo-beneficio**

Se considera fundamental el lograr que los residuos orgánicos no se envíen a un relleno sanitario y que más bien se traten como un residuo valorizable y se utilicen para ser un mejorador de suelo por medio de una compostera automatizada.

Con esto se está logrando un beneficio tanto para el medio ambiente como para la zona franca, por un lado, se evita el agotamiento de los rellenos sanitarios y por otro lado la organización se está generando un ahorro significativo en la compra de abonos inorgánicos a cambio de utilizar un compostaje libre de componentes químicos.

Actualmente, la tarifa por tonelada para enviarlo al relleno sanitario La Carpio de EBI cuesta 21800 colones.

En los meses de junio, julio y agosto se ha generado un ahorro de 130 800 colones.

Al revisar los datos de residuos orgánicos depositados en la compostera y lo generado en compostaje se obtiene la siguiente información:

<b>MATERIAL</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>
<b>ORGÁNICO</b>	1 634 kg	2 198 kg	1 823 kg
<b>COMPOSTAJE</b>	1 120 kg	1 058 kg	1 141 kg
<b>TOTAL</b>	2 754 kg	3 256 kg	2 964 kg

Es importante mencionar que el compostaje producido por la máquina se ha aplicado en las zonas verdes de la zona franca, específicamente en los jardines. La colocación del compostaje se realiza de forma semanal por los colaboradores de la organización.

Actividad/Material	Costo \$
Compostera Big Ana Modelo T120	\$67,620
Router Wifi o Móvil	\$875
Medidor de energía	\$660
Control remoto	\$870
Elevador de cubos	\$8290
Malla para perímetro	\$570
Control de acceso	\$1220
Estante para colocar Pellets, tubería PVC	\$650
Mano de obra	\$550
<b>Total</b>	<b>\$81,255</b>

## **Aprovechamiento de residuos sólidos valorizables**

Los resultados obtenidos demuestran que en la separación de los residuos valorizables, se logra recolectar más de una tonelada entre los diversos materiales recolectados, es de suma importancia recalcar que estos residuos son almacenados de forma temporal en un centro de acopio dentro de las instalaciones de la zona franca, para que posteriormente un gestor autorizado por el Ministerio de Salud retire los residuos para su debido proceso de reciclaje. Esto demuestra una gestión adecuada y responsable por parte de los restaurantes y la zona franca, cumpliendo con la legislación nacional y el reglamento interno de la empresa.

Un dato importante que se determinó es aplicar un Manual para Compras Verdes, este documento se puede observar en el anexo A. El objetivo de este anexo es brindar información útil a los restaurantes para aplicar en las compras, y así evitar la compra de materiales que sea difícil su proceso de reciclado, y también consejos útiles para evitar consumir tantos recipientes de un mismo material y poder adquirir un recipiente de mayor capacidad para evitar tantos residuos.

# Capítulo VII

## **Conclusiones**

Se determina que la concientización de las personas es fundamental antes del inicio de cualquier tipo de proyecto, sea de tipo educacional, laboral o social.

Antes del inicio del presente proyecto, las personas involucradas con los restaurantes de America Free Zone no poseían conocimientos de los diversos residuos que se generan en dicho sitio, aunque también hubo casos de personas que poseían conocimientos, pero carecían de conciencia ambiental.

Se nota un claro cambio en el ámbito ambiental entre el antes y después de la realización de este proyecto, tanto en las acciones de separación de residuos generados en los restaurantes, sino que también en la conciencia de los colaboradores.

A nivel de generación de residuos, se logra observar que los siete restaurantes involucrados separan todos los residuos generados y esto logra bajar la cantidad total de residuos que se envían al relleno sanitario.

Por mencionar algunos ejemplos exitosos de dicho proyecto se puede asegurar lo siguiente:

- Se da una correcta separación de residuos valorizables generados en todos los restaurantes, posteriormente los envían a los centros de acopio temporal de la zona franca para posteriormente su recolección por un gestor autorizado para su debido tratamiento a nivel nacional o internacional.

- Los residuos orgánicos que se generan de forma diaria también se separan en su fuente, para que después cada colaborador respectivo de los restaurantes los envíe en un recipiente debidamente identificado para su debido tratamiento en la compostera automatizada.
- Se resalta el compromiso de cada persona involucrada en dicho proyecto, la actitud de los colaboradores de los restaurantes y del departamento de limpieza, a pesar de no tener conocimiento al inicio. Esto generó que la concientización fuera fundamental para poder lograr un cambio en la cultura de separación de residuos. Se lograron recolectar en residuos orgánicos alrededor de 5600 kilogramos en tres meses, lo que significa el envío de alrededor de 22 toneladas al año menos a un relleno sanitario. Esto genera un impacto positivo ambiental en la zona franca pues dicho material procesado y convertido en compostaje que se utiliza como mejorador de suelo para las zonas verdes, evitando el uso de productos químicos para dicho fin.
- En el caso de los residuos valorizables inorgánicos se genera en promedio 390 kilogramos por mes, este dato al año se convierte en más de 4000 kilogramos de residuos que van a dar un relleno sanitario. Esa cifra es muy positiva para la organización pues antes estos residuos no se separaban ni tampoco tenían ningún valor en el mercado.
- Se utiliza como herramienta para la gestión de residuos orgánicos una compostera automatizada por sus características y beneficios a nivel de

ahorro de horas de personal, libre de accidentes laborales graves, reducción en el envío de residuos totales a un relleno sanitario.

- Se logran tratar de forma responsable y conforme a la legislación ambiental del país más de 6700 kilos, lo cual evita que casi 8 toneladas sean enviadas a un relleno sanitario.
- Se determina que a pesar de que la compostera sea un gran aliado para tratar los residuos orgánicos, no da abasto para tratar el total de estos residuos en todos los restaurantes. por lo que se insta a la gerencia general la adquisición de una compostera con más capacidad de tratar todos los residuos orgánicos de la zona franca.
- Por medio de los análisis químicos y de calidad del compostaje, se puede determinar que dicho producto está en óptimas condiciones para aplicarlo en cualquier lugar de zona verde de la organización.
- La forma ideal para que un proyecto ambiental se realice de forma exitosa es la concientización del personal, sin este punto cualquier proyecto sostenible está propenso a fracasar sin ayuda de otras personas.
- Actualmente, existen muchos métodos a nivel internacional y nacional para tratar los residuos orgánicos, por lo que poco a poco se logra enviar menos toneladas a los rellenos sanitarios y hay más beneficios para organizaciones a nivel ambiental, social y económico.
- La implementación de una compostera automatizada es una inversión que se recupera a largo plazo, y que se requiere de un presupuesto en el área ambiental de una organización para poder lograr dicha implementación.

## **Recomendaciones**

Es importante que todas las zonas francas del país tengan una correcta gestión de residuos, pues son puntos importantes de concentración de personas y por ende de generación de residuos, por otro lado, se obtienen beneficios tanto ambientales como económicos y sociales.

Es importante analizar la cantidad de residuos que se generan y caracterizarlos para tener un panorama más definido de los recursos necesarios para implementar un programa de gestión de residuos, por ejemplo, el espacio que se debe tener para almacenar los residuos hasta que se entreguen a un gestor autorizado, el personal necesario y el tiempo y dinero que se debe invertir.

Para los residuos orgánicos, si se trata de cantidades grandes de generación, es importante analizar la compra de una compostera automatizada, ya que dio resultados positivos en cuanto a rapidez de compostaje, cantidad de almacenamiento y eliminación de lixiviados y malos olores. De igual manera, se debe considerar la inversión económica que involucra la compra de dicha máquina de compostaje.

Es importante que tanto Zona Franca América como cualquier otra institución que implemente un programa de gestión de residuos esté brindando capacitaciones constantes a todo el personal para incentivar, promover y preservar la buena cultura de la correcta separación de residuos en la fuente y de la disminución o eliminación de residuos innecesarios y así contribuir al programa de gestión integral de residuos.

# **Bibliografía**

- Bernal, César A. (2010). Metodología de la Investigación. Tercera edición. Pearson Educación: Colombia
- Barrientos, Z. (2010). Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica: patrones cuantitativos y sociológicos. Recuperado de: <https://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/images/pdf/Barrientos-Generacion.pdf>
- Castañeda, Figori & Ruiz. (2001). Estudio de la población microbiana en las etapas iniciales del compostaje. Recuperado de: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2774/854>
- Echevarría & Mataix. (2012). La energía de los residuos. Recuperado de: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/La-energia-de-los-residuos-fenercom-2012.pdf>
- Echeverri, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Revista Lasallista de Investigación. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511009>
- Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (ENSRVR). San José, Costa Rica. Abril 2016.
- Grajales, I. (2018), Costa Rica tira al mar 15 camiones de plástico por día. TEC. recuperado de: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/06/05/costa-rica-tira-mar-15-camiones-plastico-dia>

- Gutiérrez, U. (2014). Residuos Biodegradables. Universidad de Bogotá. Recuperado de: <http://oga.bogota.unal.edu.co/documentacion/residuos-biodegradables/>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista.M., (2014). Metodología de la investigación. Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Herrera, J., Rojas, F. y Anchía, D. (2016). Tasa de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del área metropolitana Costa Rica. Revista Geográfica de América Central. Recuperado de: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/issue/view/858>
- Jaramillo, G., Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Recuperado de: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>
- Jiménez, S.J. (2011). Modelo de gestión integral de desechos sólidos industriales. Repositorio TEC. Recuperado de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/4241>
- Jones and Martin. (2003). A REVIEW OF THE LITERATURE ON THE OCCURRENCE AND SURVIVAL OF PATHOGENS OF ANIMALS AND HUMANS IN GREEN COMPOST Recuperado de:

[http://www.gwmc.ca/pdf\\_files/Literature%20Review%20-](http://www.gwmc.ca/pdf_files/Literature%20Review%20-%20Human%20and%20Animal%20Pathogens%20in%20Compost.pdf)

[%20Human%20and%20Animal%20Pathogens%20in%20Compost.pdf](http://www.gwmc.ca/pdf_files/Literature%20Review%20-%20Human%20and%20Animal%20Pathogens%20in%20Compost.pdf)

- Leiva, M. (2019). Zonas francas genera empleos para 160000 personas en Costa Rica. Vida y Éxito. Recuperado de: <https://www.vidayexito.net/top-news/zonas-francas-generan-empleo-para-160-000-personas-en-costa-rica/>
- Ley N° 8839. Ley para la gestión integral de residuos. San José, Costa Rica, 24 de junio 2010.
- Manual de operaciones Big Hanna, modelo T120, (2018). Recuperado de: <http://www.bighanna.com/aboutus/>
- Morales.M, (2017). Minae investiga colapso de pared de relleno sanitario junto al río Virilla. La Nación. Recuperado de: <https://www.nacion.com/el-pais/politica/minae-investiga-colapso-de-pared-de-relleno-sanitario-junto-al-rio-virilla/WG5NNKKMEBGMJKGQGERV62OZMQ/story/>
- ONU Medio Ambiente (2018). Perspectiva de la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/26448>
- Parlamento Europeo. (2018) Gestión de residuos en la UE: hechos y cifras. Recuperado de: <http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180328STO00751/gestion-de-residuos-en-la-ue-hechos-y-cifras-infografia-el-dia-20/2/2018>

- Penagos, J., Adarraga, J., Aguas, D., y Molina, E. (2011). Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido. Universidad del Norte. Colombia.
- Raúl, P. (2009). Método Analítico Sintético. Recuperado de: <http://niveldostic.blogspot.com/2009/06/metodo-analitico-sintetico.html>
- Rodríguez y otros. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa cyrgo sas. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/tend/v18n2/v18n2a07.pdf>
- Román, Martínez & Pantoja. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>.
- Rusu, D. (S.F). Metodología de la investigación. Recuperado de: [http://zeus.inf.ucv.cl/~rsoto/cursos/DII711/Cap6\\_DII711.pdf](http://zeus.inf.ucv.cl/~rsoto/cursos/DII711/Cap6_DII711.pdf).
- Sabillón, M., Umaña, P. & Chacón, S. (2010). Estudio de cuantificación y caracterización de los residuos sólidos ordinarios de tipo domiciliario y comercial del distrito quesada, San Carlos. Recuperado de: <https://www.munisc.go.cr/documentos/Secciones/18/Estudio%20de%20cuantificaci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20los%20Residuos%20S%C3%B3lidos%20en%20San%20Carlos..pdf>
- Salazar, E. (2016). Evaluación de la generación de residuos sólidos ordinarios del cantón de Belén en el período 2005-2015. Recuperado de: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n2/1659-4266-cinn-8-02-00241.pdf>

- S.A, (2014). Agotamiento de los rellenos sanitarios. La Nación. Recuperado de: <https://www.nacion.com/opinion/editorial/agotamiento-de-los-rellenos-sanitarios/WGSWCHGAVRCXHNSQDW6XKSEMMA/story/>
- S.A. (2013). Basura urbana, soluciones mediante el reciclaje. recuperado de: <https://es.slideshare.net/salvadorsalguero1/basura-urbana>.
- S.A. (2014). Propuesta Alternativa Gestión de Residuos Municipales en la Comunidad de Madrid. Recuperado de: [https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/propuesta\\_gestion\\_residuos\\_cm.pdf](https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/propuesta_gestion_residuos_cm.pdf)
- S.A (2015). Plan de gestión integral de residuos zona franca almacén del ministerio de salud y protección social anual. DC Player. recuperado de: <https://docplayer.es/6444479-Plan-de-gestion-integral-de-residuos-zona-franca-almacen-del-ministerio-de-salud-y-proteccion-socialanual.html>
- S.A. (2015). Tokio, la ciudad más limpia gracias a su avanzado sistema de tratamiento de basuras. recuperado de: [https://www.japan.go.jp/\\_src/200052/winter15es\\_16-17.pdf](https://www.japan.go.jp/_src/200052/winter15es_16-17.pdf)
- S.A. (2018). Costa Rica recicla 264 toneladas de residuos al día. elmundo.cr. Recuperado de: <https://www.elmundo.cr/costa-rica/costa-rica-recicla-264-toneladas-de-residuos-al-dia-%EF%BB%BF/>
- S.A. (2018). Costa Rica avanza lento en el tema de reciclaje.CRhoy.com. Recuperado de: <https://www.crhoy.com/ambiente/costa-rica-avanza-lento-en-el-tema-del-reciclaje/> El día 21/2/2019.

- S.A. (2018). Régimen de zona franca en Costa Rica. Land y asociados. Recuperado de: [https://www.langcr.com/esp/zona\\_franca\\_costa\\_rica.html#top](https://www.langcr.com/esp/zona_franca_costa_rica.html#top)
- S.A. (2014). Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Recuperado de: [https://www.heredia.go.cr/sites/default/files/control\\_de\\_indicadores\\_plan\\_de\\_accion\\_del\\_pmgirs.pdf](https://www.heredia.go.cr/sites/default/files/control_de_indicadores_plan_de_accion_del_pmgirs.pdf)
- Soto. S. (S.F.). duodécimo informe sobre el estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Recuperado de: [https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/012/Gestion\\_residuos\\_solidos.pdf](https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/012/Gestion_residuos_solidos.pdf) el día 20/2/2019
- Varela, I. (2018). Costa Rica recicla solo el 6,6% de sus residuos diarios. La Nación. recuperado el día 20/2/2019 de: <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/costa-rica-recicla-solo-el-66-de-sus-residuos/4TYBTYBCXRD4PGBB7GUSWN3VLM/story/>
- Villalobos, P. (2017). "Incidente" en relleno de La Carpio "no es representativo ni representa riesgo", asegura empresa. Recuperado de: <https://www.ameliarueda.com/nota/incidente-relleno-carpio-no-representativo-ni-representa-riesgo>, el día 19/ 7/ 2019
- Wigodski, J. (2010). Fuentes Primarias y Secundarias. Recuperado de: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/fuentes-primarias-y-secundarias.html>.

# Apéndices

<i>Tabla 17. Elección de la Compostera BIG HANNA</i>	
Parámetro a evaluar	Nivel de importancia
Precio	1
Capacidad de almacenamiento.	2
Rapidez del proceso de compostaje.	5
Tipo de funcionamiento (manual o automático)	3
Cantidad de mano de obra requerida para su funcionamiento.	6
Posee o no sistem operativo inteligente.	4
Estéticamente agradable.	8
Marca	9
Tiempo de entrega	7
Modelo	10

Las variables del cuadro anterior se utilizaron a la hora de elegir la compostera a utilizar, en este caso fue elegida la compostera Big Hanna. modelo T120-40LS.

A. Hoja de recolección de datos en campo:

Para entender el consecutivo de los restaurantes se asignará un número a cada uno, a continuación, la enumeración de los restaurantes:

- Restaurante 1: Chili Sazón.
- Restaurante 2: Picanticos.
- Restaurante 3: Oliva Verde.

- Restaurante 4: Subway.
- Restaurante 5: Sabor Urbano.
- Restaurante 6: Sabores de Mi Tierra.
- Restaurante 7: Sazón y Sabor

Pesaje de Residuos Restaurantes AFZ	
Fecha:	
Hora:	
Restaurante:	
Tipo Residuo:	Cantidad (kg)
Cartón:	
Papel	
Plástico	PET
	HDPE
	LDPE
Aluminio	
Tetrapak	
Hojalata	
Vidrio	
Orgánico	
Total	
Persona encargada de la entrega:	
Persona que recibe (AFZ):	

## B- Encuesta para los colaboradores del Food Court y personal de limpieza.

Universidad Técnica Nacional.

Encuesta sobre la gestión de residuos sólidos valorizables en Zona Franca

América.

Seleccione su puesto: Personal de limpieza ( ) Personal de restaurante ( )

¿Conoce usted la forma correcta de separar residuos? Si ( ) NO ( )

¿Puede un recipiente que está sucio ser reciclado? Si ( ) NO ( )

¿Sabe la correcta clasificación de los residuos según el color del recipiente?

Si ( ) NO ( )

Clasifique los siguientes residuos según el color: Plástico- vidrio- papel y cartón- aluminio- comida- tetra pack- papel con grasa.

Amarillo\_\_\_\_\_

Azul\_\_\_\_\_

Anaranjado\_\_\_\_\_

Gris\_\_\_\_\_

Verde\_\_\_\_\_

Negro\_\_\_\_\_

¿Se está haciendo correctamente la separación de residuos en los restaurantes de AFZ? Si ( ) NO ( )

LOS ARALLANES S.A.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PARA LOS  
RESTAURANTES DE

ZONA FRANCA AMÉRICA

AGOSTO 2019

Heredia, 17 de Agosto 2019

Señores

Departamento de Protección al Ambiente Humano

Área Rectora de Salud Heredia

MINISTERIO DE SALUD

Presente:

Estimados señores:

Reciban un cordial saludo, así como el deseo de éxito en sus labores cotidianas.

Conocedores de la importancia de la Gestión Ambiental y Salud Ocupacional, el manejo de los residuos y la atención a las emergencias en el desarrollo de la calidad de vida de los involucrados, nos hacemos responsables, tanto en la idoneidad de los expresado en estos documentos por sus autores, así como también la empresa se compromete a implementar y cumplir las observaciones y procedimientos aquí escritos.

## **Introducción**

A continuación, se establece el Programa de Manejo Integral de Residuos enfocado en los restaurantes de Zona Franca America, perteneciente a Los Arallanes S.A., con base al diagnóstico de las condiciones actuales de generación de residuos sólidos y el análisis de las operaciones que se llevan a cabo en sus instalaciones.

Este programa establece las condiciones para garantizar una adecuada gestión integral de los residuos que se generan, para esto se proponen procedimientos para el manejo y disposición adecuado de cada uno de los materiales generados.

El manejo de residuos debe ser sanitario y ambientalmente adecuado y se realizará en cumplimiento del marco legal y de las indicaciones establecidas por las autoridades nacionales de Costa Rica en ese respecto.

Las acciones planteadas en este Programa se deben implementar a través de un proceso de capacitación del personal y la continua evaluación del Programa, con el fin de minimizar el impacto ambiental y de salud a las personas de los residuos generados.

## **Propósito**

Garantizar que los residuos generados en la Zona Franca sean gestionados adecuadamente y en cumplimiento de la legislación nacional vigente.

## **Alcance**

El presente programa aplica a todos los restaurantes que brindan sus servicios en Zona Franca América.

## **Definiciones y abreviaturas**

1. **Acumulación:** Proceso de llenado de los recipientes en los cuales se colectan los residuos mientras son generados. Esta acción debe llevarse a cabo lo más cerca posible del sitio de generación. Asimismo, esta acción es previa al almacenamiento.
2. **Almacenamiento:** Es el depósito temporal de los residuos en un espacio físico definido con carácter previo a su aprovechamiento, valorización, tratamiento o disposición final.
3. **Basurero:** Recipiente destinado para la recolección de residuos ordinarios no valorizables o reciclables.
4. **Co-procesamiento:** Uso de residuos como materia prima o fuente de energía en procesos industriales, para el reemplazo de recursos naturales no renovables, como minerales y combustibles fósiles, tales como carbón, petróleo o gas natural.
5. **Departamento:** Departamento de Gestión Ambiental.
6. **Generador:** Persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, de servicios, de comercialización o de consumo.
7. **Gestión Integral de Residuos:** Conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final.
8. **Gestor autorizado:** Aquella persona física o jurídica, pública, privada o de economía mixta, dedicada al manejo total o parcial de los residuos.

9. Jerarquización: Orden jerárquico que determina la Ley para la Gestión Integral de Residuos de Costa Rica, en el que se busca: evitar la generación de residuos en su origen, reducir al máximo la generación de residuos en su origen, reutilizar los residuos generados, valorizar los residuos por medio de reciclaje co-procesamiento, re samblaje y su aprovechamiento energético, tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final y disponer la menor cantidad de residuos de manera sanitaria y ecológicamente adecuada.
10. Ficha de datos de seguridad: Anteriormente llamada hoja de datos de seguridad en la que se indica, en 16 apartados, toda la información y los procedimientos necesarios para manipular, almacenar, transportar y trabajar con un producto químico. Así como sus características de peligrosidad y de manejo en caso de emergencias.
11. Residuos: Material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados.
12. Reciclaje: Transformación de los residuos por medio de distintos procesos de valorización que permiten restituir su valor económico y energético, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución implique un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud y el ambiente.
13. Residuo infectocontagioso: El que contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de causar infección o que contiene o

puede contener toxinas producidas por microorganismos que causan efectos nocivos a seres vivos o al ambiente humano.

14. Residuos ordinarios: Residuos de carácter doméstico generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas. Se excluyen los residuos de manejo especial o peligroso, regulados en esta Ley y en su Reglamento.
15. Separación: Procedimiento mediante el cual se evita desde la fuente generadora que se mezclen los residuos, para facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y se evite su disposición final.
16. Valorización: Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente.

### **Protocolo de operaciones Food Court AFZ Meterlo en el plan de gestión**

Para la correcta operación del programa integral de residuos sólidos de los restaurantes de Zona Franca America se plantean los siguientes pasos a cumplir por parte de los colaboradores de los restaurantes y de los operarios del centro de acopio de la zona franca.

- Los días sábados de cada semana a partir de las 10:00 AM se pondrá a disposición el centro de acopio para que una persona por restaurante lleve los materiales valorizables para su debido pesaje por parte del operador de la zona franca. La información se tabula en un Excel que administra el Gestor Ambiental de la zona franca.

En el caso de los residuos orgánicos, se realizará el pesaje de estos, todos los días a partir de las 3:00 pm para su debido tratamiento en la compostera automatizada.

- El gestor Ambiental lleva un indicador en donde indica la cantidad en kg de residuos orgánicos y valorizables que se van recuperando de forma mensual.
- Se lleva de forma mensual en un Excel la cantidad de residuos orgánicos depositados en la compostera para calcular el ahorro en dinero de no enviar estos residuos orgánicos a un relleno sanitario.

### **Justificación**

Conscientes de la importancia de cumplir las normativas legales vigentes, y en especial las relacionadas al adecuado manejo de los residuos que se generan en los restaurantes de zona franca America, se planeó la implementación de un Plan de Gestión y Manejo de residuos Sólidos, enfocado en aspectos claves como los son: la generación, la recolección, el almacenamiento, el transporte, el tratamiento y por último la disposición final de dichos residuos, cabe mencionar que los funcionarios de los restaurantes se constituyen en los actores claves se vinculan directamente en las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos.

El cumplimiento de dicho plan será el desarrollo de acciones que buscan la mejora continua de lo que se debe de mejorar en pro de buscar el

perfeccionamiento del adecuado manejo de los desechos y para esto se pretende utilizar los elementos mostrados en el cono de la deseabilidad.

## Información general

### Datos generales de la empresa

Nombre	Los Arallanes S.A.
Tipo de Actividad Social	Administración del parque industrial Zona Franca America y construcción de edificios.
Cédula Jurídica	3-101-126105
Dirección exacta	600 metros al norte del Real Cariari, Calle La Rusia.
Representante Legal	Carlos Humberto Víquez Ramírez
Departamento de Ambiente	Bryan Hernández Arce
Correo electrónico	bhernandez@afz.cr
Teléfono	2509-9942
Número de fax	2239-4445

### Jornada Laboral

Área	Días de la semana	Horario
Personal Administrativo	5	L-V 7:00-5:00 S: 7:00-12:00 md
Personal Operativo	6	L-V 6:00-5:15 S: 6:00-12:00 md

### Población Laboral

Área	Cantidad
Administrativa	101
Operativa	126
Total	227



## Documentación y permisos

Permiso Sanitario de Funcionamiento (PSF)	CN-ARS-H-218-2017
Fecha de vencimiento de PSF	07 de febrero de 2022

## Legislación relacionada

- Ley 5395: Ley General de Salud
- Ley 7554: Ley Orgánica del Ambiente
- Ley 8839: Ley para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Decreto 27000: Características y listado de Desechos Peligrosos
- Decreto 33601: Reglamento de vertidos y reúsos de aguas residuales
- Decreto 34728: Reglamento para el otorgamiento de permisos de funcionamiento
- Decreto 37567: Reglamento a la Ley 8839
- Decreto 37788: Reglamento de Clasificación y Gestión de Residuos Sólidos

## Descripción del proceso

Los Arallanes es una empresa dedicada a la construcción de edificios y administración del parque industrial Zona Franca América.

## Diagnóstico de la composición de residuos

Identificación de residuos generados por los restaurantes

Con el fin de realizar el diagnóstico de generación de residuos de todos los restaurantes que brindan servicios en Zona Franca América, se elaboró una Matriz de Generación de Residuos, la cual incluye todos los residuos ordinarios sólidos generados en todas las operaciones, actividades y servicios que se desarrollan en el sitio los 7 restaurantes

Dentro del PGRIS se establecerá el periodo de revisión y actualización de la Matriz de Generación de Residuos, con el fin de mantener registro de los tipos y cantidades de residuos generados. El modelo de la matriz se presenta en el cuadro 1.

### **Identificación de debilidades y desafíos en la gestión de residuos**

Con base en el diagnóstico de generación de residuos, se identifican las principales debilidades en el manejo actual de los residuos generados en los restaurantes de Zona Franca América, así como la definición de los desafíos que se plantean para alcanzar una adecuada gestión integral de los residuos. Los resultados de este análisis se presentan en el cuadro 2.

### **Diseño del Programa de Manejo Integral de Residuos**

Con base en los resultados del diagnóstico de generación se presenta el programa de Manejo Integral de Residuos para los restaurantes de Zona Franca América, el cual involucra estrategias para la prevención en la fuente, minimización de generación de residuos, reutilización, valorización y disposición

ambientalmente segura de los residuos. Los detalles del plan, incluidos los objetivos, metas e indicadores se presentan en el cuadro 3.

### Seguimiento y monitoreo

Para asegurar la efectividad del Programa de Gestión Integral de Residuos, se desarrolla un mecanismo de seguimiento y monitoreo anual, por medio del cual se puedan evaluar las actividades y metas establecidas en el programa. De esta manera se podrán identificar los avances y logros de este.

**Cuadro 1. Matriz de generación de residuos**

Tipo de residuo	Nombre del residuo	Fuente del residuo	Cantidad generada (por unidad de tiempo)	Unidad de acumulación	Condiciones de almacenamiento	Condiciones de transporte	Método de disposición final de los residuos
Ordinario Valorizable	Papel	Restaurantes	38,6	Kg	Centro de Acopio	Vehículo autorizado	Proceso de Reciclaje
Ordinario Valorizable	Cartón	Restaurantes	379	Kg	Centro de Acopio	Vehículo autorizado	Proceso de Reciclaje
Ordinario Valorizable	Plástico	Restaurantes	344	Kg	Centro de Acopio	Vehículo autorizado	Proceso de Reciclaje
Ordinario Valorizable	Aluminio	Restaurantes	85	Kg	Centro de Acopio	Vehículo autorizado	Proceso de Reciclaje
Ordinario Valorizable	Tetra brick	Restaurantes	35	Kg	Centro de Acopio	Vehículo autorizado	Proceso de reciclaje

**Cuadro 2. Desafíos y debilidades en la gestión de residuos.**

Jerarquía de los residuos	Debilidades actuales	Desafíos
Prevención en la fuente	Se utilizan materiales que producen residuos que no son valorizables como esterofón. No se cuenta con un programa de compras verdes.	Evitar la compra y uso de materiales que generan residuos no valorizables. Desarrollar un programa de compras verdes y sustentables.
Minimización en la generación	La cuantificación en la fuente no se realiza, por lo que no se tiene un registro de lo que producen los restaurantes.	Asegurar que los colaboradores utilicen adecuadamente los formatos previstos para el registro de información de acumulación. Incrementar el conocimiento de los colaboradores para la adecuada caracterización y separación de residuos.
Reutilización de los residuos	No existen programas para la reutilización de residuos, algunos se separan y se entregan al gestor.	Identificar materiales que puedan ser reutilizados internamente, y crear un programa interno de aprovechamiento de residuos.
Tratamiento	Algunos de los residuos generados no se están tratando adecuadamente.	Asegurar que los residuos generados reciban un adecuado tratamiento
Disposición final	No se tiene certeza de que todos los residuos generados estén realizando una correcta disposición de los materiales que generan. No existe una lista de gestores autorizados para el manejo de los residuos generados que oriente a los generadores de residuos para realizar una adecuada disposición final de estos.	Mejorar la fiscalización para asegurar la correcta disposición final de todos los residuos generados en el sitio.

**Cuadro 3. Plan de Manejo de Residuos Zona Franca América**

Desafío	Objetivo	Meta	Indicador de cumplimiento	Actividad	Recursos	Responsable
Evitar la compra y uso de materiales que generan residuos que no se puedan valorizar.	Aplicar el principio de prevención de residuos en la fuente.	10% de residuos ordinarios generados sean valorizables	Porcentaje de residuos ordinarios valorizables	Revisión de las compras y adquisiciones, e identificación de residuos no reutilizables	Listados de compras Personal	Personal de Proveeduría/ Dpto. Presupuesto/ Dpto. Ingeniería
Evitar la compra y uso de materiales que generan residuos que no se puedan valorizar	Capacitar a los funcionarios con responsabilidad de compras	100% de funcionarios con responsabilidad es de compra sobre la adquisición sean capacitados	Porcentaje de funcionarios capacitados	Charlas presenciales e información on line sobre caracterización de materiales	Material didáctico Personal	EHS
Desarrollar un programa de compras verdes y sustentables	Contar con un proceso de compras orientado a la prevención de la generación de residuos	1 criterio ambiental, relacionado con generación de residuos, incluido en los procesos de compra	Cantidad de criterios ambientales incluidos en los procesos de compra	Capacitación sobre principios de compras verdes para funcionarios con responsabilidades de compra	Material didáctico Personal	EHS / Personal de Proveeduría
Asegurar que los colaboradores responsables de la recolección de residuos utilicen adecuadamente los formatos previstos para el registro de información de acumulación.	Mejorar la información de control generada para el manejo de residuos sólidos.	100% de los residuos generados registrados en las boletas de acumulación	Porcentaje de residuos generados registrados en las boletas de acumulación	Capacitación sobre importancia del sistema, uso de registros y responsabilidades	Material didáctico Personal	EHS o el que éste asigne
Incrementar el conocimiento de los colaboradores para la adecuada	Mejorar las capacidades y competencias del personal para	100% de colaboradores capacitados en temas	Porcentaje de funcionarios capacitados	Capacitación sobre caracterización y separación de residuos	Material didáctico Personal	Departamento de EHS o el que éste asigne

caracterización y separación de residuos.	lograr una adecuada separación de residuos	caracterización y separación de residuos				
Identificar materiales que puedan ser reutilizados internamente, y crear un programa interno de aprovechamiento de residuos.	Incrementar la reutilización a nivel interno de los materiales valorizables	5% de los materiales valorizables son reutilizados por la empresa o sus socios comerciales	Porcentaje de materiales valorizables reutilizados por la empresa o sus socios comerciales	Desarrollo de un listado de residuos disponibles y publicación a través de medios de comunicación interna de la empresa	Listado de residuos Herramientas de comunicación	EHS o el que éste asigne
Asegurar que los residuos generados reciban un adecuado tratamiento	Garantizar el cumplimiento de la legislación nacional por parte de todos los gestores contratados	75% de los gestores utilizados por la empresa serán auditados una vez al año	Porcentaje de gestores utilizados por la empresa auditados	Visitas a las instalaciones de los gestores y auditoría del cumplimiento legal	Listas de comprobación Personal	EHS o el que éste asigne
Mejorar la fiscalización para asegurar la correcta disposición final de todos los residuos generados en el sitio.	Garantizar el cumplimiento de la legislación nacional por todos los gestores contratados	75% de los gestores utilizados por la empresa serán auditados	Porcentaje de gestores utilizados por la empresa auditados	Visitas a las instalaciones de los gestores y auditoría del cumplimiento legal	Listas de comprobación Personal	Departamento de EHS o el que éste asigne

**Cuadro 4. Seguimiento y monitoreo anual para Zona Franca América.**

Actividad	Línea Base	Meta	Indicador	Estado actual	Observaciones
Revisión de las de compras y adquisiciones, e identificación de residuos no reutilizables		10% de residuos ordinarios generados sean valorizables	Porcentaje de residuos ordinarios valorizables		
Charlas presenciales e información on line sobre caracterización de materiales		100% de funcionarios con responsabilidades de compra sobre la adquisición sean capacitados	Porcentaje de funcionarios capacitados		
Capacitación sobre principios de compras verdes para funcionarios con responsabilidades de compra		1 criterio ambiental, relacionado con generación de residuos, incluido en los procesos de compra	Cantidad de criterios ambientales incluidos en los procesos de compra		
Capacitación sobre importancia del sistema, uso de registros y responsabilidades		100% de los residuos generados están registrados en las boletas de acumulación.	Porcentaje residuos generados registrados en las boletas de acumulación.	Con base a las boletas de acumulación debería llevarse un registro en Excel de generación	
Capacitación sobre caracterización y separación de residuos		100% de colaboradores capacitados en temas caracterización y separación de residuos	Porcentaje de funcionarios capacitados		
Desarrollo de un listado de residuos disponibles y publicación a través		5% de los materiales valorizables son reutilizados por la empresa o sus socios	Porcentaje de materiales valorizables reutilizados por la		

de los medios de comunicación interna de la empresa		comerciales	empresa o sus socios comerciales		
Visitas a las instalaciones de los gestores y auditoría del cumplimiento legal		75% de los gestores utilizados por la empresa serán auditados por el departamento de Salud, Seguridad y Ambiente.	Porcentaje de gestores utilizados por la empresa auditados		

## **Subprograma de Manejo Integral de Residuos Ordinarios**

El siguiente programa incorpora la jerarquización de la gestión integral de residuos establecida en la legislación nacional como principio base. La cual indica que dicha gestión debe hacerse según el siguiente orden jerárquico:

Evitar la generación de residuos en su origen como un medio para prevenir la proliferación de vectores relacionados con las enfermedades infecciosas y la contaminación ambiental.

- Reducir al máximo la generación de residuos en su origen.
- Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otros procesos.
- Valorizar los residuos por medio del reciclaje, el co-procesamiento, el reensamblaje u otro procedimiento técnico que permita la recuperación del material y su aprovechamiento energético. Se debe dar prioridad a la recuperación de materiales sobre el aprovechamiento energético, según criterios de técnicos.
- Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.
- Disponer la menor cantidad de residuos, de manera sanitaria, así como ecológicamente adecuada.

Además, contempla las medidas necesarias para las fases de separación, recolección, acumulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados.

El control y manejo interno para cada uno de los diferentes tipos de residuos queda establecido en este programa. Así como todas las medidas necesarias para cumplir con la jerarquización de gestión de residuos descrita anteriormente.

### **Entrega de residuos a gestores autorizados**

Todos los residuos generados en las instalaciones de Zona Franca América deben ser manejados a través de un Gestor Autorizado para el manejo sanitario y ambiental de los residuos. Dentro del manejo que estos gestores realizan se encuentran las etapas de recolección, transporte, acopio, valorización, desensamblaje, exportación, tratamiento y disposición final.

Los requisitos que se seguirán para aceptar a una empresa como gestor autorizado de residuos son los establecidos en el Decreto 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos.

Estos gestores tienen la obligación de entregar comprobantes de recolección de residuos, así como certificados de disposición final de los mismos.

Zona Franca América levantará una Lista de Gestores Autorizados de Residuos, por lo que los restaurantes deben utilizar dichos gestores para realizar el manejo de los residuos generados. En caso de que se quiera realizar un manejo de residuos con un gestor que no esté en la Lista de Gestores Autorizados de Residuos, se deberá solicitar al Departamento de EHS la aprobación para la inclusión de dicho gestor en la lista o su verificación en la lista de Registro de gestores en residuos aprobados del Ministerio de Salud de Costa Rica.

Esta lista incluye la información que se le deberá solicitar a cada gestor para corroborar su cumplimiento con las disposiciones de la legislación nacional.

**Cuadro 4. Formato de Lista de Gestores Autorizados de Residuos.**

Nombre del Gestor	CARUTI
Contacto del gestor	2239-3847
Permiso sanitario de funcionamiento	ARSBF-0431-2018
Fecha de vencimiento	Agosto 2023
Fecha de actualización	N/A
Certificado de Registro Gestor Autorizado	Al día
No. de permiso Gestor Autorizado	DPAH-UASSAH-RGA-004-2019
Procedimiento manejo de residuos	Algunos residuos se manejan a nivel nacional y otros se exportan para su tratamiento
Plan de Atención de emergencias	En caso de una emergencia ambiental se procede según lo indicado en el instructivo 8I18 de emergencias ambientales de AFZ
Tarjeta RTV vehículos recolectores	Enero 2020
Certificados de disposición	
Auditoría	

### **Clasificación de Residuos**

A continuación, se describe los tipos de residuos ordinarios generados en los restaurantes de Zona Franca América, así como los lineamientos que deben seguirse para realizar las acciones de segregación, recolección y disposición de los residuos.

Todos los generadores deben mantener contenedores destinados para realizar una correcta segregación de estos tipos de residuos, sin excepción alguna; respetando las recomendaciones y lineamientos de este reglamento en cuanto a los colores de los recipientes.

Dichos contenedores deben estar identificados con el nombre de cada residuo en idioma español y deben tener tapa y mantenerse cerrados mientras se acumulan los residuos. A su vez deben se les debe colocar una bolsa plástica transparente en su interior para recoger los residuos.

## **Residuos sólidos ordinarios valorizables**

Son aquellos residuos que se generan durante las operaciones, actividades o servicios que se desarrollan en todos los restaurantes de Zona Franca América que no representan ningún peligro inminente para la salud de las personas que los manipulan, que pueden disponerse en rellenos sanitarios de manera segura sin contaminar el ambiente; y que en su mayoría pueden ser valorizados. Dentro de este grupo se encuentran:

### **Cartón**

Se incluyen pedazos de cartón, láminas de cartón, cajas de cartón, conos de cartón, tubos de cartón que se encuentren secos y limpios. No se debe colocarse cartones sucios o mojados.

Estos residuos deben colocarse en los recipientes destinados para recolección de cartón, que deben ser de color gris y estar identificados para tal efecto. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor autorizado para su reciclaje. Las bolsas plásticas de recolección deben ser transparentes.

### **Papel**

Se incluye todo el papel reciclable, papel triturado, hojas sueltas, folders, sobres, posters, revistas, libros, cuadernos, directorios, periódico y cartulina.

Los papeles que no se reciclan son: papel sucio o mojado, papel carbón, papel químico, papel aluminio, papel celofán, papel encerado, papel plastificado, papel sanitario, papel toalla o servilletas.

Estos residuos deben colocarse en los recipientes destinados para recolección de papel, que deben ser de color gris y estar identificados para tal efecto. Se puede usar el mismo contenedor para recoger cartón. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor autorizado para su reciclaje. Se debe considerar que el papel se puede reutilizar antes de reciclarlo.

Las bolsas plásticas de recolección deben ser transparentes.

#### Tetrapak

Se incluyen los empaques tetrabrik y de la marca Tetra pack usualmente utilizados para contener leche y jugos. Son embalajes ligeros y compactos que permiten aislar los alimentos y conservarlos en condiciones óptimas. Se componen de capas superpuestas y pegadas entre sí de la siguiente forma: 1 capa de aluminio, 1 capa de papel Kraft y 3 capas de plástico polietileno.

Estos deberán ser depositados en recipientes específicos para dichos residuos, o bien pueden ser depositados en los recipientes de color azul destinado para envases. Para tal efecto deben estar secos por fuera y sin líquido adentro. Las bolsas plásticas de recolección de los recipientes deben ser transparentes.

#### Plástico reciclable

Se incluyen botellas plásticas, bolsas plásticas (polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad), PVC, poliestireno, polipropileno y plásticos de ingeniería. Así como pichingas, galones y cubetas plásticas que no contengan residuos de sustancias químicas peligrosas. No se incluyen: botellas de productos de limpieza (suavizantes de ropa, jabón, ceras, entre otros), botellas o envases de alimentos (salsas, comida china, entre otros), botellas de productos cosméticos

(cremas, desodorantes, shampoo, plásticos sucios o mojados, vajillas desechables, bolsas de alimentos (empaques de confites, empaques de galletas, snacks).

Los plásticos se dividen en familias y actualmente no todos se pueden reciclar. A continuación, se presenta un resumen de dichas familias. Los números que aparecen dentro de las flechas del símbolo de reciclaje en cada producto plástico indican el tipo de plástico del que está hecho el producto.

De esta clasificación los únicos plásticos que actualmente no se reciclan son los plásticos #7 identificados bajo la clasificación “otros”. A continuación, se presenta la clasificación de los plásticos con ejemplos para tipo de resina.

Los residuos plásticos deben colocarse en los recipientes destinados para recolección de plásticos, que deben ser de color azul y estar identificados para tal efecto. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor autorizado para su reciclaje. Las bolsas plásticas de los recipientes deben ser transparentes.

#### Aluminio

Se incluyen envases de alimentos y bebidas, latas de cerveza, gaseosa, bebidas energizantes, snacks, envases de hojalata, entre otros.

Estos residuos deben colocarse en los recipientes destinados para recolección de aluminio, que deben ser de color amarillo y estar identificados para tal efecto. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor

autorizado para su reciclaje. Las bolsas plásticas de recolección deben ser transparentes.

#### Vidrio

Estos residuos corresponden a envases de vidrio de cualquier color, excepto materiales de vidrio plano tales como residuos de ventanas, celosías, cerámica, entre otros. Se debe evitar quebrar los residuos y colocarlos en los recipientes debidamente lavados y limpios.

Los residuos de vidrio deben colocarse en los recipientes destinados para recolección tales residuos, que deben ser de color naranja y estar identificados para tal efecto. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor autorizado para su reciclaje. Las bolsas plásticas deben ser transparentes.

Las personas que manejen estos residuos deben utilizar como mínimo guantes anticorte como equipo de protección personal necesario para evitar algún incidente con cortaduras.

#### Residuos orgánicos

Se incluyen los restos de alimentos, frutas, verduras, cáscaras y residuos de jardín.

Se deben colocar en recipientes que de color verde y estar identificados para tal efecto. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a la compostera automatizada que adquirió Zona Franca America en enero del 2019, la cual compostera todos los residuos orgánicos dándole una solución

en la misma empresa. Las bolsas plásticas de recolección deben ser transparentes.

#### 5.4 Residuos sólidos ordinarios no valorizables

Son aquellos residuos ordinarios no peligrosos y sin alternativas viables de recuperación. Se consideran como no valorizables los restos de alimentos, frutas, verduras, cáscaras y residuos de jardín, envolturas de alimentos que no sean de plástico, catón, vidrio o aluminio, papel sucio y engrasado, papel carbón, papel aluminio, residuos del barrido, residuos de tela, servilletas usadas y residuos de los servicios sanitarios usado.

Estos deben recogerse en recipientes de color negro, los cuales deben estar identificados para recoger residuos ordinarios no reciclables. Cuando se tenga el volumen acumulado suficiente se trasladarán las bolsas a los centros temporales de almacenamiento para posteriormente ser enviados al gestor autorizado. Las bolsas plásticas de los basureros deben ser transparentes.

En este caso la frecuencia de recolección debe ser diaria, para evitar la proliferación de vectores y malos olores provenientes de lixiviados de los residuos.

#### **Generalidades de las estaciones de reciclaje (sitios de acumulación de residuos valorizables)**

Las estaciones de reciclaje deben estar en áreas cercanas a los puntos de generación de residuos, estar debidamente identificados mediante rótulos con el nombre de los residuos que deben contener y una guía para la correcta

segregación de los residuos. Estas estaciones deben mantenerse en óptimas condiciones de limpieza y recibir un mantenimiento periódico adecuado.

### **6.1 Generalidades del área de almacenamiento temporal**

El almacenamiento es la fase posterior a la acumulación y es donde se mantienen los residuos debidamente empacados y embalados para su posterior tratamiento o disposición final.

Las áreas de almacenamiento temporal deben seguir los requerimientos de la legislación nacional y por lo tanto deben estar debidamente identificados con rotulación que indique el tipo de residuos a almacenar y una guía visual para la segregación de dichos residuos. Deben contar con techo y las condiciones necesarias para que los residuos almacenados no se mojen y/o deterioren.

Zona Franca América debe proporcionar un lugar de almacenamiento temporal para los residuos ordinarios. Una vez que se tenga la cantidad suficiente de residuos almacenados, el Departamento EHS deberá coordinar con un gestor autorizado para la disposición final de cada uno de los residuos. Todos los restaurantes deben almacenar sus residuos valorizables en dichos establecimientos para la posterior recolección por los gestores autorizados.

El gestor autorizado recomendado por la Zona Franca América para realizar la recolección y el manejo de los residuos valorizables generados en sus instalaciones tendrá acceso a dicha área y será el responsable de mantenerla en las mejores condiciones posibles de orden y limpieza, esto con el apoyo del Departamento EHS.

## **Guía básica para seguir buenas prácticas en el tema de manejo de residuos**

- Los generadores de residuos tienen la obligación de separar y clasificar adecuadamente los residuos valorizables (reutilizables o reciclables) de los no valorizables (reutilizables o reciclables), según lo establecido en la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos.
- El generador de residuos deberá respetar la jerarquización de residuos en todo momento, y por lo tanto debe incorporar dentro de sus prácticas acciones que promuevan medidas para rechazar aquellos productos y materiales que produzcan residuos que no se puedan valorizar, es decir reutilizar o reciclar. Por ejemplo: se debe evitar la compra de comidas en materiales de empaque y vajillas desechables que no sean hechas de estereofón.
- Los recipientes o contenedores utilizados para recolectar los residuos deben contar con tapa para evitar que los residuos generen un impacto a la salud de las personas, al ambiente o sean focos de atracción de fauna. Además, deben estar debidamente rotulados para la identificación de cada tipo de residuo.
- Se debe utilizar únicamente bolsas plásticas transparentes para recolectar los residuos. Queda prohibido el uso de bolsas plásticas oscuras que no me permitan visualizar los residuos que en ella se acumulan.

- Los residuos deberán ser retirados del sitio de generación con la frecuencia mínima necesaria para que su acopio no ocasione problemas de atracción de fauna, de salud ni ambientales.
- El generador es responsable de coordinar la gestión interna de sus residuos, incluyendo el retiro, transporte, tratamiento y/o disposición de los materiales que generen durante la actividad desarrollada a través de algún gestor autorizado para tal fin. El transporte de los residuos fuera de las instalaciones de la Zona Franca América debe realizarse con camiones recolectores definidos para dicho fin, y se deben seguir las disposiciones de la legislación nacional vigente.
- Zona Franca América debe mantener una copia de los certificados de disposición final de los residuos, extendida por el gestor autorizado, así como los recibos correspondientes a las salidas y recolección de los residuos. Estos documentos pueden ser solicitados en cualquier momento por parte del personal del Departamento EHS, así como por parte de la Regencia Ambiental; con el fin de fiscalizar el cumplimiento de la legislación nacional en el tema de manejo de residuos.
- En caso de duda sobre el manejo de algún residuo no incluido en este manual, debe consultar por las recomendaciones de manejo al Departamento de Gestión Ambiental.

# **Bibliografía**

- Ley 7554 Ley orgánica del Ambiente
- Ley 5395 Ley General de Salud
- Reglamento para el Otorgamiento de Permisos de Funcionamiento
- Decreto 19049 Reglamento de Manejo de Basuras
- Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto 37567 Reglamento a la Ley de Gestión Integral de Residuos
- Decreto 27001 Reglamento sobre el Manejo de Residuos Peligrosos
- Decreto 27000 Manejo sobre Características y Listado de Residuos Peligrosos
- Decreto 33601 Reglamento de vertidos y re-uso de aguas residuales
- Decreto 33745 Reglamento sobre llantas de desecho
- Decreto 35906 Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables
- Decreto 36093 Reglamento sobre el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios
- Decreto 24715 Reglamento para el transporte de materiales peligrosos
- Decreto 35933 Reglamento para la gestión integral de los residuos electrónicos
- Decreto 38272 Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial

# Anexos

## Anexo 1 – Boleta de Acumulación de Residuos

Nombre de los Residuos: Valorizables	Centro de Acopio Número: 1
Equipo de seguridad personal necesario para el manejo del residuo: lentes de seguridad, guantes de protección y zapatos con puntera.	
Fecha de inicio de acumulación:01/06/2019	Fecha de finalización de acumulación: 31/08/2019
Persona responsable de la acumulación/almacenamiento: Mario Porras Portugués	

Fecha/Mes	Peso en KG	Peso Total en KG	INSPECCIÓN			
			Estado del recipiente	Detección de fugas	Detección derrames	Estado del cierre del recipiente
Junio	1967,9	1967,9	N/A	N/A	N/A	N/A
Julio	2609,6	2609,6	N/A	N/A	N/A	N/A
Agosto	2208	2208	N/A	N/A	N/A	N/A

## Anexo 2 – Boleta de Traslado de Residuos

### BOLETA DE TRASLADO DE RESIDUOS

Fecha:31/08/2019	Centro de Acopio Número: 1
Nombre del Gestor: Caruti	Destino: Heredia, Costa Rica

Tipo Material	Descripción	Kilos	Tipo Material	Descripción	Kilos
Valorizables	Cartón	379	Peligrosos	Fluorescentes	N/A
	Papel	38,6		Baterías	N/A
	Plástico	344,9		Aceite usado en mantenimiento	N/A
	Aluminio	85		Envases contaminados	N/A
Valorizables	Tetrapak	35		Mecha contaminada	
	Hojalata	194,7		Mantenimiento	N/A
	Vidrio	45,5		Recipientes contaminados	
	Orgánico	5597		Pinturas, solventes	N/A

Nota: todo recipiente/envase de agroquímico debe haber pasado por el triple lavado.

	Recibido por: (Nombre y Firma)
Entregado por: (Nombre y Firma)	

### Anexos 3 - Manual para compras verdes.

El siguiente es un resumen del manual para la implementación de compras verdes en el sector público y privado de Costa Rica, elaborado por CEGESTI.

El cual se recopiló la información útil para aplicar en los restaurantes de Zona Franca América, esto con el fin de que sirva como guía a la hora de realizar compras de productos y así fomentar la conservación del ambiente.

Todos los derechos de autor son de CEGESTI.

#### Manual de compras Verdes.

Normativa	Justificación
Constitución Política de la República de Costa Rica	“Los consumidores y usuarios tienen derecho a la protección de su salud, ambiente, seguridad e intereses económicos; a recibir información adecuada y veraz; a la libertad de elección, y a un trato equitativo” (artículo 46). “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado” (artículo 50)
Ley Orgánica del Ambiente, Ley N.º 7554 del 4 de octubre de 1995	“Quien contamine el ambiente o le ocasione daño será responsable conforme lo establezcan las leyes de la República y los convenios internacionales vigentes” (artículo 2, inciso d).
Ley General de Salud, Ley N.º 5395 del 30 de octubre de 1973	“Todos los desechos sólidos que provengan de las actividades corrientes personales, familiares o de la comunidad y de operaciones agrícolas, ganaderas, industriales o comerciales, deberán ser separados, recolectados, acumulados, utilizados cuando proceda y sujetos a tratamiento o dispuestos finalmente, por las personas responsables a fin de evitar o disminuir en lo posible la contaminación del aire, del suelo o de las aguas” (artículo 278).

¿Qué es una compra verde?

Una compra verde es una contratación en la cual se han contemplado requisitos ambientales relacionados con una o varias de las etapas del ciclo de vida del producto por comprar; esto es, desde la extracción de la materia prima, su fabricación, distribución y uso, hasta su disposición final. De este modo, el comprador satisface la necesidad de la institución que da origen a la compra, pero no descuida el impacto ambiental que esta ocasionará.

¿Qué es un producto verde?

Es un producto que tiene un mejor desempeño ambiental a lo largo de su ciclo de vida, y que cumple con la misma función (o mejor inclusive), tiene igual calidad y le brinda una satisfacción similar al usuario que el producto regular.

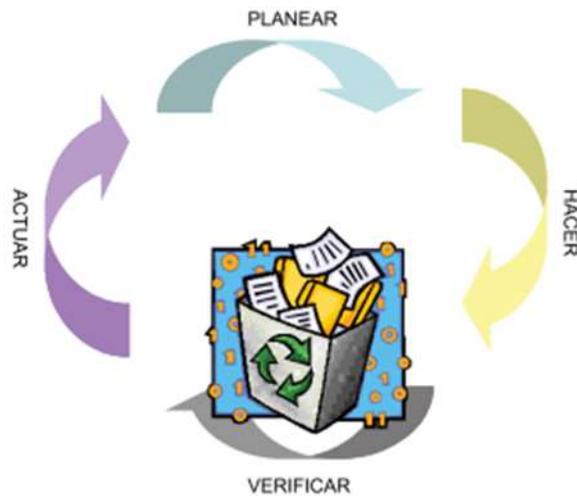
¿Por qué implementar compras verdes en el sector público?

Beneficios ambientales: Hay una reducción de impactos ambientales negativos. Impulsa la innovación en productos y servicios más amigables con el ambiente, al crear una demanda por parte del Estado.

Beneficios económicos: Se da un ahorro como producto de la compra de bienes y servicios que utilizan de manera más eficiente la energía y el agua, por ejemplo (o inclusive por no comprar bienes/servicios innecesarios).

Beneficios para la organización: Hay una reducción de los riesgos de incumplimiento legal. Mejora la imagen pública mediante la comunicación de los resultados a ciudadanos, contratistas, proveedores, autoridades, vecinos y público en general.

Las cuatro fases están divididas en:



Planear:

1. Compromiso de los altos jefes de la institución
2. Definición de un comité de compras verdes
3. Definición de una política ambiental de compras
4. Definición de objetivos ambientales de compras

Hacer:

1. Ajustes al proceso de compras
2. Capacitación
3. Comunicación
4. Implementación de otras prácticas ambientales

Verificar:

1. Monitoreo

Actuar:

1. Nuevo inicio del ciclo

## ¿Qué comprar?

Antes de hacer una compra de un servicio o producto es importante que nos preguntemos si realmente es necesario para nuestra organización, desde el punto de vista de la valoración de sus cualidades ambientales. Al mismo tiempo, con este objetivo es necesario que definamos criterios básicos que nos permitan diferenciar entre productos o servicios con más o menos cargas para el medio ambiente.

Por ejemplo:

Criterio	Ejemplo
Utilizan recursos renovables.	Calculadoras solares.
Tienen bajo contenido o ausencia de sustancias químicas dañinas para el ambiente.	Productos de limpieza biodegradables.
Son reciclables y de materiales separables.	Papel que posee un porcentaje de papel reciclado.
Utilizan materiales reciclables.	Lápices con minas recargables.
Reducen residuos.	Grapadoras con una mecánica de buena calidad.
Larga duración.	Vasos multiuso (vidrio).
Son reutilizables.	Tijeras de metal sin manilla de plástico.
Son fácilmente reparables.	Bolígrafos con recambio.
Ahorran recursos energéticos.	Bombillas de bajo consumo.
Están comprometidos con la mejora continua de los criterios ambientales.	Empresas de servicios con un sistema de gestión ambiental implementado (por ejemplo, ISO 14001).
Contribuyen a mantener la biodiversidad del planeta.	Madera con certificación de gestión sostenible de bosques.

## ¿Cómo seleccionar los productos?

En el caso de compras de productos, para escoger la alternativa ambientalmente más correcta existen básicamente dos estrategias:

### a. Comparación de alternativas de productos

Se trata de comparar las características técnicas de los productos para escoger la opción ambientalmente más correcta, es decir, aquella que se ajuste al criterio predefinido. Con esta estrategia se pueden tomar decisiones de manera rápida y segura en casos concretos, poco complejos y en igualdad de condiciones.

Por lo tanto, se tiene un criterio claro y un acceso a la información correspondiente de los productos.

Por ejemplo:

Protección de bosques: Siempre se utilizarán los productos que sean de papel o cartón reciclado y se evitarán los de papel de pasta química.

Reducción de la contaminación química: El papel TCF (totalmente libre de cloro) es ambientalmente más positivo que el papel ECF (libre de cloro elemental).

Ahorro de agua: Si hay dos tipos de grifos (llaves de agua), se seleccionará aquel con un caudal de agua menor.

Ahorro de energía: Se estudiará el consumo nominal de la computadora y se escogerán las computadoras con un consumo menor.

### b. Etiquetas ecológicas

Las certificaciones ambientales o etiquetas ecológicas son una herramienta desarrollada para identificar entre los productos existentes, aquellos que de acuerdo con los criterios establecidos presentan características

ambientalmente positivas. Sin embargo, en el mercado se pueden encontrar muchas etiquetas que no son certificaciones ecológicas, pero forman parte del “marketing verde” de productos y empresas.

El criterio básico para diferenciar una certificación ambiental de una “etiqueta verde” es que normalmente la certificación ambiental la conceden organismos ajenos a la producción o comercialización del producto, de forma que las certificaciones ecológicas más fiables son aquellas concedidas por plataformas de alguna ONG o bien instituciones públicas (ministerios y agencias estatales, entre otras), que velan por los intereses de consumidores y productores. Por otro lado, por encontrarnos en un mercado globalizado, es posible encontrar productos con ecoetiquetas oficiales de otros países (como el Ángel Azul o Energy Star) o de organismos internacionales (como la madera FSC). Cabe mencionar que por el principio de libre competencia, no siempre se podrá exigir la posesión de una etiqueta ecológica específica. Sin embargo, sí será posible basarse en los criterios que utilizan los certificadores en general, que se consideran relevantes para acreditar las condiciones técnicas ambientales que se pretenden reconocer.

- Productos de limpieza:

El uso inadecuado de los productos químicos de limpieza puede tener un impacto negativo tanto para el ambiente como para la salud de las personas que los utilizan. Los impactos ambientales de estos productos se relacionan principalmente con la presencia de sustancias dañinas que por sus componentes contaminan las aguas; además, las especificaciones de uso por lo general son bastante confusas y difíciles de seguir. Por otro lado, hay productos habituales en las tareas de limpieza como el papel higiénico o las bolsas de basura, que pueden ser de materiales reciclados.

Productos ecológicos de limpieza	Jabones neutros biodegradables.
	Detergentes biodegradables, sin elevados contenidos de fosfatos,
	sin contenidos peligrosos, cancerígenos, compuestos que afectan la capa de ozono o que excedan los límites de compuestos orgánicos volátiles.
	Desinfectantes biodegradables, sin productos ácidos, corrosivos, sin CFC, metanol u otros productos peligrosos.
	Limpiavidrios a base de etanol.
	Desatoradores mecánicos para servicios sanitarios, en lugar de los desatoradores químicos.
Envases de productos de limpieza	El envase debería estar hecho de material reciclado y ser reciclable.
	Garantizar la recolección de los envases de productos de limpieza.
	Realizar una correcta reutilización o disposición de estos envases.
Certificación ecológica o ambiental	La cual garantice que el proceso de producción y las materias primas de los productos son amigables con el ambiente.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

CIA Centro de  
Investigaciones  
Agronómicas

CIUDAD DE LA INVESTIGACIÓN  
LABORATORIO DE SUELOS Y FOLIARES  
**REPORTE DE ENSAYO**  
RE-R01 (V2)

Nº DE REPORTE: **71878**

USUARIO: WASTECH TECNOLOGIA EN MANEJO DE RESIDUOS

RESPONSABLE: CHRISTIAN LORIA  
CORREO: info@wastechcr.com; christian.loria@wastechcr.com  
TELÉFONO: 2201-6869

PROVINCIA: CARTAGO  
CANTÓN: EL GUARCO

CULTIVO: ABONO SOLIDO

ANÁLISIS: QC  
FECHA RECEPCIÓN: 09/08/2019  
EMISIÓN DE REPORTE: 16/08/2019  
Nº DE MUESTRAS TOTAL: 1  
PÁGINA: 2/2

ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS						
ID USUARIO	IDLAB	%	H <sub>2</sub> O	mS/cm	%	Relación
		HUM	pH	CE	C	C/N
SOL: CONTROL 09/08/2019	AO-19-00464	34	8,3	4,7	47,03	26,4

-----ÚLTIMA LÍNEA-----

Nota: - El % C y N totales se determinaron con el Autoanalizador de C / N por combustión seca. Los valores de % C total correlacionan muy bien ( $R^2 \geq 0,95$ ) con el % de MO. Si quiere estimar el valor del % MO a partir del dato de % C total determinado con esta metodología, multiplique el % C total por 1,43. La CE fue determinada en una proporción de 10 g de material: 50 mL de agua, hasta alcanzar el punto de saturación de la pasta. Las lecturas se hicieron del extracto filtrado con succión.

B.Q. Mapénela Blanco M.  
N.I. 2468  
Gestoría de Calidad

Ing. Agr. Michael González A.  
N.I. 7827  
Gestoría Técnica