

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

**ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL METAMERCADO
MUNICIPAL DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA
SU MANEJO INTEGRAL.**

POR:

FRANCIS JAVIER MAZARIEGOS RIVERA

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL METAMERCADO
MUNICIPAL DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA
SU MANEJO INTEGRAL.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Presentado a las Autoridades de la División de Ciencia y Tecnología
del Centro Universitario de Occidente
de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

FRANCIS JAVIER MAZARIEGOS RIVERA

Previo a conferírsele el Título de:

INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de:

LICENCIADO

QUETZALTENANGO, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

AUTORIDADES

Rector Magnífico
Secretario General

Dr. Carlos G. Alvarado Cerezo
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas

CONSEJO DIRECTIVO

Directora General del CUNOC MSc. María del Rosario Paz Cabrera
Secretario Administrativo MSc. Silvia del Carmen Recinos

REPRESENTANTE DE LOS DOCENTES

Ing. Agr. MSc. Héctor Alvarado Quiroa
Ing. Edelman Monzón

REPRESENTANTE DE LOS ESTUDIANTES

Br. Luis Ángel Estrada García
Br. Edson Vitelio Amézquita Cutz

REPRESENTANTE POR TODOS LOS EGRESADOS

Dr. Emilio Búcaro Echeverría

DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Químico Farmacéutico Roberto Méndez

COORDINADOR DE LA CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Ing. Agr. MSc. Julio López Valdez

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE**

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN TÉCNICO PROFESIONAL

PRESIDENTE

Químico Farmacéutico Roberto Méndez
Director de la división de Ciencia y tecnología

EXAMINADORES

Inga. Agr. Mirna Montes
Ing. Agr. Juan Bolaños
Ing. Agr. Jesús Ronquillo

SECRETARIO

Inga. Agr. Aura Hernández Méndez
Coordinador carrera de Gestión Ambiental Local

Nota: Únicamente el autor es el responsable de las doctrinas y opiniones sustentadas en la presente investigación (Artículo 31 del Reglamento para Exámenes Técnico Profesional del Centro Universitario de Occidente, y Artículo 19 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala).

Quetzaltenango, Octubre de 2,015.

Quetzaltenango, Octubre de 2015

**HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO
HONORABLES AUTORIDADES DE LA DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
HONORABLE MESA DE ACTO DE GRADUACION Y JURAMENTACION**

De conformidad con las normas que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Reglamento General de Evaluación y Promoción del Estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Normativo de Evaluación y Promoción del Estudiante del Centro Universitario de Occidente; tengo el honor de someter a vuestra consideración, la tesis titulada:

“Análisis del manejo de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”.

Presentándolo como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

f. _____

Francis Javier Mazariegos Rivera

Quetzaltenango, Octubre 2015

Químico Farmacéutico Roberto Méndez
Director División de Ciencia y Tecnología.
Centro Universitario de Occidente.

Respetable Q.F. Méndez:

Me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que en cumplimiento de mi calidad profesional y docente de Centro Universitario de Occidente, he proporcionado al estudiante: Francis Javier Mazariegos Rivera, la asesoría requerida para su trabajo de investigación el cual se titula:

“Análisis del manejo de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”.

Me permito informarle que he concluido la asesoría del trabajo en mención y considero que el mismo cumple con los requisitos establecidos por la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del Centro Universitario de Occidente, por lo que recomiendo su publicación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

f.

M.Sc. Ing. Jesús de León Wannam
Asesor

M.Sc. Jesús de León Wannam
Ingeniero Agrónomo
Col. No. 2719



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Quetzaltenango 29 de octubre 2015.

Lic. Roberto Méndez
Director División de Ciencia y Tecnología
Centro Universitario de Occidente.

Distinguido Director:

En atención al nombramiento emitido por esa dirección, con referencia GAL 05-2015, me es grato informarle que he concluido la revisión del trabajo de investigación del estudiante **FRANCIS JAVIER MAZARIEGOS RIVERA**, quien presentó los resultados del trabajo de investigación titulado:

“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL METAMERCADO MUNICIPAL DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO INTEGRAL”.

Sobre el particular me permito manifestarle, que el estudio cumple con los requisitos necesarios para ser presentado como trabajo de investigación para graduación, además de ser un valioso aporte en tanto brinda información actualizada y de interés para la gestión adecuada de los residuos sólidos en el área de estudio. Por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jesús Ronquillo de León".

Ing. Agr. MSc. Jesús Ronquillo de León
REVISOR
Colegiado No. 1387

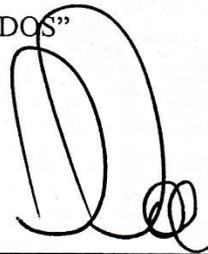
**CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA**

El infrascrito **DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA** _____

Del Centro Universitario de Occidente ha tenido a la vista la **CERTIFICACIÓN DEL ACTA DE GRADUACIÓN** No. 005-GAL-2015 de fecha treinta de octubre del año dos mil quince del (la) estudiante: FRANCIS JAVIER MAZARIEGOS RIVERA con Carné No 200017977 emitida por el Coordinador de la Carrera de GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL, por lo que se **AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: **“ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL METAMERCADO MUNICIPAL DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO Y PROPUESTA PARA SU MANEJO INTEGRAL.”**

Quetzaltenango, 30 de octubre de 2015.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. Q.F. Aroldo Roberto Méndez Sánchez
Director de División de Ciencia y Tecnología

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS:** Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor y guía de mi camino.
- MIS PADRES:** Lic. Francisco Javier Mazariegos Cifuentes (†) y M.E.P.U Esther Haydée Rivera Rodas, a quienes nunca existirán palabras para expresar mi infinito agradecimiento, ya que sin su ejemplo y sacrificio no hubiese sido posible alcanzar esta meta.
- MI HERMANO:** Gerson Edmundo Mazariegos Rivera; por su apoyo incondicional en todo momento.
- MIS FAMILIARES:** Especialmente a mi tía T.S. Ofelia Rivera de Monterroso por su cariño, apoyo y comprensión.
- MI ALMA MATER:** La Universidad de San Carlos de Guatemala, por abrirme sus puertas y hacerme ver la vida como una lucha constante.
- MIS COMPAÑEROS:** Por todo el apoyo y convivencias que me brindaron a lo largo de todos los años de conocerlos.
- MIS AMIGOS:** Por su apoyo incondicional y por estar presente en los momentos especiales de mi vida estudiantil, así como a todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron con mi formación académica y a usted especialmente, Muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

A la municipalidad de Coatepeque: Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- y la presente investigación, Sr. Alcalde Municipal, Arq. Emilio Maldonado Trujillo, Ing. Víctor Solano, Jorge Alfredo Vicente Taleón, José Adelmo Gómez Tevalán, por su colaboración y apoyo en el desarrollo del estudio.

Al asesor M.Sc. Ing. Jesús de León Wannam: Por su esfuerzo, dedicación, conocimiento, orientación, paciencia y motivación, ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda, fundamentales para la realización del presente trabajo de investigación.

A la división de Ciencia y tecnología: Gracias a los catedráticos y personal administrativo por su atención, paciencia y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumno de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local y la buena disposición que han mostrado.

ÍNDICE

| Contenido | No. de pagina |
|--|---------------|
| 1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes del problema..... | 2 |
| 1.2 Planteamiento del problema de investigación..... | 4 |
| 1.3 Justificación del estudio..... | 6 |
| 1.4 Objetivos del estudio..... | 8 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 8 |
| 1.4.2 Objetivos específicos..... | 8 |
| 2 Fundamentación teórica..... | 9 |
| 2.1 Marco jurídico, político e institucional del manejo de los residuos sólidos en Guatemala..... | 9 |
| 2.1.1 Marco jurídico..... | 9 |
| 2.1.2 Marco político (síntesis de la política nacional para el manejo integral de residuos sólidos)..... | 10 |
| 2.1.3 Marco institucional (entidades competentes a nivel nacional para el manejo de residuos sólidos: CONADES/MARN/URDES)..... | 11 |
| 2.2 Residuos sólidos..... | 12 |
| 2.2.1 Definición..... | 12 |
| 2.2.2 Problemas que se derivan de la generación de los residuos sólidos..... | 12 |
| 2.2.3 Tipología de los residuos sólidos..... | 14 |
| 2.2.4 Generación de los residuos sólidos..... | 14 |
| 2.2.5 Residuos orgánicos..... | 15 |
| 2.3 Manejo de residuos sólidos..... | 15 |
| 2.3.1 Definición de manejo de residuos sólidos..... | 15 |
| 2.3.2 Tipos de manejo..... | 15 |
| 2.3.3 Componentes del manejo de los residuos sólidos..... | 16 |
| 2.3.4 Objetivos del manejo de residuos sólidos..... | 18 |
| 2.3.5 Estrategias de manejo de residuos sólidos..... | 18 |
| 2.3.6 Manejo integral de los residuos sólidos..... | 18 |
| 2.3.7 Aspectos sociales ligados a la gestión de residuos sólidos..... | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.3.8 | Manejo de residuos sólidos en mercados y centros de comercialización. | 20 |
| 2.4 | Mercados: centrales de abasto | 20 |
| 2.4.1 | Definición de central de abasto | 20 |
| 2.4.2 | Tipos de mercado | 21 |
| 2.4.3 | Actividades que se realizan en los mercados | 22 |
| 3 | Metodología | 24 |
| 3.1 | Método seleccionado | 24 |
| 3.2 | Categorías de análisis de la investigación | 24 |
| 3.2.1 | Definición conceptual..... | 24 |
| 3.2.2 | Definición operacional | 25 |
| 3.3 | Contexto espacial y temporal | 34 |
| 3.4 | Fuentes de información..... | 34 |
| 3.5 | Características de los informantes | 35 |
| 3.6 | Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos. | 35 |
| 3.6.1 | Técnicas para la recolección de datos..... | 35 |
| 3.6.2 | Instrumentos para la recolección de datos | 36 |
| 3.7 | Pasos del trabajo de campo..... | 37 |
| 3.8 | Técnicas seleccionadas para analizar los datos. | 38 |
| 4 | Presentación Y analisis de los resultados..... | 39 |
| 4.1 | Generación de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque. | 39 |
| 4.1.1 | Tipo de residuos sólidos generados. | 39 |
| 4.1.2 | Cantidades de residuos sólidos generados en el metamercado. | 43 |
| 4.2 | Manejo de residuos sólidos..... | 48 |
| 4.2.1 | Políticas y normatividad para el manejo de los residuos sólidos | 49 |
| 4.2.2 | Aspectos organizativos e institucionales para la administración de los residuos sólidos | 49 |
| 4.2.3 | Infraestructura para el manejo de residuos sólidos | 55 |
| 4.2.4 | Aspectos operativos y financieros | 59 |
| 4.2.5 | Proceso administrativo | 61 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.3 | Percepción de los arrendatarios del metamercado con relación a la generación y manejo de los residuos sólidos..... | 70 |
| 5 | Discusión de los resultados. | 73 |
| 6 | Conclusiones y recomendaciones. | 75 |
| 6.1 | Conclusiones..... | 75 |
| 6.1.1 | Para la generación de los residuos sólidos: | 75 |
| 6.1.2 | Para el manejo de los residuos sólidos. | 75 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 77 |
| 7 | Propuesta | 78 |
| 7.1 | Presentación | 78 |
| 7.1.1 | Planteamiento de la propuesta. | 79 |
| 7.1.2 | Justificación | 79 |
| 7.2 | Objetivos | 80 |
| 7.2.1 | Objetivo general..... | 80 |
| 7.2.2 | Objetivos específicos..... | 80 |
| 7.2.3 | Productos por objetivos | 81 |
| 7.2.4 | Actividades para materializar cada uno de los productos..... | 82 |
| 7.2.5 | Presupuesto y recursos necesarios (orientativo)..... | 92 |
| 7.2.6 | Responsables de la ejecución inicial de esta propuesta..... | 92 |
| 7.2.7 | Identificación de posibles fuentes de financiamiento. | 92 |
| 7.2.8 | Acuerdos y condiciones necesarias para la ejecución y sostenibilidad (técnica y financiera del mismo). | 93 |
| 7.3 | Cronograma de la propuesta..... | 93 |
| 8 | Referencias..... | 98 |
| 9 | Anexos..... | 100 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Contenido | No. de página. |
|---|-----------------------|
| Cuadro 1. Matriz de operacionalización de las categorías de análisis. | 30 |
| Cuadro 2. Tipos de residuos sólidos generados en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango..... | 39 |
| Cuadro 3. Cantidad de residuos sólidos en kilogramos generados por: día, mes y año, en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango. | 44 |
| Cuadro 4. Cantidad de residuos sólidos en toneladas generadas por: día, mes y año, en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango | 46 |
| Cuadro 5. Densidad del total de residuos sólidos en kilogramos y toneladas por metro cubico..... | 47 |
| Cuadro 6. Resumen de la generación de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango..... | 48 |
| Cuadro 7. Descripción de la entidad encargada del manejo de los residuos sólidos del metamercado..... | 50 |
| Cuadro 8. Descripción de la función y actividades del personal encargado del manejo de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango. | 54 |
| Cuadro 9. Infraestructura para el proceso de manejo de los residuos sólidos del metamercado. | 56 |
| Cuadro 10. Tiempo y distancia utilizado en recolección de residuos solidos | 62 |
| Cuadro 11. Actividades de separación de residuos sólidos con fines de reciclaje. | 69 |
| Cuadro 12. Satisfacción de los arrendatarios con el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos. | 70 |
| Cuadro 13. Interés de arrendatarios para cambiar de entidad para que preste el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos. | 71 |
| Cuadro 14. Actividades para alcanzar los productos de cada objetivo. | 83 |
| Cuadro 15. Cronograma..... | 93 |
| Cuadro 16. Escenarios posibles para el manejo de residuos sólidos del metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango..... | 95 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Contenido | No. de página. |
|---|-----------------------|
| Figura 1 Diagrama de flujo para el manejo de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango..... | 16 |
| Figura 2. Esquema de los elementos generales para realizar la transformación de residuos orgánicos en compost..... | 42 |
| Figura 3. Organigrama del personal para el manejo de residuos sólidos..... | 52 |
| Figura 4. Centro de acopio y transferencia de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango..... | 57 |
| Figura 5. Ubicación toneles plaza norte y terminal..... | 58 |
| Figura 6. Instalaciones sanitarias inconclusas. | 59 |
| Figura 7. Equipo de transporte interno utilizado para la recolección de residuos sólidos del metamercado. | 62 |
| Figura 8. Actividades primarias de separación de residuos sólidos reciclables. ... | 64 |
| Figura 9. Ventas mal ubicadas que obstaculizan la labor de recolección de residuos sólidos..... | 65 |
| Figura 10. Camión cargando residuos sólidos en el centro de acopio y transferencia del metamercado. | 66 |
| Figura 11 Ruta del camión recolector de residuos solidos | 66 |
| Figura 12. Área del botadero de residuos solidos | 67 |
| Figura 13 Ubicación final residuos solidos | 68 |
| Figura 14. Disponibilidad de los arrendatarios a pagar por un servicio mejorado de recolección y manejo de residuos solidos | 72 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Encuesta para comerciantes del metamercado | 100 |
| Anexo 2. Sectores del metamercado para el muestreo de residuos sólidos. | 101 |
| Anexo 3. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo No.1 del metamercado. | 102 |
| Anexo 4. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo No. 3 | 103 |
| Anexo 5. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el sector terminal del metamercado. | 104 |
| Anexo 6. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo 4, plaza norte y sur del metamercado..... | 105 |
| Anexo 7. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el boulevard sur del metamercado..... | 106 |
| Anexo 8. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el Boulevard Norte del metamercado..... | 107 |
| Anexo 9. Formato composición residuos solidos | 108 |
| Anexo 10. Formato peso muestras | 109 |
| Anexo 11. Bitácora de viajes del camión recolector hacia el botadero..... | 110 |
| Anexo 12. Triangulación de la información recopilada por medio de entrevista a informantes claves. | 111 |
| Anexo 13. Entrevista a funcionarios municipales | 113 |
| Anexo 14. Cronograma | 114 |
| Anexo 15. Fotografías | 115 |
| Anexo 16. Encuestando a comerciantes sobre percepción del manejo actual de los residuos sólidos..... | 115 |
| Anexo 17. Sectorizando las instalaciones del metamercado..... | 115 |
| Anexo 18. Instrumentos de medición | 116 |
| Anexo 19. Caracterización de los residuos sólidos. | 117 |
| Anexo 20. Botadero municipal de la ciudad de Coatepeque..... | 118 |

RESUMEN

La generación de residuos sólidos, es inherente a las actividades humanas debido al avance tecnológico y al ritmo de vida actual que exige facilitar cualquier actividad sin importar el derroche de recursos innecesarios en muchos casos. La intensiva actividad comercial y sin aplicación de reglas que protejan el medio ambiente hace que en cada actividad o compra se utilicen empaques o envoltorios en su mayoría fabricados de materiales inorgánicos como plásticos y duroport que se desechan inmediatamente y por consiguiente son agentes contaminantes al ambiente debido que no se degradan o tardan siglos para esto.

Durante el periodo comprendido entre el mes de noviembre del año 2014 al mes de abril del año 2015 se realizó el estudio; “Análisis del manejo de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”, en el cual se realizó una caracterización de los residuos sólidos de este centro de comercio determinando los tipos y cantidades de residuos que se generan, su manejo y tratamiento, integración del equipo de trabajo (administrativo y operativo), percepción de los usuarios sobre el actual servicio y se elaboró una propuesta para mejorar el actual sistema.

Se determinó que en el área de estudio se generan 5.35 toneladas diarias, que son depositadas en un botadero municipal a cielo abierto generando contaminación ambiental. Del total de residuo generados al día, el 42.83% son restos orgánicos que pueden compostarse, el 15.89% son materiales de cartón, papel blanco y papel periódico que pueden reciclarse, el 11.25% son materiales inorgánicos reciclables y el 30.02% son materiales no reciclables.

La municipalidad de Coatepeque es la encargada de administrar el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos del metamercado, el cual consiste en; pre-recolección, recolección, acopio, transporte y disposición final en botadero a cielo abierto. No existe algún plan de gestión ambiental del metamercado y menos una planta específica para el manejo de los residuos sólidos.

1 INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos, denominados comúnmente residuos sólidos o basura, constituyen una fuente importante de contaminación a nivel mundial y particularmente en el país, debido a la carencia o insuficiencia de métodos y técnicas para su manejo adecuado y tratamiento integral, aspecto que ocasiona problemas ambientales de diversa índole, por su vertido en las fuentes hídricas superficiales, la generación de lixiviados que contaminan los mantos freáticos, su disposición en botaderos y en basureros clandestinos y por la incineración no controlada que genera gases contaminantes, lo que ha provocado daños a la salud de las personas, pérdidas económicas y grandes problemas en los componentes de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En las ciudades y centros poblados, se generan la mayor cantidad de residuos sólidos, existiendo diversas fuentes de producción, entre las que destacan las de tipo domiciliar, las industriales y las comerciales. Los mercados de Guatemala, son parte de las fuentes comerciales, en estos se hace evidente la acumulación de materiales residuales, los que regularmente son recolectados por medio de un mecanismo interno, acopiados en bodegas inadecuadas y posteriormente trasladados a un botadero municipal en donde son depositados sin ningún tipo de tratamiento o manejo, acumulándose en el suelo o incinerándose sin medidas técnicas de control.

El metamercado de Coatepeque, es uno de los más grandes centros de mercadeo tradicional a nivel nacional y de Centroamérica, generando considerables cantidades de residuos sólidos que son manejados de manera inadecuada, por lo que el estudio efectuado permitirá establecer criterios para el planteamiento de soluciones viables, a través del análisis de la información recopilada, misma que se relaciona con la generación y manejo de los residuos producidos, estableciendo su tipología, cantidad generada, volumen y diversos aspectos administrativos y

operativos fundamentales para su manejo integral y sostenible. La investigación aporta a la municipalidad de Coatepeque y al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-, una base informática para el desarrollo de una gestión sostenible de los residuos sólidos provenientes del metamercado municipal, que podrá ser considerada como línea base para el control de las variaciones del fenómeno a lo largo del tiempo, pudiendo medir también los resultados de las políticas, programas y proyectos que se implementen para resolver la problemática.

Además se formuló una propuesta para el manejo integral de los residuos sólidos, en la que se plantean soluciones viables, desde las perspectivas científica, técnica y práctica, misma que puede ser tomada como guía para la gestión o bien como parte de otros esfuerzos vinculados a las acciones que la municipalidad decida emprender para el mejoramiento de las condiciones actuales del metamercado municipal.

1.1 Antecedentes del problema.

En el periodo gubernamental 2008-2011, el alcalde municipal de Coatepeque, Quetzaltenango, realizó el traslado de todos los comercios de los mercados municipales y calles, a las instalaciones del metamercado del mismo municipio, haciendo de este, un centro permanente de generación de residuos sólidos y líquidos.

Desde el inicio de operaciones del metamercado, la municipalidad es la encargada de la gestión de los residuos, en este caso en particular, los cuales no han tenido un manejo adecuado y han sido recolectados, acopiados y trasladados a un botadero a cielo abierto ubicado en un precipicio, sin contar con algún proceso primario de clasificación. Una vez estos residuos son depositados en el botadero municipal tampoco reciben tratamiento que reduzca o mitigue los impactos negativos que estos generan al ambiente; al suelo (por acumulación), al agua (por arrastre de residuos a fuentes hídricas cercanas e infiltración de

lixiviados), y a la atmosfera (por la quema de los residuos y emanación de olores desagradables).

Como antecedente con relación al tema de políticas públicas vinculadas con el tema, en el año 2005, mediante acuerdo gubernativo 111-2005, se emitió la política nacional para el manejo integral de los residuos y residuos sólidos, como un instrumento para orientar y coordinar los esfuerzos nacionales en materia de manejo de residuos y residuos sólidos. La política establece que el manejo de estos debe tener un tratamiento integral en el que se prevenga y reduzca la nocividad, también se refiere a la transformación de los modelos actuales de manejo hacia un modelo sostenible.

En la política, se establecen 3 programas prioritarios: a. Programa de fortalecimiento de la institucionalidad, b. Programa de inversiones y c. Programa de comunicación y participación social. Entre sus aspectos más relevantes, la política establece como actividades estratégicas: el fortalecimiento de la capacidad institucional municipal, la creación de mecanismos para la concesión de servicios, la construcción de infraestructura y educación social urbana y rural.

En materia legal, en el Código Municipal, decreto legislativo 12-2002 y en el Código de Salud, decreto legislativo 90-97, se establecen competencias municipales con relación a la formulación y coordinación de políticas, planes, programas y proyectos para el manejo integral de los residuos sólidos (artículo 68, numeral 1, código municipal), así como la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos (artículos 102 al 108, código de salud), por lo que las municipalidades están obligadas al desarrollo de las competencias aludidas, que incluyen el desarrollo de planes, pero también la ejecución de acciones para propiciar el manejo adecuado.

Con relación a experiencias prácticas a nivel de la región, se identifica como relevante, la gestión que actualmente realizan las municipalidades de San Marcos

y San Pedro Sacatepéquez (San Marcos) en conjunto con la Mancomunidad de la Cuenca del Río Naranjo –MANCUERNA-. La experiencia consiste en la implementación de sistemas de recolección, transporte, separación y disposición final de residuos sólidos, para lo que se ha implementado infraestructura, maquinaria y una estructura organizativa para su administración.

Lográndose un impacto en reducción de la contaminación mejorando las condiciones ambientales en la cuenca a través de unos de los programas como: Programa de manejo integrado de residuos sólidos en 5 municipios de los 8 que integran la mancomunidad. (San marcos, San pedro Sacatepéquez, Esquipulas Palo Gordo, San Cristóbal Cucho, San Antonio Sacatepéquez), Palestina de los Altos, San Juan Ostuncalco, San Martin Sacatepéquez, logrando implementar 4 plantas de tratamiento de distintas localidades.

1.2 Planteamiento del problema de investigación.

El problema de la generación y disposición de los residuos sólidos en Guatemala, ha sido dimensionado mediante algunos estudios y estadísticas. Según el Instituto Nacional de Estadística –INE-, durante el año 2002, los departamentos que mayor cantidad de residuos sólidos generaron fueron: Guatemala, 29.48 % del total nacional (456,500 Ton/año), Huehuetenango, 6.25% (96,700 Ton/año), Quetzaltenango, 5.52 % (85,500 Ton/año), Alta Verapaz, 5.51 % (85,300 Ton/año) y San Marcos, 5.50 % (85,120 Ton/año). (Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2,002).

En total, en el año 2002, se producían en el país 4,242 Ton/día de residuos sólidos, el 54 % en el área urbana y 46 % en la rural. Con relación a la recolección, Guatemala recolectó el 63.41 %, Quetzaltenango el 4.99 %, Escuintla el 3.99 % y Sacatepéquez el 3.77 % de lo generado.

Los residuos urbanos, se depositaron en su mayoría en basureros municipales a cielo abierto, mientras que en el área rural, la mayoría fueron quemados,

enterrados o depositados en barrancos, según el INE (2002). Respecto a la disposición, en los años 2001 y 2002, de los 331 municipios existentes en el país, 15 utilizaban relleno sanitario, 59 botadero controlado, 219 botadero a cielo abierto y 37 no poseían lugar específico. (Instituto Nacional de Estadística -INE-, 2,002) Evidenciando la necesidad a nivel nacional en materia de investigación y manejo de residuos sólidos.

Al no efectuarse censos de la población desde el 2002, no se ha recolectado información a nivel nacional respecto al problema de los residuos sólidos y para el caso particular del municipio de Coatepeque no existan datos al respecto y menos aún del metamercado que durante ese año aún no estaba en funcionamiento. Respecto a los residuos generados en el metamercado, estos son recolectados y dispuestos en un basurero a cielo abierto que utiliza la municipalidad como lugar para la disposición final, el botadero se encuentra ubicado a pocos kilómetros del Metamercado en un barranco en cuyo fondo fluye el río Naranjo y se encuentra en una finca privada (Solano, 2,014).

Ni a nivel municipal, ni a nivel del metamercado, se han efectuado estudios que establezcan datos respecto a esta problemática, por lo que debido a la carencia de información precisa, comprobada y sistematizada, respecto a la generación, administración y disposición de los residuos sólidos en el área de estudio, se planteó como prioritario para su gestión y manejo, la realización del estudio, este se enfocó en el diagnóstico de la problemática y proceso administrativo actual, así como en el planteamiento de soluciones con base en los datos recopilados y en el análisis dentro del marco de la investigación-acción y el estudio de caso, generándose una línea base importante para el inicio de una gestión más apegada a la realidad y con base técnica.

1.3 Justificación del estudio.

La disposición inadecuada de los residuos sólidos, es una de las principales fuentes de contaminación a nivel mundial y nacional, generando impactos ambientales negativos en diversos sistemas ambientales, pero principalmente en el edáfico, hídrico y atmosférico, que sirven como sumidero para estos elementos y los contaminantes que se derivan de los mismos, por lo que la generación de información y el desarrollo de iniciativas en la materia, son factores imprescindibles para una gestión ambiental adecuada en cualquier contexto territorial y aún más a nivel local, debido a que en este ámbito la aplicación de iniciativas es de corto y mediano plazo, obteniéndose resultados de una manera más rápida en comparación con el nivel nacional.

En Guatemala, a pesar de existir una política formulada y legislación al respecto, el manejo de residuos sólidos es ineficiente, las municipalidades no han cumplido con las competencias establecidas en el Código Municipal y el Código de Salud, con relación a la formulación de planes y al desarrollo de acciones dentro de este ámbito de gestión, siendo prueba de ello la escasa o nula asignación de recursos financieros, técnicos y humano para actividades de recolección, separación, reciclaje y tratamiento en general de los residuos sólidos, explicándose en buena medida las causas de los escasos avances en la materia, a nivel de gobierno central, de los gobiernos locales y los particulares, persistiendo e incrementándose los problemas identificados con anterioridad.

Mediante el estudio, se efectuó un análisis de la producción de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, estableciéndose la cantidad y tipo de residuos generados, el lugar donde se generan a lo interno del centro de comercialización y los aspectos más relevantes de su administración actual desde la perspectiva de la planificación y la operación, planteándose una propuesta para su manejo integral, con la finalidad de aportar datos base con relación al tema y proponer alternativas técnicas de manejo adecuado, en congruencia con las

políticas actuales y la legislación nacional vinculada a la gestión municipal de los residuos sólidos.

Los resultados del estudio deben ser utilizados de manera inmediata para su aplicación por la municipalidad de Coatepeque y la administración del metamercado, también como base para la generación de estudios similares en el municipio y en otros mercados y municipios del país, en los que se puede aplicar la metodología empleada, considerando las variantes particulares para cada caso, por lo que el estudio se convierte en una oportunidad para la generación de desarrollo, desde la perspectiva de la sostenibilidad, como principio fundamental de la gestión ambiental.

1.4 Objetivos del estudio.

1.4.1 Objetivo general

Contribuir al manejo integral de los residuos sólidos en el municipio de Coatepeque, Quetzaltenango.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar los residuos sólidos generados en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.
- b) Describir el proceso administrativo-operativo del manejo actual de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque.
- c) Formular una propuesta de manejo integral y sostenible de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Marco jurídico, político e institucional del manejo de los residuos sólidos en Guatemala

2.1.1 Marco jurídico

- ✓ **Constitución política de la república de Guatemala:** La Constitución de la República (1985) en el artículo 97 define que "...El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico." También dice que "...se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación".

- ✓ **Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente:** En esa lógica, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente de 1986 (Decreto 68-86) trata de articular las competencias de gobierno en torno a varios temas ambientales, a los cuales denomina componentes del sistema ambiental. De esa cuenta, en el artículo 12, inciso B, menciona que es un objetivo de esa ley "...la prevención, regulación y control de cualesquiera de las causas o actividades que originen deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común". Más específicamente, en el artículo 16, inciso B, define que se emitirán reglamentos para regular "...la descarga de cualquier tipo de sustancias que puedan alterar la calidad física, química o mineralógica del suelo o del subsuelo que le sean nocivas a la salud o a la vida humana, la flora, la fauna y a los recursos o bienes". No existe ninguna otra mención específica en cuanto a los residuos y residuos sólidos.

- ✓ **Ley de creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN):** En el año 2000, se crea al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

(Decreto 90-2000), define como una “función” sustantiva del ente: “...formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente (Ministerio de Salud, el Ministerio de Energía y Minas y las Municipalidades).

- ✓ **Código Municipal:** (Decreto 12-2002), se hace mención sobre el tema de residuos sólidos. En el artículo 68 define las competencias municipales y en el inciso “a”, menciona como una de ellas la “...recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos; (la) limpieza y ornato (del municipio)...”.

- ✓ **Código de Salud:** (Decreto número 90-97), se establece en el artículo 102, la competencia de las municipalidades en la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables. También se menciona que para que una municipalidad pueda utilizar un lugar o construir un relleno sanitario, debe contar con la autorización del Ministerio de Salud y de La Comisión Nacional del Medio Ambiente, quienes deberán elaborar el dictamen en el plazo improrrogable de 2 meses. Por su parte el artículo 103, se refiere a la disposición de los residuos sólidos de cualquier tipo en lugares no autorizados, definiendo que es la municipalidad quien debe dar la autorización correspondiente, debiendo tener en cuenta el cumplimiento de las medidas sanitarias establecidas. De los artículos 104 al 108, se menciona la prohibición de arrojar o acumular residuos sólidos en sitios no autorizados, el establecimiento de reglamentos y normas para la regulación de los residuos hospitalarios, de la industria y el comercio y los residuos de empresas agropecuarias.

2.1.2 Marco político (síntesis de la política nacional para el manejo integral de residuos sólidos).

- ✓ **Acuerdo marco de la agenda 21:** También se cuenta con los compromisos asumidos por el Estado en el marco de la agenda 21 (Cumbre de la Tierra 1992

Brasil), la alianza centroamericana para el desarrollo sostenible y el plan nacional de acción ambiental, los cuales establecen la necesidad de contar con un marco institucional, que permita la protección y mejoramiento del ambiente en general y del manejo de los residuos sólidos en particular, como uno de los contaminantes significativos del ambiente, privilegiando el rehúso, reciclaje y el fomento de sistemas de responsabilidad empresarial compartida y extensiva hasta los usuarios finales.

- ✓ **Política nacional para el manejo integral de los residuos y residuos sólidos:** La definición de esta política, tanto el MARN como la CONADES, asumen sus responsabilidades rectora y coordinadora, en la competencia ambiental de “Manejo Integral de los Residuos y Residuos Sólidos” y por ende también asumen la responsabilidad de todas las acciones de apoyo a los entes ejecutores de esa competencia, que son las municipalidades, de manera que en forma concurrente coadyuven para resolver la problemática del país.

2.1.3 Marco institucional (entidades competentes a nivel nacional para el manejo de residuos sólidos: CONADES/MARN/URDES)

El acuerdo gubernativo 234-2004, creación de la Comisión Nacional para el Manejo de los Residuos Sólidos (CONADES), establece a la comisión como el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales e involucra a los principales actores nacionales en el tema como son: MARN que ejerce la presidencia, el Ministerio de Salud y Asistencia Social, el comisionado presidencial para el desarrollo local, la Secretaria General de Programación y Planificación (SEGEPLAN), el instituto de Fomento Municipal (INFOM), la asociación nacional de municipalidades (ANAM), y la coordinadora de asociaciones agrícolas, comerciales, industriales y financieras (CACIF). La CONADES asumirá las tareas de coordinación para ejecutar la política y su estrategia se baja en las alianzas con distintos sectores, como lo prueba la realización de esta política.

2.2 Residuos sólidos

2.2.1 Definición

Los residuos sólidos “se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales, se aplican términos más específicos a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura y, a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como residuos”. (Henry, Gary W. Heinke and J. Glynn, Marzo, 2000)

a) “Desecho sólido”: Material o conjunto de materiales resultantes de cualquier proceso u operación que esté destinado al desuso, que no vaya a ser utilizado, recuperado o reciclado.

b) “Residuo sólido:” Todos aquellos materiales o restos que no tienen ningún valor económico para el usuario pero si un valor comercial para su recuperación e incorporación al ciclo de vida de la materia.

“La diferencia: Todo material o resto que pueda ser nuevamente utilizado a través un adecuado proceso de reciclaje se denomina residuo, esté se transforma en materia prima generando un beneficio económico y una protección al ambiente, mejorando la calidad de vida”. (Ambiente libre de residuos solidos, s.f.)

2.2.2 Problemas que se derivan de la generación de los residuos sólidos

Según el (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, 2,014) “El problema de los residuos sólidos, se debe a que se producen en grandes cantidades, tienen difícil eliminación y muchos de ellos no se descomponen o tardan mucho tiempo en hacerlo”. “Como consecuencia los residuos se acumulan en el medio ambiente y generan importantes impactos”.

La inadecuada gestión de los residuos sólidos puede generar los siguientes efectos negativos al ambiente:

- a) Contaminación del suelo y de aguas superficiales y subterráneas por infiltración de lixiviados.
- b) Contaminación atmosférica
- c) Deterioro del paisaje
- d) Malos olores”

Sin embargo, uno de los principales problemas que se encuentran: “son los ecológicos, los cuales constituyen la alteración o el desequilibrio que debe existir entre los organismos y su ambiente, debido al deterioro o empobrecimiento cualitativo de este último, bien porque se transforma, se introduce o se extrae un elemento del sistema”. “Una de las posibles soluciones, ante estos problemas ecológicos, los podemos encontrar en la búsqueda de fuentes de energía alternativa como el Biogás”. (Martínez Lemus, Carballo Abreu, & Arteaga Crespo, 2,004)

“Para la producción de biogás, se utilizan una amplia variedad de bioreactores con distinta complejidad tecnológica. Existen reactores anaeróbicos de enormes dimensiones (más de 1.000 m³ de capacidad), generalmente conectados a equipos de cogeneración obteniendo como productos; calor, electricidad y un efluente sólido que puede usarse como fertilizante. Por otra parte, se pueden utilizar bioreactores de pequeñas dimensiones para aplicaciones a pequeña escala, como son los utilizados en zonas rurales para obtención de biogás a partir de estiércol animal. El fertilizante o lodo estabilizado que se produce en los bioreactores puede ayudar al mejoramiento de los suelos”. (Martínez Lemus, Carballo Abreu, & Arteaga Crespo, 2,004).

“El lixiviado es un agua que se ha contaminado por componentes de los residuos cuando se infiltra a través de un sitio de disposición final. Contiene constituyentes de desecho que son solubles, que no son retenidos por el suelo y que no son degradados química o bioquímicamente, Algunos de los constituyentes

potencialmente dañinos del lixiviado son productos de transformaciones químicas o bioquímicas de los residuos” (Manahan, 2007).

2.2.3 Tipología de los residuos sólidos

“La clasificación de los residuos, base de la legislación y normativa para su manipulación y almacenamiento. En el momento actual, desde el punto de vista legislativo, se establecen los siguientes tipos de residuos según su origen” (Martínez Lemus, Carballo Abreu, & Arteaga Crespo, 2,004):

- ✓ **“Residuos sólidos urbanos o municipales.** Son los que se originan en las ciudades y áreas próximas, e incluyen los residuos domiciliarios, los generados en vías urbanas, zonas verdes y recreativas, los de construcción, demoliciones y obras domiciliarias, animales domésticos muertos, muebles y enseres y vehículos abandonados”.

“Los residuos sólidos municipales o urbanos comprenden todos los residuos que provienen de actividades principalmente humanas desarrolladas en los núcleos de concentración poblacional, tales como capitales, municipios y pequeñas poblaciones. Donde se genera una masa heterogénea producto de la actividad doméstica, comercial y de servicios, así como los procedentes de la limpieza de calles, parques y jardines. Clasificación y composición de los residuos sólidos municipales”. (Martínez Lemus, Carballo Abreu, & Arteaga Crespo, 2,004)

2.2.4 Generación de los residuos sólidos

“Existen factores que afectan la generación de residuos sólidos municipales, a saber: la localización geográfica, la época del año, la frecuencia de recolección, características socioeconómicas de la población...”. (Irene Campos Gómez y Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica), 2000).

“En mayor o menor medida todos los habitantes de la ciudad consumen mercancías que producen residuos, sin embargo, la diferencia se da en la variedad de presentación consumida. En la actualidad se generan más desperdicios que antes, debido a que ahora la economía del mercado ofrece mayor cantidad de productos desechables, en multitud de presentaciones, cuya utilización produce desperdicios que son arrojados a la basura: bolsas, latas, celofán, cartón, unicel, vidrio, plástico, madera, papel, aluminio y envases Tetra-pack, entre otros”. (Lorenzo Escamiroso Montalvo, Carlos del Carpio Penagos, Gabriel Castanda Nolasco y Carlos Quintal Franco, 2001).

2.2.5 Residuos orgánicos

“Los residuos orgánicos son el conjunto de residuos provenientes de vegetales o animales o sus subproductos. Forman parte de más de la mitad de nuestros desperdicios y tienen la particularidad de poder desintegrarse o descomponerse: son biodegradables”. (Cantoni, 2010)

2.3 Manejo de residuos sólidos

2.3.1 Definición de manejo de residuos sólidos

Es un sistema holístico, conformado por normativas, financieras y aplicado a las “diversas etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos”. (Bentacourt Pineda & Pichs Herrera, 2,004, págs. (En línea). Consultado, 12 de Agosto 2014)

2.3.2 Tipos de manejo

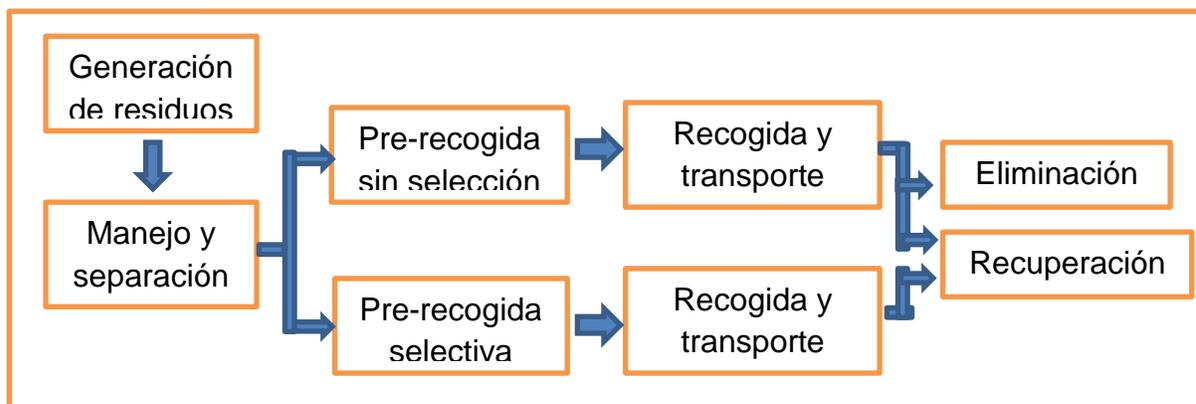
- ✓ "**Vertederos:** Es el destino principal de la mayoría de los residuos. Se requiere que se sitúen en suelos impermeables para evitar la contaminación de las aguas y un sistema de enterramiento controlado”.

- ✓ “**Incineradoras:** Reducir la cantidad de residuos. Puede generar energía aprovechable pero destruye materiales potencialmente útiles”.
- ✓ “**Recogida selectiva:** Selección de residuos por el tipo, en contenedores diferentes que permite el reciclaje de los mismos: papel, vidrio, plásticos, etc”.
- ✓ “**Compostaje:** La materia orgánica se somete a procesos de fermentación para dar compost, material que puede ser utilizado como abono en agricultura y jardinería”. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, 2,014).

2.3.3 Componentes del manejo de los residuos sólidos

Según (Maria del Pilar Miranda, Rosa Maria Claramunt Vallespi, Maria del Pilar Cornago Ramirez, Consuelo Ecolastico de Leon, Soledad Esteban Santos, Maria Angeles Farran Morales., 2008) presentan un esquema de las etapas en la gestión de los residuos sólidos.

Figura 1 Diagrama de flujo para el manejo de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.



Fuente: (Maria del Pilar Miranda, Rosa Maria Claramunt Vallespi, Maria del Pilar Cornago Ramirez, Consuelo Ecolastico de Leon, Soledad Esteban Santos, Maria Angeles Farran Morales., 2008)

a) Pre-recogida:

Esta fase comprende las operaciones de depósito del residuo en el lugar de generación y su presentación para ser recogidos por parte de los servicios

municipales. Los ayuntamientos establecen ordenanzas que contienen las prescripciones técnicas, así como los lugares y horarios establecidos.

La pre-recogida puede ser: Sin selección o selectiva: En la primera se deposita toda la basura para su recogida conjuntamente en bolsas, cubos o contenedores. Este sistema tiene una clara desventaja ya que no se potencia su separación en origen para su posterior reciclado y reutilización.

La pre-recogida selectiva consiste en el depósito de residuos ya separados por los ciudadanos. Esta separación puede ser:

- ✓ En el domicilio
- ✓ Por área de aportación.
- ✓ En el punto limpio.

En el domicilio, mediante la separación en bolsas de envases y bolsas de restos que se depositan en contenedores o cubos.

Por área de aportación, que son zonas de la vía pública, u otros lugares de acceso público, en las que se sitúan contenedores para la recogida de una o varias fracciones y a las que el ciudadano debe desplazarse para depositar sus residuos.

En punto limpio, es una instalación específica, fija o móvil, donde se recogen residuos de origen doméstico que, por su naturaleza (gran volumen o peligrosidad), no son aptos para eliminarlos a través de los medios convencionales de recogida de residuos.

b) Recogida:

Esta etapa consiste en las operaciones de carga de las bolsas o los contenedores con los residuos urbanos de la fase anterior sobre vehículos específicos, que recorren los distintos puntos de carga de los contenedores según las ordenanzas municipales.

c) Transporte:

Es la operación de recorrido del vehículo con los residuos sólidos hasta su punto de destino final.

2.3.4 Objetivos del manejo de residuos sólidos

- ✓ Reducción de la generación de residuos en fuente.
- ✓ Incrementar la desviación de los residuos que se confinan.
- ✓ Valorización de los materiales en las operaciones municipales.
- ✓ Reducir el impacto ambiental de los lixiviados de los rellenos sanitarios.
- ✓ Reducir el consumo de energía.

2.3.5 Estrategias de manejo de residuos sólidos

- ✓ Sensibilizar a todos los sectores sobre los beneficios de reducir la generación y la importancia que tiene el manejar y disponer adecuadamente los residuos sólidos.
- ✓ Implantar incentivos que ayuden a reducir los residuos en la fuente.
- ✓ Fortalecer la capacidad del municipio para prestar los servicios de recolección, transportación y disposición final de los residuos municipales.
- ✓ Compostar el material orgánico generado en las residencias, comercios.

2.3.6 Manejo integral de los residuos sólidos

Según (Gándara, 2011) “conjunto de planes, normas y acciones para asegurar que todos sus componentes sean tratados de manera ambientalmente adecuados, técnicamente y económicamente factible y socialmente aceptable. El manejo integral de residuos sólidos presta atención a todos los componentes sin importar su origen y considera los diversos sistemas para su tratamiento como son: reducción en la fuente, reuso, reciclaje, compostaje, incineración con recuperación de energía (proceso de combustión a alta temperatura, generalmente arriba de 900°C, en instalaciones que operan bajo condiciones estrictamente controladas, la

energía que se obtiene durante la combustión se aprovecha para generar electricidad) y disposición final en rellenos sanitarios”.

“Actividades relacionadas con el control en la generación, separación, almacenamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos, de forma que armonicen con los principios económicos, sociales y ambientales”.
(Carvajal Florez, 2,013)

2.3.7 Aspectos sociales ligados a la gestión de residuos sólidos

La participación comunitaria en el manejo de residuos sólidos, se produce mediante la implementación de la estrategia denominada 3 Rs, consistente en ejecutar acciones para la reducción, reutilización y reciclaje, complementándose con la elaboración de abono orgánico o compost.

Para dicha estrategia de manejo de los residuos sólidos que buscan ser más sustentables con el medio ambiente, según (Marcos Arturo Rodríguez Salinas, Ana Córdova, 2006) “como el primer paso se presenta la reducción en la generación que, a través de un cambio en los patrones de fabricación y de consumo de los satisfactores humanos, disminuye la cantidad de los residuos generados. La segunda etapa es el reuso que consiste en volver a usar un residuo para el mismo uso original o para otro uso. La siguiente etapa es el Reciclaje que se define como la transformación de un residuo en un nuevo satisfactor. A diferencia del reuso, en el reciclaje se requieren de materiales, energía y trabajo para la transformación del residuo”.

“La composta se define como el producto de la degradación aeróbica de residuos orgánicos. Es un material inodoro, estable y parecido al humus que no representa riesgo sanitario para el medio ambiente natural y social. Se produce bajo condiciones controladas que recrean, favorecen y, en ocasiones, aceleran las condiciones naturales de generación del humus”.

2.3.8 Manejo de residuos sólidos en mercados y centros de comercialización.

Según (Gestión medioambiental en el comercio, 2010) “en caso de mercados de abastos y comercios dedicados a productos de alimentación perecederos, los residuos orgánicos constituyen residuos con una especial gestión de los que debe hacerse una recogida selectiva. De la fermentación de los residuos orgánicos se puede obtener compost”.

2.4 Mercados: centrales de abasto

2.4.1 Definición de central de abasto

Mercado: Según la (cámara oficial de comercio, industria y navegación de Málaga, 1996), “los mercados municipales son espacios de distribución comercial dedicados esencialmente a la venta de productos de consumo cotidiano, con una importante especialización en productos perecederos, conformados por puntos de actividad de tipología tradicional.”

Según la Dirección General de Comercio Interior Español, un mercado de abastos, es un conjunto de establecimientos minoristas, fundamentalmente de alimentación, agrupados en un edificio, y que presentan una gestión de funcionamiento común controlada por un Ayuntamiento u otra entidad por concesión de éste.

Además habitualmente, un mercado de abastos reúne varias de las siguientes características:

- ✓ Situación en un edificio de uno o dos niveles como máximo.
- ✓ Localización en el interior de las ciudades
- ✓ Puestos de tamaño pequeño.
- ✓ Gestión de funcionamiento común
- ✓ Locales técnicos y servicios comunes a todos los comerciantes

Para (González, Concepto de mercado y sus tipos, 2002), en términos económicos generales, el mercado designa aquel conjunto de personas y

organizaciones que participan de alguna forma en la compra y venta de los bienes y servicios o en la utilización de los mismos. Para definir el mercado en el sentido más específico, hay que relacionarlo con otras variables, como el producto o una zona determinada.

En el mercado existen diversos agentes que se influyen entre sí, dando lugar a un proceso dinámico de relaciones entre ellos. Al mismo tiempo, el mercado está rodeado de varios factores ambientales que ejercen en mayor o menor grado una determinada influencia sobre las relaciones y estructuras del mismo.

2.4.2 Tipos de mercado

De acuerdo con (González, Concepto de mercado y sus tipos, 2002), los mercados pueden clasificarse principalmente con base en las características de los compradores y con base en la naturaleza de los productos, de la siguiente manera:

Los mercados de consumo

Son aquellos en los que se realizan transacciones de bienes y servicios que son adquiridos por las unidades finales de consumo. Estos mercados pueden dividirse en tres tipos principales:

a.) Mercados de productos de consumo inmediato.

Son aquellos en los que la adquisición de productos por los compradores individuales o familiares se realiza con gran frecuencia, siendo generalmente consumidos al poco tiempo de su adquisición. Es el caso del pescado, de la carne, las bebidas, etc.

b.) Mercados de productos de consumo duradero.

Son aquellos en los que los productos adquiridos por los compradores individuales o familiares son utilizados a lo largo de diferentes períodos de tiempo hasta que pierden su utilidad o quedan anticuados, por ejemplo: los televisores, los muebles, los trajes, etc.

c.) Mercados de servicios.

Están constituidos por aquellos mercados en los que los compradores individuales o familiares adquieren bienes intangibles para su satisfacción presente o futura, ejemplo: los servicios, la lavandería, enseñanza, salud, etc.

2.4.3 Actividades que se realizan en los mercados

Según (Jiménez, 2002) los mercados de abastos o mercados se destacan las funciones de:

- a) Abastecimiento:** Los mercados constituyen la base en la comercialización de alimentos perecederos.
- b) Fomento de economías de aglomeración:** Su presencia permite la concentración de la oferta tanto en establecimientos ubicados en su interior como en las proximidades, lo cual facilita el acto de compra al usuario.
- c) Regulador zonal de precios y competencia:** Los menores costes estructurales que soportan los establecimientos, al ser de propiedad municipal, y la fuerte concentración de la oferta en un mismo espacio, presiona los precios a la baja e intensifica la competencia.
- d) Generación de externalidades positivas:** Los mercados de abastos son una pieza clave en la revitalización de barrios y cascos históricos, ya que frenan el despoblamiento de la zona y favorecen la localización de establecimientos comerciales, de restauración, oficinas, etc.
- e) Producción de servicios:** Almacenamiento, preparación de productos.

f) **Imagen social:** La buena imagen tradicional de las plazas de abastos está forjada en la calidad de los productos, en el trato personalizado de los operadores con los clientes y en la vocación de servicio a la ciudad.

3 METODOLOGÍA.

En este capítulo se describe el proceso que se realizó durante la investigación planteada, identificando el enfoque de la investigación, los métodos, las técnicas y los instrumentos.

3.1 Método seleccionado

El enfoque de la investigación desarrollada fue mixto (cualitativo y cuantitativo). El método principal fue el estudio de caso y los métodos complementarios: el diseño narrativo, la teoría fundamentada y el diseño cuantitativo no experimental de tipo transversal descriptivo.

3.2 Categorías de análisis de la investigación

Las principales categorías de análisis de la investigación fueron: a) Generación de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque y b) Manejo de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque. A continuación se presentan varias definiciones respecto a ambos.

3.2.1 Definición conceptual

a) Generación de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque:

De acuerdo a (Castells, 2012) “La generación de residuos, es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc., se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.” El presente estudio considera por residuo sólido al material sobrante o producto de una determinada actividad o proceso humano, que ya no tiene otra función para la actividad que lo generó. Incluye todo artículo desechado, los lodos y los residuos peligrosos. Se excluyen los residuos radioactivos y los residuos locales de minería. Para el presente estudio el enfoque fue la producción de estos residuos como consecuencia de las

actividades que se efectúan en el Metamercado de Coatepeque, vinculadas a las transacciones comerciales.

b) Manejo de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque:

Conceptualmente el manejo de residuos sólidos abarca “las actividades relacionadas con el control en la generación, separación, almacenamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos, de forma que armonicen con los principios económicos, sociales y ambientales”. (Carvajal Flores, 2,013), por lo que para el presente estudio, se consideró como manejo la actividad administrativa en materia de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos provenientes del metamercado.

3.2.2 Definición operacional

Las categorías definidas, se operacionalizaron de la manera que se describe a continuación:

a) Generación de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque

Los indicadores que conformaron esta categoría son:

- ✓ Cantidad de residuos sólidos generados en el metamercado.
- ✓ Tipos de residuos sólidos generados en el metamercado.

El procedimiento para operacionalizar las categorías se describen en la matriz de operacionalización (cuadro 1).

a.1. Validación de técnicas e instrumentos:

Para esta categoría de análisis (generación de residuos sólidos) fue necesario la calibración y/o validación de las técnicas e instrumentos utilizados. Para este proceso se tomó un metro cubico de residuos, representativo de los diez sectores del metamercado, el cubo de metal elaborado para este trabajo midió; 1 m x 1 m x 1 m.

El cubo se llenó con un promedio de 20 bolsas de residuos. Por lo que se decidió tomar dos bolsas al azar por cada uno de los diez sectores para completar una muestra de un metro cubico representativa del metamercado.

El peso se determinó, utilizando una báscula de mano y otra tipo romana, en la que se pesaron los residuos, por medio de un recipiente tarado que en este caso fue un tonel de 200 lts.

Con esta práctica fue posible garantizar la confiabilidad en la metodología, para obtener la información de peso, volumen, tipos de residuos y densidad total de los mismos.

a.2. Cálculo de la cantidad de residuos sólidos generados en el Metamercado:

Para el cálculo de la cantidad de residuos sólidos que se generan en el metamercado se realizaron 4 muestreos de 8 días de duración c/u, tomando un total de 32 unidades de muestreo de un metro cubico cada una. Cada unidad de muestreo se conformó por submuestras tomadas de cada uno de los diez sectores del metamercado (2 bolsas llenas de residuos sólidos por cada sector). La cantidad de muestras se deriva del teorema del límite central, que indica que a partir de 30 unidades muestréales, las características de la muestra son muy similares a las de la población.

Las unidades de muestreo fueron obtenidas el mismo día de los sectores del metamercado y mezcladas en el cubo de metal antes descrito, con el propósito de obtener 1 metro cúbico de residuos sólidos, este metro cúbico se tomó como representativo de los residuos generados por día en el metamercado. La temporalidad para la captación de las muestras fue de 3 meses, de enero a marzo del año 2015 (ver cronograma en anexos No. 14).

El peso, volumen y densidad total, calculado en cada muestra fue la base para estimar la cantidad de residuos sólidos que se generan en un día en el metamercado.

Se clasificó el total de residuos sólidos del metro cúbico y se procedió a su pesaje para calcular la cantidad de residuos sólidos en peso por tipo de desecho.

Para hacer el cálculo de generación de residuos sólidos por día en el metamercado, se cubió el contenedor del camión que se utiliza para transportar los residuos hacia el botadero municipal y se contabilizó la cantidad de viajes que se realiza en un día durante un periodo de 31 días y con estos datos se logró estimar el número de metros cúbicos de residuos sólidos generados en el día en el metamercado, a través de un promedio. El formato de registro se presenta en el anexo (No.10).

Con los datos de peso y volumen de residuos sólidos generados por día, se hizo una proyección por semana, mes y año. Y se realizó la conversión de toneladas a kilogramos por unidad de tiempo (día, semana, mes y año), a través de la densidad conocida.

La determinación en volumen, es de utilidad para realizar cálculos de la capacidad del lugar para la disposición final, para el caso en que se decida implementar un relleno sanitario, así también para establecer lugares y formas de acopio y determinar aspectos vinculados con el transporte de los residuos (transporte a lo

interno del metamermercado y transporte del metamermercado a los sitios donde se efectúe el manejo).

El establecimiento del peso, permitió determinar la densidad del total de los residuos generados y expresar la cantidad de los mismos en kilogramos y toneladas métricas, con el propósito de efectuar diversos cálculos de utilidad para su administración.

a.3. Determinación de los tipos de residuos sólidos generados en el metamermercado:

Los residuos sólidos contenidos y pesados en el cubo metálico (1 metro cubico) se vaciaron y separaron por tipo de material permitiendo posteriormente el cálculo de porcentajes de residuos generado por cada tipo de desecho en peso.

El porcentaje, permite realizar comparaciones entre tipos de residuos generados y prospecciones para desarrollar el manejo y aprovechamiento de los mismos según cada tipo.

El procedimiento utilizado para el cálculo del volumen, peso y porcentaje, se describe en el apartado denominado pasos del trabajo de campo, apartado 3.7.

b.) Manejo de residuos sólidos:

Durante la operacionalización de esta categoría, se estableció ¿cuál es el manejo actual que se efectúa a los residuos sólidos generados en el metamermercado de Coatepeque? Los indicadores que se tomaron como base son los siguientes:

- ✓ Políticas y normatividad para el manejo de los residuos sólidos.
- ✓ Aspectos organizativos e institucionales para la administración de los residuos sólidos.
- ✓ Capacidad instalada (infraestructura, maquinaria, equipo, vehículos e insumos) para el manejo de residuos sólidos.

- ✓ Aspectos operativos y financieros.
- ✓ Proceso administrativo.

Los indicadores para cada categoría de análisis, los procedimientos a utilizar y los instrumentos, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Matriz de operacionalización de las categorías de análisis.

| Categorías de análisis | Indicadores | Descriptor del indicador | Procedimiento e instrumentos utilizados |
|--------------------------------|--|--|---|
| Generación de residuos sólidos | Cantidad de residuos sólidos generados en el metamercado | <p>Cantidad de residuos sólidos generados según los criterios:</p> <p>1) Los residuos sólidos se cuantificaron en dimensionales de peso y volumen, el peso se midió en kilogramos y en toneladas métricas; el volumen en metros cúbicos, estableciéndose también la relación entre peso y volumen, es decir la densidad (kg/m^3 o TM/m^3).</p> <p>2) Se estimó la cantidad de residuos sólidos generados por el dimensional tiempo, considerándose la cantidad de residuos sólidos generados por día, semana, y estos resultados se proyectaron por mes y año.</p> | <p>1) Se realizó el pesaje y determinación del volumen. Para el cálculo de peso se utilizó una báscula de mano y una romana, para el cálculo del volumen un recipiente de volumen conocido (1 m^3) y para determinar la densidad se utilizó la: formula $d=p/v$ en donde p = peso, y v = volumen.</p> <p>2) Para la obtención de datos se realizaron cuatros fases de muestreo con 8 muestras por fase para cumplir con el teorema de limite central que establece un mínimo de 30 muestras para que los resultados sean representativos.</p> |
| | Tipos de residuos sólidos generados en el Metamercado | <p>Se determinó el tipo de residuos sólidos generados en el Metamercado, de acuerdo a los siguientes criterios:</p> <p>1) La tipología utilizada es la siguiente: a) residuos orgánicos, b) plástico, c) restos sanitarios (papel higiénico, pañales) d) papel (blanco, cartón, periódico), e) metales (aluminio, latas ferrosas,</p> | <p>1) La clasificación se procesó por medio de los formatos ubicados en anexo 9.8.</p> <p>2) Basado en la fórmula: Cantidad total generada por día, semana, mes y año con la totalidad del metamercado.</p> |

| Categorías de análisis | Indicadores | Descriptor del indicador | Procedimiento e instrumentos utilizados |
|--------------------------------|---|---|--|
| Generación de residuos sólidos | Tipos de residuos sólidos generados en el Metamercado | <p>otros) f) tetra pack, g) duroport, h) vidrio, i) textil.</p> <p>2) Con los resultados del muestreo se proyectó el volumen que se genera en metros cúbicos del total de residuos sólidos que se generan en el metamercado por día, semana, mes y año.</p> <p>3) Se calculó el peso por cada tipo de residuos.</p> | <p>3) Balanza para calcular el peso</p> <p>4) La separación se realizó utilizando equipo de protección (guantes, mascarilla, botas de hule, casco, anteojos protectores) y pala.</p> |
| Manejo de residuos sólidos | Políticas y normatividad para el manejo de los residuos sólidos | Recopilación de los acuerdos y cualquier documento oficial del concejo municipal, resoluciones, actas administrativas que contenga reglamentos y políticas para el manejo de los residuos sólidos en el metamercado. | Entrevista con los funcionarios y recopilación de datos. |
| | Aspectos organizativos e institucionales para la administración de los residuos sólidos | <p>Identificación de los aspectos organizativos para el manejo de los residuos sólidos en el metamercado, identificando los siguientes aspectos:</p> <p>1) Entidad (es) que se encarga del manejo de los residuos sólidos: nombre de la entidad, tipo de entidad, visión, misión, objetivos, fecha de creación, funciones que realiza,</p> <p>2) Organigrama administrativo de los residuos</p> | Los aspectos organizativos de la entidad responsable se identificaron a través de la información proporcionada por funcionarios municipales. |

| Categorías de análisis | Indicadores | Descriptor del indicador | Procedimiento e instrumentos utilizados |
|----------------------------|---|--|--|
| Manejo de residuos sólidos | | <p>sólidos,</p> <p>3) Descripción de los puestos de las personas que participan en la administración de los residuos sólidos (objetivos, requisitos funciones y atribuciones), cantidad de personas por puesto.</p> | <p>Los aspectos organizativos de la entidad responsable se identificaron a través de la información proporcionada por funcionarios municipales.</p> |
| | La capacidad instalada | <p>Infraestructura para el manejo de residuos sólidos</p> <p>Para el manejo de residuos sólidos se determinó a través de los criterios siguientes:</p> <p>1) Descripción de la infraestructura utilizada para el manejo de los residuos sólidos: materiales de construcción, tamaño, cantidad.</p> <p>2) Ubicación de la infraestructura mediante la georreferenciación en imagen de google earth.</p> | <p>1) La descripción se logró a través de entrevistas y observaciones de campo.</p> <p>2) Se georreferenciaron con GPS los puntos de la ubicación de las infraestructura utilizada.</p> |
| | <p>Aspectos operativos y financieros</p> <p>Aspectos operativos y</p> | <p>Los aspectos operativos y financieros objeto de estudio son:</p> <p>1) Operativos: Cantidad de personal, puesto que desempeña, tipo y cantidad de maquinaria, equipo y vehículos, mantenimiento de infraestructura, maquinaria, equipo y vehículos, tipo y cantidad de insumos. (como se realizan estos pasos)</p> | <p>1) Información proporcionada por las entrevistas y encuestas realizadas a los encargados de la gestión de este aspecto.</p> <p>2) En lo referente a lo financiero se recabaron datos por medio de entrevistas dirigidas al personal</p> |

| Categorías de análisis | Indicadores | Descriptor del indicador | Procedimiento e instrumentos utilizados |
|-------------------------------|------------------------|---|--|
| Manejo de residuos sólidos | financieros | 2) Financieros: a) costos del manejo, b) ingresos provenientes del manejo. | responsable en las instalaciones del metamercado así como en la municipalidad. |
| | Proceso administrativo | Descripción de las etapas que conforman el proceso administrativo de los residuos sólidos, tomando como base las siguientes: recolección, transporte y disposición final. | Entrevistas con los encargados y observaciones de campo. |

Fuente: (Elaboración propia a partir de trabajo de gabinete, 2,014).

3.3 Contexto espacial y temporal

El estudio se desarrolló en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, en las instalaciones del metamerca municipal, pero también se visitaron el edificio de la municipalidad.

Con relación a su contexto temporal, la investigación fue de índole transversal, considerando las circunstancias del fenómeno al momento en que fue objeto de estudio. El lapso de duración del estudio fue de 6 meses, información que se amplía en el cronograma de actividades.

3.4 Fuentes de información

- a) **Primarias:** Son los actores que intervienen en el proceso administrativo de los residuos sólidos, así como los entes generadores de los mismos; entre las fuentes personales, se encuentran, proveedores, usuarios y locatarios del mercado, empleados y funcionarios municipales del municipio de Coatepeque, así como otras personas vinculadas con la temática.

- b) **Secundarias:** Las fuentes secundarias de la investigación, son de tipo documental, conformadas por documentos en formato digital e impreso, archivos originales de prensa, artículos de revistas y memorias que se utilizaron para brindar datos a la investigación y las fuentes de datos que utilizadas para sustentar la investigación, elaborar el marco teórico, el análisis de la información y planteamiento de las diversas partes de la estructura del plan e informe de investigación. Siendo estos: revista virtual; perfil ambiental de Guatemala –IARNA-, sitio web; agencia de protección ambiental de Estados Unidos –EPA-, plan de desarrollo municipal 2,010 del municipio de Coatepeque, Quetzaltenango, entre otros.

3.5 Características de los informantes

Los informantes para el estudio, se dividió de la siguiente manera:

a) **Informantes institucionales:**

Son personas que trabajan en alguna institución vinculada con el estudio, los que se identifican en esta primera fase son: empleados de la municipalidad.

b) **Informantes particulares:**

Son personas que laboran en el metamerca municipal, usuarios y comerciantes.

3.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos.

3.6.1 Técnicas para la recolección de datos

- ✓ **Entrevistas:** Las entrevistas no estructuradas, se utilizaron para adquirir información complementaria a la investigación o datos procedimentales. Las entrevistas semiestructuradas, se desarrollaron de acuerdo a las guías que se presentan en los anexos (No. 13) del presente documento.
- ✓ **Observación:** Fue de tipo no estructurado, es decir no existió una guía para su desarrollo. Se utilizó para recopilar información durante las entrevistas, recorridos y consultas documentales. En los anexos se presenta el formato para su sistematización.
- ✓ **Consulta documental:** para el desarrollo de la consulta de documentos impresos y en formato digital se utilizó el formato que se presenta en los anexos.
- ✓ **Georreferenciación:** se obtuvo mediante el uso del sistema de posicionamiento global (G.P.S) de tipo navegador, utilizándose para establecer las referencias geográficas de lugares importantes en imágenes de Google Earth Pro.

- ✓ **Muestreo:** Se efectuó un muestreo a base del teorema del límite central con los residuos sólidos del metamercado municipal de Coatepeque, consistente en 32 metros cúbicos integrados por muestras formadas a partir de 2 sub-muestras de cada uno de los 10 sectores que conforman el metamercado, calculándose el peso, la densidad y la composición de la muestra. Los datos provenientes de los 32 metros cúbicos de muestras se promediaron y se establecieron estimaciones de la producción diaria, mensual y anual de residuos sólidos, en volumen y en peso.

- ✓ **Encuesta a arrendatarios de predios en el mercado:** se utilizó el teorema del límite central para utilizar una muestra de 100 personas, distribuidas en todo el metamercado, con el propósito de obtener representatividad. La guía de encuesta se establece en los anexos (No. 1) y tiene como propósito establecer aspectos como: la determinación de la utilización del servicio municipal de recolección, el establecimiento del costo de la recolección para los arrendatarios, la disponibilidad de pagar por el servicio, la importancia del manejo de residuos sólidos, la frecuencia de recolección y otros aspectos relevantes. Se utilizaron los promedios y frecuencias para analizar los datos.

3.6.2 Instrumentos para la recolección de datos

Para aplicar las técnicas identificadas, se usaron los siguientes instrumentos:

- ✓ Para realización de entrevistas: Guías de entrevistas semiestructuradas, grabadora de voz, cámara fotográfica, libreta de notas.

- ✓ Para recopilar información documental: Formato para recopilar información sobre fuentes documentales.

- ✓ Para la observación: formato de sistematización de observaciones no estructuradas, guías de observación estructurada y guía de entrevistas semi estructuradas y sistematización de observaciones no estructuradas.

- ✓ Para el geo-posicionamiento: GPS navegador Samsung, imágenes de google Earth Pro.
- ✓ Para el muestreo: recipientes plásticos para recolectar los residuos, balanza, recipiente graduado para establecer el volumen, calculadora.
- ✓ Para la encuesta: guía de encuesta.

Para el caso de las guías de entrevistas y el formato para recopilar información de fuentes documentales, estos fueron validados, mediante su prueba en campo, por lo que la validez de los mismos fue comprobada durante el estudio.

3.7 Pasos del trabajo de campo.

- ✓ Validación de los instrumentos de recopilación de datos: Esta actividad se realizó en dos momentos: 1. Al inicio de la investigación mediante prueba de campo y 2. Durante el transcurso de la investigación.
- ✓ Recorridos de campo: los recorridos del campo sirvieron para efectuar las observaciones, toma de datos geográficos, también para establecer aspectos contextuales y contactar personas para las entrevistas.
- ✓ Desarrollo de entrevistas: Se efectuaron de acuerdo a las guías de entrevistas semiestructuradas que aparecen en los anexos. De ser necesario se entrevistaron más de una vez a los informantes clave.
- ✓ Captura de información geográfica: Mediante el uso de GPS, se tomaron datos relativos a la ubicación de lugares, medición de recorrido y objetos, esta información se ordenó en el formato elaborado para el efecto que se encuentra en los anexos del presente documento.

- ✓ Desarrollo de encuestas: se realizaron 100 distribuidas en los diferentes ambientes del metamercado.
- ✓ Muestreo: Se realizó conformando 32 unidades de muestras de residuos sólidos con 1 metro cúbico de volumen cada una, estas muestras se conformaron por submuestras extraídas de las diferentes áreas, con el propósito de que cada muestra sea representativa del metamercado. Para cada muestra se estableció el peso en kilogramos, además se estableció el tipo de residuos sólidos que contiene cada una de ellas, realizando una primera clasificación entre residuos orgánicos e inorgánicos y luego también se clasificaron los inorgánicos en diversos subtipos, como lo indica el marco teórico del presente documento.
- ✓ Determinación de la densidad del total de los residuos sólidos que se generan en el metamercado.
- ✓ Determinación de la composición física de los residuos.

3.8 Técnicas seleccionadas para analizar los datos.

El análisis de la información recopilada se realizó mediante la técnica de triangulación, con el propósito de comprobar la veracidad de los datos y complementar la información recopilada, reconstruyendo la realidad que se estudia.

Se utilizó la inferencia deductiva e inferencia inductiva; partiendo del marco teórico para buscar las categorías de análisis en la realidad.

Para los resultados de la encuesta también se trabajó con promedios y el análisis de las frecuencias, a partir de esta información se utilizó análisis deductivos-inductivos.

La información geográfica obtenida, se procesó mediante su ubicación en imágenes de Google Earth Pro.

4 PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se desarrolla el análisis e interpretación de los datos obtenidos en esta investigación.

El capítulo se divide en dos subcapítulos, el primero relativo a la caracterización de los residuos sólidos del metamercado municipal de Coatepeque y el segundo que contiene la descripción del proceso administrativo y operativo para su manejo actual. El análisis de los datos, así como las conclusiones y recomendaciones, fue la base para la formulación de la propuesta de manejo integral que se presenta en este documento.

4.1 Generación de residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque.

4.1.1 Tipo de residuos sólidos generados.

En el cuadro número 2 se indican los tipos de residuos sólidos que se generan en el metamercado municipal de Coatepeque, y el porcentaje (en relación a su peso) de representatividad que tienen del total generado.

Cuadro 2. Tipos de residuos sólidos generados en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.

| Tipo de residuo | Subdivisión | Porcentaje % | |
|-----------------------|--|--------------|--------|
| Orgánico compostables | Frutas, vegetales, restos de alimentos | 42.83% | |
| Orgánico reciclable | Papel blanco | 3.08% | 15.89% |
| | Cartón | 8.10% | |
| | Papel periódico | 4.71% | |
| Total orgánico | | 58.72% | |

| Tipo de residuo | Subdivisión | Porcentaje % | |
|-----------------------|---------------------------|--------------|-------|
| Inorgánico reciclable | | | |
| Plástico | PET | 5.00% | 5.00% |
| Metales | Aluminio | 2.65% | 6.25% |
| | latas ferrosas | 1.74% | |
| | Otros (tornillos, clavos) | 1.86% | |
| Total inorgánico | | 11.25% | |
| No reciclable | | | |
| Restos sanitarios | Papel higiénico | 5.98% | |
| | Pañales | 2.82% | |
| Textil* | | 1.79% | |
| Bolsas** | | 14.34% | |
| Tetra pack | | 1.13% | |
| Vidrio y otros*** | | 2.07% | |
| Duroport | | 1.89% | |
| Total no reciclable | | 30.02% | |

Fuente: elaboración propia. 2015.

*: Los materiales con los que se fabrica la ropa, se fundamentan en el algodón, aunque encontramos lanas, poliéster, seda o nylon entre otros muchos. Es por ello que las empresas de reciclaje de ropa y textiles, tienen grandes dificultades para separar estos materiales. <http://www.inforeciclaje.com/reciclaje-ropa.php>

** : Localmente no hay demanda en los negocios de reciclaje.

***. Restos de cerámica, ventanas, bombillas. No hubo presencia de botellas o envases enteros debido a la demanda en reciclaje.

Como puede observarse en el cuadro 2, el mayor porcentaje de residuos sólidos generados en el metamercado son los residuos orgánicos, los cuales se subdividen en compostables con una representación del 42.83% y reciclables (no compostables) con 15.89%, seguido por los materiales inorgánicos reciclables con el 11.25% y los materiales no reciclables con el 30.02%.

Con relación a los residuos orgánicos, la mayoría son restos de vegetales que son comercializados en el metamercado, estos pueden ser transformados en abono orgánico para agricultura, jardinería, huertos etc. Transformar los restos orgánicos principalmente de vegetales por medio del proceso de compostaje que tiene las siguientes ventajas:

- a) El abono puede ser comercializado, obteniendo ingresos económicos para ser reinvertidos en el proceso de manejo de residuos sólidos del metamercado.
- b) El uso de abono orgánico por parte de los agricultores, reduce la cantidad de fertilizantes químicos utilizados y mejora la calidad de los suelos agrícolas, lo que permite proteger la salud de las personas, el ambiente en general (particularmente las fuentes de agua y el suelo), así como propiciar el ahorro de recursos económicos en agricultores de autoconsumo y ser fuente de ingresos extras por la venta de excedentes de la producción.
- c) En especial en los cuerpos de agua, reduce la eutrofización acelerada de los cuerpos hídricos, principalmente los de tipo lenticos, al reducir la cantidad de fósforo y potasio disueltos que aportan los fertilizantes químicos.
- d) El abono puede ser utilizado por la municipalidad en proyectos de jardinería, reforestación y de cultivos para beneficio social.
- e) Se reduce la cantidad de material que es dispuesto en vertederos y botaderos, lo que reduce la contaminación del suelo y el agua.

Para realizar la transformación de los residuos orgánicos en abono se recomienda el proceso de compostaje por ser práctico y económico, necesitan de la integración de este proceso dentro del componente administrativo para su adecuada planificación y ejecución.

Figura 2. Esquema de los elementos generales para realizar la transformación de residuos orgánicos en compost.



Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se cuenta con el primer elemento que son los residuos sólidos orgánicos, que a través de la planificación del proceso administrativo se convierte en compost. Debe definirse un proyecto con todos los recursos necesarios para realizar el proceso de compostaje de los restos orgánicos para obtener el abono orgánico compost.

Teóricamente los residuos orgánicos frescos, principalmente hortalizas contienen entre 78% a 82% de agua; es decir un contenido de sólidos que varía del 18% (residuos con mayor cantidad de verduras y yerba) hasta un 22% (residuos con más restos de pan, fideos y comidas desechadas no consumidas) (Eg-ingeniería, s.f.).

Considerando un promedio de 80% de contenido de agua de los residuos orgánicos frescos, y que el producto terminado (compost) tiene en promedio 10% de humedad. En conclusión del 100% de residuos frescos que se compostan se obtendrá un producto final que representa un 30% del total inicial. Para el caso específico del metamercado de Coatepeque se generan en promedio 2.29 toneladas de residuos orgánicos compostables lo que representaría una producción de 0.687 toneladas (2.29 ton/día x 0.30 conversión de materia fresca a compost) lo que equivale a 1,511kg (15.11 quintales diarios 0.687 ton de compost x 22 quintales/ton).

En el mercado de insumos agrícolas, el costo promedio de un quintal de compost es de Q. 25.00 lo que equivaldría a un ingreso neto diario de Q. 377.00 por día (15.11 quintales x Q. 25.00/quintal), sin descontar costo de producción.

Con relación a los materiales inorgánicos reciclables, puede plantearse el apoyo a personas independientes recolectoras de materiales inorgánicos reciclables de manera que pueda hacer eficiente el proceso de separación de los mismos y ellos puedan apoyar esta práctica y evitar que personal municipal realice esa actividad y de la misma manera puedan generar ingresos económicos.

Por último los materiales no reciclables (por su composición o por el grado de contaminación) deberán someterse a un proceso de disposición final controlado para evitar la proliferación de plagas y/o enfermedades, lixiviados, malos olores, emanación de gases y contaminación visual que afecten en primer plano la salud de las personas y la contaminación ambiental. Las alternativas a evaluar podría ser un relleno sanitario técnicamente diseñado y manejado o la adquisición de un incinerador debiéndose considerar los costos de la instalación y funcionamiento así también como la facilidad, efectividad, además de la aceptación de los habitantes y sobre todo la protección ambiental.

4.1.2 Cantidades de residuos sólidos generados en el metamercado.

Para cada tipo de residuo sólido identificado, se determinó la cantidad con el fin de facilitar su gestión. Considerándose tres dimensionales.

- ✓ Peso
- ✓ Densidad
- ✓ Volumen

a) Peso de los residuos generados en el metamercado.

De acuerdo a las estimaciones realizadas para la cuantificación de los residuos sólidos, se determinó la cantidad de kilogramos y toneladas que se generan por cada tipo de residuo sólido en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango. Los resultados obtenidos se presentan en los cuadros 3, y 4.

Cuadro 3. Cantidad de residuos sólidos en kilogramos generados por: día, mes y año, en el metamerca de Coatepeque, Quetzaltenango.

| Tipo de desecho | Subdivisión | Kg/día | Kg/semana | Kg/mes | Kg/año |
|-------------------|-----------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
| Orgánico | | 2292 | 16044 | 68759 | 836569 |
| Plástico | PET | 267 | 1872 | 8022 | 97606 |
| | Bolsas | 768 | 5373 | 23026 | 280152 |
| Restos sanitarios | Papel higiénico | 320 | 2241 | 9605 | 116865 |
| | Pañales | 151 | 1057 | 4532 | 55136 |
| Papel | Papel blanco | 165 | 1156 | 4953 | 60258 |
| | Cartón | 434 | 3036 | 13011 | 158305 |
| | Papel periódico | 252 | 1765 | 7565 | 92038 |
| Metales | Aluminio | 142 | 993 | 4256 | 51780 |
| | Latas ferrosas | 93 | 651 | 2791 | 33954 |
| | Otros | 99 | 695 | 2978 | 36237 |
| Tetrapack | | 60 | 423 | 1814 | 22065 |
| Duroport | | 101 | 707 | 3028 | 36844 |
| Vidrio | | 111 | 777 | 3329 | 40505 |
| Textil | | 96 | 672 | 2879 | 35022 |
| | | 5352 | 37461 | 160548 | 1953337 |
| Total | | | | | |

Se consideró una semana con 7 días, un mes con 30 días y un año con 365 días.

Fuente: elaboración propia. 2015.

Los residuos que más se generan son los orgánicos (principalmente restos de hortalizas y frutas), con un promedio de 2,292 kilogramos por día, en segundo lugar están los residuos plásticos con 1,035 kilogramos por día, en tercer lugar esta los residuos de papel con 851 kilogramos por día.

El desecho que se genera en menor cantidad es material tetrapack con 60 kilogramos por día, seguido por los residuos textiles y materiales de duroport con 101 kilogramos por cada uno respectivamente y el vidrio con una generación de 111 kilogramos por día. Los residuos compuestos por metales y restos sanitarios se generan en cantidades de 334 y 471 kilogramos respectivamente. La alta generación de residuos sólidos orgánicos se justifica debido a que la cuantificación se realizó en peso (kilogramos) y estos residuos por lo general se encuentran en estado fresco es decir con alto porcentaje de humedad en ese estado, teniendo relación directa en este caso en específico, debido a que dentro de este grupo de residuos se pudo observar mayor presencia de restos de hortalizas y frutas al momento de las mediciones de campo.

En segundo lugar se generan residuos plásticos (PET y bolsas), por el hábito generalizado de utilizar bolsas y/o empaques plásticos por cada artículo comprado. Cuyos empaques o bolsas son desechados de manera inmediata. Aunado todo el empaque y embalaje que desechan las bodegas o comercio mayoristas sin omitir las cantidades generadas en los comercios de menor tamaño o magnitud. Aspectos que pueden ser gestionados mediante la emisión de políticas restrictivas para el uso de estos materiales partiendo de la experiencia de otros municipios, de esta manera también puede reducirse el uso de duroport.

Entre los residuos que son generados en menor cantidad (kilogramos) los materiales tetrapack, duroport, restos sanitarios y textiles son materiales con menor densidad y aunque sean los menos generados en relación a peso, son materiales voluminosos, lo cual debe ser considerado en planes futuros para el manejo de residuos sólidos.

El duroport, es un material utilizado principalmente en ventas de comida rápida lo cual tiene alta demanda en el metamercado, este material también es utilizado para empaque de productos que se manejan en almacenes o bodegas. Para el caso de restos sanitarios, es necesario considerar que son residuos que deben tener un manejo adecuado debido a la alta carga de contaminación biológica que tienen y que son

residuos que siempre van a generarse por la alta afluencia de personas y la demanda de los servicios sanitarios.

Los residuos metálicos tienden a ir disminuyendo debido a que estos son más fáciles de comercializar en recicladoras, por esto se debe a que aun siendo materiales con alta densidad son poco representativos dentro del total de residuos que se generan en el metamercado.

Con los datos obtenidos durante la fase de cuantificación de los residuos sólidos se realizó el cálculo del porcentaje que cada tipo de residuo y del total que se genera en el metamercado.

Cuadro 4. Cantidad de residuos sólidos en toneladas generadas por: día, mes y año, en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango

| Tipo de desecho | Subdivisión | Ton/día | Ton/semana | Ton/mes | Ton/año | Porcentaje % |
|-------------------|-----------------|---------|------------|---------|---------|--------------|
| Orgánico | | 2.29 | 16.04 | 68.76 | 836.57 | 42.83% |
| Plástico | PET | 0.27 | 1.87 | 8.02 | 97.61 | 5.00% |
| | Bolsas | 0.77 | 5.37 | 23.03 | 280.15 | 14.34% |
| Restos sanitarios | Papel higiénico | 0.32 | 2.24 | 9.61 | 116.86 | 5.98% |
| | Pañales | 0.15 | 1.06 | 4.53 | 55.14 | 2.82% |
| Papel | Papel blanco | 0.17 | 1.16 | 4.95 | 60.26 | 3.08% |
| | Cartón | 0.43 | 3.04 | 13.01 | 158.3 | 8.10% |
| | Papel periódico | 0.25 | 1.77 | 7.56 | 92.04 | 4.71% |
| Metales | Aluminio | 0.14 | 0.99 | 4.26 | 51.78 | 2.65% |
| | latas ferrosas | 0.09 | 0.65 | 2.79 | 33.95 | 1.74% |

| Tipo de desecho | Subdivisión | Ton/día | Ton/semana | Ton/mes | Ton/año | Porcentaje % |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| | Otros | 0.1 | 0.69 | 2.98 | 36.24 | 1.86% |
| Tetrapack | | 0.06 | 0.42 | 1.81 | 22.06 | 1.13% |
| Duroport | | 0.1 | 0.71 | 3.03 | 36.84 | 1.89% |
| Vidrio | | 0.11 | 0.78 | 3.33 | 40.5 | 2.07% |
| Textil | | 0.1 | 0.67 | 2.88 | 35.02 | 1.79% |
| Total | | 5.35 | 37.46 | 160.55 | 1953.34 | 100.00% |

Se consideró una semana con 7 días, un mes con 30 días y un año con 365 días.

Fuente: elaboración propia. 2015.

b) Densidad de los residuos sólidos generados

Para calcular la densidad de los residuos sólidos que se generan en metamercado se utilizaron los promedios de cada muestreo. En cada muestra analizada se utilizó un metro cubico de residuos sólidos y el promedio de pesos de cada muestreo se tomó como la densidad en kilogramos por metro cubico de donde se tomó la base para calcular la densidad en toneladas por metro cubico.

Cuadro 5. Densidad del total de residuos sólidos en kilogramos y toneladas por metro cubico.

| Densidad | | |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| Muestreo | Kg/m ³ | ton/m ³ |
| 1 | 231.47 | 0.231 |
| 2 | 215.40 | 0.215 |
| 3 | 162.71 | 0.163 |
| 4 | 221.74 | 0.222 |
| Promedio | 207.83 | 0.208 |

Fuente: elaboración propia. 2015.

Como se presenta en el cuadro anterior, el promedio general de densidad de los residuos sólidos es de 207.83 kilogramos por metro cubico, equivalente a 0.208 toneladas por metro cubico respectivamente.

c) Volumen de los residuos sólidos generados en el metamercado.

Cuadro 6. Resumen de la generación de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.

| Descripción | Ton/día | Ton/semana | Ton/mes | Ton/año |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|
| Toneladas generadas | 5.35 | 37.46 | 160.55 | 1953.34 |
| Metros cúbicos generados | 25.72 | 180.10 | 771.87 | 9391.06 |

Fuente: elaboración propia. 2015.

El volumen del total de los residuos sólidos que se generan en el metamercado, se calculó dividiendo las toneladas entre la densidad en ton/m³, logrando así obtener el volumen general (metros cúbicos) de residuos sólidos que se generan por día y con un estimado por semana, mes y año.

4.2 Manejo de residuos sólidos

Durante la operacionalización de esta categoría, se estableció ¿Cuál es el manejo actual que se efectúa a los residuos sólidos generados en el metamercado de Coatepeque?

Los indicadores que se tomaron como base son los siguientes:

- ✓ Políticas y normatividad municipal para el manejo de los residuos sólidos.
- ✓ Aspectos organizativos e institucionales de la administración actual de los residuos sólidos.
- ✓ Capacidad instalada (infraestructura) para el manejo actual de los residuos sólidos en el metamercado.

- ✓ Aspectos operativos y financieros para el manejo actual de los residuos sólidos en el metamercado.
- ✓ Proceso administrativo para el manejo actual de los residuos sólidos en el metamercado.

4.2.1 Políticas y normatividad para el manejo de los residuos sólidos

A nivel local o municipal no se cuenta con acuerdos del concejo municipal, resoluciones, actas administrativas y cualquier documento oficial que contenga reglamentos y políticas para el manejo de los residuos sólidos en el metamercado. El manejo de los residuos sólidos del metamercado tampoco se basa en la reglamentación nacional en la materia (ver apartado 2.1 Marco jurídico, político e institucional del manejo de los residuos sólidos en Guatemala), sino en criterios y decisiones del administrador del metamercado y gerencia municipal quienes definen las acciones y el uso de los recursos para el proceso administrativos.

4.2.2 Aspectos organizativos e institucionales para la administración de los residuos sólidos

Se establecieron los aspectos organizativos base para el manejo de los residuos sólidos en el metamercado, identificando los siguientes aspectos:

a) Entidad encargada del manejo de los residuos solidos

Cuadro 7. Descripción de la entidad encargada del manejo de los residuos sólidos del metamercado

| Entidad encargada del manejo de los residuos sólidos del metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango. | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Entidad: | Municipalidad por medio del Departamento Tren de aseo Metamercado. |
| <ul style="list-style-type: none"> Tipo de entidad: | Publica |
| <ul style="list-style-type: none"> Visión: | Ser una municipalidad eficiente al servicio de la población y construir una ciudad digna para vivir |
| <ul style="list-style-type: none"> Misión: | Trabajar como equipo técnico humano debidamente organizado y capacitado, que administra de manera equitativa, eficiente y con transparencia los recursos financieros del municipio, en la prestación de servicios de calidad y en ejecución de proyectos, promoviendo el desarrollo sostenible del municipio. |
| <ul style="list-style-type: none"> Objetivos | <ul style="list-style-type: none"> - Que gerencia municipal tenga conocimiento de cuanto personal posee para el área de mantenimiento. - Brindar al arrendatario un mejor servicio. - Ofrecer al consumidor un |

| Entidad encargada del manejo de los residuos sólidos del metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango. | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Objetivos | <p>ambiente limpio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dar una mejor imagen y un mejor ambiente al metamercado. - Evitar la contaminación ambiental - Incentivar a las personas a colocar sus residuos a donde corresponden. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Fecha de creación | <ul style="list-style-type: none"> • Fundación 1770 |

Fuente: elaboración propia. 2015.

La municipalidad es la encargada del manejo de los residuos sólidos del metamercado por ser este dependiente de la municipalidad. La municipalidad delega la responsabilidad de limpieza del metamercado a un departamento del tren de aseo interno.

Al contrastar la misión y objetivos establecidos para la municipalidad con lo que sucede actualmente con los residuos sólidos del metamercado no se cumple con lo establecido al no contar con equipo técnico humano capacitado, no se presta un servicio de calidad a los arrendatarios, no se planifican y ejecutan proyectos enfocados al desarrollo sostenible del municipio como la implementación de un manejo integral de los residuos sólidos en el metamercado generan así contaminación ambiental.

b) Organigrama para el manejo de residuos sólidos.

Figura 3. Organigrama del personal para el manejo de residuos sólidos



Fuente: elaboración propia. 2015.

En la figura 3 presenta como está organizada la estructura involucrada en el manejo de residuos sólidos del metamercado en el cual la máxima competencia la tiene Gerencia municipal. Cuando existe alguna demanda de insumos o equipo por parte del personal recolector, la solicitud es enviada a la Administración del metamercado quienes autorizan la solicitud y envían el pedido a Gerencia municipal en donde se autoriza y ordena al guarda almacén que provea de los insumos solicitados al personal de recolección.

Se detectaron deficiencias en la coordinación para el abastecimiento de insumos al personal debido a que no existe una planificación adecuada para proveerlos de manera eficiente y en el momento oportuno. Pues las solicitudes de insumos, equipos y materiales tardan generalmente entre 1 a 2 meses para su gestión y entrega de lo solicitado.

Si el requerimiento es para ampliar el número de viajes del camión, los recolectores solicitan la autorización al guarda almacén.

La situación ideal, será mantener un monitoreo constante del stock de insumos y materiales y un monitoreo del estado de equipos que utilizan los recolectores para realizar una gestión anticipada para proveer a tiempo los recursos necesarios.

c) Personal relacionado con la gestión de los residuos sólidos.

El personal tiene un horario diurno, jornada laboral de 8 horas de 6:00 am a 2:00 pm. La frecuencia de servicio es diaria (semana corrida de lunes a domingo),

Desglose del horario laboral.

- a) 6:00 a.m. a 9:00 a.m.
- b) 9:00 a.m. a 10:00 a.m. hora de comida (desayuno)
- c) 10:00 a.m. a 2:00 p.m.

Los recolectores se presentan a las 6 a.m. para firmar el libro de actas de asistencia, ubicado en el planta baja del centro de acopio, cercano a la bodega donde se almacena el equipo y herramientas que utilizan para desarrollar y cumplir con sus labores. Cada empleado utiliza un trocket, 2 escobas (una con cerdas dura con la que limpian áreas muy difíciles y otra con cerdas suaves para áreas con polvo), 1 sacabasuras plástico.

Posterior a su registro de entrada y con equipo en mano se dirigen al sector donde les corresponde realizar la limpieza. El personal de recolección realiza sus actividades manualmente y no cuentan con mascarillas ni guantes para manipular los residuos, poniendo en riesgo su salud.

En el siguiente cuadro se describen las etapas que conforman el proceso administrativo de los residuos sólidos.

Cuadro 8. Descripción de la función y actividades del personal encargado del manejo de residuos sólidos en el metamercaado de Coatepeque, Quetzaltenango.

| Nombre del puesto | Cantidad de personal por puesto | Función principal | Actividad que realiza |
|------------------------------|---------------------------------|--|--|
| Supervisor de campo. | 1 | Coordinación y planificación | <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar informes de las actividades. • Control de asistencia del personal a cargo. • Control de los insumos • Control de pedidos |
| Recolector | 15 | Limpieza | <ul style="list-style-type: none"> • Barrer y lavar áreas internas del metamercaado, • Vaciar y limpiar los botes, toneles |
| Encargados del centro acopio | 2 | Limpieza | <ul style="list-style-type: none"> • Vaciar y limpiar las instalaciones • Transferir los residuos al vehículo recolector |
| Piloto | 1 | Manejo | <ul style="list-style-type: none"> • Transportar los residuos al sitio de disposición final |
| Asistentes del piloto | 2 | Apoyo para el traslado y disposición de los residuos solidos | <ul style="list-style-type: none"> • Controla la distancia del vehículo en las rampas de disposición final. • Controla la distancia del vehículo en las rampas de carga. |

| Nombre del puesto | Cantidad de personal por puesto | Función principal | Actividad que realiza |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------|--|
| Asistentes del piloto | | | <ul style="list-style-type: none"> • Acomoda los residuos en el contenedor del vehículo |

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el cuadro anterior, no existe un director especialista en el tema de manejo de residuos sólidos, lo cual se ve reflejado en el actual funcionamiento del sistema para la recolección y manejo de estos en el metamercado.

Esto genera como resultado la ausencia de acciones integrales enfocadas a la reducción de residuos sólidos a nivel interno de este centro comercial, falta de educación y concientización ambiental de los actores involucrados, y la falta de un manejo técnico para la disposición final de los residuos que no aptos para reciclaje.

Con el personal actual, se cumple con las acciones de recolección y transporte hacia el botadero municipal por lo cual no es posible que los mismos realicen acciones de separación. Las acciones de clasificación deben fomentarse desde las fuentes generadoras (reducción desde la fuente).

4.2.3 Infraestructura para el manejo de residuos sólidos

La infraestructura para el manejo de los residuos sólidos que actualmente posee el metamercado, consiste en los siguientes componentes:

- a) Área de acopio
- b) Botadero municipal

Cuadro 9. Infraestructura para el proceso de manejo de los residuos sólidos del metamercado.

| Etapas | Infraestructura | Descripción | Utilidad |
|-------------------|-------------------------------------|--|--|
| Acopio | Estación de transferencia | Los residuos que son recolectados se depositan temporalmente en un centro de acopio | Espacio que permite acumular y proteger temporalmente los residuos sólidos mientras se completa el proceso de limpieza del metamercado |
| Disposición final | Botadero municipal a cielo abierto. | Lugar donde se realiza la disposición final de los residuos sólidos sin ningún tipo de manejo o tratamiento. | Espacio que permite depositar los residuos y evitar la proliferación de botaderos clandestinos. |

Fuente: elaboración propia.

Se cuenta con una instalación pequeña de acopio y de transferencia con capacidad de 2m³ aproximadamente, para que los recolectores lleven los residuos y que posteriormente sean transferidos al camión, la construcción consta de un área de 16 metros cuadrados (4m x 4m).

El centro de acopio es un espacio en el cual se depositan los residuos que son recolectados, pero estos se depositan sin ninguna clasificación, este se presenta en la figura No.4

Figura 4. Centro de acopio y transferencia de residuos sólidos en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.



Fuente: Elaboración propia.

La instalación de acopio no tiene algún tipo de protección eficaz para evitar la dispersión indeseada de partículas de residuos debido al viento, ya que al momento de cargar el camión son propensas de arrastre por este.

El centro de acopio y transferencia de residuos sólidos en el metamercado es vaciado y limpiado a diario. En el botadero municipal, los residuos generalmente se acomodan cada dos semanas.

En todo el metamercado se cuenta con 8 contenedores (toneles plásticos de 200 litros) para que las personas visitantes o comerciantes depositen sus residuos sólidos.

Figura 5. Ubicación toneles plaza norte y terminal



Fuente: Elaboración propia.

Según información municipal anteriormente contaban con un mayor número de depósitos instalados, desafortunadamente fueron robados. Los ocho que actualmente existen se encuentran en mal estado debido al mal manejo y mal uso que se les da por parte de los usuarios. Según el supervisor de campo del personal de recolección, las personas locatarias no aceptan la instalación de nuevos toneles dentro de las plazas con la justificación de que los mismos generan olores indeseados, moscas e incomodidad de las personas y mal aspecto de las ventas, prefiriendo utilizar los puntos fuera de su área comercial.

Se cuenta con instalación inconclusas de sanitarios, lavamanos y regaderas para el uso exclusivo del personal, debido a esto el personal debe pagar por el servicio para poder lavarse las manos y hacer uso del servicio sanitario. Esto demuestra una inadecuada coordinación entre las autoridades municipales y las personas que tienen en concesión estos servicios de primera necesidad.

Figura 6. Instalaciones sanitarias inconclusas.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Aspectos operativos y financieros

a.) Operativos:

a.1. Personal

El departamento de recurso humano de la municipalidad, es la encargada de la contratación del personal del departamento de mantenimiento dentro del cual se encuentra el personal encargado de la recolección de residuos sólidos del metamercado, estas personas se encuentran contratadas bajo el renglón 011 y 022.

a.2. Maquinaria y equipo

Para realizar el proceso de manejo de residuos sólidos del metamercado se cuenta con el siguiente equipó y maquinaria: 15 trocket, 15 sacabasuras, 30 escobas (15 cerdas suaves y 15 cerdas duras), 15 toneles plásticos (de 200 lts), palas y bieldo.

Para protección del personal no se cuenta con equipo protección personal mínimo como guantes, mascarillas, overol. Siendo un punto crítico de riesgo para la integridad física del personal principalmente de recolección.

a.3. Vehículos

Para el transporte de los residuos sólidos del metamercaado se cuenta 1 camión de volteo de 10 toneladas. En situaciones críticas por fallas mecánicas de esta unidad de transporte, el guarda almacén autoriza un transporte alterno para continuar con las labores de acarreo de los residuos hacia el botadero mientras se repara el camión principal.

En el relleno sanitario se hace uso de una retroexcavadora para acomodar los residuos sólidos y hacer disponible el espacio para continuar depositando más residuos. La retro excavadora pertenece al departamento de mantenimiento vial municipal y se usa con una frecuencia aproximada de 3 veces al mes en verano, porque en invierno, la lluvia arrastra todos los residuos hacia el fondo del barranco.

El camión de recolección recibe mantenimiento mensualmente para garantizar su adecuado funcionamiento.

b.) Financieros:

b.1. Costos del manejo

Se estima en base a los datos proporcionados por la corporación municipal que los costos mensuales por concepto de sueldos del personal es de: Q. 72,891.00 por los 21 empleados en esta área.

Para la compra de equipo e insumos se realiza una erogación promedio mensual de Q. 2,064.00. Los costos relacionados a la operación (combustible) y mantenimiento del camión suman Q.3479.00. En total se erogan Q. 78,434.00 mensualmente para la recolección y transporte de los residuos sólidos del metamercaado.

b.2 Ingresos provenientes del manejo.

Por el servicio de recolección de residuos sólidos en el metamercado, la municipalidad no percibe ninguna cantidad de dinero, esto debido a la falta de coordinación municipal y falta de apoyo y responsabilidad por parte de los arrendatarios quienes asumen que el cobro del área de plaza o local incluye el servicio de recolección de residuos sólidos lo cual es erróneo según la municipalidad y no han consensuado el incremento del costo de plaza que incluya el servicio de recolección de los residuos sólidos.

4.2.5 Proceso administrativo

a) Pre-recolección

Hace referencia a la acción de los arrendatarios o comerciantes quienes colocan sus residuos sólidos en bolsas, cajas, costales y otros recipientes disponibles en su momento y en algunos casos los ubican en algún punto de recolección o al frente de su comercio para que posteriormente continúe el proceso con el personal de recolección.

b) Recolección de los residuos sólidos

Para realizar esta fase de trabajo, el metamercado se divide en dos secciones, de 6:00 am a 9:00 am se recolectan los desechos de la primera sección (área de plazas) y de 10:00 am a 2:00 pm en la segunda sección (área de módulos). Es de aclarar que no existe una programación exacta y distribución sistemática de los recolectores, lo cual perjudica el rendimiento adecuado del personal.

El personal de recolección asignado previamente a una zona determinada de las instalaciones del metamercado procede barriendo manualmente y para hacer eficiente su trabajo compacta los residuos en el tonel hasta llevarlo a su capacidad máxima de carga.

Figura 7. Equipo de transporte interno utilizado para la recolección de residuos sólidos del metamercado.



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Tiempo y distancia utilizado en recolección de residuos sólidos

| Sector | Hora inicio | Duración del trayecto | Tiempo en movimiento | Distancia |
|-----------------|-------------|-----------------------|----------------------|------------|
| | | | | Km |
| Módulo 1 | 10:18 a.m | 01:48:11 | 01:16:47 | 1.4 |
| Módulo 2 | 10:20 | 01:08 | ANALOGO (*) | 1.641 |
| Módulo 3 | 10:26 a.m | 2:04:20 | 1:07:07 | 1.97 |
| Módulo 4 | 10:22 a.m | 02:24:05 | 01:13:51 | 3.45 |
| Modulo central | 6:15 a.m | 02:28 | ANALOGO (*) | 1.33 |
| Plaza norte/sur | 6:15 a.m | 02:06:20 | 1:22:19 | 3.06 |
| Terminal | 6:03 a.m | 2:53:12 | 1:57:36 | 2.28 |
| Boulevard norte | 12:31 p.m | 2:49:32 | 1:44:44 | 6.23 |
| Boulevard sur | 6:03 a.m | 02:49:50 | 01:55:43 | 3.95 |
| | | Promedio | 1:28:47 | 2.81233333 |

Fuente: Elaboración propia.

* El empleado no accedió a utilizar el G.P.S, se utilizó un odómetro para calcular el trayecto y se cronometró el tiempo. (Ver índice de anexos, 3, 4, 5, 6, 7,8).

Para conocer la forma en que trabajaba cada empleado en los diferentes sectores asignados, se les colocó un dispositivo de G.P.S.

La prueba consistió en evaluar la distancia y recorrido del personal de mantenimiento en las diferentes áreas en que se divide en metamercado esto con el objetivo de comprender el rendimiento a través del tiempo utilizado y las rutas que utilizaban para completar las tareas de limpieza asignadas a dichos sectores.

El seguimiento a través de G.P.S (Samsung I9300), para obtención de escalas gráficas de valores donde se califica el trayecto, duración del trayecto y distancia.

Los resultados obtenidos nos reflejan que el desempeño del personal no es eficiente en cuanto al tiempo utilizado, esto debido a la distancia que recorren hacia donde se encuentra el único punto de acopio, los procedimientos existentes basados en el trabajo diario no cumplen con las expectativas esperadas del desempeño actual.

La percepción de los comerciantes contrasta con los resultados obtenidos en la encuesta precisamente en la pregunta número 21 donde la mayoría de comerciantes (93 encuestados de 100) opino que es necesario un mejor servicio.

Es de suma importancia mencionar que el personal no cuenta con equipo de protección para resguardar su integridad física y evitar los riesgos de contraer enfermedades causadas por el contacto directo con los residuos sólidos. La mayoría del personal tiene cicatrices principalmente en las manos, brazos, cintura y rodillas, debido a accidentes durante su horario laboral. También se constató que continuamente padecen de enfermedades respiratorias, gastrointestinales (por parásitos, infecciones y gastritis) y problemas dérmicos, relacionados con la falta de cuidado personal en el trabajo. Tampoco se cuenta con un botiquín o equipo de primeros auxilios, cualquier situación de emergencia ellos recurren al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) sin tratamiento local inmediato en el lugar de trabajo.

El personal de mantenimiento tiene una hora disponible para buscar y comprar alimentos, algunos ya van preparados con su desayuno, otros no. Sin mayores cuidados de limpieza se sientan a comer cerca de las instalaciones de acopio de residuos sólidos.

Los recolectores realizan acciones rápidas de separación de algunos materiales que pueden reciclarse (principalmente metales, envases pet y cartón) y posteriormente los llevan a un centro privado de reciclaje.

Figura 8. Actividades primarias de separación de residuos sólidos reciclables.



Fuente: Elaboración propia.

Hay circunstancias que complican las actividades de limpieza/recolección, como por ejemplo: obstrucción de la vía de acceso en las rutas con productos de ventas u otros artefactos comerciales, otros no barren o limpian dentro de sus propios comercios anticipadamente, lo hacen posterior al paso del personal de recolección, para la cual llaman a administración aduciendo que no han llegado a limpiar el área.

Figura 9. Ventas mal ubicadas que obstaculizan la labor de recolección de residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

Otro inconveniente para los recolectores es que la administración del metameriado en ocasiones les solicita ayuda para realizar desalojos de comercios por incumplimiento del contrato de arrendamiento, afectando sus labores.

c) Acopio temporal

Los recolectores del metameriado depositan los residuos sólidos en el punto de acopio, que tiene 2m³ de capacidad de volumen, cuyas instalaciones miden 4 metros de ancho por 4 largo) (ver figura No.4), ubicado al final de 3 rampas. En esta instalación dos personas se encargan de acomodar los residuos sólidos hacia una compuerta de salida diseñada para facilitar la carga del camión que los transporta hacia el botadero municipal para su disposición final.

d) Transferencia de los residuos sólidos.

Los residuos acumulados en la instalación de centro de acopio son transferidos a un camión llevado hacia el botadero municipal.

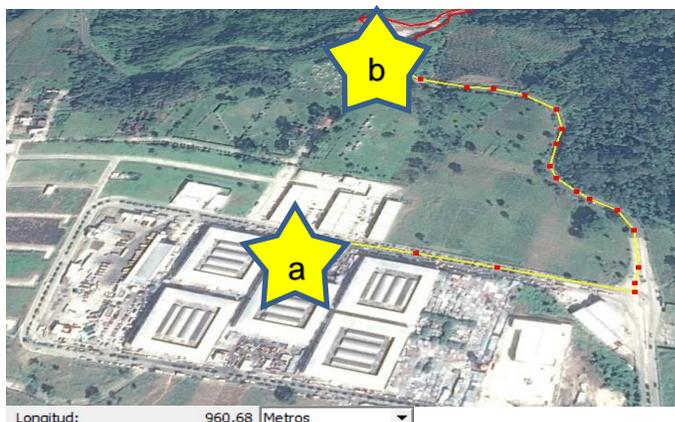
Figura 10. Camión cargando residuos sólidos en el centro de acopio y transferencia del metamercado.



Fuente: Elaboración propia.

A las 6:30 a.m. se inicia la carga del camión para iniciar con las actividades de transporte hacia el botadero municipal, generalmente se realizan 3 viajes al día, el segundo viaje se realiza a las 12:00 pm, el tercer y último viaje es a las 2:00 pm, y dependiendo de la época como días festivos puede incrementar o disminuir la cantidad de residuos sólidos que se generan. El tiempo que utiliza el camión cargado de residuos en llegar al botadero municipal (b) es de 13 minutos y de regreso al punto de carga (a), es de un promedio de 07 minutos.

Figura 11 Ruta del camión recolector de residuos solidos



Fuente: Elaboración propia.

El vehículo que transporta los residuos sólidos es un camión de volteo mercedes Benz diésel, modelo 1,999 color blanco de doble eje con capacidad de 10 toneladas, la palangana tiene 2.90 metros de largo, 1.13 metro de alto y 2.20 metros de ancho con un volumen total de 7.21 metros cúbicos. Tiene un programa de 3 cargas diarias.

El personal encargado del transporte de los residuos sólidos consta de un Piloto del camión y 2 ayudantes, quienes acomodan y compactan los residuos durante el proceso de carga.

Es común observar durante el día la acumulación de residuos sólidos en los diferentes sectores y a cualquier hora, debido a obstáculos (vehículos, tarimas, peatones) que impiden realizar adecuadamente las tareas de los recolectores, además los comerciante no acatan los horarios de limpieza, aunado a la falta de espacio para acopiar residuos generados por los diferentes sectores.

e) Disposición final de los residuos sólidos:

El botadero municipal se ubica a un 1 un kilómetro aproximado de distancia del metamercado, sobre la ruta asfaltada que conduce hacia la Aldea Sintaná.

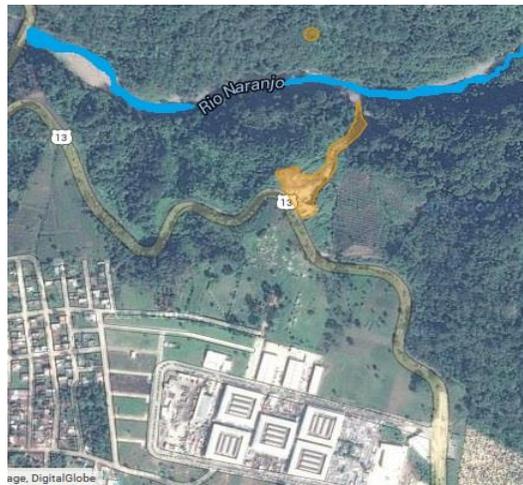
Figura 12. Área del botadero de residuos solidos



Fuente: elaboración propia. 2015.

La disposición final de los residuos sólidos generados en el metamerca y todo el municipio se realiza en un terreno de 0.95 hectáreas, con relieve quebrado que está cercano al cauce del río Naranjo. El terreno es de propiedad privada y para su uso se realizó un acuerdo entre la municipalidad y el propietario del terreno.

Figura 13 Ubicación final residuos solidos



Fuente: Elaboración Propia

Las coordenadas geográficas de referencia de inicio del botadero municipal son: 14° 42'59.51" N Y 91° 52'9.9" O.

El botadero municipal no cuenta con control técnico sanitario, propiciando o generando contaminación del ambiente, (agua, aire, suelo, flora, fauna, paisaje), por la emanación de gases, olores fétidos, lixiviados, incendios, micro partículas, y es fuente de proliferación de plagas como las moscas, cucarachas, mosquitos, roedores que son transmisores de enfermedades.

f) Separación con fines de reciclaje

Cuadro 11. Actividades de separación de residuos sólidos con fines de reciclaje.

| Etapas | Actor | Procedimiento | Materiales que se reciclan |
|------------------------|--------------|----------------------|--|
| Pre recolección | Comerciantes | Manual | Principalmente aluminio y cartón |
| Recolección | Recolectores | Manual | Cartón, aluminio, Pet, papel periódico |
| Acopio y transferencia | Guajeros | Manual | Verduras, pet |
| Disposición final | Guajeros | Manual | Aluminio, hierro, pet, vidrio |

Fuente: elaboración propia

Se observaron acciones de recolectores del tren de aseo y personas independientes al sistema (guajeros), quienes se dedican a la recolección de materiales o residuos sólidos en las diferentes etapas del proceso de manejo de estos, para su posterior venta a recicladoras.

Como se pudo observar en el cuadro 13, en la etapa de pre recolección, algunos comerciantes o locatarios separan únicamente residuos o materiales que tienen mejor precio en las recicladoras como el aluminio y cartón cuando este se genera en altas cantidades y está limpio como lo requieren en las recicladoras. En la etapa de recolección son principalmente las personas de limpieza y recolección de residuos sólidos quienes realizan una clasificación de algunos residuos que pueden comercializarse fácilmente en las cercanías al metamercado.

En las etapas de acopio y transferencia algunos recolectores y guajeros son quienes realizan la última fase de separación de residuos para su venta en recicladoras y obtener ingresos económicos extras, o para subsistencia. El aspecto crítico de esta

última etapa es que se observaron personas principalmente mujeres y niños quienes al final del día seleccionan productos comestibles especialmente alimentos procesados, hortalizas y ropa que consideran en buen estado y útiles para uso propio.

4.3 Percepción de los arrendatarios del metamercaado con relación a la generación y manejo de los residuos solidos

Se realizó una encuesta para conocer la percepción de los arrendatarios del metamercaado sobre la calidad del servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos que se generan.

a) ¿Está usted satisfecho con el servicio de recogida de residuos sólidos?

Cuadro 12. Satisfacción de los arrendatarios con el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos.

| Satisfacción con el servicio | Personas encuestadas |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Sí | 61 |
| No | 39 |
| TOTAL | 100 |

Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en el cuadro 14, la mayoría de arrendatarios están satisfechos con el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos que actualmente es administrado por la municipalidad. El 39.39% que respondió que no está de acuerdo con el actual sistema, en su mayoría son comerciantes de las plazas contrastado con el 61.61% que están satisfecho con el servicio que son locatarios (alquila local) en su mayoría.

En las plazas en donde se encontró la mayor inconformidad con el servicio actual de recolección y manejo de los residuos sólidos y esto debido a que en las plazas es donde no existen los recipientes plásticos en cantidad y calidad necesarios para poder

realizar la pre recolección adecuada y que los residuos o desechos no estén colocados en cualquier lugar de manera desordenada.

Lo ideal sería realizar propuestas de reubicación de recipientes plásticos identificados para cada tipo de residuo en las cantidades necesarias en consenso con los comerciantes de las plazas y organizar recolecciones periódicas a manera de evitar la proliferación de moscas y la generación de lixiviados y malos olores.

b) De no estar satisfecho con el actual servicio de recolección ¿le interesaría tener un servicio de recolección de basura a cargo de?

Cuadro 13. Interés de arrendatarios para cambiar de entidad para que preste el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos.

| Disposición a pagar por un servicio mejorado | Personas encuestadas |
|---|-----------------------------|
| La municipalidad pero mejorado | 93 |
| Empresa particular | 07 |
| TOTAL | 100 |

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de arrendatarios están interesados en que la municipalidad de Coatepeque continúe con el proceso de recolección siempre que implemente mejoras del mismo, Actualmente se observa un desorden en cuanto a disposición de los residuos dentro del metamercaado principalmente en plazas. Las mejoras deberán enfocarse al fortalecimiento técnico e incremento del personal, y a proveer de equipo necesario para realizar las actividades

Un ambiente comercial con desechos sólidos mal dispuestos genera incomodidad en los clientes de los comercios que en el operan y puede ser foco de contaminación que pone en riesgo la salud de los clientes que compran productos alimenticios

principalmente productos frescos como frutas y hortalizas y con gran importancia los que consumen alimentos en este ambiente.

c) ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por este servicio optimizado de recojo de basura?

Figura 14. Disponibilidad de los arrendatarios a pagar por un servicio mejorado de recolección y manejo de residuos solidos

| Disposición a pagar por un servicio mejorado | Personas encuestadas |
|---|-----------------------------|
| Sí | 34 |
| No | 66 |
| TOTAL | 100 |

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de arrendatarios quiere un servicio mejorado por parte de la municipalidad pero no están dispuestos a pagar por una mejor calidad y eficiencia.

La municipalidad deber trabajar en un programa de concientización hacia los arrendatarios para hacerle entender que mejorar un servicio requiere de inversión que debe ser cubierta en su mayoría por el pago del mismo. El objetivo es lograr que este servicio sea sostenible.

5 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

De los 5.35 toneladas de residuos sólidos que se generan al día en el metamercado, los orgánicos (restos vegetales) son el 42.83% debido a la abundancia de agua que estos contienen. Las bolsas plásticas son el 14.34% considerándose como alta representatividad y esto se debe a su alta frecuencia de uso para empacar productos y el mal hábito de entregar un producto a los cliente en una bolsa plástica aun cuando no sea necesario. Los residuos metálicos representan el 6.25% del total generado lo cual indica que aún falta fomentar la actividad de reciclaje.

Al considerar la cantidad de residuos sólidos generados en el metamercado (5.35 ton/día) sin ningún tipo de acción para su reducción al año se depositan en el botadero 9391 toneladas, que contaminan el ambiente y son factores de riesgo para la salud humana.

En el aspecto administrativo, el manejo de los residuos sólidos del metamercado está a cargo de la municipalidad. Las corporaciones municipales han demostrado poco interés en resolver el problema de contaminación lo que se refleja en: ausencia de políticas locales, de un plan para el manejo integral de los residuos sólidos, falta de un presupuesto adecuado, de personal capacitado en el tema de manejo de residuos sólidos, deficiencia en infraestructura, equipo de trabajo rudimentario, falta de equipo de protección (guantes, botas, gafas, mascarillas, ropa adecuada), el transporte de los residuos se realiza sin medias de seguridad se desarrolla en un solo turno matutino y se carece de un relleno sanitario técnicamente manejado.

El organigrama actual del personal municipal involucrado con el manejo de los desechos sólidos incluye los siguientes puestos: gerencia municipal, servicios públicos, guarda almacén, tren de aseo, recolectores, administrador del metamercado, encargado de mantenimiento y barredores, esta organización no goza de una buena comunicación dentro de los diferentes cargos, lo que se evidencia en que los requerimientos de equipos y materiales se tardan entre uno y dos meses para ser

atendidos. Lo anterior implica hacer una revisión del manual de funciones, de manera tal que permita eficientar los procesos y con ello poder brindar un servicio.

La municipalidad eroga un monto de Q.78,434.00 mensuales para el funcionamiento del sistema de recolección y manejo de los residuos sólidos del metamercado, costo que no es cubierto por los arrendatarios. En total hasta el momento de ejecución de este estudio se contabilizaron 2,462 arrendatarios, con estos datos el costo del servicio debería ser de Q. 31.85 por mes por arrendatario. Sin embargo se requiere de un análisis para definir la tarifa individual según el tipo o tamaño del negocio.

En cuanto a la percepción de los usuarios del servicio de recolección de desechos sólidos en el metamercado, el 61% está satisfecho con el servicio sin embargo el 93% estaría interesado en que la municipalidad continúe prestando el servicio pero con mejoras pero no concuerda con el interés de los usuarios para pagar un costo real del servicio ni pagar las mejoras necesarias. Actualmente según las autoridades municipales los arrendatarios no pagan una cuota por el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos porque este no está incluido en el costo que cobran por el derecho de piso en las plazas y tampoco está incluido en el cobro de arrendamiento de locales. Este es un error cometido al momento de establecer las tarifas de alquiler de local y plazas por no haber contemplado el costo de este servicio, por razones que no se pudieron determinar ya que fue implementado por una corporación municipal anterior.

En el aspecto operativo cabe destacar que actualmente todos los residuos sólidos que se generan, no tienen ningún proceso establecido para su clasificación. Al no contar con un plan de manejo integral se desaprovecha el potencial de los residuos para generar ingresos por medio de la producción y venta de abono orgánico, de igual manera con los diferentes residuos que pueden ser comercializados a empresas recicladoras y poder cubrir parte de los costos de operación del servicio y minimizar los impactos negativos que estos residuos generan al ser depositados en un botadero a cielo abierto.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones

6.1.1 Para la generación de los residuos sólidos:

- ✓ Del estudio realizado puede concluirse que la generación de los residuos sólidos del metamercaado es de 5,352kg (5.35 toneladas) por día, los cuales actualmente van directamente al botadero municipal.
- ✓ El estudio nos indica que cerca del 42.83% son materiales potencialmente para procesos de producción de abono natural, el 27.14% son residuos aprovechables o re-industrializables de manera que estos materiales pueden ser utilizados como materia prima para negocios de reciclaje con un estimación de pago aproximado por el aluminio Q.3.00 por libra, hierro Q.40.00 el quintal, carton Q.20.00 el quintal, papel blanco Q.25.00 el quintal, vidrio Q.10.00 el quintal y el pet Q.50.00 el quintal.
- ✓ El 30% de residuos según el estudio son materiales no aptos para ningún proceso, por lo cual deben de ser enviados al botadero municipal.
- ✓ Concluyendo que del 100% de residuos que actualmente se destina al botadero, se puede decir que aproximadamente el 70% (3.75ton) es susceptible de manejo para evitar su llegada y confinamiento, lo que permitiría la optimización de espacio, significando un impacto positivo en el medio ambiente.

6.1.2 Para el manejo de los residuos sólidos.

- ✓ El sistema de manejo actual de los residuos sólidos es ineficiente o prácticamente nulo, ya que su trato indiscriminado sigue generando impactos negativos al medio ambiente, ante un servicio no integral de recolección y transporte, provocando un vertido incontrolado, sin considerar la peligrosidad de los mismos al estar en contacto directo con el ecosistema, generando contaminación.

- ✓ No existe actualmente ningún tipo de explotación formal de los residuos sólidos por parte de la corporación municipal.
- ✓ Los residuos sólidos algunas veces son segregados en la fuente de generación, por parte del generador, luego por el recolector que rescata parte de los residuos que pueden ser vendidos o comercializados posteriormente por intermediarios de reciclaje, nuevamente en el centro de acopio o de transferencia, sujetos a segregación por parte de los trabajadores y guajeros que también repiten esta actividad en la disposición final.
- ✓ El desempeño de la recolección interna de los residuos, no es eficiente en cuanto a las distancias que se recorren, debido a que los recipientes plásticos están dispuestos en puntos muy alejados del centro de acopio.
- ✓ Los arrendatarios están conformes con el servicio actual prestado por la municipalidad, pero les interesa que este pueda ser mejorado por la misma, sin embargo no están de acuerdo en pagar el costo del servicio, provocando de esta manera pérdida económica, aunado a esto el concepto erróneo de que por el pago mensual o diario del derecho del local y plaza, que ya viene incluido el pago de servicio de recolección, una situación que no se tiene en concreto en qué momento se aceptó, y por ende no se ha logrado imponer una tarifa justa por el servicio, basado en los costos reales de operación.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Que las autoridades consideren para la toma de decisiones con respecto a la gestión ambiental de metamercaado, el plan de trabajo para el manejo integral de residuos sólidos propuesto en el presente documento y que se apoyen con asesoría profesional en el tema de manejo de residuos sólidos.
- ✓ Que los comerciantes apliquen acciones encaminadas a la reducción, reutilización y reciclaje de sus residuos sólidos para contribuir en el proceso de manejo integral de los residuos sólidos.
- ✓ Que se instale una cantidad adecuada de recipientes plásticos en puntos estratégicos, de manera que los usuarios puedan depositar sus residuos, y de esa forma evitar que terminen dispersos por todos lados.
- ✓ Que la administración del metamercaado analice el plan de trabajo considerado para el manejo integral de residuos sólidos propuesto en el presente documento, en conjunto con las autoridades municipales.
- ✓ Que la municipalidad implemente un plan de sensibilización dirigido a los arrendatarios para lograr un acuerdo sobre una tarifa adecuada como pago del servicio de recolección de los residuos sólidos.
- ✓ Revisar el manual de funciones de los puestos que conforman el organigrama municipal relacionado con el manejo de los residuos sólidos, para agilizar los procesos y brindar un servicio oportuno.

7 PROPUESTA

Título: “Implementación de un plan de gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango”

7.1 Presentación

La generación de residuos sólidos, se encuentra en constante incremento, especialmente en las zonas urbanas, el estilo de vida consumista y uso innecesario de productos y/o artículos que generalmente son de composición inorgánica y de corto periodo de vida útil influyen en el incremento de la contaminación ambiental por residuos sólidos

La falta de un plan de gestión integral de los residuos sólidos, contribuyen a la degradación de la calidad de los recursos naturales; (agua, suelo, flora, fauna y atmósfera), estos constituyen focos de proliferación de vectores de enfermedades (moscas, roedores etc.), plagas y emanación de malos olores y provocan una contaminación visual, que afectan de una u otra manera el bienestar del ser humano.

Para lograr una gestión adecuada de los residuos sólidos del metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango, se debe trabajar con un plan de gestión integrada de residuos sólidos que consta de cuatro componentes; político institucional, social, económico y ambiental.

Para alcanzar este objetivo, se debe implementar acciones que permitan la reducción de las cantidades de residuos sólidos, así como la reducción y eliminación del uso de materiales innecesarios que no son biodegradables (principalmente clasificación y reciclaje en comercios, sistemas eficientes de recolección y disposición final en rellenos sanitarios.

7.1.1 Planteamiento de la propuesta.

La generación de residuos sólidos es inherente al desarrollo de las actividades humanas, y se incrementa o tiene mayor frecuencia en las actividades comerciales debido a la alta confluencia de comerciantes y compradores. En el metamercaado de Coatepeque, Quetzaltenango, se generan 5.35 Toneladas de residuos sólidos por día, los cuales no reciben ningún tratamiento en las fuentes generadoras, ni durante el proceso de recolección tampoco en el lugar de disposición final (botadero municipal).

Esta propuesta integra a los actores de este sistema comercial, tanto gubernamentales (municipalidad), como del sector privado (comerciantes), quienes deberán implementar acciones definidas para fortalecer el actual sistema y con ello lograr la gestión integral de los residuos sólidos que se generan en el metamercaado.

Estas acciones se describen y justifican en base a los resultados de la investigación: “Análisis del manejo de residuos sólidos en el Metamercaado Municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”, realizada en el periodo comprendido entre noviembre del año 2014 y abril de 2015.

7.1.2 Justificación

A partir de los resultados obtenidos en el estudio: “Análisis del manejo de residuos sólidos en el Metamercaado Municipal de Coatepeque, Quetzaltenango y propuesta para su manejo integral”, realizada en el periodo comprendido entre noviembre del año 2014 y abril de 2015. Se determinó que en el metamercaado de Coatepeque, Quetzaltenango, se generan 5.35 Toneladas de residuos al sólidos por día de los cuales el 42.83% son residuos orgánicos compostables (residuos vegetales) y 15.89% son orgánicos reciclables (carton, papel blanco y papel periódico), y los residuos inorgánicos reciclables son el 11.25% (pet, aluminio, residuos ferrosos) y por último los residuos o desechos como tal lo cuales no pueden compostarse ni reciclarse

representan el 30.02% (restos sanitarios, textiles, bolsas contaminadas, empaques tetrapack, vidrios quebrados y duroport).

La presente propuesta es de relevante importancia para reducir y minimizar la contaminación ambiental que los residuos sólidos del metamercado generan.

7.2 Objetivos

7.2.1 Objetivo general

Contribuir en el proceso de gestión integrada de los residuos sólidos (GIRS), en el metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.

7.2.2 Objetivos específicos

- a. Establecer acciones para el componente político-institucional para la gestión integral de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.
- b. Definir acciones en el componente social para la gestión integral de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.
- c. Establecer acciones para el componente económico para la gestión integral de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.
- d. Definir acciones para el componente ambiental y salud para la gestión integral de los residuos sólidos en el metamercado municipal de Coatepeque, Quetzaltenango.

7.2.3 Productos por objetivos

Productos esperados para el objetivo a. (Establecer acciones para el componente político-institucional de la GIRS).

- a.1. Asesor profesional en el tema de medio ambiente con especialidad en manejo de residuos sólidos contratado.
- a.2. Reglamentos internos basados en la política nacional para el manejo integral de los residuos y residuos sólidos de Guatemala desarrollados.
- a.3. Manual de funciones del personal que integra el departamento de manejo de residuos sólidos del metamercado de Coatepeque establecido.

Productos para el objetivo b. (Definir acciones en el componente social de la GIRS)

- b.1. Personal del departamento de gestión de residuos sólidos del metamercado capacitado en el tema de gestión integral de residuos sólidos.
- b.2. Usuarios y arrendatarios o comerciantes del metamercado concientizados sobre el cuidado y protección del medio ambiente con enfoque en el manejo de residuos sólido.

Productos para el objetivo c. (Establecer acciones para el componente económico de la GIRS).

- c.1. Elaborado plan de inversión para la gestión integral de los residuos sólidos del metamercado.

- c.2. Definida la tarifa por el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos de manera equitativa.
- c.3. Implementación de negocios particulares de reciclaje en el metamercado fomentada.

Productos para el objetivo d. (Definir acciones para el componente ambiental y salud, de la GIRS).

- d.1. Residuos inorgánicos generados (bolsas plásticas, bandejas y vasos de duroport) en el metamercado disminuidos.
- d.2. Mini-centros de acopio de residuos sólidos con secciones para su clasificación, construidos.
- d.3. Metamercado limpio que disminuye el riesgo de constituir un foco de contaminación.
- d.4. Relleno sanitario para el confinamiento de los desechos sólidos del metamercado en operación.
- d.5. Planta de compostaje para el procesamiento de los residuos orgánicos del metamercado, en operación.
- d.6. Seguridad laboral del personal operativo del tren de aseo del metamercado.

7.2.4 Actividades para materializar cada uno de los productos

Las actividades que serán necesarias para concretar los productos de cada objetivo, se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Actividades para alcanzar los productos de cada objetivo.

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|---|---|
| a. | a.1 Asesor profesional en el tema de medio ambiente con especialidad en manejo de residuos sólidos contratado. | <p>✓ Contratar a un especialista ambiental con experiencia en el tema de gestión y manejo de residuos sólidos.</p> <p>Responsable: concejo municipal a través de la comisión municipal de medio ambiente.</p> |
| | a.2 Reglamentos internos basados en la política nacional para el manejo integral de los residuos y residuos sólidos de Guatemala desarrollados. | <p>✓ Trabajar en equipo entre, la comisión municipal de medio ambiente, juez municipal, y representantes de arrendatarios del metamercado los acuerdos necesarios que contribuyan a la gestión integral de los residuos sólidos que se generan en el metamercado</p> <p>Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|--|---|
| a. | a.2 Reglamentos internos basados en la política nacional para el manejo integral de los residuos y residuos sólidos de Guatemala desarrollado. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Socialización de la propuesta de acuerdos municipales en la materia. Responsable: Técnicos de la unidad de gestión ambiental municipal. ✓ Aprobación de los acuerdos municipales consensuados entre municipalidad y arrendatarios del metamercado. Responsable: Concejo municipal |
| | a.3 Manual de funciones del personal que integra el departamento de manejo de residuos sólidos del metamercado establecido. | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar y aprobar un manual de funciones para todo el personal encargado de la gestión y manejo de los residuos sólidos del metamercado. Responsable: Concejo municipal |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|--|---|
| b. | <p>b.1 Personal del departamento de gestión de residuos sólidos del metamercado capacitado en el tema de gestión integral de residuos sólidos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar tres capacitaciones sobre manejo y gestión integral de residuos sólidos al personal del departamento de gestión y manejo de residuos sólidos del metamercado. ✓ Realizar inspecciones a centros comerciales exitosos en este tema o contratar a personal para este fin. <p>Responsable: Técnicos de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| | <p>b.2. Arrendatarios o comerciantes del metamercado concientizados sobre el cuidado y protección del medio ambiente con enfoque en el manejo de residuos sólido.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar campañas de concientización sobre el cuidado del medio ambiente y manejo adecuado de residuos sólidos en las fuentes generadoras a los arrendatarios y compradores del metamercado. <p>Responsable: Técnicos de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal.</p> |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|-----------|---|---|
| b. | b.2. Arrendatarios o comerciantes del metamercado concientizados sobre el cuidado y protección del medio ambiente con enfoque en el manejo de residuos sólido. | <p>✓ Realizar campañas mensualmente durante un año hasta lograr el empoderamiento del proyecto por parte de los arrendatarios y compradores, luego realizar de manera trimestral para mantener firme y lograr la sostenibilidad del proyecto.</p> <p>Responsable: Técnicos de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| c. | c.1 Elaborado plan de inversión para la gestión integral de los residuos sólidos del metamercado. | <p>✓ Definir y gestionar ante los entes de financiamiento (locales e internacionales) identificados los recursos necesarios para la ejecución de las actividades de los componentes de la gestión integral de residuos sólidos para establecer un presupuesto y definir el plan de inversión gradual que permita la sostenibilidad económica del proyecto.</p> <p>Responsable: Comisión Municipal de Medio Ambiente, director de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal y encargado de mantenimiento del metamercado.</p> |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|--|--|
| c. | <p>c.1 Elaborado plan de inversión para la gestión integral de los residuos sólidos del metamercado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificar posibles fuentes de financiamiento para la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Responsable: Director de la Unidad de Gestión Ambiental Municipal. ✓ Realizar gestiones de apoyo financiero con las instituciones identificadas, recomendable solicitar financiamiento parcial a cada institución según sean los objetivos de cada institución. Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal. |
| | <p>c.2 Definida la tarifa por el servicio de recolección y manejo de los residuos sólidos de manera equitativa.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar una tarifa adecuada para cada comercio según su tamaño o según el tipo de residuos que genera, basado en un presupuesto detallado de los costos para su recolección y manejo controlado. Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal. |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|---|--|
| c. | <p>c.3 Implementación de negocios particulares de reciclaje en el metamercado fomentada.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar una convocatoria para la presentación de propuestas de negocios enfocados al reciclaje de residuos, principalmente los que se generan en el metamercado. ✓ Evaluar la factibilidad de las propuestas y seleccionas las tres mejores. ✓ Establecer un fondo para el impulso de los negocios de reciclaje y financiar las mejores propuestas dando control y seguimiento de las mismas hasta lograr su sostenibilidad. <p>Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| d. | <p>d.1 Disminución de residuos inorgánicos generados (bolsas plásticas, bandejas y vasos de duroport) en el metamercado.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Basarse en el o los reglamentos aprobados por el consejo municipal en la materia de gestión integral de residuos sólidos del metamercado. |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|---|---|
| d. | <p>d.1 Disminución de residuos inorgánicos generados (bolsas plásticas, bandejas y vasos de duroport) en el metamercado.</p> | <p>✓ En los el/los reglamento(s) incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La reducción del uso de empaques innecesarios principalmente de bolsas plásticas • Implementar el uso de bolsas biodegradables en los casos en que sea necesario su uso. • Reducir el uso de vasos y bandejas de duroport y sustituir en los casos necesarios con productos de cartón. <p>Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| | <p>d.2. Mini-centros de acopio de residuos sólidos con secciones para su clasificación, construidos.</p> | <p>✓ Diseñar, construir e implementar mini-centros de acopio con contenedores para la separación de residuos sólidos generados en el metamercado. Ubicar estratégicamente a manera que sean funcionales y no impliquen demasiado esfuerzo ni pérdida de tiempo para los arrendatarios.</p> <p>Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|--|--|
| d. | <p>d.3. Metamercado limpio que disminuye el riesgo de constituir un foco de contaminación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoreo de las actividades de recolección de los residuos sólidos del metamercado. <p>Responsable: Personal de limpieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar procesos de retroalimentación y detectar posibles fallas del proceso completo para implementar mejoras o cambios que sean necesarios. <p>Responsable: Comisión municipal de medio ambiente y director de la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| | <p>d.4. Relleno sanitario para el confinamiento de los desechos sólidos del metamercado en operación.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseñar e implementar un relleno sanitario controlado para la disposición final de los residuos que no puedan reciclarse, generados en el metamercado. <p>Responsable: Comisión municipal de medio Ambiente y la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |

| Objetivo | Producto | Acciones |
|----------|---|---|
| d. | <p>d.5 Planta de compostaje para el procesamiento de los residuos orgánicos del metamercado, en operación.</p> | <p>✓ Diseñar e implementar una planta para el compostaje de los residuos.</p> <p>Responsable: Comisión municipal de medio Ambiente y la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |
| | <p>d.6 Seguridad laboral del personal operativo del tren de aseo del metamercado.</p> | <p>✓ Dotar de equipo de protección personal a los recolectores.</p> <p>✓ Capacitar a los recolectores sobre el uso correcto del equipo de protección personal.</p> <p>Responsable: Comisión municipal de medio Ambiente y la unidad de gestión ambiental municipal.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

7.2.5 Presupuesto y recursos necesarios (orientativo).

Se propone un monto inicial de Q.100, 000.00 para la contratación de un asesor especialista por un periodo estimado de un año, tiempo en el cual se espera formar y capacitar al personal que conformará el equipo de trabajo para la implementación de esta propuesta y desarrollar un presupuesto detallado así como la forma de financiamiento para su posterior gestión. Como principal fuente de financiamiento estaría de incluir el costo en el presupuesto municipal y como fuentes alternativas de financiamiento, organizaciones de apoyo internacional (ver apartado 7.2.7)

7.2.6 Responsables de la ejecución inicial de esta propuesta.

En primera instancia, la responsabilidad de organizar y determinar quiénes integran o fortalecerán el equipo de trabajo para la gestión integral para el manejo de los residuos sólidos, estará a cargo de la comisión de medio ambiente y recursos naturales del concejo municipal en concordancia con la unidad de gestión ambiental municipal y el departamento de mantenimiento quien es el actual encargado del servicio de limpieza del metamercado.

Una vez se cuente con el equipo de trabajo definido y con el manual de funciones se podrá trabajar independiente con fluidez y eficiencia en todos los procesos establecidos. No es adecuado realizar cambios constantes en cuanto al personal del equipo de trabajo para no perder los lineamientos y enfoque de trabajo.

7.2.7 Identificación de posibles fuentes de financiamiento.

Entre las posibles fuentes financiamiento extranjero se encuentran: las embajadas de los países desarrollados (Alemania, España, Canadá, Estados Unidos, Japón, Noruega, Suecia entre otros), Banco Interamericano de Desarrollo –BID-, Banco Mundial, aporte del Gobernación central, aporte del gobierno local y comerciantes.

7.2.8 Acuerdos y condiciones necesarias para la ejecución y sostenibilidad (técnica y financiera del mismo).

Socialización de la propuesta para el manejo integral de los residuos sólidos, tomando en cuenta observaciones y aportes, del personal municipal y usuarios del servicio.

7.3 Cronograma de la propuesta

Cuadro 15. Cronograma

| ACTIVIDAD | Año 1 | | | | Año 2 | | | |
|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Contratación de asesor profesional en el tema de medio ambiente con especialidad en manejo de residuos sólidos. | X | | | | | | | |
| Formulación y aprobación reglamentos internos para el manejo de los residuos sólidos del metamercado. | | | X | | | | | |
| Elaboración y aprobación de un manual de funciones del personal encargado del manejo de residuos sólidos del metamercado. | | X | | | | | | |
| Capacitaciones al personal del departamento de gestión de residuos sólidos del metamercado. | | | X | X | | X | X | |
| Concientización ambiental de arrendatarios | | | | X | X | X | X | |
| Implementación de negocios particulares de reciclaje en el metamercado. | | | | | | X | X | |
| Formulación de inversión para la gestión integral de los residuos sólidos del metamercado. | | | X | | | | | |
| Reducción de la cantidad de residuos inorgánicos generados | | | | X | X | X | X | |
| Cambio de uso de bolsas plásticas | | | X | X | X | X | X | |

| ACTIVIDAD | Año 1 | | | | Año 2 | | | |
|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| convencionales, bandejas y vasos de duroport por bolsas de bioplásticos y bandejas y vasos de cartón. | | | | | | | | |
| Implementación de mini centros de acopio de residuos sólidos. | | | X | X | | | | |
| Limpieza del metamercado. | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Gestión e implementación del sanitario controlado. | | | | | X | X | X | X |
| Retroalimentación del plan | | X | | X | | X | | X |

Fuente: elaboración propia. 2015

El manejo de los residuos sólidos se puede producir a través de los diferentes escenarios.

Cuadro 16. Escenarios posibles para el manejo de residuos sólidos del metamercado de Coatepeque, Quetzaltenango.

| | Escenario | Posible manejo | Descripción |
|---|--|--|--|
| 1 | La municipalidad no promueve la clasificación de los residuos sólidos del metamercado. | Usos de un botadero municipal a cielo abierto para la disposición final del 100% de residuos sólidos generados al día (5.35 ton). | Escenario no deseado, genera contaminación ambiental por la generación de emanaciones, lixiviados, ser fuente generadora de plagas y enfermedades por la descomposición de los residuos orgánicos compostables y no compostables en conjunto con el resto de residuos generados. |
| 2 | La municipalidad promueve la separación de las 2.29 toneladas de residuos orgánicos compostables del resto de residuos sólidos generados en el metamercado | Separación de residuos orgánicos compostables, producción de 0.687 ton (15.11 quintales) de compost por día, más disposición final de 3.06 | Escenario donde se comprende la incorporación gradual a un manejo integral, pero existen todavía residuos que generan impactos negativos |

| | Escenario | Posible manejo | Descripción |
|---|--|---|---|
| | | toneladas de residuos sólidos en el botadero municipal a cielo abierto. | con 3.06 toneladas. |
| 3 | La municipalidad apoya a negocios independientes de reciclaje (plástico Pet, metales, cartón y papel blanco), para lograr una separación parcial de residuos reciclables (1.45 toneladas). | Separación, reciclaje, compostaje y botadero municipal. | Escenario que permite la reducción de 1.45 toneladas de inorgánicos reciclables y de 2.29 toneladas de residuos orgánicos compostables al día del cual se lograría eliminar de los residuos sólidos destinados al botadero. |
| 4 | La municipalidad promueve prácticas primarias de manejo integral y la sustitución de materiales plásticos y duroport por productos sustitutos biodegradables. | Compostaje de 2.29 ton (42.83%), reciclaje de 0.394 (27.14%), sustitución de 0.333 (6.23%) toneladas de duroport y bolsas plásticas y confinamiento de 1.27 ton (23.74%) de | Escenario que se acerca al escenario ideal en el cual se aprovechan o reciclan los residuos que sean posibles pero el resto de residuos aún se depositan en el |

| | Escenario | Posible manejo | Descripción |
|---|--|--|--|
| | | desechos en el actual botadero municipal | botadero municipal a cielo abierto. |
| 5 | La municipalidad implementa y opera un relleno sanitario controlado. Para la disposición final controlada de los residuos inorgánicos no compostables ni reciclables (restos sanitarios, duroport, tetrapack (0.84 toneladas por día). | Compostaje de 2.29 ton (42.83%), reciclaje de 0.394 (27.14%), sustitución de 0.333 (6.23%) toneladas de duroport y bolsas plásticas y confinamiento de 1.27 ton (23.74%) de desechos en un relleno sanitario controlado. | Este escenario ideal para la gestión integral de los residuos sólidos. |

Fuente: elaboración propia. 2015.

En el cuadro anterior, se presentan los posibles escenarios del manejo de los residuos sólidos que se generan en el metamercado. El escenario 1 es el real o actual en el cual no se realiza ningún proceso a los residuos sólidos y tal y como se generan se recolectan y transportan para su disposición final en un botadero a cielo abierto sin ningún manejo técnico.

Los escenarios 2, 3 y 4 presentan acciones de manejo gradual que la municipalidad puede ir implementando para el aprovechamiento de los residuos orgánicos compostables y los residuos reciclables los cuales tienen demanda en negocios de reciclaje. Como último escenario se plantea la implementación de un relleno sanitario controlado para la disposición final de los residuos sólidos que no pueden comportarse o reciclarse y con esto se contribuye en el proceso de gestión integral de los residuos sólidos del metamercado.

8 REFERENCIAS

- Ambiente libre de residuos solidos.* (s.f.). Obtenido de <http://es.jimdo.com:80/http://elambienteylsdesechosolidos.jimdo.com/definici%C3%B3n-y-diferencia-entre-desechos-y-residuos/>
- Bentacourt Pineda, L. L., & Pichs Herrera, L. A. (5 de Febrero de 2,004). <http://www.monografias.com>. Obtenido de <http://www.monografias.com:80/http://www.monografias.com/trabajos19/manejo-desechos-solidos/manejo-desechos-solidos.shtml?monosearch>
- Bernache, G. (2006). En G. Bernache, *Cuando la basura nos alcance: El impacto de la degradacion ambiental* (pág. 19). CIESAS.
- cámara oficial de comercio, industria y navegación de Málaga. (1996). Málaga.
- Cantoni, N. (2010). Reciclado.
- Carvajal Florez, E. (2,013). <http://es.slideshare.net>. Obtenido de <http://es.slideshare.net:80/http://es.slideshare.net/guest4b5f4/manejo-integral-de-los-residuos-slidos>
- Castells, X. E. (2012). Energía, Agua, Medioambiente, Territorialidad y Sostenibilidad. En X. E. Castells, *Energía, Agua, Medioambiente, Territorialidad y Sostenibilidad* (pág. 206). Madrid: Ediciones Diaz de Santos, S.A.
- Concepto de mercado y sus tipos. (2002). En M. González.
- Eg-ingeniería.* (s.f.). Obtenido de <http://www.eg-ingenieria.com.ar/gestion-residuos-urbanos.html>
- Elaboración propia a partir de trabajo de gabinete. (2,014).
- Gándara, A. S. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. En A. S. Gándara, *Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable* (pág. 171). SyG editores/ Ine-Semarnat.
- Gestión medioambiental en el comercio. (2010). En E. Vértice. Vértice.
- Henry, Gary W. Heinke and J. Glynn. (Marzo, 2000). Ingeniería Ambiental 2da. Edición. En G. W. Henry. Prentice Hall.
- <http://www.desechos-solidos.com/>. (2,006).
- http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema06/Tema_06_Residuos_1.htm.
Obtenido de http://www.uclm.es/users/higueras/mga/Tema06/Tema_06_Residuos_1.htm:
<http://www.desechos-solidos.com/>
- Instituto Nacional de Estadística -INE-. (16 de Noviembre de 2,002). www.INE.com.gt. Obtenido de www.INE.com.gt: www.INE.com.gt
- Irene Campos Gómez y Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica). (2000). Saneamiento Ambiental .
- Jiménez, S. M. (2002). En S. M. Jiménez, *Centros Comerciales de Área Urbana* (pág. 207). Pozuelo de Alarcón (Madrid): Esic Editorial.

Lorenzo Escamirosa Montalvo, Penagos, Carlos del Carpio Gabriel Castanda Nolasco y Quintal Franco, Carlos. (2001). Manejo de los residuos solidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutierrez Chiapas.

Manahan, S. E. (2007). Introduccion a la química ambiental. En S. E. Manahan. España: Reverte.

Rodríguez Salinas, Marcos Arturo, Córdova, Ana. (2006). Tratamiento de residuos sólidos urbanos. En *Manual de compostaje municipal* (pág. 14). Instituto Nacional de Ecología.

Miranda, Maria del Pilar, Claramunt Vallespi, Cornago Ramirez, Rosa Maria, Consuelo Ecolastico de Leon, Maria del Pilar, Soledad Esteban Santos, Farran Morales, Maria Angeles. (2008). Reciclado y tratamiento de residuos. En R. M Miranda. Maria del Pilar.

Gonzales, María. (2002). Concepto de mercado y sus tipos. En G. María.

Martínez Lemus, I., Carballo Abreu, D., & Arteaga Crespo, M. (2,004). <http://www.monografias.com>. Obtenido de <http://www.monografias.com>: <http://www.monografias.com/trabajos92/residuos-solidos-urbanos/residuos-solidos-urbanos.shtml>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. (2,014). http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena4/3quincena4_contenidos_2d.htm. Obtenido de http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena4/3quincena4_contenidos_2d.htm: <http://educalab.es/recursos>

Restrepo, N. J. (2007). Diccionario Ambiental. Ecoe Ediciones .

Solano, V. (2,014). Sondeo General de los Desechos Solidos del Metarmecado de Coatepeque. *Revista Municipalidad de Coatepeque*, 3,4.

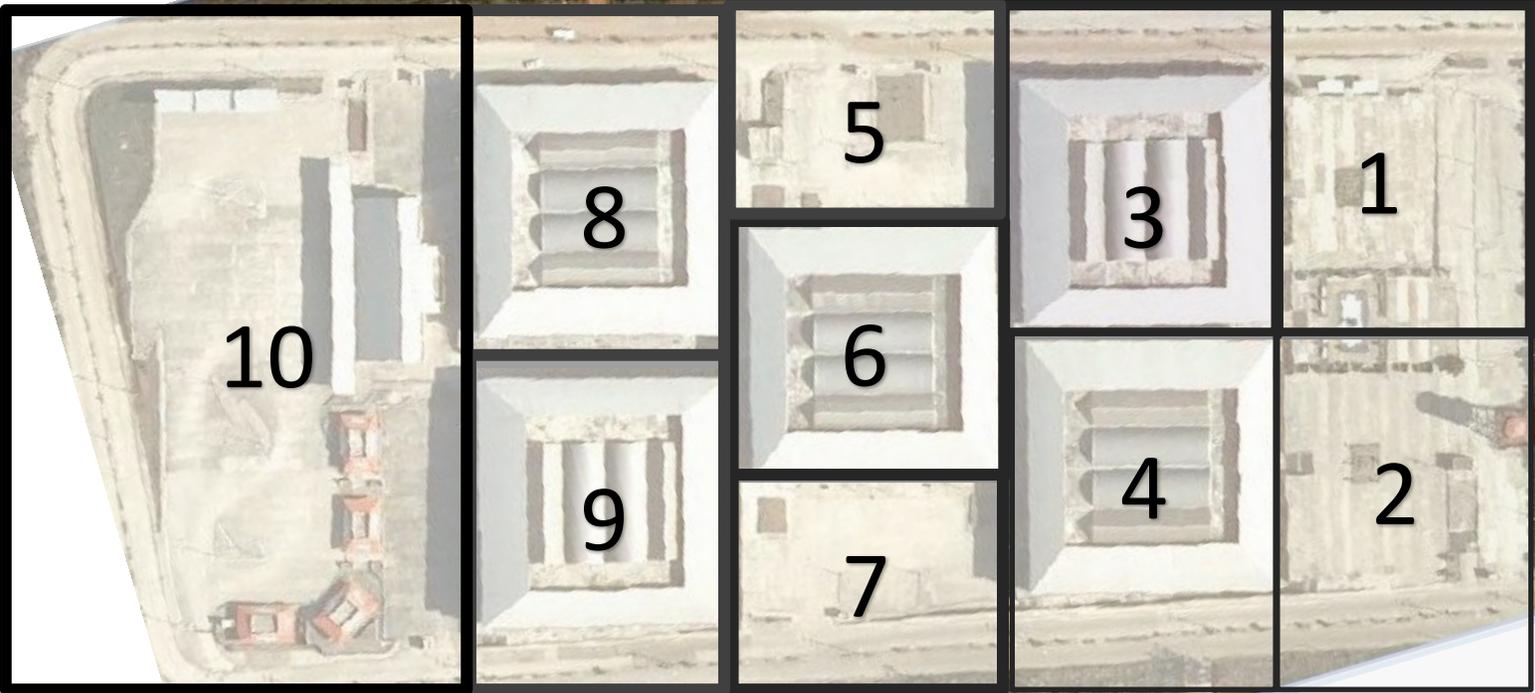
9 ANEXOS

Anexo 1. Encuesta para comerciantes del metamercaado

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL. | |  | MUNICIPALIDAD DE COATEPEQUE, QUETZALTENANGO. |  |
| Encuestador: | | Sector | | |
| Nombre completo del encuestado: | | Fecha: / / 201 Hora: | | |
| A) DATOS GENERALES | | B) GENERACION Y ALMACENAMIENTO | | |
| 1. Sexo | | 7. ¿Qué es lo que más desecha? | | |
| Femenino | a | Sobras de alimentos | a | |
| Masculino | b | Papel | b | |
| 2. Edad | | Lata | c | |
| Entre 18-24 años | a | Plástico | d | |
| Entre 25-30 años | b | Otro (Especifique) | e | |
| Entre 31-40 años | c | 8. ¿En cuántos días se llena su recipiente de basura? | | |
| Entre 41-50 años | d | En 1 día | a | |
| Mayor de 51 años | e | En 2 días | b | |
| 3. Nivel de educación | | En más de 3 días | c | |
| Sin educación | a | 9. ¿En qué tipo de recipiente almacena la basura? | | |
| Primaria incompleta | b | Costal | a | |
| Primaria completa | c | Bolsa plastica | b | |
| Secundaria incompleta | d | Caja | c | |
| Secundaria completa | e | Tonel | d | |
| Técnica | f | Otro (Especifique) | e | |
| Superior incompleta | g | 10. ¿El recipiente de basura se mantiene tapado? | | |
| Superior completa | h | Si | a | |
| 4. Tipo de Comercio | | No | b | |
| Puesto fijo o establecido | a | Algunas veces | c | |
| ambulante | b | D) SEGREGACION Y REUSO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS | | |
| Puesto de piso o plaza | c | 17. ¿Qué hace con los residuos reciclables o | | |
| 5. Categoría de comercio | | Los bota | a | |
| Primera categoría (Carnicería, comedor, artesanías, abarrotes, ropa, calzado) | a | Los regala | b | |
| Segunda categoría (Lácteos, marranerías, pollerías, miscelánea, refresquerías, pescado y mariscos) | b | Los vende | c | |
| Tercera categoría (verduras, frutas, flores, comida preparada) | c | Los recicla | d | |
| 6. Área de Comercio | | Otro (especifique) | e | |
| Entre 01-4 metros | a | 18. ¿Ha recibido alguna charla o capacitación en el manejo de los residuos sólidos? | | |
| Entre 05-10 metros | b | Si | a | |
| Entre 11-20 metros | c | No | b | |
| Entre 21-50 metros | d | 19. ¿Estaría dispuesto a separar sus residuos para facilitar su aprovechamiento? | | |
| Entre 51-100 metros | e | Si | a | |
| Entre 101-200 metros | f | No | b | |
| Entre 201-400 metros | g | ¿Por qué? | | |
| Mayor de 401 metros | h | | | |
| E) PERCEPCION Y PAGO DEL SERVICIO | | | | |
| 20. ¿Está usted satisfecho con el servicio de recojo de residuos sólidos? | | 22. ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por este servicio optimizado de recojo de basura? | | |
| Si | a | Si | a | |
| No | b | No | b | |
| ¿Por qué? | | ¿Cuánto? | | |
| | | ¿Por qué? | | |
| | | | | |

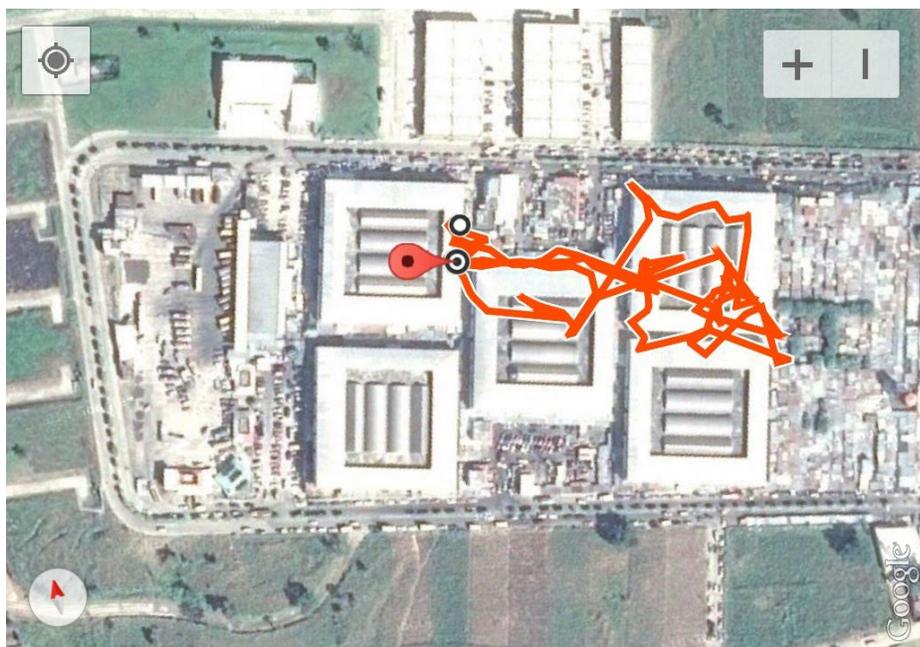
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Sectores del metamercaado para el muestreo de residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo No.1 del metamercado.



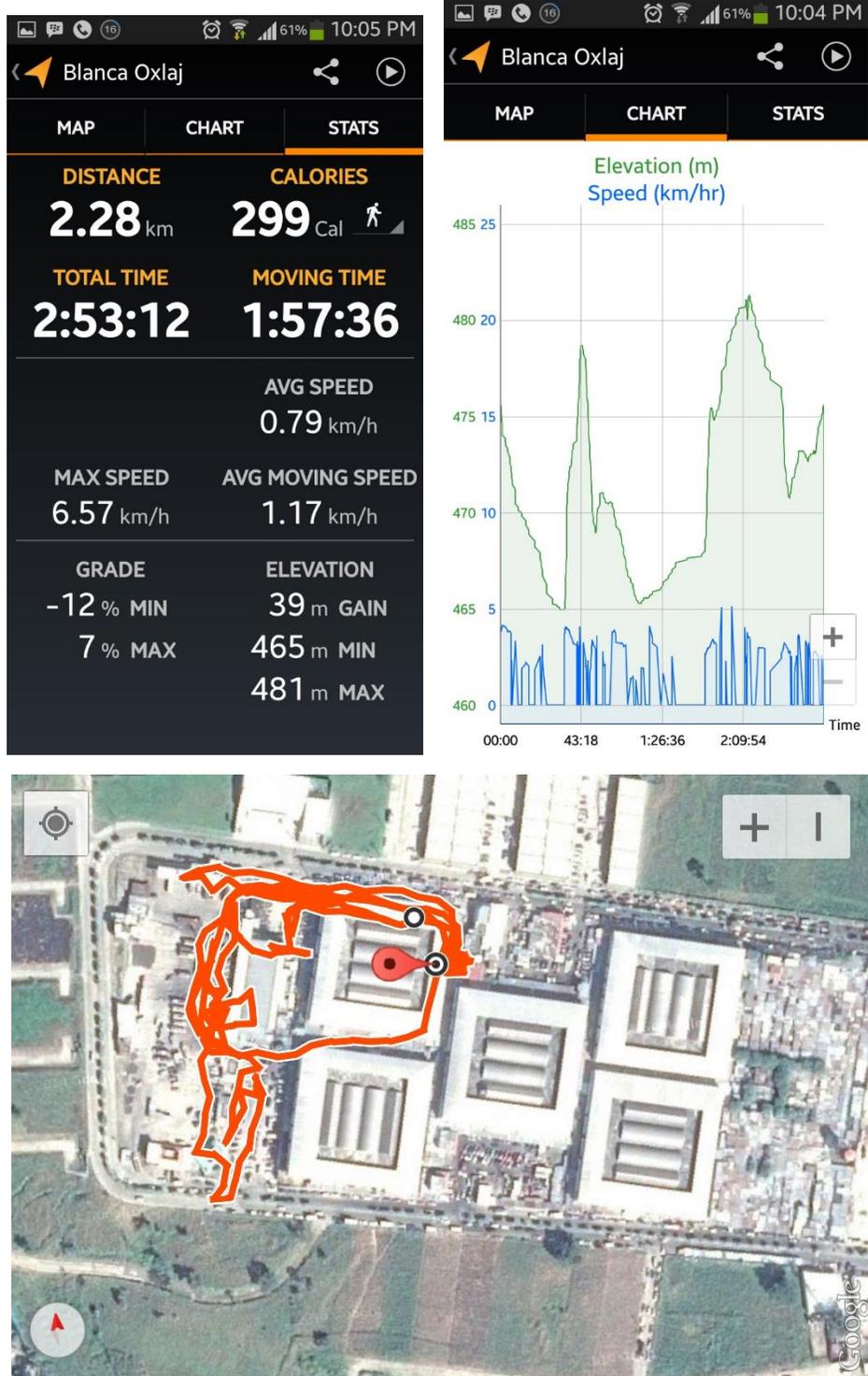
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo No. 3



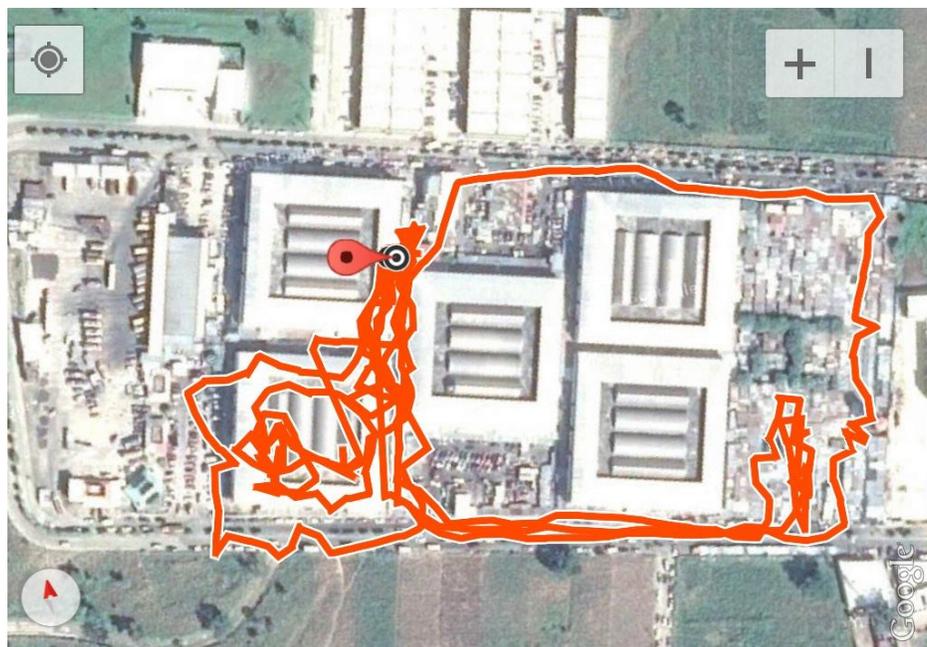
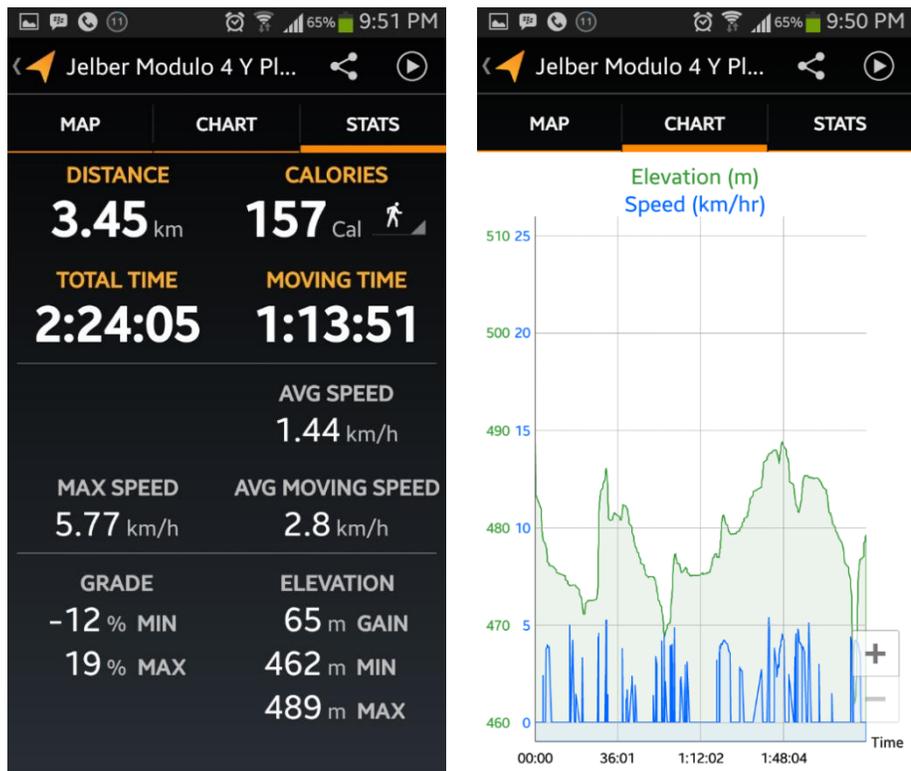
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el sector terminal del metamercado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el módulo 4, plaza norte y sur del metamercado.



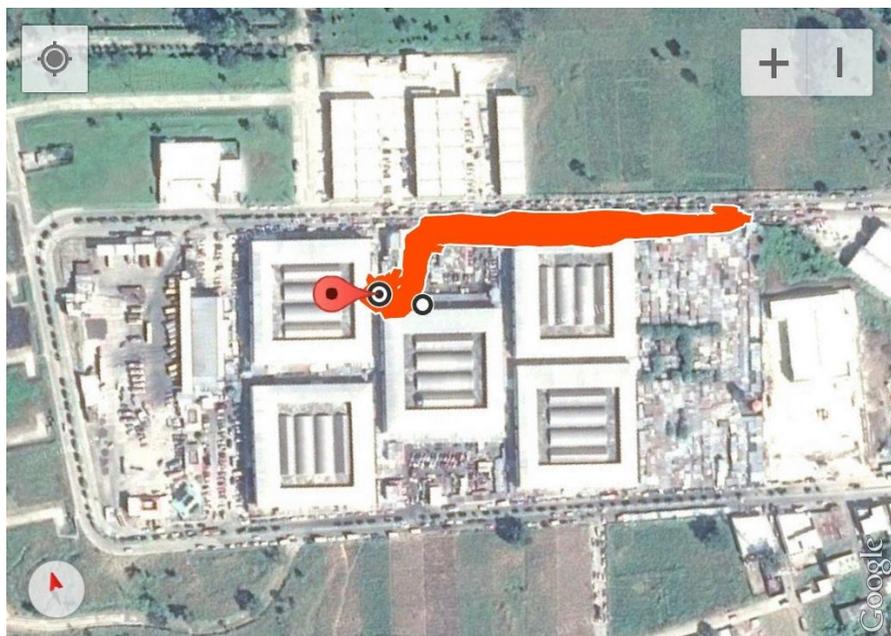
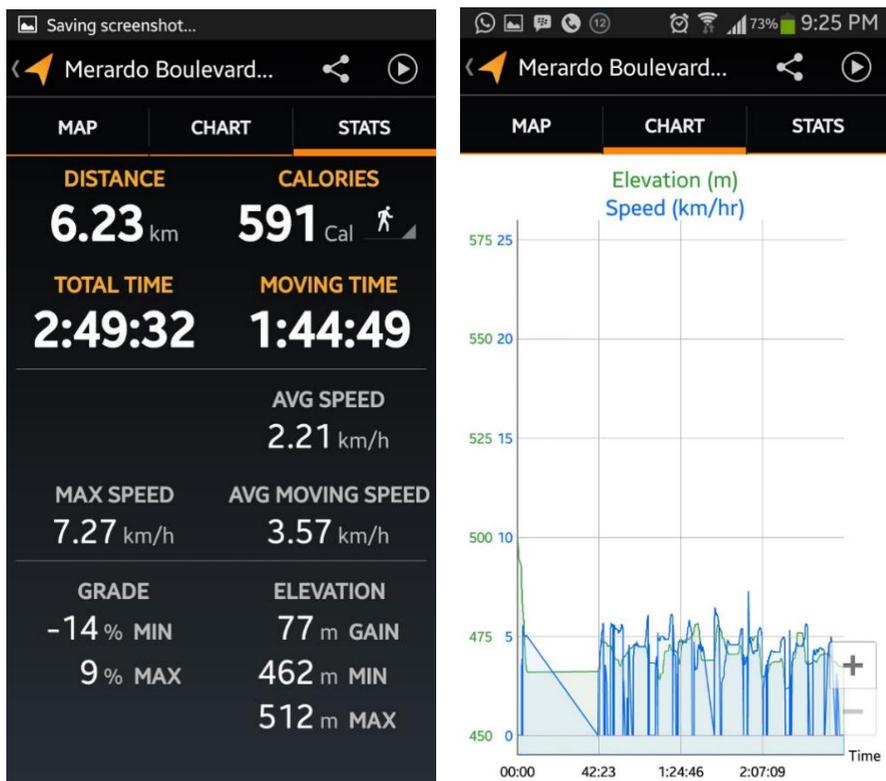
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el boulevard sur del metamercado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Recorrido del personal para recolección interna de residuos sólidos en el Boulevard Norte del metamercado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Formato composición residuos solidos

| ESTUDIO DE CARACTERIZACION METAMERCADO COATEPEQUE | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--|
| FORMATO DE COMPOSICION MUESTRAS DE RESIDUOS SOLIDOS | | | | | | | | | | | |
| UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA | | | | MUNICIPALIDAD | | | | | | | |
| CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE | | | | DE | | | | | | | |
| INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL | | | | COATEPEQUE, QUETZALTENANGO. | | | | | | | |
| RESPONSABLE | | | | FECHA INICIO: / / 2015 | | | | FECHA FINALIZACION: / / 2015 | | | |
| TIPO DE MATERIAL | DIAS | | | | | | | | PESO X 8 DIAS TOTAL (kg) | COMPOSICION PORCENTUAL | |
| | Día 1 PESO (kg) | Día 2 PESO (kg) | Día 3 PESO (kg) | Día 4 PESO (kg) | Día 5 PESO (kg) | Día 6 PESO (kg) | Día 7 PESO (kg) | Día 8 PESO (kg) | | | |
| ORGANICO | | | | | | | | | | | |
| PLASTICO | PET | | | | | | | | | | |
| | BOLSAS | | | | | | | | | | |
| RESTOS SANITARIOS | PAPEL HIGIENICO | | | | | | | | | | |
| | PAÑALES | | | | | | | | | | |
| PAPEL | PAPEL BLANCO | | | | | | | | | | |
| | CARTON | | | | | | | | | | |
| | PAPEL PERIODICO | | | | | | | | | | |
| METALES | ALUMINIO | | | | | | | | | | |
| | LATAS FERROSAS | | | | | | | | | | |
| | OTROS | | | | | | | | | | |
| TETRAPACK | | | | | | | | | | | |
| DUROPORT | | | | | | | | | | | |
| VIDRIO | | | | | | | | | | | |
| TEXTIL | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | TOTAL DIARIO | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con referencias bibliográficas

Anexo 10. Formato peso muestras

| ESTUDIO DE CARACTERIZACION METAMERCADO COATEPEQUE, QUETZALTENANGO. | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|---|------|--|------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|--|
| PESO DE LAS MUESTRAS DE CADA SECTOR | | | | | | | | | | | | | | | |
| Universidad de San Carlos de Guatemala: Centro Universitario de Occidente Ingeniera en Gestión Ambiental Local | | | | | | |  | | Municipalidad de Coatepeque, Quetzaltenango. | | | | |  | |
| Fecha inicio: | | | | | | | Fecha finalización: | | | | | | | | |
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | Peso total semanal | Peso total semanal | Porcentage del peso total semanal | | |
| | (kg) | (kg) | (kg) | (kg) | (kg) | (ton) | | | |
| DIA 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIA 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total diario (kg) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total diario (ton) | | | | | | | | | | | | | | | |
| M = (muestra) | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11. Bitácora de viajes del camión recolector hacia el botadero

| Bitácora de viajes camión recolector metamerca municipal | | | |
|--|------------|--------------------|--------------------------|
| No. | Fecha | Cantidad de viajes | Observación |
| 1 | 01/03/2015 | 3 | |
| 2 | 02/03/2015 | 4 | Alta actividad comercial |
| 3 | 03/03/2015 | 3 | |
| 4 | 04/03/2015 | 3 | |
| 5 | 05/03/2015 | 3 | |
| 6 | 06/03/2015 | 3 | |
| 7 | 07/03/2015 | 3 | |
| 8 | 08/03/2015 | 3 | |
| 9 | 09/03/2015 | 4 | Alta actividad comercial |
| 10 | 10/03/2015 | 3 | |
| 11 | 11/03/2015 | 3 | |
| 12 | 12/03/2015 | 3 | |
| 13 | 13/03/2015 | 3 | |
| 14 | 14/03/2015 | 3 | |
| 15 | 15/03/2015 | 3 | |
| 16 | 16/03/2015 | 4 | Alta actividad comercial |
| 17 | 17/03/2015 | 3 | |
| 18 | 18/03/2015 | 3 | |
| 19 | 19/03/2015 | 3 | |
| 20 | 20/03/2015 | 3 | |
| 21 | 21/03/2015 | 3 | |
| 22 | 22/03/2015 | 3 | |
| 23 | 23/03/2015 | 4 | Alta actividad comercial |
| 24 | 24/03/2015 | 3 | |
| 25 | 25/03/2015 | 3 | |
| 26 | 26/03/2015 | 3 | |
| 27 | 27/03/2015 | 3 | |
| 28 | 28/03/2015 | 3 | |
| 29 | 29/03/2015 | 3 | |
| 30 | 30/03/2015 | 4 | Alta actividad comercial |
| 31 | 31/03/2015 | 3 | |
| Promedio | | 3.161290323 | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Triangulación de la información recopilada por medio de entrevista a informantes claves.

| Categoría | Informante 1 | Informante 2 | Informante 3 | Síntesis integral |
|---|---|--|--|--|
| | Gerente municipal | Administrador del Metamercado | Jefe personal mantenimiento | |
| Manejo integral residuos sólidos metamercado | No hay manejo integral del mismo por lo tanto hay contaminación, solo se trasladan. | Solo se recoge, se transporta y lo depositan en el botadero | Solo organizar al personal de mantenimiento para asignar áreas de limpieza que posteriormente la recolectan, transportan y lo trasladan al botadero. | No se aplica ningún tipo de tratamiento |
| Algún dato estadístico de cuanto residuo sólido se genera | No hay datos técnicos pero hay idea que son aproximadamente 3 toneladas diarias. | Según me han comentado los del equipo de mantenimiento la generación oscila entre 3 o más toneladas diarias. | Aproximadamente de 3 a 6 toneladas diarias. | 3 a 6 toneladas generadas diariamente aproximadamente |
| Existe plan o estrategia de reducción de los residuos sólidos | No! Solo equipo de tren de aseo, solo limpia no reduce. | No, aquí las personas están acostumbradas a dejar la basura en cualquier lugar. | No! Solo ha quedado en pláticas con el señor alcalde de un proyecto en ese tema. | No existe ningún plan de manejo a los residuos sólidos |

| Categoría | Informante 1 | Informante 2 | Informante 3 | Síntesis integral |
|---|--|---|---|---|
| | Gerente municipal | Administrador del Metamercado | Jefe personal mantenimiento | |
| Cuál sería la solución para el manejo de los residuos sólidos | Saber que genera más el Metamercado, si genera más orgánico no inorgánico y en base a eso encontrarle una salida por medio de tratamiento adecuado | Separación de la basura, la cual se ha tratado de hacer pero al llevarlo al camión todo nos da igual. | Si existiera un tratamiento sería mejor | Aplicación de un tratamiento para reducir la generación de los residuos sólidos |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Entrevista a funcionarios municipales

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE
DIVISION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL LOCAL



GUIA DE ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS

Nombre del entrevistado: _____

Puesto del entrevistado/oficio/profesión: _____

Lugar de la entrevista: _____

Hora de inicio y finalización de la entrevista: _____

Utilización de medios de captura de imagen, voz y video (marcar una x):

Cámara fotográfica

grabadora de voz

cámara de video

Otro

PREGUNTAS BASICAS

1. ¿Cuál es el grado de importancia que le da Ud. la necesidad de proteger el Medio Ambiente en una escala de 1 a 10 donde el 10 es la escala mayor?
2. ¿En su lugar de trabajo reciben capacitaciones para estar actualizados sobre el tema de manejo de residuos sólidos?
3. ¿Cuál es el manejo que se da actualmente a los residuos sólidos del metamercado o del municipio?
4. ¿Considera que existe preocupación e interés de parte de los usuarios del metamercado por los impactos ambientales que se generan debido a la inadecuada disposición de los residuos sólidos que se generan?
5. ¿Qué logros significativos considera que se han obtenido en el tema del manejo de los desechos sólidos en los últimos cinco años de funcionamiento del metamercado?
6. ¿Cuáles son los impactos negativos por el manejo inadecuado de los residuos sólidos sobre los recursos naturales?
7. ¿Qué riesgos considera que se corren si no se gestiona o implementa un manejo integral de los residuos sólidos en el metamercado?
8. ¿Cómo va el problema en el botadero municipal de desechos sólidos?
9. ¿Quién cree usted que tiene la mayor responsabilidad sobre el manejo de los residuos sólidos?
10. ¿Existe alguna iniciativa sobre incorporación de un manejo integral y sostenible de los residuos sólidos a nivel municipal o a nivel de metamercado?

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14. Cronograma

| Plan de trabajo de analisis de los residuos solidos en el metamercaado, Coatepeque. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| Actividades | Noviembre | | | | Diciembre | | | | Enero | | | | Febrero | | | | Marzo | | | | Abril | | | |
| | s1 | s2 | s3 | s4 | s5 | s6 | s7 | s8 | s9 | s10 | s11 | s12 | s13 | s14 | s15 | s16 | s17 | s18 | s19 | s20 | s21 | s22 | s23 | s24 |
| Levantamiento inf. Gabinete y determinacion muestras | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Zonificacion del area | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Determinacion de poblacion comercial | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Identificar las zonas de muestreo | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| capacitacion personal que realizara la recoleccion, pesaje y segregacion de RS. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Validacion de instrumentos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Distribucion y aplicacion de encuestas | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Toma de muestras | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Mapeo y eficiencia del personal de mantenimiento | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Recoleccion, transporte y acondicionamiento de muestras R.S | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Caracterización | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| procesar y analizar los datos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Redactar el informe de estudios | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Presentar el informe preliminar | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| subsanan observaciones del informe de estudio | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| presentar el informe final de estudio. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Fuente: (Elaboración propia a partir de trabajo de gabinete, 2,014)

Anexo 15. Fotografías

Anexo 16. Encuestando a comerciantes sobre percepción del manejo actual de los residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17. Sectorizando las instalaciones del metamercaado.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18. Instrumentos de medición



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19. Caracterización de los residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20. Botadero municipal de la ciudad de Coatepeque.



Fuente: Elaboración propia.